

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DE REUSO OBTIDA PELO MÉTODO SODIS PARA UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALMEIRÃO

Mariana Moreira Baía¹; Catariny Cabral Aleman²; Ana Carolina Gasparotto Silva³; Bruna de Souza Pereira⁴

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Viçosa, (31) 9 9262-0133, mariana.baia@ufv.br

² Doutora em Ciências, Universidade Federal de Viçosa, (31) 3899-1908, catariny@ufv.br

³ Engenheira Ambiental, Centro Universitário de Adamantina, carol_louina_12@hotmail.com

⁴ Engenheira Ambiental, Centro Universitário de Adamantina, brunasouza1993@hotmail.com

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: O reuso da água permite diminuir as perdas de água, preservando recursos hídricos e reduzindo a poluição por efluentes. O método SODIS (Solar Water Disinfection) consiste na desinfecção solar da água pela radiação solar (luz e calor UV-A) destruindo bactérias patogênicas e vírus encontrados na água. O objetivo do trabalho foi o tratamento solar (SODIS) de água de máquina de lavar para a produção de mudas de almeirão. O experimento foi realizado em Lucélia-SP, com coleta da água da máquina em duas etapas: lavagem e enxágue. A água coletada foi filtrada e acondicionada em garrafa PET e então exposta à radiação solar sob placas de alumínio. O período de exposição foi de 45 dias. Avaliou-se pH e condutividade elétrica e aplicou-se esta água durante 20 dias na irrigação de mudas de almeirão. A irrigação nas mudas foi realizada comparando-se água de reuso e de abastecimento. Os parâmetros avaliados nas mudas foram: altura e massa fresca. O pH da água diminuiu após SODIS e a condutividade elétrica aumentou comparando-se com água coletada após processos de lavagem e enxágue e água após o SODIS. Não houve diferenças significativas para altura e massa fresca das mudas comparando água de reuso e de abastecimento.

PALAVRAS-CHAVE: economia do uso da água; recursos hídricos; agricultura irrigada.

QUALITY EVALUATION OF REUSE WATER OBTAINED BY SODIS METHOD TO BE USED FOR CHICORY SEEDLINGS PRODUCTION

SUMMARY: Water reuse allows to reduce water losses, preserving water resources and reducing pollution by effluents. The SODIS (Solar Water Disinfection) is the solar water disinfection by solar radiation (UV-A light and heat) destroying pathogenic bacteria and viruses found in water. This work's goal was the solar treatment (SODIS) of washing machine water for chicory seedlings production. The experiment was conducted in Lucélia-SP, with machine water collection in two steps: wash and rinse. The collected water was filtered and kept in PET bottle and then exposed to solar radiation under aluminum plates. The exposure lasted 45 days. pH and electrical conductivity were evaluated, and that water was applied during 20 days on chicory plants irrigation. Seedlings irrigation was performed by comparing reuse and supply water. The seedlings' evaluated parameters were height and fresh weight. Water pH decreased after SODIS treatment and its electrical conductivity increased when compared to water collected after

washing and rinsing processes and after SODIS. There were no significant differences in seedlings' height and fresh weight compared reuse and supply water.

KEYWORDS: water use saving; water resources; irrigated agriculture.

INTRODUÇÃO

A crise hídrica é resultado da falta de gerenciamento dos recursos hídricos do país, uso irracional desse recurso, desmatamento, poluição dos cursos d'água e períodos de estiagem (MACEDO, 2007). Os principais impactos causados pelo uso inadequado dos recursos hídricos é resultado da produção de efluentes domésticos, erosão seguida de alteração da paisagem pela agricultura, pela urbanização e pelo reflorestamento, alteração de canais de rios e margens de lagos por meio de diques, canalização, drenagem e inundações de áreas alagavam e dragagem para navegação, supercolheita de recursos biológicos, e proliferação de agentes químicos tóxicos específicos (MORAES, JORDÃO, 2002).

