

I-236 - CINÉTICA DE INATIVAÇÃO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS E COLIFORMES UTILIZANDO ENERGIA TÉRMICA: APLICAÇÕES EM SANEAMENTO RURAL

Danielle Gonçalves Rodrigues⁽¹⁾

Engenheira Ambiental. MSc Engenharia Agrícola – Tratamento de Água pela FEAGRI –UNICAMP. Doutoranda em Engenharia Agrícola – Tratamento de Água pela FEAGRI –UNICAMP.

Bruno Piva Pellis

Engenheiro Agrícola - FEAGRI-UNICAMP

Samuel Ricardo do Santos⁽¹⁾

Tecgº Saneamento Ambiental, MSc Engenharia Agrícola, Pesquisador em Saneamento Ambiental.

José Euclides Stipp Paterniani

Engenheiro Civil. Doutor. Docente da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) e da Faculdade de Engenharia Civil (FEC) da UNICAMP, coordenador do Laboratório de Pesquisa em Água e Solo da FEAGRI-UNICAMP.

Franco Giuseppe Dedini Engenheiro Mecânico. Doutor. Docente da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) da UNICAMP e coordenador do curso de graduação da Engenharia Mecânica - UNICAMP

Endereço⁽¹⁾:Av. Candido Rondon, 501 Barão Geraldo - Campinas /SP - Cidade Universitária Zeferino Vaz CEP 13083-875. E-mail: dannyambiental@gmail.com

RESUMO

A elevada incidência de doenças de veiculação hídrica, devido à ausência de um sistema de saneamento suficientemente eficaz, afeta principalmente as populações que vivem em localidades pobres e em zonas rurais. Dessa forma, busca-se desenvolver cada vez mais, meios alternativos e baratos para promover a melhoria da qualidade de vida dessa população. Assim sendo, a energia térmica pode ser uma alternativa a ser aplicada como forma de promoção da desinfecção da água. Com isso, realizou-se um teste em laboratório para identificar e definir a cinética de inativação de bactérias heterotróficas e do grupo coliformes utilizando energia térmica. Para tanto, monitorou-se o aquecimento gradativo da água, utilizando-se tempo de detenção de 15 e 30 minutos onde eram realizados análises bacteriológicas. Assim, pôde-se definir que, bactérias do grupo coliformes são inativadas a temperatura mínima de 60°C, enquanto as heterotróficas a temperatura mínima de 96°C. A partir desses resultados, instalou-se no campo experimental um sistema para promoção da pasteurização solar da água (SOPAS) visando desinfecção de água para consumo humano, utilizando como insumo um equipamento de aquecedor solar comercial e dois de baixo custo. Assim, monitorou-se a temperatura atingida por esses equipamentos no campo experimental e realizou-se testes para verificação da inativação de bactérias do grupo coliformes e heterotróficas nos aquecedores utilizados, os quais ficavam expostos por 8 horas ao sol, durante o período de junho a novembro de 2010. Para detecção do grupos coliformes, usou-se a técnica do substrato cromogênico e para a heterotróficas o plaqueamento com *Plate Agar Counter*. Os resultados demonstraram que de todos os equipamentos estudados, somente o equipamento de aquecedor solar comercial atingiu a temperatura de 60 ° C, necessária para promoção da SOPAS, inativando o grupo coliformes. As bactérias heterotróficas não foram inativadas por nenhum dos equipamentos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Cinética, desinfecção da água, comunidades rurais, SOPAS.

INTRODUÇÃO

Segundo dados da OMS (Organização Mundial de Saúde), (2008), cerca de 1,1 bilhões de pessoas no mundo não dispõem de formas melhoradas de acesso à água e 2,4 bilhões de pessoas não têm acesso a qualquer tipo de equipamentos para promoção do saneamento. Cerca de dois milhões de pessoas morrem todos os anos devido a doenças diarreicas causadas por água contaminada. Destes, a maioria são crianças com menos de cinco anos de idade.

Em zonas carentes e rurais, a implantação de métodos para desinfecção de água depara-se com dificuldades como impossibilidade de aquisição de desinfetantes ou capacitação insuficiente dos técnicos encarregados da

operação, manutenção e reparos sendo que estas, muitas vezes não dispõem de recursos necessários à implantação de adequados sistemas de tratamento de água.

Dessa forma, busca-se desenvolver cada vez mais meios alternativos e baratos para promover a melhoria da qualidade dos recursos hídricos e da saúde dessas populações de fácil instalação, e cuja operação e manutenção possam ser gerenciadas e sustentadas com recursos locais.

Assim uma ótima alternativa para promover a desinfecção é através da desinfecção solar, onde pode ser aplicada em sistemas individuais e mostra-se como um sistema bastante simples e que não requer insumos. Essa técnica é hoje denominada SODIS, sigla em inglês para desinfecção solar. O SODIS, método em batelada, extremamente simples e barato, dispensa o fornecimento de energia elétrica e utiliza apenas garrafas tipo PET (Polietileno tereftalato) como insumo e o sol, universalmente disponível e gratuito de acordo com SODIS, 2011.

Todavia, esse método consegue atingir uma temperatura média de 50 °C, o que nem sempre é suficiente para inativar todos os micro-organismos presentes na água e dessa forma ocorra um recrescimento bacteriano além de precisar de um período de exposição das garrafas de 4 a horas diárias.

