



AVALIAÇÃO DE TRATAMENTO SIMPLIFICADO DA ÁGUA DE CISTERNA: DESINFECÇÃO SOLAR (SODIS) PARA CONSUMO HUMANO

Lucio Alberto Pereira¹, Poliana Ferreira Vieira², Luiza Teixeira de Lima Brito¹, Carlos A. Tuão Gava¹

¹ Pesquisadores Drs. Embrapa Semiárido (87- 3866-3600); lucio.pereira@embrapa.br,
luiza.brito@embrapa.br, roseli.freire@embrapa.br.

² Estudante de Biologia Universidade de Pernambuco (UPE); polianafv@hotmail.com

RESUMO: SODIS é um método de tratamento alternativo de desinfecção da água, é aplicável a nível doméstico e apresenta baixos custos de investimento. O objetivo foi utilizar o SODIS, como tratamento alternativo para destruição de microorganismos patogênicos presente na água, da comunidade rural Assentamento Serra da Santa no município de Petrolina - PE. As amostras foram coletadas em três residências (cisternas), utilizando garrafas tipo PET, verdes (V) e transparentes(T). Também foram coletadas amostras direto da cisterna para o laboratório nas três casas e de água dos recipientes dentro de duas residências, para comparação sem aplicação do SODIS. A unidade para contagem de bactérias foi UFC/ml para os grupos: bactérias totais, bactérias gram-positivas e gram-negativas, coliformes totais e fecais, enterococos totais e fecais, bactérias heterotróficas. Os resultados mostraram que todas as águas coletadas estavam contaminadas para todos os organismos estudados tanto para cisternas e filtros. As garrafas transparentes foram mais eficientes que as verdes e o tempo de duas horas também mostrou-se mais eficiente na destruição dos patógenos.

PALAVRAS-CHAVE: água, SODIS, tratamento

ASSESSMENT SIMPLIFIED TREATMENT OF WATER TANK: SOLAR DISINFECTION (SODIS) FOR HUMAN CONSUMPTION

SUMMARY: SODIS is an alternative treatment method of water disinfection, is applicable at household level and has low investment costs. The goal was to use SODIS, as an alternative treatment for destruction of pathogenic microorganisms present in water, the rural community of Santa da Serra in the municipality of Petrolina - PE. Samples were collected from three residences (tanks), in March 2012; using PET bottles, green (G) and clear (C). Direct samples of the tank to the laboratory were also collected at three houses and

water containers within two residences, compared to no application of SODIS. The unit for counting bacteria was CFU/ml for groups: total bacteria, gram-positive and gram-negative bacteria, total and fecal coliforms, enterococci and fecal total heterotrophic bacteria. The results showed that all were contaminated waters collected for all organisms studied for both tanks and filters. The transparent bottles were more efficient than the green and two-hour time also proved to be more efficient in the destruction of pathogens.

KEYWORDS: water, SODIS treatment

1 – INTRODUÇÃO

O SODIS é um método de tratamento de água que melhora a qualidade microbiológica da água, consequentemente, apresenta efeitos benéficos na saúde da família; não muda o gosto da água; é aplicável a nível doméstico; é simples de ser usado; utiliza recursos locais e energia renovável; apresenta baixos custos de investimento. Os únicos recursos requeridos são luz solar e garrafas plásticas. O SODIS usa dois componentes da luz solar para a desinfecção da água. O primeiro, a radiação UV-A que tem um efeito de germicida e a função de destruir o DNA do patógeno. O segundo, a radiação infravermelha, pois favorece o aumento da temperatura da água, podendo chegar a 70°C - 75°C, processo conhecido como pasteurização. O uso combinado da radiação UV-A e produção de calor, causa um efeito em conjunto que aumenta a eficiência do processo de destruir bactérias e vírus encontrados na água. De acordo com Amaral et al. (2003) a água armazenada em “cisternas” é utilizada como água potável sem nenhum controle em várias comunidades das cidades brasileiras, e esse tipo de água deve ser avaliada pela sua qualidade microbiológica, pois, o risco de conter patógenos prejudiciais à saúde humana é alto, principalmente se não conhecer a fonte. O objetivo do trabalho foi utilizar a desinfecção solar (SODIS), como uma alternativa simples e eficiente em que, foi avaliada a radiação ultravioleta especificando a radiação (UV-A e UV-B) em garrafas PET verde e transparente para consequente destruição de microorganismos patógenos presente na água, da comunidade rural Assentamento Serra da Santa no município de Petrolina - PE.

2.1 - MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na comunidade rural Assentamento Serra da Santa, localizado no município de Petrolina – PE em 2012. O clima da região é quente e seco, é caracterizado por apresentar temperatura média anual igual a 26,5°C, com máximas e mínimas iguais a 32,2°C e 20,8°C.

