

## I-003 - DESEMPENHO DE UM AQUECEDOR SOLAR COMERCIAL NA DESINFECÇÃO DA ÁGUA

**Gledson Renan Salomão<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Civil pela Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul (FUNEC). Aluno de Iniciação Científica na área de Saneamento Básico e Métodos alternativos para tratamento de água.

**Marcelo Jacomini Moreira da Silva<sup>(2)</sup>**

Doutor em Saneamento e Ambiente FEC/UNICAMP. Professor do Departamento Engenharia Civil da FUNEC Santa Fé do Sul.

**Jose Euclides Stipp Paterniani<sup>(3)</sup>**

Doutor em Hidráulica e Saneamento EESC/USP. Professor do Departamento de Saneamento e Ambiente da FEAGRI/UNICAMP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Santino Fernandes de Souza, 131 – Jardim Morumbi – Santa Fé do Sul - SP - CEP:15775-000 - Brasil - Tel: (17) 99605-7107 - e-mail: [gledson.salomao@hotmail.com](mailto:gledson.salomao@hotmail.com)

### RESUMO

Atualmente o Brasil, mesmo detendo grande parcela de água doce do planeta, 12% aproximadamente, se mostra muito retrogrado a respeito do desenvolvimento básico se comparado a países desenvolvidos ou em desenvolvimento, visto que ainda há uma grande falta de investimento em saneamento e centenas de pessoas ainda morrem devido a doenças como Amebíase, Ascaris lumbricoides dentre outras que são transmitidas pelos recursos hídricos não tratados, se diferenciando apenas pelos agentes transmissores. Seguindo os parâmetros da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, foi analisado o desempenho da técnica de filtração por desinfecção solar (SODIS) utilizando um aquecedor solar Comercial. Foram coletadas amostras de água subterrânea, de um poço localizado na Chácara São José em Santa Fé do Sul, os ensaios realizados foram feitos de acordo com a norma da American Water Works Association (AWWA) descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, onde descreve os procedimentos ideais para que a análise seja feita de maneira correta, sem interferência de fatores externos. Com os resultados parciais observou-se uma grande eficiência do coletor Solar na inativação de bactérias do Tipo Coliformes Termotolerantes (E.Coli), Totais e de Bactérias Heterotróficas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquecedor Solar, Água, Coliformes, Tratamento.

### INTRODUÇÃO

O uso consciente da água é um assunto de conhecimento geral e que ganha cada vez mais importância. Uma vez que este é um recurso finito, devemos dar-lhe mais atenção e procurar sempre alternativas que propiciem melhor uso e maior economia, permitindo a melhor distribuição de acordo com a qualidade e o setor onde será empregado (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, porém tem se mostrado muito retrogrado a respeito do desenvolvimento básico se comparado a países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

Contudo 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. Uma dessas tecnologias é o artigo em questão, que por meio de técnicas de filtração simples de baixo custo, tem mostrado eficiência no resultado final, que é a água potável. Entretanto esses métodos variam de acordo com a região, mais precisamente com o tipo de água trabalhada, pois cada técnica de filtração possui sua limitação, por exemplo, turbidez muito alta, pH alterado. Embasado nisso, o projeto buscou encontrar e aplicar o melhor método para os recursos hídricos (poços artesanais e córregos) localizados na região Noroeste do Estado de São Paulo.

É sabido que existem 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.

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 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde.

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 filtragem, 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.

Comparado os resultados dos laudos técnicos com os estudos e revisões bibliográficas, pode-se considerar que o método que se caracterizou mais eficiente para a realização deste procedimento era o Sistema de Desinfecção Solar (SODIS), tendo em vista a presença de Coliformes do tipo Totais e E.Coli, apontado nos laudos anteriores.

## **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  $\beta$ -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.

Observa-se na figura 1 a relação de temperatura com a taxa de crescimento e também a temperatura máxima de inativação dos Coliformes fecais, representado pelo grupo de bactérias Mesófilo.