O reuso de águas cinza consiste no aproveitamento de águas de chuveiro, lavatórios, máquina de lavar roupas e louças mediante um sistema de filtração, com usos com fins não potáveis. Contem como componentes como sabão proveniente da lavagem do corpo, das roupas e de limpeza geral. As águas cinza podem ser utilizadas em lavagem de vias públicas, lavagem de pátios, lavagem de veículos, irrigação de áreas verdes, abastecimento de fontes, combate a incêndios, em usos industriais como torres de resfriamento, caldeiras e água de processamento, descargas sanitárias e limpezas em geral (BEGOSSO, 2009).

O método Solar Water Disinfection (SODIS), que traduzido significa Desinfecção Solar da Água é muito simples, ecologicamente sustentável e uma solução de baixo custo. A desinfecção de águas residuárias não é a eliminação total dos microrganismos, mas sim a diminuição da concentração de patógenos até níveis de qualidade necessários para diferentes usos do efluente (QUELUZ et al., 2014).

O sistema de desinfecção solar é muito eficiente, pois como utiliza os dois componentes da luz solar proporcionando o aumento da temperatura da água e desestabilizando as cadeias de DNA dos microrganismos, que perdem a atividade biológica. Para uma melhor eficiência no desse processo desinfecção, é necessário escolher os recipientes apropriados, podendo ser garrafas transparentes de PET ou garrafas transparentes de vidro. Porém é recomendado o uso de garrafas pet por serem bons condutores de luz ultravioleta, e ter um alcance visível do espectro solar, além de aumentar a estabilidade e proteger o conteúdo da oxidação (MEIERHOFER, WEGELIN, 2002).

O objetivo do trabalho foi o tratamento solar (SODIS) de água de máquina de lavar para a produção de mudas de almeirão. O experimento foi realizado em Lucélia-SP, com coleta da água da máquina em duas etapas: lavagem e enxágue.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Lucélia-SP. Caracterizado por clima Cwa segundo a classificação de Köppen-Geiger, que é caracterizado por ser um clima temperado húmido com Inverno seco e Verão quente. Foram realizadas duas etapas no experimento, a primeira etapa consistiu na coleta da água de máquina de lavar roupa e tratamento através da radiação solar, e a segunda etapa foi utilizar a água de reuso tratada no cultivo de mudas de almeirão.

O experimento realizado teve início no dia 15 de junho até o dia 02 de agosto. O experimento ficou sob a incidência da radiação solar durante 45 dias, onde os dias restantes apresentaram baixas temperaturas e clima nublado sem a incidência do sol. Segundo o Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (Ciiagro) (Tabela 1) as temperaturas e a precipitação durante o processo de desinfecção foram as seguintes:

TABELA 1. Monitoramento Climatológico de Lucélia no período de 12/06/2015 até 01/08/2015.

Período	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Chuva (mm)
15/06/2015 a 17/06/2015	29	18,8	10,1	0
18/06/2015 a 21/06/2015	30,5	20	11,9	5,6
22/06/2015 a 24/06/2015	27,8	21,1	14,2	0
25/06/2015 a 28/06/2015	24,4	18,3	12,2	0
29/06/2015 a 01/07/2015	25,9	20,1	13,9	47,2
02/07/2015 a 05/07/2015	20,6	17,1	11,7	27,1
06/07/2015 a 08/07/2015	24,9	17	11,9	40,2
09/07/2015 a 12/07/2015	27,4	19,8	14,1	23,4
13/07/2015 a 15/07/2015	29,1	23,8	17,8	1,3
16/07/2015 a 19/07/2015	27,2	22,2	16,9	0,3
20/07/2015 a 22/07/2015	27,5	21,1	12,2	0
23/07/2015 a 26/07/2015	25,2	19	12,2	0,5
27/07/2015 a 29/07/2015	27,4	20,4	13,3	6
30/07/2015 a 02/08/2015	28,9	23	16,1	9

Fonte: Ciiagro - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas.

Etapa 1 – Coleta e tratamento

A água da máquina de lavar foi coletada de dois processos diferentes, sendo água da lavagem e água do enxague. No processo de lavagem foram utilizados 30 g de sabão em pó e 15 g de amaciante, com as seguintes características: tensoativo aniônico, tamponantes, coadjuvantes, sinergista, corantes, enzimas, branqueador óptico, essência, água, tensoativo catiônico, ceramidas, conservantes, umectante, corante, opacificante, fragrância, água e componente ativo cloreto de dialquil dimetil amônico. Os tratamentos da água de reuso foram realizados utilizando uma placa de alumínio e garrafas pet para armazenar a água.