O uso da energia solar para desinfecção da água (SODIS) vem sendo proposta para utilização por exemplo nas áreas rurais de países em desenvolvimento, possibilitando a desinfecção de águas captadas em poços ou mananciais superficiais cujas características físicas e químicas são adequadas ao consumo humano, mas biologicamente não.

Todavia, a técnica do SODIS apresenta algumas restrições no que diz respeito ao recrescimento bacteriano e ineficiência em inativar todos os microrganismos presentes na água. Dessa forma, a técnica mais recomendada para utilização em pequenas comunidades é a SOPAS (Pasteurização Solar da Água), que por conseguir uma temperatura superior a 75°C, inativa os microrganismos e evita o recrescimento bacteriano.

Rodrigues *et al* 2010 estudaram o quanto a temperatura influencia na desinfecção da água. Para tanto utilizou-se garrafas tipo PET de diferentes colorações: incolor, verde e azul em um concentrador solar para potencializar o aquecimento da água. Os resultados demonstraram qual coloração das garrafas é a que apresenta a maior eficiência tanto térmica quanto de desinfecção e conseqüentemente a mais indicada a ser utilizada pelo método SODIS. A garrafa que apresentou a maior temperatura foi a de coloração verde que apresentou uma diferença de temperatura em relação as outras de aproximadamente 7 °C, demonstrando que é muito mais eficiente quando comparada com as transparentes usualmente utilizadas. Este estudo demonstra que o aumento da temperatura é o que mais influencia na desinfecção da água pois promove a SOPAS.

Y.Jamil *et al* 2009 estudou o potencial da utilização da energia solar para desinfecção da água na área rural de Paquistão. Para tanto, utilizou uma caixa solar tipo pasteurizador com capacidade para três litros. Essa caixa mantinha a temperatura da água ao entorno de 60° a 70° C por mais de uma hora desativando bactéria do grupo coliforme.

Uma alternativa para obtenção da SOPAS, é através da implantação de um equipamento de aquecedor solar. Os aquecedores solares são uma alternativa excelente para prover a água quente desejada, e têm muito a contribuir para a mitigação dos impactos sócio-ambientais do setor elétrico brasileiro. A tecnologia apresenta amplas vantagens ambientais, econômicas e sociais por ser um sistema bastante simples e que não requer insumos além de evitar a construção de hidrelétricas e o consumo de combustíveis fósseis.

Através da implantação do aquecedor solar, consegue-se obter o aquecimento da água em condições favoráveis até 80°C. Dessa forma, o equipamento de aquecedor solar, promove a pasteurização da mesma, tornando-a propícia ao consumo humano, favorecendo as comunidades menos favorecidas e as propriedades rurais na melhoria da qualidade de vida através da promoção ao saneamento.

O aquecedor solar da água, além de gerar o mínimo impacto ambiental, apresenta significativas vantagens quando comparadas a utilização de garrafas PET uma vez que se consegue obter uma temperatura superior a esta técnica em uma quantidade de tempo menor, em um volume maior de água, beneficiando uma quantidade maior de pessoas.

Uma outra vantagem quando comparada ao SODIS diz respeito à condição climática. Mesmo em dias em que a temperatura não atingir o grau desejado, ou seja, em dias com baixo índice de radiação solar, é possível promover o aquecimento da água e a sua consequente pasteurização através do auxílio de um apoio elétrico ou a gás de baixo custo, mantendo a água na temperatura desejada no reservatório térmico, o que representa um grande avanço, uma vez que promove acesso ao saneamento constante, impedindo assim o recrescimento de micro-organismos patogênicos.

Face ao exposto acima e tendo em vista que o Brasil é um dos países com maior incidência de radiação solar e sendo esta energia inesgotável, limpa e gratuita, faz-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias alternativas visando a desinfecção da água para as populações menos favorecidas e para as propriedades rurais, através do uso da energia solar.

Assim sendo, este método representa uma alternativa viável que poderá trazer significativa contribuição para a promoção da melhoria da qualidade de vida dessas populações, levando-se em conta que o emprego do uso convencional de tratamento da água implica em grandes investimentos.

MATERIAIS E MÉTODOS

• *Campo experimental e coleta de amostras*

O experimento foi realizado na cidade de Campinas- SP no período de junho a novembro de 2010. Este município foi selecionado por ter um nível de radiação considerado de médio a alto variando entre 233052 a 236201 kJ/ m². As instalações do sistema e a coleta das amostras de água foram realizadas diretamente de um lago artificial utilizado para irrigação existente no campo experimental, onde análises microbiológicas encontraram valores médios de coliformes totais de 11,25 x 10³ NMP x 100 mL⁻¹ e 13,15 x 10² NMP x 100 mL⁻¹ *Escherichia coli* e para heterotróficas 3000 UFC/mL. A presença dessas bactérias na água representa um indicativo da qualidade da água de acordo com a portaria nº 518 do ministério da saúde.

• *Cinética de inativação em função da temperatura*

Foram coletadas assepticamente amostras contendo 1 litro da água do lago. Em laboratório 0,5 litro da amostra foi transferida para um béquer de 1 litro onde foi sujeita a aquecimento controlado. Definiu-se a temperatura inicial em 20 °C (temperatura da água coletada as 8:00 horas da manhã) e finalizando-se em 96 °C. Foram realizados dois testes de detenção diferentes: um mantendo-se a temperatura constante por um período de 15 minutos e outro mantendo-se por 30 minutos. Os acréscimos da temperatura ocorreram a cada 10 °C. Assim, em cada temperatura e tempo de detenção exato, retirou-se uma alíquota para realização das análises.

