

DESINFECÇÃO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO DE UM ASSENTAMENTO UTILIZANDO ENERGIA SOLAR (SODIS)

Leonardo Andrade Lira
Carlos César da Silva
Kenia Alves Pereira Lacerda

Instituto Federal de Goiás/Campus Jataí/Engenharia Elétrica/PIBITI/leulira@hotmail.com
Instituto Federal de Goiás /Campus Jataí/Departamento de áreas acadêmicas/ keniaapl@bol.com.br
Instituto Federal de Goiás /Campus Jataí/Departamento de áreas acadêmicas/ ccezas@gmail.com

Resumo

Atualmente existem diversas tecnologias disponíveis que melhoram a qualidade da água, contudo, algumas dessas tecnologias são caras e sofisticadas, necessitando de grandes investimentos para implantação e para operação, o que torna inviável sua aplicação para pequenas comunidades, principalmente aquelas localizadas em regiões menos favorecidas em infraestrutura e recursos (MORETO, 2009). Nessas situações, o emprego de tecnologias simples e de baixo custo traria a possibilidade de viabilizar o reuso de efluentes e minimizar os impactos sobre os recursos hídricos do ponto de vista qualitativo e quantitativo. Uma das alternativas às comunidades carentes para obtenção de água de boa qualidade do ponto de vista microbiológico é o método da desinfecção por radiação solar (SODIS – Solar Water Disinfection). As amostras de água foram coletadas em três locais que servem de abastecimento para famílias do assentamento Piá – Rio Claro, população de pequenos agricultores, situado no KM 235 da BR 158, município de Jataí. Foi reutilizado recipientes de vidros, incolores. As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório da Saneago em Rio Verde Goiás, onde foram avaliados populações de bactérias heterotróficas, coliformes totais e os coliformes termotolerantes. O experimento consiste em 2 tratamentos com 3 repetições cada, sendo tratamentos: amostra de água sem ser exposta ao concentrador (controle 1), amostra exposta por 6 horas. Na amostra (1), obteve uma redução de 37,5% das bactérias heterotróficas, na parte de coliforme total obteve uma redução de 75%. Na amostra (2), apresentou uma redução de 86% das bactérias heterotróficas, o índice de coliforme total teve uma redução de 95,7%, e nos coliformes termotolerantes houve uma redução de 100% das bactérias. Na amostra (3) o índice de coliformes totais foi reduzido a 75%, e nos coliformes termotolerantes apresentou uma redução de 95,3% das bactérias.

Palavras-chave: energia solar, desinfecção de água, bactérias.

Introdução

A América Latina enfrenta sérios problemas com a alta incidência de doenças relacionadas com a falta de saneamento básico, sendo mais afetadas as populações que vivem em localidades pobres, periféricas, e em zonas rurais. Estes locais, por não possuírem sistemas de esgoto ou drenagem, despejam uma elevada carga de poluição em corpos d'água, muitos dos quais servem de abastecimento de água sem nenhum tratamento antes do seu consumo. Como consequência, depara-se com um ciclo vicioso, onde o homem ingere uma água que está contaminada, contamina-se, e, depois, com seus dejetos, contamina a água. (Galal-Gorchev, 1996). A inexistência da água de beber de boa qualidade conduz a um alto risco de doenças transmitidas pela mesma como diarreia, cólera, febre tifoide, hepatite A, amebíase e disenteria bacilar e outras doenças diarreicas. [2] A cada ano 4 bilhões de casos de diarreia causam 2.2 milhões de mortes, principalmente entre crianças abaixo de cinco anos. Isto equivale a uma

criança morta a cada 15 segundos, ou 20 aviões jumbos batendo diariamente. [2] Água em quantidade suficiente e de boa qualidade é essencial para a vida. Porém, no começo de 2000 um sexto da população do mundo, 1.1 bilhão de pessoas, não tinha acesso a suprimentos de água e outros mais não tinham acesso à água potável. [2]

As mortes representam aproximadamente 15% de todas as mortes de crianças abaixo dos cinco anos de idade nos países em desenvolvimento. [6] Afora o alto índice de mortalidade infantil, a diarreia afeta o desenvolvimento físico de inúmeras crianças nos países em desenvolvimento. [6] O simples ato de lavar as mãos com sabão e água pode reduzir em 1/3 as transmissões de doenças diarreicas. A educação no seio da família dos métodos de tratamento de água deveria ser, por conseguinte sempre combinado com o ensino da higiene. [6]

Três principais comportamentos de higiene levam a excelentes resultados:

- Lavar as mãos com sabão
- A coleta segura de fezes
- O correto manuseio e armazenamento da água.