Medições: Foram registradas as seguintes leituras: Radiação Total (Max) e Min, UVA (Max x Min) e UVB (Max x Min). Para a medição dos raios ultravioletas foram utilizados os seguintes equipamentos: medidor digital modelo MRUR-202 (UVA) e MRUR-203 (UVB) de medida de radiação ultravioleta de onda longa de 365 nm. Para a radiação solar utilizou-se o medidor de energia solar

modelo MES- 100 com escala de medição de 2000 W/m² 634 Btu/ (ft² x h).As leituras iniciaram-se às 10h35min. Os dados estão **mW/cm²** em leitura de 199.9μW/cm².

Coleta da água: As amostras foram coletadas em três residências , sendo utilizadas garrafas tipo PET, verdes (V) e transparentes (T). Essas duas cores foram escolhidas justamente, para testar a eficiência do método. O numero total de garrafas por casa foi seis garrafas PET (V) e seis garrafas PET (T). Também foram coletadas amostras direto da cisterna para o laboratório nas três casas. E amostras de água dos filtros de vela cerâmica apenas de duas residências, para determinação da concentração de microorganismos sem aplicação do SODIS. A unidade utilizada para contagem de bactérias foi UFC/ml.

Para calcular a eficiência do SODIS em tempo e cores diferentes, utilizou-se a seguinte:
(%) = $\frac{\text{UFC (Total)} - (\text{UFC})}{\text{UFC (Total)}} * 100$.

No laboratório, foram realizados três tratamentos com três repetições cada:

T 1 (0:0) : As amostras coletadas direto das cisternas e filtros residenciais foram levadas para o laboratório para a determinação de concentração de bactérias sem o uso do SODIS.

T 2: (11:00): As garrafas ficaram expostas ao sol a partir das 11 hs e foram levadas para o laboratório as 13 hs. (um período de duas horas)

T 3: (15:00): As garrafas ficaram expostas ao sol a partir das 11 hs e foram levadas para o laboratório as 15 hs.(um período de quatro horas).

Exposição ao sol: Após a coleta, as garrafas foram transportadas até a Embrapa Semiárido e foram expostas ao sol, dispostas sobre bancos de alvenaria planos existentes no interior da unidade.

As contaminações analisadas foram: bactérias totais; bactérias heterotróficas totais, *Escherichia coli* + coliformes totais e enterococos. Os meios utilizados para quantificar foram:

NA- TTC: ágar nutritivo se caracteriza neste caso, para a quantificação das bactérias totais para determinar a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC/ml).

R2A NPS: Meio pobre em nutrientes para enumeração de organismos heterotróficos em água potável tratada e água altamente purificada

Tergitol- TTC: Meio seletivo e diferencial para detecção enterobacterias.

Chromocult- NPS: Para detecção de coliformes totais e *Escherichia Coli*.

Azida- NPS: Para a detecção e enumeração de enterococos intestinais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os dados de radiação solar ficaram dentro da escala de medição de 2000 W/m². Os menores valores em destaque são para 11:35, 12:35, 13:35, as literaturas consideram as condições climáticas da região um fator importante para esses resultados e mostram que a nebulosidade é um destaque que pode justificar a menor radiação nesses horários. Botto 2006, estudando radiação solar no

Estado do Ceará observou, que a partir do cálculo de médias horárias de radiação solar global de 2004 e 2005, os melhores horários para desinfecção pela luz solar no Estado foi das 09:00 horas às 15:00 horas.

As águas coletadas foram positivas para os grupos: bactérias totais, bactérias gram-positivas e gram-negativas, coliformes totais, enterococos totais, para as três casas. Alguns fatores foram observados para um número elevado de bactérias na água filtrada: foi a maneira em que os moradores coletaram a água da cisterna para colocar no seu filtro, levando em consideração o tipo de recipientes que se coloca dentro da cisterna, como latas de alumínio, baldes de plástico com cordas amarradas sem nenhuma forma de higiene e também animais que se encontravam nos arredores das cisternas no momento da coleta. Assim como no trabalho de Silva (2004), em que observou a utilização de baldes com auxílio de corda para a retirada de água, pode provocar a contaminação das águas contidas em seu interior por causa dos possíveis contaminantes (organismos patogênicos e /ou matérias orgânicas) que possam estar agregados ao balde.

Comparando as garrafas verdes e transparentes quanto a eficiência na destruição do patógeno em relação ao tempo zero (sem exposição ao sol), a garrafa transparente apresentou os melhores resultados. De modo geral, a garrafa transparente no tempo (2,0) teve uma redução de 50,5% no decaimento bacteriano, e no tempo (4) houve um decaimento de 40,5% no número de bactérias.

Duas horas no sol, foi mais relevante do que quatro horas para a mesma garrafa, isso pode ser explicado por que estamos avaliando um número total de organismos sem especificação. Podendo haver neles bactérias que se adaptam facilmente ao ambiente de altas temperaturas na água como as bactérias termofílicas.