• *Quantificação dos micro-organismos*

As análises bacteriológicas da água de estudo foram definidas através do método APHA (American Public Health Association), 2005.. Assim, para a identificação de bactérias heterotróficas, utilizou-se o STANDARD METHODS AGAR (7157). Foram realizadas diluição 10⁰ e 10⁻¹ e as placas que obtiveram colônias entre 30 e 300 foram definidas para a contagem desse teste. Para a realização das análises para Coliformes totais e *Escherichia coli* seguiu-se o método substrato cromogênico.

• *Comparação entre equipamentos de aquecedor solar da água*

Todos os resultados obtidos no teste cinética de inativação de bactérias do grupo coliformes e heterotróficas foram comparados com os testes realizados em três equipamentos de aquecimento solar da água, sendo um comercial e outros dois construído com materiais alternativos sendo um construído de caixa de leite e garrafas do tipo PET e o outro com placa de PVC. Ambos os equipamentos alternativos foram revestidos com isolantes térmicos. O equipamento de PET foi revestido com isopor e o de PVC com um revestimento térmico indicado para isolamento de dutos de alumínio usados em sistemas de refrigeração e de climatização. Esse revestimento térmico é conhecido como Armaduct, da marca Armacell, que é uma espuma elastomérica de alta qualidade. As características da espuma e os procedimentos de instalação foram seguidos de acordo com Armacell, 2010.

O equipamento comercial foi doado por uma empresa do ramo e os de baixo custo construídos no laboratório de hidráulica e Saneamento da FEAGRI- UNICAMP. Esses equipamentos foram instalados no campo experimental e também utilizaram a água proveniente do lago para estudo. O volume do reservatório de cada

equipamento era de 80 litros e ficaram expostos ao sol por um período de 8 horas, das 8:00 horas da manhã as 16:00 horas da tarde. As análises microbiológicas foram realizadas antes e após o tratamento. Assim, os testes de inativação realizados em laboratório puderam ser comparados de forma prática com os resultados obtidos pelos equipamentos no campo experimental e as alterações necessárias foram propostas para inativação efetivação dessas bactérias nos equipamentos alternativos. A figura 1 apresenta os equipamentos de aquecedores solar da água instalados no campo experimental.



Figura 1: Equipamentos de aquecedor solar instalados no campo experimental

- *Análise dos resultados e tratamento dos dados*

Os dados de inativação de acordo com a temperatura atingida foram correlacionados com o índice de radiação local existente no município de Campinas através da aplicação de geotecnologia para o tratamento desses dados. Assim, realizou-se o mapeamento da distribuição Espacial da radiação Solar em Campinas- SP que foi desenvolvida pelo laboratório de Geoprocessamento da Faculdade de Engenharia Agrícola- FEAGRI . Para tanto, utilizou-se o software ArcGIS 9.3® baseado em SIG (Sistema de Informações Geográficas) gerando-se assim toda a análise e processamento dos dados de radiação solar e finalizando com os seus respectivos mapas finais por período de coleta.

Através da utilização da geotecnologia, mapeou-se a radiação solar do Brasil, identificando as regiões com maior e menor índice de radiação em cada mês do ano sendo coletados dados a cada 10 dias. Isso possibilitará realizar adaptações em cada aquecedor solar quanto a eficiência de remoção das bactérias e com isso beneficiar a população quanto ao custo de cada equipamento, de acordo com cada região.

RESULTADOS

- *Cinética de inativação em função da temperatura*

Após a realização dos testes em laboratório, pôde-se definir qual a temperatura mais adequada para a inativação dos dois grupos de bactérias estudados: Heterotróficas e Coliformes. Os resultados demonstram que, a partir de 60°C o grupo coliformes pôde ser totalmente inativado em ambos os tempos de detenção aplicados, 15 e 30 minutos. Todavia, para as bactérias heterotróficas, estas se mostraram mais resistentes ao aumento de temperatura, sendo que sua inativação efetiva ocorreu entre 96 °C. Isso demonstra a resistência dessas bactérias perante ao aquecimento da água. Porém, o tempo de detenção não foi conclusivo no que diz respeito a inativação dessas bactérias.

As figuras 2a e 2b, demonstram os resultados obtidos em laboratório correlacionando-se o tempo de detenção com a temperatura para as bactérias Heterotróficas e do grupo coliformes : Totais e *Escherichia coli*. Estas figuras demonstram a cinética de inativação de bactéria heterotróficas e coliformes para os tempos de detenção de 15 e 30 minutos. Nota-se que conforme ocorre a inativação do grupo coliformes, aumenta a população de bactérias heterotróficas. As figuras 2a e 2b também demonstram o potencial de inativação dessas bactérias ao se utilizar a desinfecção térmica para tratamento microbiológico da água. A concentração de bactérias decresce em função do tempo o ponto de inativação. Dessa forma, define-se que somente o método térmico empregado para desinfecção da água que consiga promover a pasteurização da água, ou seja, atinja a temperatura mínima de 60° C, é eficiente na inativação do grupo coliformes.