Portanto, uma combinação de tratamento de água, correto armazenamento, educação voltada para a saúde e higiene adequada é requisito primordial para um efeito positivo duradouro em saúde pública. [3]

No passado, os governos dos países em desenvolvimento investiram muito esforço na instalação de sofisticadas aparelhagens para o tratamento de água, sistemas de abastecimento e sistemas públicos de distribuição de água, especialmente em áreas urbanas. [3]

Entretanto, as aparelhagens convencionais de tratamento frequentemente falham na produção de água boa para consumo. A falta de operadores treinados, fornecimento confiável de substâncias químicas e peças de reposição, como também limitação financeira, por vezes atrapalha a operação e a manutenção correta do sistema. [3]

O tratamento de água deve ser adequado ao uso, pois muitas vezes isto fica sob a responsabilidade exclusiva dos indivíduos da família. Opções que servem somente na hora – e recursos intensivos centralizados deixam centenas de milhões de pessoas sem acesso à água potável, trazendo às famílias apenas uma tentativa dos esforços que deveriam ser promovidos.

Segundo Geldreich e Craun (1996), o maior impacto da degradação da qualidade das águas sobre a saúde pública ocorre através da ingestão de água. Esta degradação pode ser resultante do lançamento de diversos tipos de águas residuárias, porém os despejos de origem humana e animal são os que mais fortemente contribuem com agentes de doenças relacionadas com a água.

Estima-se que 80% das doenças e mais de um terço das disfunções ocorridas nos países da América Latina estão associados com a água, e que nada menos do que um décimo do tempo produtivo de um indivíduo é perdido como consequência dessas doenças (Galal-Gorchev, 1996). De acordo com o XVII Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 1994), em 1992, cerca de 33% da população do Brasil não era servida pelos sistemas de abastecimento de água. Considerando os investimentos realizados dessa data até o momento, não se pode esperar que este quadro tivesse sido alterado substancialmente.

Observa-se que a maioria da população que não tem acesso aos serviços de saneamento está na zona rural, nos pequenos municípios sem capacidade de geração de recursos, e nas zonas marginalizadas dos grandes centros urbanos. Wegelin et al.(1994) sugerem que, para prover água para essas comunidades, é essencial que se reduzam os custos dos sistemas de abastecimento de água através do uso de tecnologias apropriadas e de baixo custo, e também se instalem sistemas cuja operação e manutenção possam ser gerenciadas e sustentadas com recursos locais. As principais bactérias encontradas nesse meio são: bactérias heterotróficas

Este grupo de bactérias indica a ocorrência de poluição microbiológica. Entretanto, este grupo não possui ação patogênica. Uma ocorrência excessiva deste grupo indica infestações gerais. [8] Dentro deste grupo encontramos alguns gêneros de bactérias bastante conhecidos como as *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Desulfovibrio*, *Serratia* e *Mycobacterium*, que causam diversas infecções, principalmente quando o organismo da pessoa contaminada está debilitado.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. As bactérias coliformes fecais reproduzem-se ativamente a 44,5°C. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera. [8]

Considerando este quadro, particularmente quando se pensa na zona rural e em pequenas comunidades, uma opção tecnológica a ser considerada é a adoção de sistemas de abastecimento de água individual (unifamiliares) ou de pequeno porte (multifamiliares), com alternativas tecnológicas seguras para tratamento, desinfecção e preservação domiciliares de água, mas que, ao mesmo tempo, leve em conta a realidade social, cultural e econômica das populações. A desinfecção solar é introduzida neste contexto, como uma alternativa de desinfecção da água independente de insumos, que funciona sem fornecimento de energia elétrica, e que apresenta grande simplicidade. [7]

Essa abordagem se deverá refletir em políticas públicas efetivas e sustentáveis ao longo do tempo e sua apropriação pelas comunidades alvo, sendo soluções que promovam a transformação social (ANA, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do tratamento por radiação solar, assim como aperfeiçoar o processo, pois ao longo de sua aplicação, o método foi acrescentado de pequenas “inovações tecnológicas”, como pintar a metade da garrafa de preto e adicionar um concentrador solar revestido de papel alumínio.