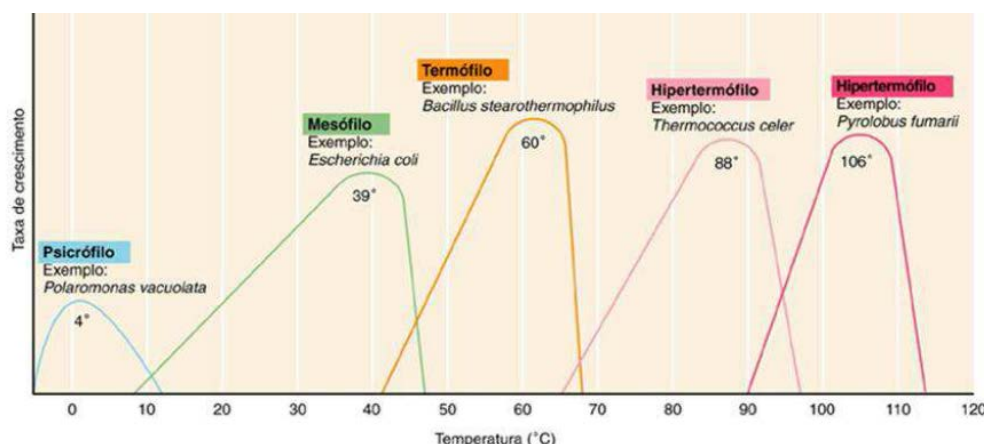


Figura 1 – Relação de temperatura com as taxas de crescimento. (Fonte: Madigan et al., 2004).

### 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. O funcionamento do Aquecedor Solar se inicia quando a energia solar irradiante, luz e infravermelho incidem sobre a superfície preta dos coletores. A energia absorvida transforma-se em calor e aquece a água que está no interior dos coletores. A água aquecida, com densidade menor, começa a se movimentar em direção à caixa, dando início a um processo natural de circulação da água, chamado de termossifão. Para tanto, o reservatório deve estar mais alto que os coletores. Esse processo é contínuo enquanto houver diferença de temperatura entre a placa e a água (SOCIEDADE DO SOL, 2009 apud SALOMÃO et. al., 2014).

FARRET (2010) apud MAIA et. al. (2013), afirma que a captação de calor realizada pelo aquecedor solar acontece através dos coletores que são envolvidos por um corpo negro que absorve uma quantidade maior de radiação. Os aquecedores solares tradicionais são compostos por placas de metais que possuem alta condutividade térmica que transferem para as tubulações o calor para o aquecimento do fluido (ALBADO, 2002 apud MAIA et. al. 2013). Segundo Varella (2004) apud MAIA et. al. (2013), o fluido aquecido é armazenado em um reservatório térmico, conhecido por Boiler, que é isolado termicamente para evitar perdas de calor para o meio. Isso possibilita uma maior conservação da temperatura do fluido.

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) afirmou 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

(Solar water disinfection – Desinfecção solar da água) é germicida e inativa, extensivamente, muitos microorganismos entéricos (SOBSEY e BARTRAM, 2002 apud DAMASCENO 2015).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Na tabela 1 abaixo estão os laudos dos resultados obtidos de acordo com as análises de amostra de água Bruta.

**Tabela 1. Resultados obtidos através dos Laudos das análises das amostras de água Bruta coletada.**

PARÂMETROS		PONTOS ANALISADOS POÇO 1		
FISICO QUIMICO	VMP/UNI	LAUDO 1	LAUDO 2	LAUDO 3
DIA COLETA	D	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 (E.Coli)	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES
COLIFORMES TOTAIS	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES
CONTAGEM DE BACT. HETEROTRÓFICAS	500 UFC/ml	16	10	6
(VMP): Valor máximo permitido pela Portaria 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde. (UFC): Unidade Formadora de Colônia				

**Fonte: Dos próprios autores.**

Tendo apresentado resultado positivo para coliformes, foi montado o aquecedor solar comercial no local da coleta das amostras, para que pudesse iniciar o procedimento de desinfecção da água. A figura 2 apresenta o Coletor Solar instalado.



**Figura 2 – Coletor Solar Comercial. (Fonte: Dos próprios autores).**

Como visto da revisão bibliográfica o aquecedor é munido de dois coletores revestidos por uma placa preta para que possa ser absorvida a radiação solar, sendo a mesma convertida em calor, de modo que a desinfecção da água se dará pelo aumento da temperatura no coletor. O efeito bactericida da radiação UV solar não atua na água uma vez que os tubos são opacos. 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, sendo a mesma retirada no dia seguinte para que fosse reposta água bruta no próximo dia de coleta. Retirada às amostras, as mesmas foram encaminhadas para o técnico responsável do laboratório químico do Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE) para análise.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o laudo da amostragem da água durante o período em que está foi coletada no aquecedor solar, podendo observar que as amostras que atingiram 50°C não apresentaram bactérias do grupo Coliformes. As bactérias heterotróficas tiveram redução em função do aumento da temperatura, porém não inativação totalmente da amostra, sendo necessário um período maior de tempo da água em temperatura acima de 50°C, para inativação total das bactérias heterotróficas.