Amorim e Porto (2001) e Brito et al (2004), observaram em seus trabalhos, a presença de coliforme fecal nas águas de cisternas. Resultados que evidenciam riscos à saúde das famílias que não fazem tratamento da água de beber ou o fazem de forma inadequada. Botto (2006), expondo amostras ao sol num período de 6 horas testando superfícies diferentes, observou que os resultados indicativos do processo de desinfecção solar foram provenientes da ação da radiação solar e mostraram que ocorreu uma permanência na concentração de coliforme termotolerantes (ou fecais) das amostras controle ao longo do maior tempo de exposição que foi 6 horas. Por outro lado, Silva (2004) no seu trabalho mostrou que a inativação de bactérias do grupo coliformes totais a eficiência de inativação foi maior no processo realizado com céu aberto e para o tempo de exposição de 6hs.

Apesar de bactérias gram positivas não serem comuns na água, foi encontrada um grande número desses organismos, isso, porque elas crescem em altas temperaturas, concluindo que a temperatura do ambiente e da água foi favorável para a sobrevivência dessas bactérias. Para que haja uma morte severa desses organismos é preciso aumentar o tempo de exposição das amostras que quando chegam a uma temperatura em torno de 70°C a 80°C sofrem o processo de pasteurização, que desnatura as bactérias.

Os enterococos fecais, e também encontrados nas amostras desse estudo, geralmente não são encontrados na água, levando a crer que houve uma contaminação fecal das amostras, assim como no estudo de Daniel, (2001). Silva et al. (2010) mostram que o habitat normal de enterococos fecais é o trato intestinal humano e de outros animais, não ocorrendo normalmente, em águas e solos de áreas não poluídas.

CONCLUSÕES:

As amostras de água coletadas do filtro de duas residências da comunidade Assentamento Serra da Santa, município de Petrolina-PE, se destacaram alteradas para o padrão de potabilidade de consumo humano, para bactérias gram positivas, gram negativas, bactérias totais, coliformes totais e enterococos totais. Mas, quando as amostras coletadas na cisterna foram expostas ao sol nos tempos de duas horas e quatro horas, o método alternativo de tratamento da água pela radiação solar, radiação ultravioleta (UVA e UVB) utilizadas no processo de desinfecção da água (SODIS), funcionou bem, para destruição das bactérias encontradas na água.

Do início do experimento que foi do tempo (0) água direto da cisterna, para os tempos de exposição ao sol (duas e quatro horas) teve uma queda significativas em praticamente todos os grupos das bactérias, exceto as bactérias gram positivas em ambas as garrafas, e coliformes totais nas garrafas verdes. Concluindo que o tempo de duas horas foi o suficiente para matar um número maior de bactérias do que o tempo de quatro horas em todas as amostras.

Diante de tudo isso, há a necessidade que as famílias sejam capacitadas para realizar o tratamento das águas de forma adequada, que pode ser feito juntamente com os agentes de saúde atuantes nas comunidades em parceria com a prefeitura da cidade.

O SODIS vem oferecer as famílias uma alternativa que levará melhoria na qualidade de água da comunidade rural, trazendo uma forma simples do tratamento da água nas suas residências.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L.A. ET AL., Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública de São Paulo**, 2003; 37(4): 510-4. Disponível em <<http://www.scielo.org/pdf/rsp/v37n4/16787.pdf>> Acessado em 22/08/2013.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-PE. In: **Simpósio Brasileiro de captação de água de chuva no semiárido**, 3., 2001, Campina Grande, PB. Anais... Campina Grande, PB: Embrapa Algodão; Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2001. 1 CD-ROM

BOTTO, P. M. Avaliação Do Processo De Desinfecção Solar (SODIS) E De Sua Viabilidade Social No Estado Do Ceará. **Dissertação** curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

BRITO, L. T. L.; PORTO, E. R.; SILVA, A de S.; GNADLINGER, J.; XENOFONTE, G.H.S. **Análise da qualidade das águas de cisternas em cinco Municípios do semi-árido brasileiro**, 2004. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/.../OPB290.pdf>>. Acesso em: 16 de outubro de 2012.

DANIEL, L. A. (Coordenador). **Processos de desinfecção e desinfectantes alternativos na produção de água potável**. RiMA. Rio de Janeiro. 2001

SILVA, S. C., A Desinfecção Solar da Água Como Alternativa de Convivência Com o Semiárido: Avaliação da Técnica SODIS no Município de Senhor do Bonfim, Bahia. **Monografia** (Universidade do Estado da Bahia) - Campus VII, Senhor do Bonfim, Bahia, p. 24, 2006.

SILVA, M. J. M., Desinfecção de Água Utilizando Energia Solar (SODIS): Inativação e Recrecimento Bacteriano. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Campinas) - Campinas, São Paulo, 2004.