Estas “sofisticações” irão acelerar a desinfecção e assegurar ainda mais a qualidade da água que irá ser consumida

OBJETIVOS

O objetivo da pesquisa foi avaliar a eficiência do tratamento por radiação solar, assim como aperfeiçoar o processo, utilizando um novo método.

No presente trabalho, realizaram-se ensaios simples, com o objetivo preliminar de propor uma metodologia para a investigação dos fatores que torna eficiente e aperfeiçoem o processo de desinfecção solar.

DESINFECÇÃO

A desinfecção é definida por vários autores (Fair *et al.*, 1968; Weber e Posselt, 1972; Rossin, 1987; Witt e Reiff, 1996; entre outros) como um processo através do qual se deseja inativar ou destruir os organismos patogênicos e outros microrganismos indesejados.

Vários agentes desinfetantes são atualmente utilizados no tratamento de água. Entre eles destacam-se o cloro (sob diversas formas), o ozônio e a radiação ultravioleta (UV). A nível

domiciliar, a fervura da água ainda ocupa lugar de destaque, apesar do elevado consumo de energia.

Um agente desinfetante, para ser usado no tratamento de água de abastecimento, deve satisfazer os seguintes critérios (Reiff e Witt, 1995): (1) deve poder inativar, dentro de um tempo limitado, as classes e números de organismos patógenos presentes na água; (2). A determinação de sua concentração deve ser precisa, rápida, fácil, e passível de ser executada, tanto em campo como no laboratório; (3) deve ser aplicável dentro da ampla faixa de condições apresentadas pelas águas; (4) deve produzir residuais resistentes para evitar a recontaminação da água no sistema de distribuição; (5) não deve ser tóxico ao ser humano ou produzir substâncias tóxicas acima dos limites permitidos na legislação, também não deve ser capaz de alterar a aceitabilidade da água pelo consumidor; (6) deve ser razoavelmente seguro e fácil de manejar e aplicar; e (7) o custo do produto, dos equipamentos, instalação e manutenção devem ser razoáveis.

Na prática não há um desinfetante ideal e que atenda a todos os requisitos independentemente da situação de uso. Cada agente desinfetante apresenta vantagens e desvantagens em função de condições específicas de sua utilização, e depende, para aperfeiçoamento de seus resultados, tanto da qualidade da água a ser desinfetada (características físicas, químicas, e grau de contaminação microbiológica), como das condições de projeto, operação e manutenção das unidades. Dessa forma, a seleção da tecnologia de desinfecção apropriada a cada realidade deve levar em conta esses aspectos, e outros fatores que influenciam na confiabilidade, continuidade e eficiência do sistema. [9]

Os mecanismos de ação da radiação UV sobre os microrganismos são diferentes daqueles dos agentes desinfetantes químicos. O mecanismo predominante é, supostamente, o da alteração do DNA das células, tornando o organismo incapaz de reproduzir-se. Desta forma, o organismo é inativado com relação a sua capacidade de proliferação e transmissão da doença (Bryant *et al.*, 1992). Nas condições usuais de exposição, a radiação ultravioleta é capaz de inativar bactérias e vírus patógenos, porém não se mostram adequadas à inativação de protozoários, cistos de protozoários e ovos de nematóides (Reiff e Witt, 1995). A literatura mostra que os microrganismos patogênicos geralmente presentes na água são vulneráveis ao calor e à radiação ultra-violeta (Bryant *et al.*, 1992). Uma vez que o sol é uma fonte natural, universalmente disponível e gratuita, tanto de calor como de radiação UV, é de se imaginar que essa fonte pode ser à base de um sistema desinfecção efetivo e de baixo custo para uso em regiões afastadas e menos favorecidas.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido dentro da área Câmpus Jataí do Instituto Federal de Goiás. A seleção dessa área levou em conta o fato de ser uma área plana, sem vegetação de grande porte ou edificações que criem sombras, além de encontrar-se próxima ao laboratório de química, onde foi realizado todo o processo do presente projeto.

