

DESINFECÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO AQUECIMENTO SOLAR

JOSÉ ROBERTO CORRÊA SAGLIETTI¹, MIRIAM A. G. JAVARA²

¹Lic. em Física, Professor Assistente Doutor, Depto. de Física e Biofísica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu – SP,

Fone: (0XX14) 3811.6254, jroberto@ibb.unesp.br.

²Mestre em Agronomia – AC: Energia na Agricultura

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

RESUMO: O processo de desinfecção de água usando coletores solares consiste em elevar a temperatura da mesma por um período suficiente de tempo, de tal modo que seja possível a eliminação de patógenos prejudiciais à saúde humana, tais como coliformes fecais e coliformes totais, comumente encontrados em água não tratada. Optou-se, neste trabalho, pelo sistema solar, pois suas características físicas permitem maior aquecimento num menor tempo. O objetivo do ensaio, foi o de propor um tratamento de água no qual o emprego de produtos químicos não seja necessário, tornando-o mais barato e menos contaminante, principalmente para uso em processos agrícolas, como no cultivo hidropônico. Para determinação da eficiência do sistema, foram consideradas as vazões, a temperatura na entrada e na saída da água, no equipamento. Avaliou-se a qualidade microbiológica de amostras de água tratada e não tratada, proveniente de águas residuárias. Concluiu-se que, a água, a uma temperatura acima de 46°C, para uma vazão de 40 ml/s, com uma passagem por coletor solar de placas planas comercial, apresenta ausência de coliformes fecais, ou seja, NMPCF (número mais provável de coliformes fecais) < 1,1/100 ml de água, sendo, portanto, bastante eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: tratamento de água, energia solar

WATER DISINFECTION USING SOLAR ENERGY

ABSTRACT: The process of thermal solar disinfection of water consists of raising the temperature for enough period of time, using solar heating system. The solar system has been chosen due to its physical characteristics, which enable greater heating in a lesser time. The purpose of using this equipment was to have an ideal temperature capable of eliminating the biggest number of pathogens in contaminated water. The aim of this assay was to consider a treatment of the water used in the agriculture preventing from the use of chemical products in the purification. In order to determine the system efficiency, the outflows and the water temperature to the entrance and exit from the equipment were considered. The microbiological quality of treated and non-treated water from residuary water samples were evaluated. Therefore, water to a temperature above 46°C presents absence of fecal and total coliforms resulting in an efficient treatment.

KEYWORDS: water treatment, solar energy

INTRODUÇÃO: A maioria das bactérias presentes na água é originária do solo e grande parte é constituída pelas espécies nitrificadoras e fixadoras de nitrogênio envolvidas na decomposição de matéria orgânica, pertencentes aos gêneros Nitrossomonas, Nitrobacter, Rhizobium. A identificação e isolamento destes germes exigem técnicas sofisticadas e, portanto, a avaliação da poluição da água é feita de forma indireta, medindo-se a presença de bactérias coliformes, cujo principal representante é a espécie Escherichia Coli. Os coliformes indicam a probabilidade de ocorrência de germes patogênicos, pois ambos sempre aparecem de forma simultânea. As vantagens do grupo coliforme na indicação de poluição da água são: constância e alto número nas fezes; facilidade de isolamento e identificação, e o fato da concentração de coliformes na água ter variação praticamente igual ao das bactérias patogênicas. A técnica para determinação de coliformes é a do Número Mais Provável (NMP)

(BENSO, 1967). O tratamento de água contaminada sempre envolve processos físicos e químicos (oxidação, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção química, correção de Ph, fluoretação, etc); é de alto custo e oferece riscos à saúde (CETESB, 1974; APHA, 1995). Recentemente, vários autores (CONROY et al., 1996 a; CONROY et al., 1996b; WEGELIN, 1999; SMITH et al. 2000; CONROY et al., 2001; YUKSELE et al., 2003; CASLAKE et al. 2004; WALKER et al., 2004) passaram a sugerir o processo realizado por elevação da temperatura da água via energia solar, apresentando bons resultados. Em função disto, neste trabalho, utilizou-se um coletor solar plano comercial para aquecimento de água e, por meio de análises microbiológicas, verificar-se o grau de desinfecção de água residual, para consumo doméstico.

