



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO PROCESSO DE DESINFECÇÃO DA ÁGUA UTILIZANDO AQUECEDOR SOLAR COMERCIAL NO NOROESTE PAULISTA

Gledson Renan Salomão ¹; Marcelo Jacomini Moreira da Silva ²; José Euclides Stipp
Paterniani ³

RESUMO

O território brasileiro é detentor de grande parcela de água doce do planeta (aproximadamente 12 %), entretanto esta parcela se concentra na região norte do país, onde há a menor concentração de habitantes. O país ainda está bastante atrasado com relação ao desenvolvimento básico, visto que há falta de investimentos em saneamento e que centenas de pessoas ainda morrem devido a doenças que são transmitidas pelos recursos hídricos não tratados. Seguindo parâmetros da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, analisou-se o desempenho da técnica de filtração por desinfecção solar (SODIS) utilizando aquecedor solar comercial para avaliar a eficiência da inativação dos agentes causadores de doenças. Foram coletadas amostras de água subterrânea na área rural do município de Santa Fé do Sul / SP, os ensaios realizados foram de acordo com a norma da *American Water Works Association (AWWA)* descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, utilizando-se os procedimentos ideais para que as análises não apresentassem interferência de fatores externos. Através dos resultados observou-se elevada eficiência do coletor solar na inativação de bactérias do tipo coliformes termotolerantes (*E.Coli*), totais e de bactérias heterotróficas.

Palavras-chave: Aquecedor solar; tratamento de água; coliformes.

WATER DISINFECTION PROCESS PERFORMANCE EVALUATION USING COMERCIAL SOLAR HEATER IN THE NORWEST OF SÃO PAULO

ABSTRACT

The Brazilian territory holds a large part of the planet's fresh water (about 12%), although this portion is concentrated in the northern region of the country, where there is the lowest concentration of inhabitants. The country is still far behind in terms of basic development, since there is a lack of investments in sanitation and hundreds of people still die from diseases that are transmitted by untreated water resources. Following the parameters of the Brazilian Ministry of Health Portaria 2914/2011, the performance of the technique of filtration by solar disinfection (SODIS) using a commercial solar heater was analyzed in order to evaluate the efficiency of the inactivation of the causative disease agents. Groundwater samples were collected in the rural area of the municipality of Santa Fé do Sul / SP, the tests performed were according to the American Water Works Association (AWWA) standard described in the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, using the ideal procedures so that the analysis did not show any interference from external factors. With the results high efficiency of the solar collector in inactivating bacteria coliforms thermotolerant type (*E.Coli*), total and heterotrophic bacteria was observed.

Keywords: Solar heater; water treatment; coliforms.

¹ Engenheiro Civil pela Fundação Municipal de Educação e Cultura – FUNEC, Santa Fé do Sul - São Paulo. E-mail: gledson.salomao@hotmail.com.

² Doutor pela Universidade Estadual de Campinas e orientador na Fundação Municipal de Educação e Cultura – FUNEC, Santa Fé do Sul - São Paul. E-mail: silvamjm@gmail.com

³ Engenheiro Civil, Professor Associado da Faculdade de Engenharia Agrícola – Unicamp, Campinas - São Paulo.

1. INTRODUÇÃO

O uso consciente da água é um assunto de conhecimento geral e que ganha cada vez mais importância, sendo um recurso finito, deve-se optar por alternativas que propiciem melhor uso e maior economia do manancial utilizado. (DAMASCENO 2015). O Brasil é um país territorialmente privilegiado por recursos hídricos, visto que hoje, segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) o Brasil detém aproximadamente 12 % da água doce do Planeta, contudo grande parte dessa reserva se concentra na região norte, onde o índice populacional brasileiro é menor. Mesmo detendo tal parcela de água doce, o Brasil tem se mostrado muito retrogrado a respeito do desenvolvimento básico se comparado a países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

Entretanto, hoje existem variadas técnicas de tratamento de água de baixo custo para se aplicar em determinadas localidades cuja água é imprópria para o consumo humano. Tais técnicas variam de acordo com a região, mais precisamente com o tipo de água trabalhada, pois cada técnica possui sua limitação. Embasado nisso, o projeto buscou encontrar e aplicar o melhor método para os recursos hídricos

(poços artesianos e córregos) na região Noroeste do Estado de São Paulo.