As amostras foram filtradas utilizando filtro construído com garrafa pet. Com o leite poroso foi constituído de uma camada de 8cm de cascalho, uma camada de 4cm de areia grossa, uma camada de 4cm de areia fina e uma camada de 3cm de carvão triturado, de modo que os componentes que possuem maior porosidade fiquem na parte de cima do filtro, para que a filtração seja realizada de forma eficiente. Após a filtração, a água foi submetida à exposição solar por um período de 45 dias.

No procedimento para a exposição, foi feita a lavagem das garrafas pet, em seguida, após a filtração da água, foi colocado $\frac{3}{4}$ de água na garrafa, onde foi fechada e em seguida, balançada por 20 segundos, para aumentar a oxigenação na água, garantindo uma melhor eficiência, após esse procedimento a garrafa é cheia totalmente.

As amostras foram armazenadas em garrafas pet e expostas ao sol no período da tarde durante 6 horas, posicionadas sobre a placa de alumínio, pois auxilia no aumento da temperatura da água, aumentando sua eficiência. As garrafas devem ser depositadas na posição horizontal, para que a radiação solar atingisse toda a garrafa.

Após os tratamentos foi realizada determinação de condutividade elétrica utilizando condutivímetro de bolso da marca AKSO, modelo AK50 e pH utilizando pHmetro de bolso da marca Labmeter, modelo PH – 100.

Etapa 2 – Reuso da água

Foram testados 3 tratamentos: água de reuso de lavagem, água de reuso de enxágue e água de abastecimento Os tratamentos foram aplicados por 20 dias na produção de mudas de almeirão. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 tratamentos de água x 10 repetições, totalizando 30 unidades experimentais, realizando a irrigação das mudas uma vez ao dia.

As mudas foram preparadas em bandeja de poliestireno expandido com 200 células preenchidas com substrato comercial Plantmax ®. Foram utilizadas sementes de almeirão da empresa Agrocereis.

O experimento foi conduzido por 20 dias. Após esse período foi determinada a altura das mudas com auxílio de régua graduada em milímetros e massa fresca com auxílio de balança de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Etapa 1 – Coleta e tratamento

Após o período de tratamento de desinfecção SODIS das águas retiradas da máquina de lavar roupas, foram identificados o PH com o aparelho chamado de phmetro e a condutividade com o aparelho chamado de condutivímetro, tanto das amostras que passaram pelo tratamento, quanto às amostras sem tratamento, onde os resultados obtidos estão representados a seguir (Tabela 2):

TABELA 2. Condutividade e pH das águas analisadas.

Amostras	pH	Condutividade
Água da Lavagem Bruta	9,8	1,24
Água do Enxague Bruta	9	0,32
Água da lavagem com tratamento	8,2	1,52
Água do Enxague com tratamento	8,2	0,34
Água de Abastecimento	7,8	1,8

De acordo com os resultados obtidos, foi possível identificar que os valores do pH diminuíram quando comparado com os valores da água bruta da lavagem e do enxague. Enquanto a condutividade foi possível observar que os valores aumentaram comparando com os valores analisados nas amostras da água bruta. O aumento da condutividade das

amostras, é pelo fato das águas cinzas serem ricas em sais minerais devido possuir a composição de sabão e amaciante utilizado na lavagem das roupas.

De acordo com Mantovani et al. (2009) o grau de restrição de uso para a condutividade elétrica é de 3,0 dS/m e a amplitude normal do pH é de 6,5 a 8,4. Após o tratamentos observou-se que o pH elevado, reduziu e atendeu as requisitos mínimos de caracterização da qualidade da água.

Etapa 2 – Reuso da água

Os parâmetros ideais para uma água para a irrigação na produção de hortaliças são um pH entre 6 e 8,5 e a condutividade entre 0 e 3 dS/m, para que as hortaliças tenham um bom desenvolvimento (ALMEIDA, 2010). Então, os valores obtidos no experimento realizado atende os padrões necessários para a produção de hortaliças. Os resultados (Tabela 3) obtidos na irrigação de almeirão com a água da lavagem e do enxágue da maquina de lavar foram:

TABELA 3. Altura e massa fresca das mudas de almeirão submetidas à irrigação com água abastecimento água de reuso de lavagem e água de reuso de enxágue.