MATERIAL E MÉTODOS: Os equipamentos utilizados para a determinação da vazão, temperaturas, radiação solar, e demais apetrechos foram instalados, em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP localizada no Município de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil, localizada na latitude de 22°54’ Sul e longitude de 48°27’ Oeste, com altitude de 786 metros. Um sistema coletor solar plano e boiler foram instalados e, para maximizar seu desempenho, o coletor foi orientado na direção leste-oeste com a face absorvedora voltada para o norte, formando um ângulo de 23° com a horizontal. Completando o sistema, utilizou-se uma caixa d’água com capacidade de 1000 litros, abastecida, a cada experimento, com água residuária, coletada e transportada adequadamente de um lago localizado na própria Faculdade de Ciências Agrônomicas. O período do experimento foi entre janeiro e julho de 2005. Quando a água era coletada, amostras eram recolhidas em recipientes descontaminados e levados para análise microbiológica realizadas no Departamento de Microbiologia e Imunologia do Instituto de Biociências – UNESP – Botucatu. A técnica usada nas análises foi a de “tubos múltiplos”, recomendada pela portaria nº 518 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004, que fornece o NMPCF por volume de 100ml de água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004). Foram inicialmente realizados testes para se dimensionar quais as temperaturas e vazões mais apropriadas para que fosse obtida a desinfecção total com a melhor razão vazão/temperatura de trabalho. O delineamento experimental foi o casualizado com 16 tratamentos e 3 repetições, totalizando 48 parcelas. Foram avaliadas 4 amostras antes de passar pelo sistema de tratamento e 12 após passar pelo sistema em diferentes temperaturas, vazões e radiação solar, com exposição mínima de 1 hora, utilizando-se duas fontes de água: água limpa (SABESP) e água residuária (lago). Foram medidas as vazões por coleta direta (ml/s), as temperaturas (°C) de entrada e saída da água no coletor com o uso de termopares e termômetros de mercúrio, e a radiação solar global (W/m^2) incidente na superfície do coletor, avaliada com auxílio de um piranômetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A água residual coletada no dia 15 de julho de 2005 apresentava uma quantidade de coliformes fecais da ordem de 8/100ml com uma presença significativa de coliformes totais. Levada ao equipamento, optou-se por realizar uma análise inicial qualitativa para identificar a que temperatura dá-se a ausência aceitável de bactérias. Medidas feitas entre 11h e 15h com radiação solar média de $868 W/m^2$, mostraram que, para uma vazão de 40 ml/s, com a temperatura de 50°C às 14 horas, já era possível considerar a amostra isenta de coliformes totais (<1/100ml) e fecais (<1,1/100ml). Deste teste pode-se destacar que a remoção de coliformes é total para água mantida a temperaturas maiores que 55°C durante 60 minutos ou 65°C durante 30 minutos, ou ainda acima de 75°C durante 15 minutos, o que sinaliza uma alta eficiência do processo. No dia 17 de julho repetiu-se o experimento para mesma vazão no coletor e NMPCF inicial. Os valores da parte mais representativa do ensaio estão expostos na Tabela 1 e uma visão do comportamento pode ser avaliada na Fig. 1. Observa-se que já às 9 horas da manhã, com céu claro, à temperatura de 42°C, o número de coliformes já havia diminuído para 3,6/100 ml e a partir das 11 horas, os valores já estavam abaixo do recomendado pelo Ministério da Saúde, sendo que para temperaturas acima de 52°C, às 12 horas já é praticamente nula a presença de coliformes, mostrando assim a aplicabilidade do método. Um ponto a ser discutido é em relação ao custo envolvido na desinfecção com coletores solares que devem, na medida do possível, serem mais simples que o adotado, pois este se trata de um modelo comercial usado em residenciais. Hoje já existem disponíveis outros tipos de coletores voltados para o

meio rural, alguns feitos de mangueira de PVC, que podem ser adaptados para o uso proposto neste estudo. Outro uso possível, e que deve ser analisado, é o tratamento de água para cultivo hidropônico que atualmente emprega a desinfecção química que é onerosa e altera as propriedades de alguns nutrientes.

Hora (h)	Temperatura(°C)	Radiação Solar (W/m ²)	NMPCF
9	42	486	3,6
10	46	683	2,8
11	46	808	0,9
12	52	842	0,3