Segundo Daniel (2001) há inúmeras doenças que possuem seu desenvolvimento e/ou são transportadas por meios hídricos. Desse modo as principais doenças de veiculação hídricas são: Amebíase, *Ascaris lumbricoides*, Ancilostomose, Giardíase, Criptosporidíase, Hepatite A, cólera, entre outras estudadas que são transmitidas por recursos hídricos não tratados, se diferenciando apenas pelos seus agentes transmissores (DANIEL, 2001).

Com o objetivo de levar qualidade de vida às pessoas foi criado o padrão de potabilidade, ou seja, águas destinadas ao consumo humano devem ser distribuídas à população sem o risco de veiculação de doenças e em condições organolépticas adequadas, e essa regulamentação é feita pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Segundo texto da ementa, a portaria: “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”, para que esses parâmetros fossem atendidos começou-se a estudar as técnicas de filtração, diferentes daquelas convencionais que utilizam tratamentos químicos. Preliminarmente foram avaliados os sistemas de filtração lenta por gravidade em vela cerâmica,

filtração Lenta e Sistema de Desinfecção Solar (SODIS), de acordo com os parâmetros obtidos pelos resultados das amostras de água bruta.

1.1 Bactérias

O maior grupo de organismos patogênicos presentes na água inclui bactérias, vírus, ovos de helmintos e cistos de protozoários. Geralmente a presença de organismos patogênicos é monitorada através de análises a indicadores microbianos. Estes indicadores são utilizados para detectar a poluição da água em nível de matéria fecal, indicando a presença de organismos patogênicos (SANTOS, 2008 apud DAMASCENO, 2015).

As bactérias do grupo coliforme habitam normalmente o intestino de homens e de animais, servindo, portanto, como indicadoras da contaminação de uma amostra de água por fezes. A maior parte das doenças associadas com a água é transmitida por via fecal, isto é, os organismos patogênicos eliminados pelas fezes atingem o ambiente aquático, podendo vir a contaminar as pessoas que se abastecem de forma inadequada dessa água. Assim, conclui-se que as bactérias coliformes podem ser usadas como indicadoras dessa contaminação. Quanto maior a população de coliformes em uma

amostra de água, maior a chance de que haja contaminação por organismos patogênicos (BRASIL, 2006 apud DAMASCENO, 2015).

A respeito do crescimento bacteriano em meio a água, a resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) define os coliformes termotolerantes como bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase, que podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído.

1.2 SODIS (SOLAR DESINFECTION)

O sistema (SODIS), após muitos estudos, tem se tornado um grande parceiro no tratamento de água para comunidades de baixa renda, pois se caracteriza pela simplicidade do processo, uma vez que a radiação solar é uma fonte de energia limpa e renovável, que não gera subprodutos tóxicos e está disponível a todos.

Segundo Oates (2001 apud Queluz, 2013) o sol emite energia na forma de radiação eletromagnética e a tecnologia SODIS utiliza a energia de diferentes bandas do espectro eletromagnético para destruir os patógenos. Contudo a aplicação

do SODIS está condicionada a uma qualidade de água bruta para que seu processo seja o mais eficiente possível. Diversas variáveis, tais como sólidos suspensos totais (SST), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), dureza, pH, temperatura, variações sazonais de incidência luminosa e tipo de microrganismo, podem alterar a eficiência do processo de desinfecção UV (WEGELIN *et al.*, 1994 apud QUELUZ, 2013).

Recomenda-se segundo Daniel *et al.* (2001) em publicação a PROSAB, que a completa eliminação dos organismos patogênicos requer um mínimo de duas horas de exposição à radiação solar direta de 600 W/m². Ainda ressaltam que como fator de segurança, principalmente, para regiões tropicais úmidas, um período de cinco horas de exposição. A presença de nuvens, ou de potenciais interferências climáticas (fumaça, fogo), diminui a eficiência do processo de desinfecção (ZAPP *et al.*, 1997 apud DANIEL *et al.*, 2001).