**Tabela 2. Resultados obtidos através dos Laudos das análises das amostras de água tratada nos diferentes dias.**

PARÂMETROS		PONTOS ANALISADOS POÇO 1				
<b>31/08/2015</b>	<b>H</b>	<b>09:00</b>	<b>10:00</b>	<b>12:00</b>	<b>15:00</b>	<b>17:00</b>
TEMP. AMOSTRA	°C	27	36	42	52	50
COLIF. TERMOTOLERANTES (E.Coli)	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	AUS	AUS	AUS
COLIFORMES TOTAIS	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES	AUS	AUS
CONTAGEM DE BACT. HETEROTRÓFICAS	500 UFC/ml	61	7	0	0	0
<b>15/12/2015</b>	<b>H</b>	<b>09:00</b>	<b>10:00</b>	<b>12:00</b>	<b>15:00</b>	<b>17:00</b>
TEMP. AMOSTRA	°C	27	30	36	40	40
COLIF. TERMOTOLERANTES (E.Coli)	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	AUS	AUS	AUS
COLIFORMES TOTAIS	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES	PRES	PRES
CONTAGEM DE BACT. HETEROTRÓFICAS	500 UFC/ml	2	64	72	42	43
<b>16/12/2015</b>	<b>H</b>	<b>09:00</b>	<b>10:00</b>	<b>12:00</b>	<b>15:00</b>	<b>17:00</b>
TEMP. AMOSTRA	°C	27	29	37	43	46
COLIF. TERMOTOLERANTES	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES	PRES	PRES



(E.Coli)						
COLIFORMES TOTAIS	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES	PRES	PRES
CONTAGEM DE BACT. HETEROTRÓFICAS	500 UFC/ml	8	46	39	32	21
21/12/2015	H	09:00	10:00	12:00	15:00	17:00
TEMP. AMOSTRA	°C	27	30	38	47	50
COLIF. TERMOTOLERANTES (E.Coli)	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES	PRES	AUS
COLIFORMES TOTAIS	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES	PRES	AUS
CONTAGEM DE BACT. HETEROTRÓFICAS	500 UFC/ml	20	48	69	6	2
30/12/2015	H	09:00	10:00	12:00	15:00	17:00
TEMP. AMOSTRA	°C	27	28	31	38	42
COLIF. TERMOTOLERANTES (E.Coli)	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES	PRES	PRES
COLIFORMES TOTAIS	Aus. UFC/100 ml	PRES	PRES	PRES	PRES	PRES
CONTAGEM DE BACT. HETEROTRÓFICAS	500 UFC/ml	6	13	12	10	4

Fonte: Dos próprios autores.

Na figura 3 está apresentada a média de temperatura durante o período de avaliação do coletor solar e a função logarítmica encontrada. Considerando que a amostra foi renovada a cada amostragem, temos a temperatura acima de 50°C apenas ao final do período.