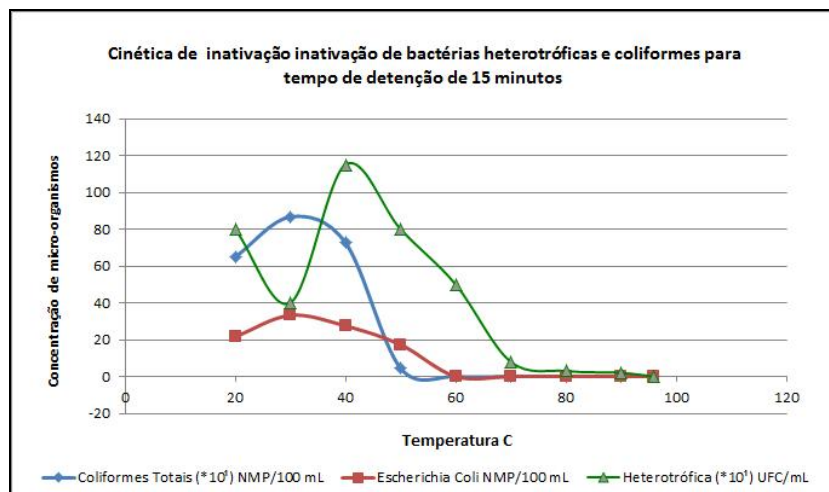


Figura 2a: Cinética de Inativação para bactérias do grupo coliformes: Totais e *Escherichia coli* e heterotróficas com tempo de detenção para 15 minutos.

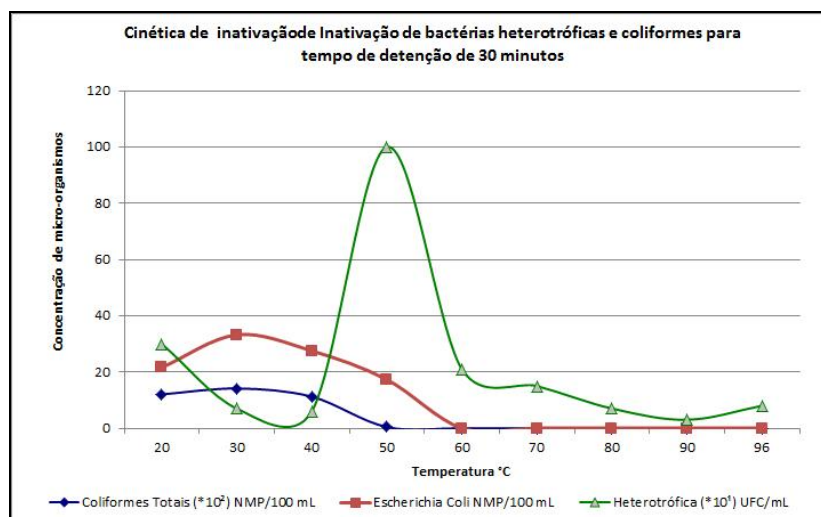


Figura 2b: Cinética de Inativação para bactérias do grupo coliformes: Totais e *Escherichia coli* e heterotróficas com tempo de detenção para 30 minutos.

- *Comparação entre equipamentos de aquecedor solar da água*

Com os resultados obtidos no teste para cinética de inativação de bactérias heterotróficas e grupo coliforme determinou-se que para a bactéria *Escherichia coli*, a temperatura mínima da água para sua inativação deveria ser no mínimo de 60°C, para coliformes 50 °C e para heterotróficas acima de 96° C. Com isso, todos os

equipamentos estudados deveriam obter a temperatura indicada para cada grupo de bactérias para poder inativá-las. Assim, a temperatura foi monitorada durante 8 horas diárias, das 8 horas da manhã as 17 horas da tarde no período de junho a novembro de 2010.

A figura 3 demonstra as médias das temperaturas atingida pelos 3 equipamentos monitorados utilizando-se reservatório de 40 litros com revestimento térmico para os meses de junho a novembro de 2010. Obteve-se temperaturas variando entre 35°C há 43 °C nos equipamentos de baixo custo sendo que foi insuficiente para inativação de *Escherichia coli* e heterotróficas. O único equipamento que se mostrou eficiente para a aplicação da SOPAS é o equipamento de aquecedor solar comercial, porém é importante ressaltar que este não é efetivo na inativação de bactérias Heterotróficas.