McGuigan *et al.* (1998 apud Damasceno, 2015) afirmaram que o efeito biocida provocado pela luz solar é devido a processos ópticos e térmicos que ocorrem a temperaturas acima de 45 °C. A luz solar tem efeitos germicidas, pois proporciona tanto radiação ultravioleta (UV) quanto

calor. O efeito combinado de temperaturas de 50-60° e radiações UV na faixa UVA (320-400 nm) e faixa de UVB (280 - 315 nm) do SODIS é germicida e inativa, extensivamente, muitos microorganismos entéricos (SOBSEY; BARTRAM, 2002 apud DAMASCENO, 2015).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Pesquisa

O presente artigo justificou-se pela importância e preocupação em buscar meios alternativos para levar às comunidades carentes, água de qualidade, estudando tecnologias e métodos alternativos tendo como princípio a revisão bibliográfica e a pesquisa de campo baseadas em dados obtidos através de amostragens diárias de água, realizados junto ao técnico responsável do SAAE de Santa Fé do Sul.

2.2 Procedimentos

Foram realizadas amostragens da água bruta do poço estudado, e esta apresentou resultado positivo para coliformes, dessa maneira iniciou-se o projeto do aquecedor solar. Na Tabela 1 estão os laudos dos resultados obtidos com o SAAE de acordo com as análises de amostra de água bruta, possibilitando

direcionar a pesquisa para o processo de Desinfecção Solar (SODIS). A Figura 1 mostra o aquecedor solar comercial instalado no local da coleta das amostras.

Tabela 1. Resultados obtidos através dos laudos das análises das amostras de água bruta.

PARÂMETROS	PONTOS ANALISADOS POÇO 1			
	VMP/Uni	Laudo 1	Laudo 2	Laudo 3
Dia Coleta	-	16/07/2014	23/07/2014	30/07/2014
Hora Coleta	h	10:00	11:45	09:00
Temperatura Ar	°C	27	26	19
Temperatura Amostra	°C	24,5	25	22,5
Colif. Termotolerantes (<i>E.Coli</i>)	Aus. UFC/100 MI	Presença	Presença	Presença
Coliformes Totais	Aus. UFC/100 MI	Presença	Presença	Presença
Bact. Heterotróficas	500 UFC/MI	16	10	6

VMP = Valor máximo permitido pela Portaria 2914/2011.
UFC = Unidade Formadora de Colônia.

Figura 1. Coletor Solar Comercial.



Após a instalação foram realizados os primeiros testes com o sistema, e posteriormente, de acordo com a norma da *American Water Works Association* (AWWA) descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, foram coletadas as primeiras amostras em diferentes temperaturas. A água analisada foi processada no aquecedor solar durante um dia inteiro, tendo suas amostras coletadas 5 vezes ao

dia. A água do reservatório era retirada e repostada com água “nova” pela manhã todos os dias de amostragem. Retiradas as amostras, as mesmas foram encaminhadas para o técnico responsável do laboratório químico do Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE - SANTA FÉ DO SUL, 2016) para análise. Após verificação do sistema realizando a troca diária da água, o mesmo foi testado com circulação de água contínua, como de fato ele funciona em procedimento real, ou seja, sem a substituição diária da água, ocorrendo simplesmente a reposição. O tipo de amostragem ficou definido por três vezes ao dia, durante uma semana, no período de 3 semanas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparado os resultados dos laudos técnicos com os estudos e revisões bibliográficas, pode-se considerar que o método SODIS atende as os requisitos para tratamento da água coletada.

A Tabela 2 apresenta os resultados das amostras da água bruta (09:00 h) e ao longo do dia enquanto estava submetida ao processo de Desinfecção Solar.

Pode-se observar que as amostras que atingiram 50°C não apresentaram bactérias do grupo Coliformes.

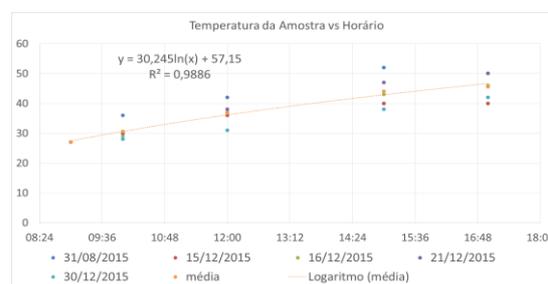
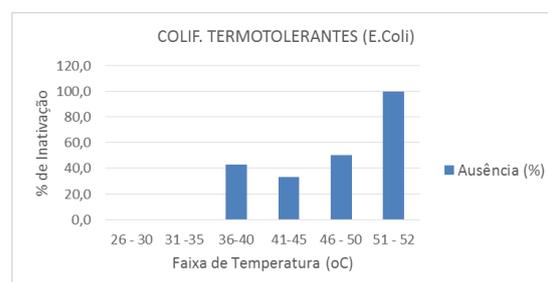
Tabela 2. Resultados obtidos através dos Laudos das análises das amostras de água.