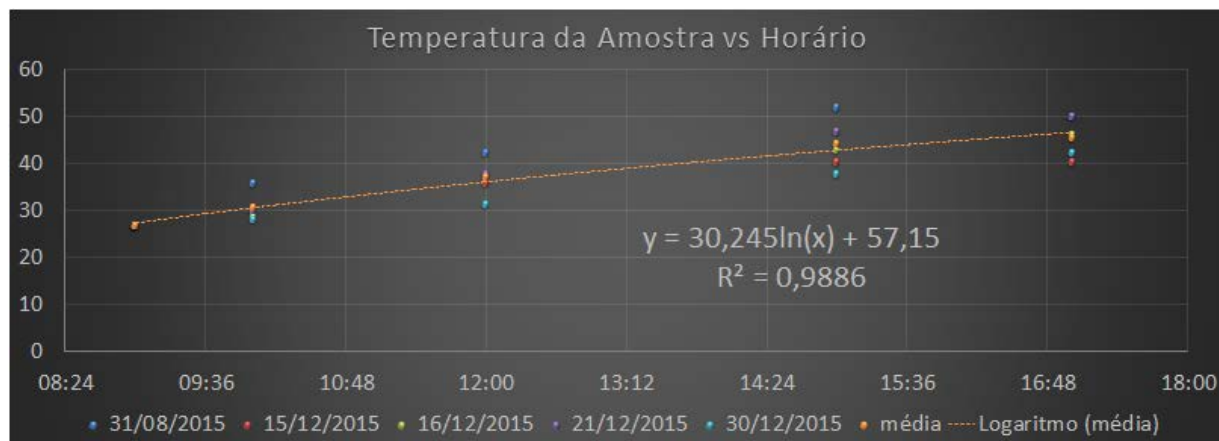


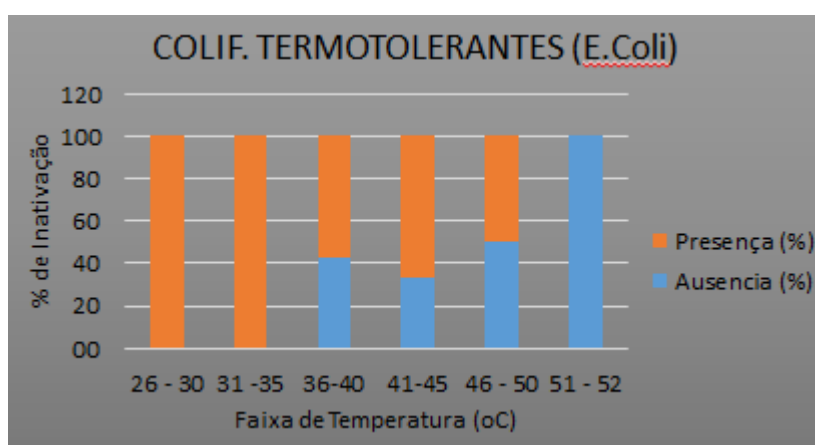
Figura 3. Representação da média entre as temperaturas durante o período de análise. (Fonte: Dos próprios autores).

Nas tabelas 3, 4 e 5 juntamente com as figuras 4, 5 e 6 respectivamente, está discriminado a eficiência do aquecedor solar na inativação de coliformes termoloterantes (E.Coli), Total e Bactérias Heterotróficas de acordo com a temperatura da amostra.

**Tabela 3. Inativação de Coliforme Temotolerantes (E.Coli) de acordo com a temperatura.**

COLIF. TERMOTOLERANTES (E.Coli)						
TEMPERATURA (°C)	26 - 30	31 -35	36-40	41-45	46 - 50	51 - 52
Ausência (%)	0.0	0.0	42.9	33.3	50.0	100.0
Presença (%)	100.0	100.0	57.1	66.7	50.0	0.0

Fonte: Dos próprios autores.

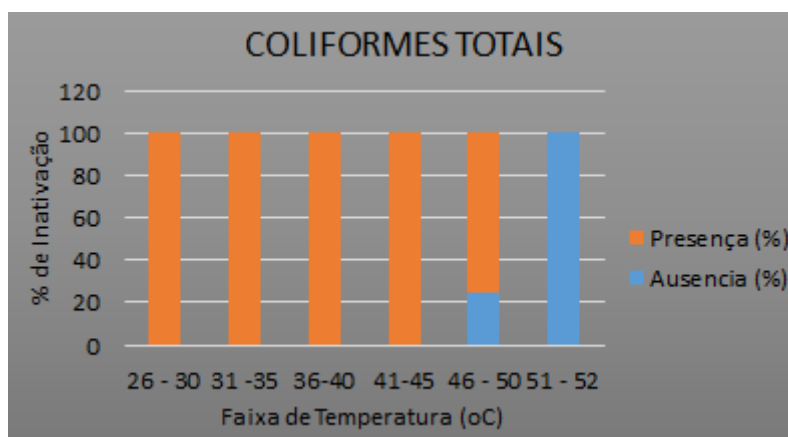


**Figura 4. Inativação de Coliforme Temotolerantes (E.Coli) de acordo com a temperatura. (Fonte: Dos próprios autores).**

**Tabela 4. Inativação de Coliforme Total de acordo com a temperatura.**

COLIFORMES TOTAIS						
TEMPERATURA (°C)	26 - 30	31 -35	36-40	41-45	46 - 50	51 - 52
Ausência (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	100.0
Presença (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	75.0	0.0

Fonte: Dos próprios autores.