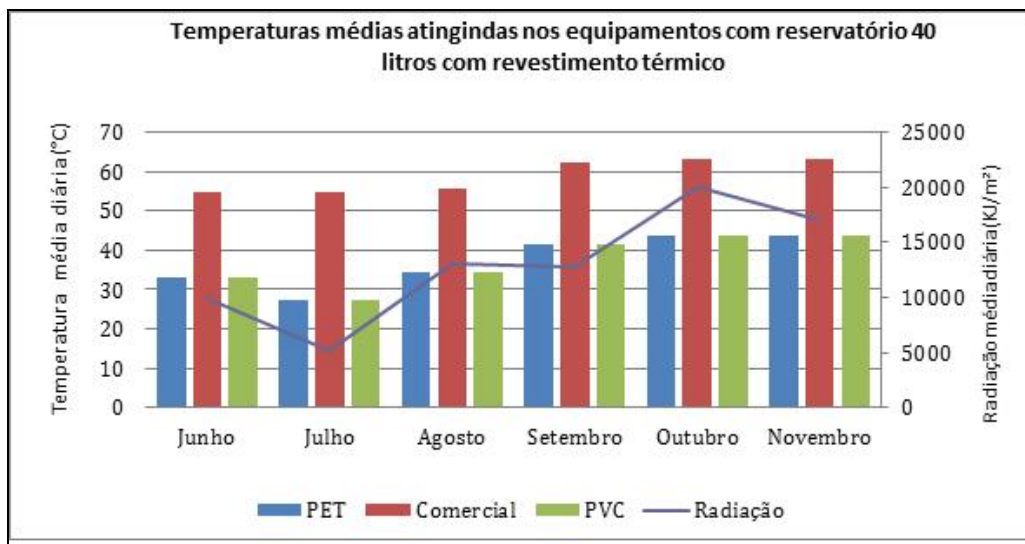


Figura 3: Médias das temperaturas atingida pelos 3 equipamentos monitorados

As figuras 4a, 4b e 4c apresentam os resultados obtidos nas análises bacteriológicas para *Escherichia coli* e coliformes para os equipamentos de aquecedor solar da água. A figura 4a demonstra os resultados obtidos pelo equipamento de PET. Nos testes 7 e 10, as concentrações de *Escherichia coli* foram maior que a inicial. As temperaturas máximas obtidas em cada teste para o equipamento PET e PVC foram: teste 1: 37°C; teste 2: 36 °C; teste 3: 36°C; teste 4: 42°C; teste 5: 30°C; teste 6: 44°C; teste 7: 42 °C; teste 8: 41°C; teste 9: 43°C; teste 10: 42°C; teste 11: 41°C; teste 12: 41°C. A figura 4b apresenta os resultados das análises bacteriológicas para *Escherichia coli* no equipamento de PVC. As concentrações encontradas no teste 7 e 11 para *Escherichia coli* apresentaram concentrações superiores ao da água bruta. A figura 4c apresenta os resultados das análises bacteriológicas para o aquecedor solar comercial. Nota-se que este equipamento foi o único que apresentou as maiores temperaturas, inativando *Escherichia coli* em todas as análises realizadas. Assim, em todos os testes realizados, somente o aquecedor solar comercial se mostrou ideal para promover a SOPAS e inativar *Escherichia coli*. Apesar do custo desse equipamento ser elevado, ele ainda se mostra a melhor alternativa a ser aplicado em comunidades carentes e rurais uma vez que seu custo de operação e manutenção são baixos e não necessita de pessoal capacitado para opera-lo. As temperaturas máximas obtidas em cada teste foram: teste 1: 58°C; teste 2: 58 °C; teste 3: 70°C; teste 4: 70°C; teste 5: 61,1°C , teste 6: 64°C; teste 7: 65 °C; teste 8: 70°C; teste 9: 70°C; teste 10: 68°C; teste 11: 66°C; teste 12: 63°C