PARÂMETROS	DATA	UNIDADE	09:00	10:00	12:00	15:00	17:00
Temp. Amostra	31/08/2015	°C	27	36	42	52	50
<i>E.Coli</i>		UFC/100 ml	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes Totais		UFC/100 ml	Presença	Presença	Presença	Ausência	Ausência
Bact. Heterot.		UFC/ml	61	7	0	0	0
Temp. Amostra	15/12/2015	°C	27	30	36	40	40
<i>E.Coli</i>		UFC/100 ml	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes Totais		UFC/100 ml	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Bact. Heterot.		UFC/ml	2	64	72	42	43
Temp. Amostra	16/12/2015	°C	27	29	37	43	46
<i>E.Coli</i>		UFC/100 ml	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Coliformes Totais		UFC/100 ml	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Bact. Heterot.		UFC/ml	8	46	39	32	21
Temp. Amostra	21/12/2015	°C	27	30	38	47	50
<i>E.Coli</i>		UFC/100 ml	Presença	Presença	Presença	Presença	Ausência
Coliformes Totais		UFC/100 ml	Presença	Presença	Presença	Presença	Ausência
Bact. Heterot.		UFC/ml	20	48	69	6	2
Temp. Amostra	30/12/2015	°C	27	28	31	38	42
<i>E.Coli</i>		UFC/100 ml	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Coliformes Totais		UFC/100 ml	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Bact. Heterot.		UFC/ml	6	13	12	10	4

As bactérias heterotróficas tiveram redução em função do aumento da temperatura, porém não inativou-se totalmente a amostra, sendo necessário um período maior de tempo da água em temperatura acima de 50 °C, para inativação total das bactérias heterotróficas.

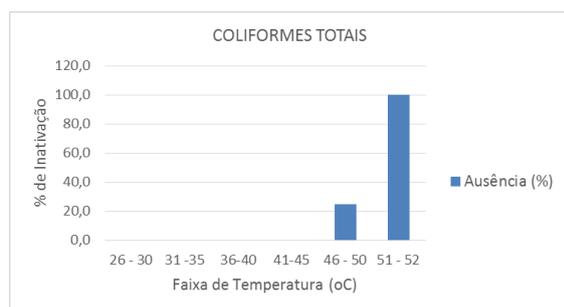
Na Figura 2 está apresentada a média de temperatura durante o período de avaliação do coletor solar e a função logarítmica encontrada. Considerando que a água foi renovada a cada amostragem, temos a temperatura acima de 50 °C apenas ao final do período do dia.

A Figura 3 ilustra os dados de eficiência de inativação de *Escherichia Coli* (*E.Coli*) de acordo com a temperatura analisada.

Figura 2. Representação da média entre as temperaturas durante o período de análise.**Figura 3.** Inativação de coliformes termotolerantes (*E.Coli*) de acordo com a temperatura.

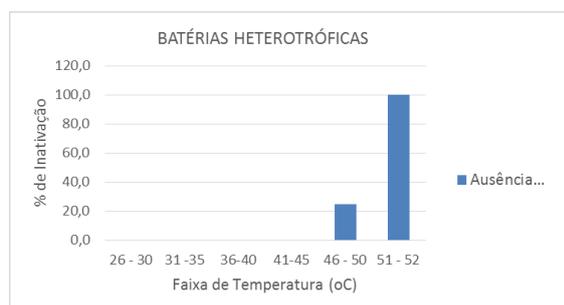
A Figura 4 apresenta a eficiência do aquecedor solar comercial na inativação de bactérias do tipo Coliforme Total de acordo com a temperatura da amostra.

Figura 4. Inativação de coliforme total de acordo com a temperatura.



A Figura 5 representa os resultados da eficiência do aquecedor solar comercial na inativação de bactérias do tipo Bactérias Heterotróficas de acordo com a temperatura da amostra.