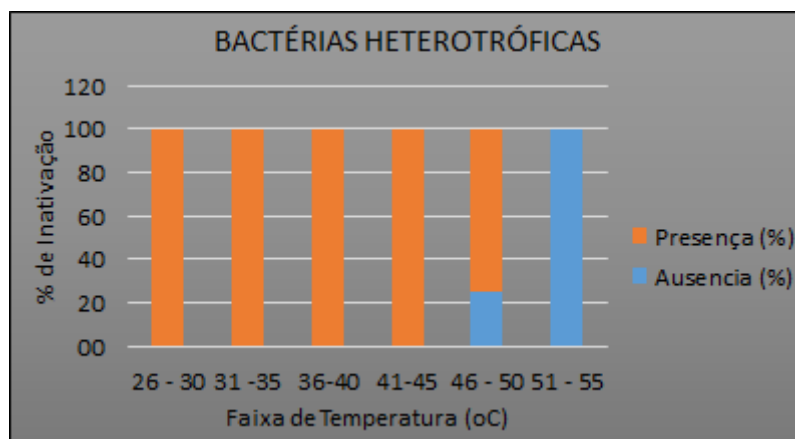


**Figura 5. Inativação de Coliforme Total de acordo com a temperatura. (Fonte: Dos próprios autores).**

**Tabela 5. Inativação de Bactérias Heterotróficas de acordo com a temperatura.**

BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS						
TEMPERATURA (°C)	26 - 30	31 -35	36-40	41-45	46 - 50	51 - 55
Ausencia (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	100.0
Presença (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	75.0	0.0

Fonte: Dos próprios autores.

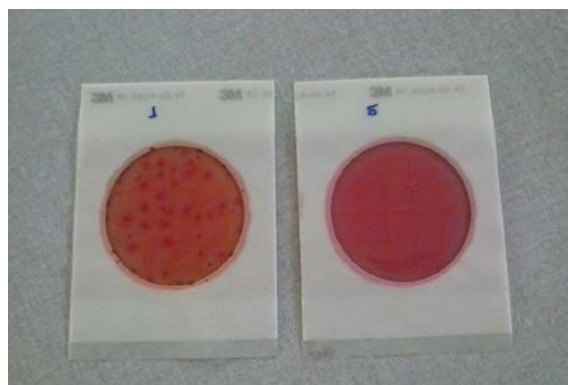


**Figura 6. Inativação de Bactérias Heterotróficas de acordo com a Temperatura. (Fonte: Dos próprios autores).**

A figura 7 abaixo apresenta os resultados, já finalizados, de um dia de coleta de água em diferentes horários durante um dia. Do mesmo modo que a figura 8 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 o contador 2, última amostra do dia à direita, não há nenhum ponto de colônia, denotando ausência de bactérias heterotróficas.



**Figura 7. Amostras contendo substrato de nutrientes, para verificação de coliformes totais e fecais. (Fonte: Dos próprios autores).**



**Figura 8. Amostra de Contagem de Bactérias. (Fonte: Dos próprios autores).**

Nota-se que a primeira amostra (FIGURA 7) 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 amarelo. 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.



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.

Com os dados dos laudos, pode-se comprovar o que a bibliografia apresenta em relação ao crescimento dos coliformes, pois no intervalo de 35°C a 45 ° pose-se haver 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).

Dasmasceno (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 *Escherichia 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. (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 encontradas na água.

## CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados, conclui-se com o resultado 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA, RESOLUÇÃO CONAMA n° 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.
2. 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 – Ministério da Saúde.
3. BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212p.
4. 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”, pg 47, (2015).
5. DANIEL, L.A, BRANDÃO, C.C.S; GUIMARÃES, J. R; LIBÂNIO, M.; LUCA, S.J.; Métodos alternativos de desinfecção de água; PROSAB – São Carlos, 2001, disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/LuizDaniel.pdf>> acessado em: 15 de fevereiro de 2015.
6. FILHO, J.A.S; Eficácia e viabilidade da técnica sodis utilizando a água do Rio Piranhas destinado ao consumo humano. INTESA – Informativo Técnico do Semiárido(Pombal-PB), pag.03, 2015.
7. MAIA, J.F. et al. - AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ENERGÉTICA DE AQUECEDORES



- SOLARES DE MATERIAIS DESCARTÁVEIS NA REGIÃO DE MONTES CLAROS – MG - Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes Pró-Reitora de Extensão Coordenação Editorial da Revista Intercâmbio, 2013.
8. 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.
  9. OATES, P. M. Solar disinfection for point of use water treatment in haiti. 2001. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Department Of Civil And Environmental Engineering, Massachusetts Institute Of Technology, Cambridge, 2001.
  10. 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 – 2014.
  11. 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 CIÊNCIASBRAS AGRONÔMICAS, pg.15,16 , 2013.
  12. SALOMÃO, G.R. et al. - OTIMIZAÇÃO DE AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO (ASBC) - Revista Funec Científica – Multidisciplinar, Santa Fé do Sul (SP), v.3, n.5, p. 187-204, jan./dez. 2014.
  13. SANTOS, M.M.C. dos. Reutilização de águas residuais urbanas tratadas. 2008. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova Lisboa, Lisboa, 2008.
  14. SOBSEY, M.D.; BARTRAM, J. Managing water in the home: accelerated health gains from improved water supply. Geneva: WHO World Health Organisation, 2002. 83p.
  15. UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.
  16. 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.