Tratamentos	Altura (cm)	Massa fresca (g)
Água de abastecimento	16,0 a	5,1 a
Água de lavagem	16,7 a	5,2 a
Água de enxágue	15,0 a	6,0 a

As letras minúsculas compararam as médias nas colunas de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de probabilidade de 5%.

De acordo com os dados estatísticos obtidos não ocorreu diferenças entre as médias obtidas para altura e massa fresca do almeirão considerando os tratamentos com água de reuso e água de abastecimento. O desenvolvimento semelhante das mudas de almeirão para a irrigação com diferentes tipos de água demonstra que as características de pH e condutividade não interferiram no crescimento e massa fresca.

Alves et al. (2012) verificaram que a utilização de água de reuso doméstico favoreceu a produção de mudas de tomate de elevada qualidade, sendo recomendado seu uso para produção. Oliveira et al. (2012) observaram que a utilização de reuso doméstico de água, para a produção de pimenta e quiabo os resultados foram positivos para a massa fresca.

Preza e Augusto (2012) e Seibert (2012) concluíram que o uso do método SODIS para clarificação da água de reuso doméstico é uma alternativa para reduzir os riscos ambientais resultantes do despejo irregular de água residuária.

CONCLUSÃO

1. O tratamento de água utilizando o método SODIS foi uma alternativa viável para melhorar as características da água quanto ao pH e condutividade elétrica, tornando adequado o uso para produção de hortaliças.

2. Não ocorreram diferenças nos aspectos de crescimento e desenvolvimento de almeirão utilizando água tratada com o método de SODIS e água de desenvolvimento.

3. A partir dos resultados do pH e da condutividade obtidos no experimento, foi possível realizar a irrigação de águas cinzas nas mudas de almeirão, onde não teve diferença no desenvolvimento das mudas irrigadas com água potável e as mudas irrigadas com água cinza.

4. No entanto, devem ser realizados mais estudos para verificar possíveis interações nas características nutricionais e químicas desta hortaliça.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2010.

ALVES, R. C.; NETO, M. F., NASCIMENTO, M. L.; OLIVEIRA, M. K. T.; LINHARES, P. S. F.; CAVALCANTE, J. S. J. e OLIVEIRA, F. A.. Reutilização de água residual na produção de mudas de tomate. **Agropecuária Científica do Semiárido**, v.8, n. 4, p 77 - 81, 2012.

BEGOSSO, L.. **Determinação de parâmetros de projeto e critérios para dimensionamento e configuração de wetlands construída para tratamento de água cinza**. Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. 2009, p. 43.

CIIAGRO - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Disponível em <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/MonClim/LMCLimLocal.asp>>. Acesso em 26 de Outubro de 2015.

MACEDO, J.A.B. **Águas & águas**. 3 ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, Ed. Gente, 2007.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S. e PALARETTI, L. F.. **Irrigação: princípios e métodos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2009.

MEIERHOFER, R.; WEGELIN, M.. **Desinfecção solar da água: gui de aplicações do sodis**, 2002. 22p. EAWAG - Instituto Federal Suíço de Ciencia e Tecnologia Aquática. Dübendorf, Suíça.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q.. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, v.36, n. 3, 2002, p. 370 - 374.

OLIVEIRA, J. F.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; OLIVEIRA, R. B. Efeito da água residual de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.14, p. 443 – 452, 2012.

PREZA, D. L. C.; AUGUSTO L. G. S.. Vulnerabilidades de trabalhadores rurais frente ao uso de agrotóxicos na produção de hortaliças em região do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 1, n.125, p.89-98, 2012.

QUELUZ, J. G. T., ALVES, T. R.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M. Desinfecção solar: uma solução de baixo custo para o tratamento de águas residuárias. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 8, n.3, p.199-208, 2014.

SEIBERT, A. L.. **Proposição de um sistema envolvendo processos oxidativos avançados para tratamento de efluentes residenciais visando o reuso**. Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento. Centro Universitário UNIVATES. Lajeado – Rio Grande do Sul, 2012.