Figura 5. Inativação de bactérias heterotróficas de acordo com a temperatura.



A Figura 6 apresenta os resultados já finalizados de um dia de coleta de água em diferentes horários durante um dia.

Figura 6. Amostras contendo substratos de nutrientes para verificação de coliformes totais e fecais.



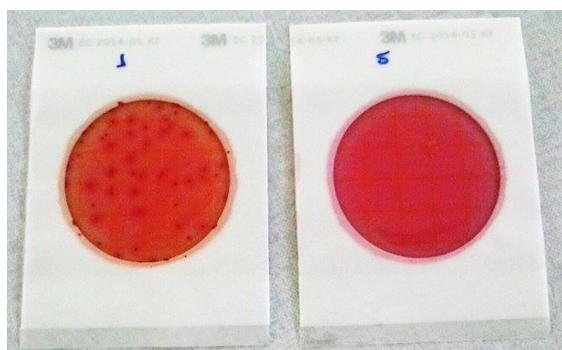
Nota-se que a primeira amostra (Figura 6) do dia com a água a 27 °C apresenta a coloração amarelada, devido ao processamento do substrato cromogênico / fluorogênico realizado pelos coliformes, o que caracteriza a presença de Coliformes do tipo Total, e a partir da incidência da luz ultravioleta (UV) 365 nm nas amostras, foi observada uma fluorescência azul, significando que há a presença de *E.Coli* na água. Ressalta-se que a fluorescência azul ocorre somente na presença da luz ultravioleta, ao tirar o frasco da frente da luz ele volta a ficar com coloração amarelada. Observa-se ainda, que a última amostra do dia, 50 °C está com colocação transparente, caracterizando a inativação da total dos coliformes contidos na água, visto que não houve o processamento do substrato.

A Figura 7 evidencia a contagem de colônias de bactérias realizadas na primeira amostra do dia, e na última, visto que cada ponto vermelho encontrado no contador 1 (primeira amostra do dia à esquerda) refere-se a uma colônia de bactérias heterotróficas, já no contador 2 (última amostra do dia à direita) não há nenhum ponto de colônia, denotando ausência de bactérias heterotróficas.

Avaliando os resultados obtidos, verificou-se que a maior inativação das bactérias está diretamente relacionada com

a combinação de tempo e temperatura em que a água fica exposta ao sol, de modo que a partir dos 42° C já há uma parcela de inativação, e após 2 a 3 horas de exposição ao sol a uma temperatura acima de 45° C, nota-se uma inativação total das bactérias do tipo Coliformes Total e *E.Coli* e uma grande redução de bactérias heterotróficas.

Figura 7. Amostra de contagem de bactérias.



Pode-se observar e comparar também com os dados dos laudos de água tratada o que a bibliografia apresenta em relação ao crescimento/reprodução dos coliformes, pois no intervalo de 35 °C a 45 °C houve um aumento das bactérias, ou seja, temperatura ideal para reprodução das bactérias heterotróficas, como previsto na definição apresentada pela resolução Conama 357/2005 (BRASIL, 2005).

As Figuras 8, 9 e 10 apresentam os resultados das amostras de água coletada em processo contínuo. Sabe-se que amostras com temperatura acima de 50°C inativaram totalmente os coliformes, dessa forma a grande maioria das amostras atingiu 50 °C ou mais durante o dia,

significando resultados satisfatórios até mesmo em processo real contínuo.

Figura 8. Temperatura máxima diária em processo contínuo na primeira semana.

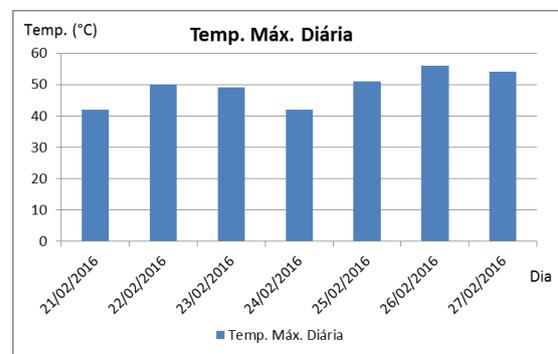


Figura 9. Temperatura máxima diária em processo contínuo na segunda semana.