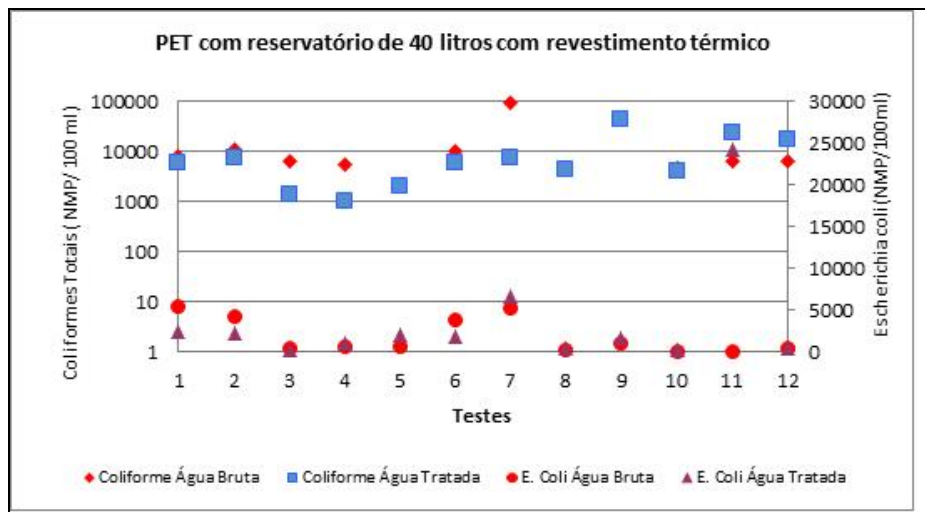


Figura 4a: Resultados das análises bacteriológicas para o equipamento de PET

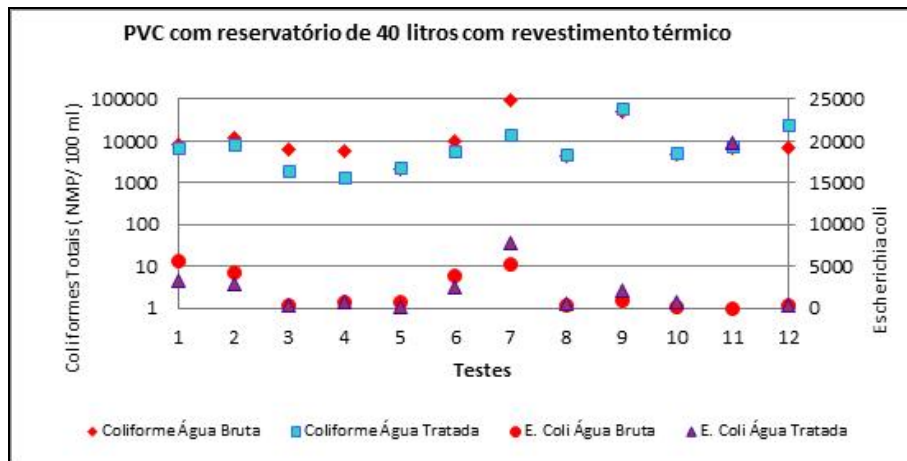


Figura 4b: Resultados das análises bacteriológicas para o equipamento de PCV

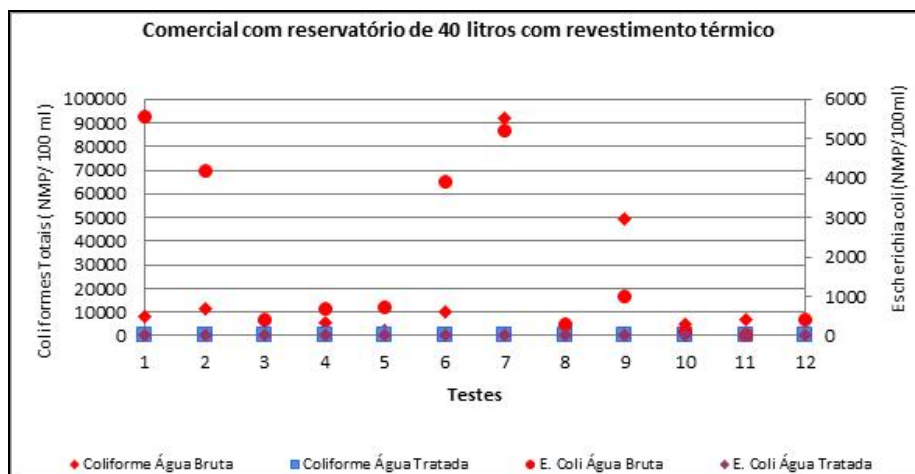


Figura 4c: Resultados das análises bacteriológicas para o equipamento Comercial

As figuras 5a, 5b e 5c apresentam as concentrações encontradas pelas análises de bactérias heterotróficas nos equipamentos de baixo custo e comercial. Nota-se que essas bactérias não foram inativadas em nenhum dos equipamentos estudados. Esse fato está correlacionado a baixa temperatura alcançada nesses equipamentos, uma vez que essas bactérias são inativadas somente a 96° C. A figura 5a apresenta a concentração dessas bactérias para o equipamento PET. Nota-se que nos testes 3 e 5, a concentração dessas bactérias foram mais elevadas do que a concentração inicial. A figura 5b apresenta os resultados das análises bacteriológicas para bactérias heterotróficas no equipamento PET. Devido a temperatura baixa obtida por esse equipamento, não foi possível inativar esse grupo de bactérias. Nos testes 3, 4 e 5, as concentrações dessas bactérias foram maiores do que a encontrada no início do tratamento. As temperaturas máximas obtidas em cada teste para os equipamentos PET e PVC foram: teste 1: 44°C; teste 2: 42 °C; teste 3: 41°C; teste 4: 43°C; teste 5: 42°C , teste 6: 41°C; teste 7: 41 °C.

A figura 5c apresenta os resultados das concentrações para bactérias heterotróficas no equipamento de aquecedor solar comercial. Nota-se que apesar desse equipamento atingir elevadas temperaturas, não foi suficiente para inativar esse grupo de bactérias, que só consegue ser inativado há temperatura de no mínimo 96°C. As temperaturas máximas obtidas em cada teste foram: teste 1: 64°C; teste 2: 65 °C; teste 3: 70°C; teste 4: 68°C; teste 5: 63°C , teste 6: 66°C; teste 7: 70 °C.

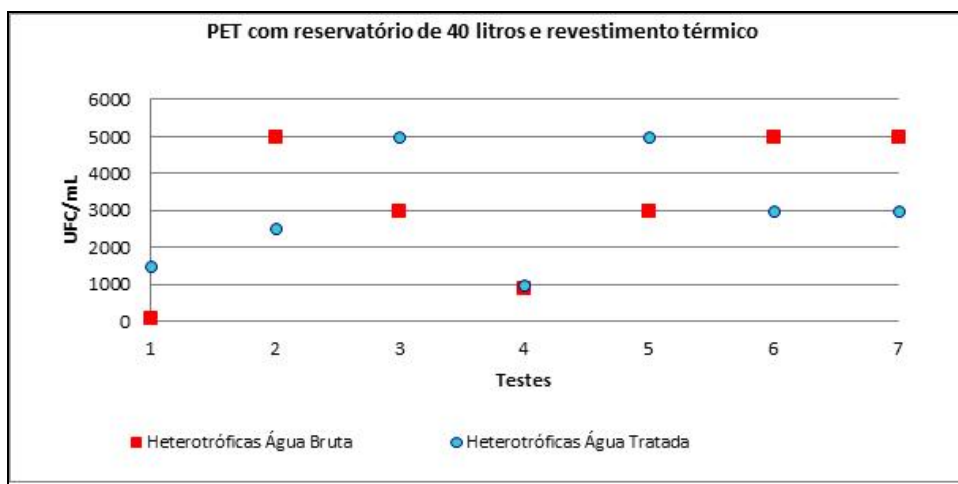


Figura 5a: concentração de bactérias heterotróficas nos equipamento de aquecedor solar da água de PET