Tabela 1 – Resultados do experimento do dia 17/7/2005 para uma vazão de 40 ml/s

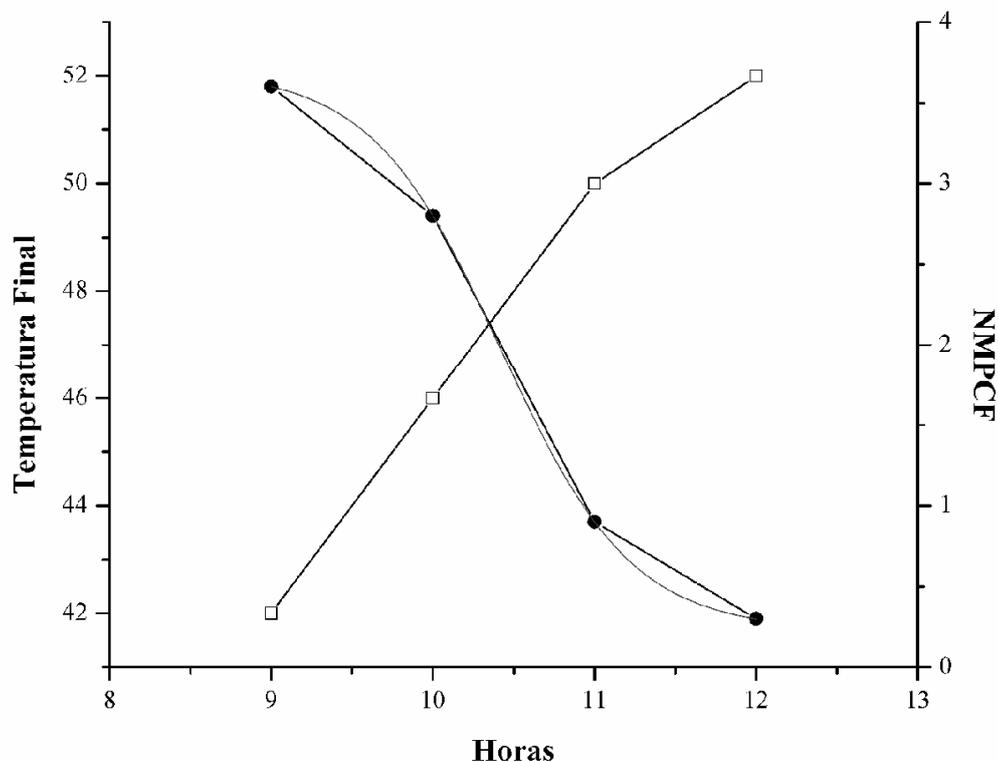


Figura 1 – Relação entre temperatura e o número de coliformes fecais

CONCLUSÕES: A desinfecção de água por aumento de temperatura via aquecimento por energia solar mostrou-se efetivo, pois com um tempo de residência razoável, eliminou coliformes fecais de água residual altamente contaminada e tornou-a potável e dentro dos parâmetros exigidos pelo Ministério da Saúde. Esta metodologia permitirá que áreas sem saneamento básico possam ser atendidas diminuindo muito a mortalidade infantil causadas principalmente por diarreia adquirida pelo consumo de água contaminada, principalmente por coliformes fecais. Estudos com coletores mais simples, outros patógenos presentes na água, diferentes aplicações (hidroponia, por exemplo) devem ser estimuladas, visto o potencial de uso da energia solar em nosso país.

REFERÊNCIAS:

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. Washington/DC, APHA.AWWA.WEF., 1995.
- BENSO, H. J., Microbiological applications: a laboratory manual in general microbiology. IOWA/USA: WMC. Brown, 1967.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria número 518 de 25 de março de 2004. Diário Oficial da União nº 59, seção 1, p. 266 – 270, 2004.
- CASLAKE, L. F., CONNOLLY, D. J., MENON, V., DUNCANSON, C. M., ROJAS, R., TAVAKOLI, J. Disinfection of contaminated water by using solar irradiation. . *Applied and environmental microbiology*, v. 70, nº2, p. 1145 – 1150, 2004.
- CETESB, Água: qualidade, padrões de potabilidade e poluição. São Paulo, 208 p.1974.
- CONROY, R. M., MEEGAN, M. E., JOYCE, T., McGUIGAN, K., BARNES, J. Solar disinfection of drinking water and diarrhoea in Maasai children: a controlled field trial. *The Lancet*, v.348, p. 1695 – 1697, 1996a.
- CONROY, R. M., MEEGAN, M. E., JOYCE, T., McGUIGAN, K., BARNES, J. Inactivation of fecal bacteria in drinking water by solar heating. *Applied and environmental microbiology*, v. 62, nº2, p. 399 – 402, 1996b.
- CONROY, R. M., MEEGAN, M. E., JOYCE, T., McGUIGAN, K., BARNES, J. Solar disinfection of drinking water protects against cholera in children under 6 years of age. *Arch. Dis. Child.*, v. 85, p. 293 –295, 2001.
- SMITH, R. J., KEHOE, S. C., McGUIGAN, K. G., BARER, M. R. Effects of simulated solar disinfection of water on infectivity of Salmonella typhimurium. *Letters in applied microbiology*, v. 31, p. 284 – 288, 2000.
- WALKER, D. C., LEN, S. V., SHEEHAN, B. Development and evaluation of a reflective solar disinfection pouch for treatment of drinking water. *Applied and environmental microbiology*,v.70, nº4, p. 2545 – 2550, 2004.
- YUKSELEN, M. A., CALLI ,B., GOKYAY, O., SAATCI, A. Inactivation of coliform bacteria in Black Sea waters due to solar irradiation. *Environment International*, v. 29, p. 45 – 50, 2003.