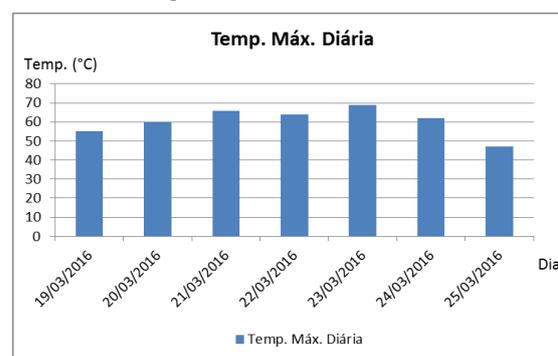
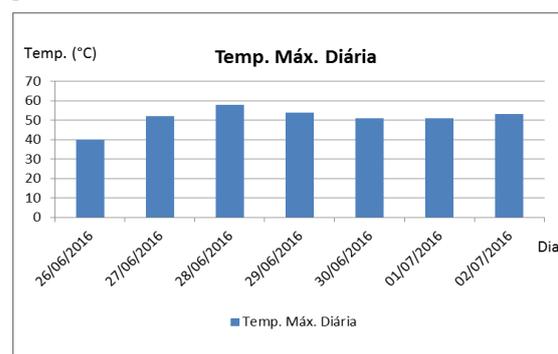


Figura 10. Temperatura máxima diária em processo contínuo na terceira semana.



Na Figura 9 nota-se uma redução de temperatura nos dois dias finais, devido à chuva presente nos respectivos dias para a segunda semana de coleta de dados em

processo contínuo. Pode-se observar na Tabela 3 com os dados da estação meteorológica de Santa Fé do Sul, apresentado abaixo, situada bem próximo ao local de coleta de água, que a redução de temperatura referente aos dias 24 e 25 de março, ocorreu devido à precipitação que teve início na noite do dia 23 e se prolongou pelos dias 24 e 25, no entanto

no dia 24 de março, mesmo com a precipitação, havia uma pouca insolação, o que fez com que o coletor solar pudesse elevar a temperatura de água acima dos 50 °C mesmo o dia estando chuvoso.

Na Figura 10 manteve-se a regularidade nas temperaturas das amostras.

Tabela 3. Dados de precipitação da Estação Meteorológica de Santa Fé do Sul no mês de março.

MAPA DE OBSERVAÇÕES CLIMATOLÓGICAS - Estação: C. A Santa Fé do Sul - SP					
Latitude 20°12' S / Longitude 50°55'W - Março de 2016					
Dias	Temperatura - (°C)			Precipitação (mm)	Insolação h/dia
	Máxima	Mínima	Amplitude		
19	34,40	19,20	15,20	0,00	7,4
20	35,00	23,20	11,80	0,00	7,1
21	35,00	21,60	13,40	0,00	7,8
22	35,80	24,60	11,20	0,00	5,1
23	35,40	21,40	14,00	9,60	7,2
24	33,20	21,00	12,20	3,60	2,7
25	30,60	19,60	11,00	1,00	0,0

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Santa Fé do Sul – SP, 2016.

Damasceno (2015) comparou os resultados e observou que, nas temperaturas de 55 °C e 60 °C, o tempo de uma hora foi eficiente para eliminar tanto coliformes totais como *E.Coli* presentes nas amostras em comparação à amostra de caracterização da água testada. Os resultados obtidos mostraram que a técnica SODIS é eficaz nos parâmetros de cor, turbidez e coliformes (totais e termotolerantes), apresentando uma redução significativa de aproximadamente

40, 38 e 99,9%, respectivamente, em um período de 9 horas de incidência solar. (SILVA FILHO *et al.* 2015).

Segundo Pereira *et al.* (2014) as amostras de água coletadas 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 na água.

Para o processo contínuo há a possibilidade de redução da eficiência em dias chuvosos, cuja intensidade de insolação reduz, consequentemente reduzindo a temperatura do coletor solar, no entanto constatou-se que, após a chuva, e em um período de 24 horas de exposição ao sol, a água retorna às condições de temperatura esperada novamente.

4. CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados, conclui-se que o aquecedor solar comercial é altamente eficiente na remoção de bactérias do tipo coliforme total e *E.Coli*. Sua efetividade está diretamente relacionada com o tempo de exposição da água ao sol, uma vez que a maior efetividade levou um período de 2 a 3 horas com temperatura acima dos 50 °C para inativação total das bactérias.