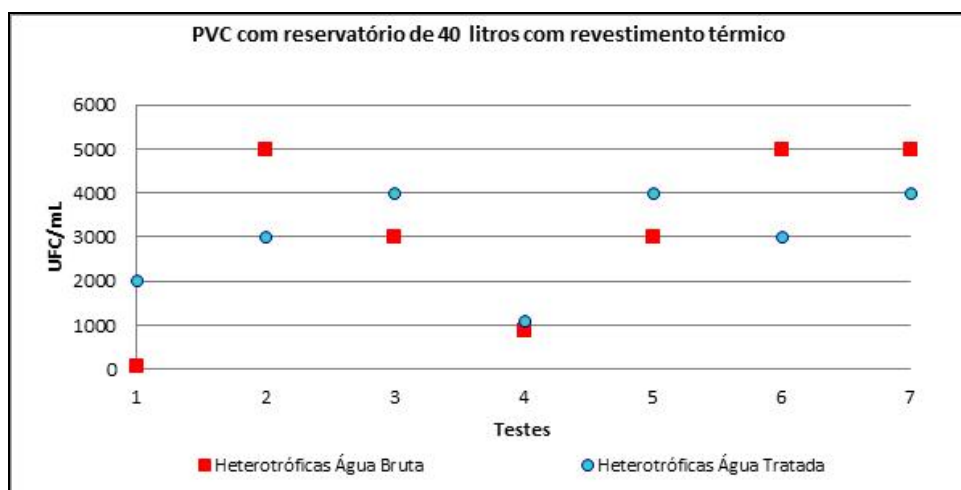


Figura 5b: concentração de bactérias heterotróficas nos equipamento de aquecedor solar da água de PVC

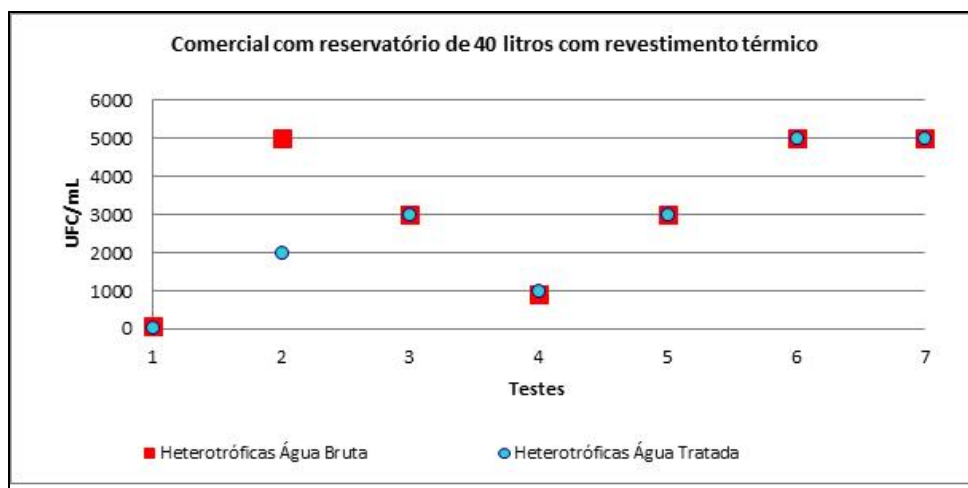


Figura 5c: concentração de bactérias heterotróficas nos equipamento de aquecedor solar da água comercial

- **Análise dos resultados e tratamento dos dados**

Realizou-se o mapeamento da distribuição Espacial da radiação Solar em Campinas- SP e do Brasil do período de junho a novembro de 2010. Com isso, identificou-se as regiões com maior e menor índice de radiação em cada mês do ano sendo coletados dados a cada 10 dias. Isso possibilitará realizar adaptações em cada aquecedor solar quanto a eficiência de remoção das bactérias e com isso beneficiar a população quanto ao custo de cada equipamento, de acordo com cada região. Regiões mais quentes necessitam de quantidade de placas menores, enquanto regiões mais frias maior quantidade de placas. A figura 6 apresenta o mapeamento da radiação solar no Brasil de junho a novembro de 2010.