Desse modo comparando com a bibliografia estudada pode-se afirmar que os resultados apresentados são equivalentes aos pesquisados, uma vez que a eficiência total do aquecedor solar se dá em temperaturas acima de 50 °C.

No que se refere à eficiência em procedimento contínuo, a relação volume de água x área do coletor solar, também apresentou eficácia na inativação dos coliformes e *E.Coli*, pois em mais de 87 % das amostras a temperatura atingiu os 50 °C necessários para inativação. Contudo, o processo apresenta o risco de redução da eficiência em dias chuvosos, cuja intensidade de insolação reduz, consequentemente reduzindo a temperatura do coletor solar, no entanto após 24 horas de exposição ao sol, a água retorna às condições de temperatura esperada, portanto pode-se concluir que o aquecedor solar comercial também é eficiente, uma vez que as amostras diárias chegaram a temperaturas superiores a 50 °C, inativando completamente todos os coliformes.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/index.php?option=com_gmg&controller=document&id=8014> Acesso em: 15 mar. 2014.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212p. Disponível em: <http://bvsmg.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf> Acesso em: 15 mar. 2014.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. CONAMA., **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005** - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 25 abr. 2014.
- DAMASCENO, A.P.A.B. Desinfecção de águas servidas através de tratamento térmico utilizando coletor solar. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, p. 47. Tese (**Doutorado**). Piracicaba, 2015, 76f.
- DANIEL, L.A. (Coord.). **Água e doenças**. In: Processos de desinfecções e desinfetantes alternativos na produção de água potável. PROSAB, 2001, p.1-23.
- DANIEL, L.A.; BRANDÃO, C.C.S.; GUIMARÃES, J. R.; LIBÂNIO, M.; LUCA, S.J.; **Métodos alternativos de desinfecção de água**. São Carlos: PROSAB, 2001, 149f. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/LuizDaniel.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2015.
- SILVA FILHO, J.A. Eficácia e viabilidade da técnica sodis utilizando a água do Rio Piranhas destinado ao consumo humano. **Informativo Técnico do Semiárido**. Pombal: Grupo Verde de Agroecologia e Abelha, p. 3, 2015. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/3503>> Acesso em: 10 jan. 2016.
- McGUIGAN, K.G.; JOYCE, T.M.; CONROY, R.M.; GILLESPIE, J.B.; ELMOREMEEGAN, M. Solar disinfection of drinking water contained in transparent plastic bottles: characterizing the bacterial inactivation process. **Journal of Applied Microbiology**, Chichester, v. 84, n. 6, p. 1138–1148, jun. 1998.
- OATES, P. M. Solar disinfection for point of use water treatment in Haiti. 2001. Dissertação (**Mestrado**) - Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2001, 140f.
- PEREIRA, L.A.; VIEIRA, P.F.; BRITO, L.T.L.; GAVA, C.A.T.; **Avaliação de Tratamento Simplificado da Água de Cisterna: Desinfecção Solar (Sodis) para Consumo Humano** - 9º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva 2. Universidade Federal de Feira de Santana, 2014. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=993220&biblioteca=vazio&busca=993220&qFacets=993220&sort=&paginação=t&paginaAtual=1>> Acesso em: 15 fev. 2015.
- QUELUZ, J.G.T.; Estudo Da Eficiência Da Desinfecção Solar De Águas Residuárias Domésticas em Reatores de Diferentes Colorações. Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”. Faculdade De Ciências Agrônômicas, p.15,16. Dissertação (**Mestrado**). Botucatu, 2013, 90f.
- SANTOS, M.M.C. dos. Reutilização de águas residuais urbanas tratadas. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciência e Tecnologia - Dissertação (**Mestrado**). Lisboa, 2008, 100f.
- SOBSEY, M.D.; BARTRAM, J. **Managing water in the home: accelerated health gains from improved water supply**. Geneva: WHO World Health Organisation, 2002. 83p.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Dados Estatísticos sobre o Brasil**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/unesco-resources-in-brazil/statistics/>> Acesso em: 23 mar. 2015.
- WEGELIN, M. *et al.* Solar water disinfection: scope of the process and analysis of radiation experiments. **Journal Of Water Supply: Research And Technology - Aqua**, v. 43, n. 3, p.154-169, 1994.