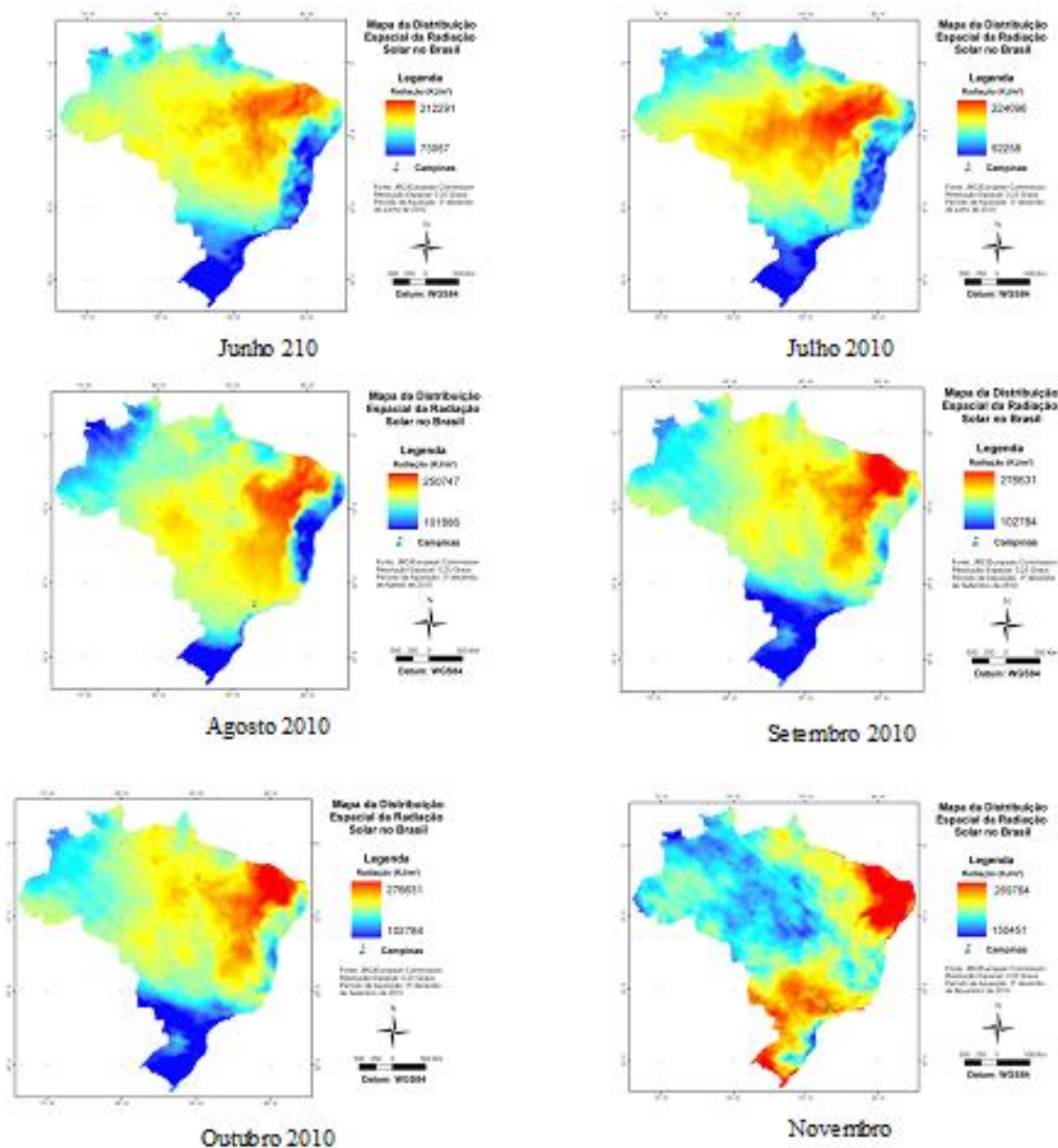


Figura 6: Mapeamento da radiação solar no Brasil.

CONCLUSÕES

A pasteurização solar da água (SOPAS), foco de estudo desse projeto de pesquisa, se mostrou uma excelente alternativa para ser aplicada em comunidades rurais;

O equipamento de aquecedor comercial foi o único que inativou bactérias do grupo coliformes, uma vez que atingiu temperaturas médias de 60 a 70 °C. Mesmo em dias onde sua temperatura não foi superior a 50°, as bactérias do grupo coliforme foram inativadas. Esse fato pode estar associado à ação bactericida do cobre;

Apesar do equipamento de aquecedor solar comercial ter se mostrado eficiente na inativação de bactérias do grupo coliformes pela através da pasteurização solar, seu custo ainda é elevado e sua aplicabilidade em comunidades carentes ainda se torna inviável;

Os equipamentos de aquecedor solar da água de baixo custo apresentaram temperaturas insuficientes para inativação de bactérias do grupo coliformes. Todavia, em alguns testes, a concentração final de bactérias foi menor do que a inicial, demonstrando a tendência de inativação dessas bactérias. Assim, sugere-se que novos estudos sejam realizados para substituir as tubulações de PVC por mangueiras com alta resistência a radiação solar. Assim, acredita-se que seu resultado quanto a inativação de bactérias do grupo coliformes seja possível.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ e a FEAGRI- UNICAMP pelo apoio financeiro. Ao Agmon Moreira Rocha – FEAGRI- UNICAMP pela colaboração na elaboração dos mapas temáticos de radiação do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA and WF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, Eaton, A.D, Clesceri, L. S., Greenberg, A. E. (Eds.). 19th Edition American Public Health Association, 2005.
2. ARMACEL 2010, **Catálogo de Produtos**. Disponível em:
3. <http://www.armacell.com.br/novo/catalogos/armaduct1.pdf> acessado em: 13/05/10
4. BRASIL: **Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em:
5. <http://www.meioambiente.ufrn.br/conteudo/dma/projetos/portaria51804.pdf> Acesso: 15/09/10.
6. OMS, 2008 (OMS) **Organização Mundial de Saúde**. Disponível em http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/en/index.html Acessado em 15 de junho de 2009. RODRIGUES, D.G, SANTOS, S.R, FRANCISCO,A.R, , PATERNIANI, J, E, S, DEDINI, F.G. **Avaliação da Desinfecção de água com o uso de garrafas pet de diferentes coloração**, IX CLIA-XXXIX CONBEA- Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola 2010
7. SODIS, 2011, (SODIS). **Solar water disinfection**, 2011. Disponível em: http://www.sodis.ch/methode/index_EN Acesso: Maio de 2011.
8. Y. JAMIL, M.R. AHMAD, K. ALI, A. HABEEB AND M. HASSAN. **Use of solar energy for disinfection of polluted water**, Soil & Environ. 28 (1): 13-16, 2009