Os testes realizados consistiram em analisar três tipos de amostras: (1) água bruta de uma represa, (2) água de uma nascente; e (3) coleta feita em uma bica de água corrente, onde a água era utilizada não só para consumo, mais para outros diversos serviços.

As amostras foram colocadas em recipientes plásticos cedidos pela empresa SANEAGO, com volume para 1 litro.

Em cada bateria de ensaios foram utilizadas 3 alíquotas idênticas de amostras, onde todas foram expostas diretamente ao sol, sobre um concentrador solar, revestido de vidro cortado.

O concentrador solar possui as dimensões propostas para 5 garrafas de vidro com volume de 1L

Base = 67,66 x 55 cm

1 unidade



Aletas = 47,66 x 35 cm

Aletas = 35 x 35 cm

Suportes triangulares = 8,5 x 15 x 17,5 cm

2 unidades

2 unidades

8 unidades

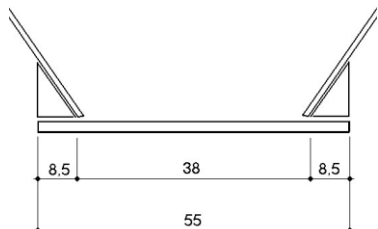


Figura 1 – Dimensões concentrador solar



Figura 2 – Confeção concentrador solar



Figura 3 – Preparando garrafas para exposição solar

Cada bateria de ensaios foi realizada no período entre 9:00 e 16:00 horas, considerado ideal para os experimentos, devido ao maior pico de radiação solar, e a temperatura final foi de 50°C.



Figura 3 – Concentrador solar já em exposição

As amostras foram coletadas de acordo com as normas da SANEAGO, e enviadas para seu laboratório na cidade de Rio Verde, onde foi feito as análises microbiológicas por um técnico da empresa.



Figura 4 – Amostras prontas para análise pós-tratamento

Em cada alíquota de amostra, para cada bateria de ensaios, foram realizadas as medidas de contagem de bactérias heterotróficas, índice de coliforme total, índice de coliforme termotolerante. As metodologias usadas são propostas pelo *Standard Methods* (APHA, AWWA e WEF, 1995). Para uma água ser considerada potável, deverá satisfazer às exigências da **Portaria NO 518 de 25/03/2004 do Ministério da Saúde**, que define os padrões de potabilidade de água.

RESULTADOS OBTIDOS

Amostra	1	1A	2	2A	3	3A
Contagem de Bactérias Heterotróficas	80.0	55.0	50.0	7.0	150.0	180.0
Índice de Coliforme Total	28.0	7.0	93.0	4.0	28.0	7.0
Índice de Coliforme Termotolerante	11.0	23.0	28.0	0.0	150.0	7.0

Tabela 1

Amostras:

1 – Lago , 2 – Nascente , 3 – Bica d'água – sem tratamento
1A, 2A e 3A – com tratamento

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os ensaios nas amostras demonstram uma relativa redução dos microrganismos presentes na água. Na amostra (1), obteve uma redução de 37,5% das bactérias heterotróficas, na parte de coliforme total obteve uma redução de 75%, nos coliformes termotolerantes houve um

aumento de 47,82%, a causa desse aumento pode estar relacionada com alguma contaminação durante a coleta ou análise. Na amostra (2), apresentou uma redução de 86% das bactérias heterotróficas, o índice de coliforme total teve uma redução de 95,7%, e nos coliformes termotolerantes houve uma redução de 100% das bactérias.

Na amostra (3), houve um aumento de 16,66%, que pode estar relacionado uma possível contaminação das amostras. O índice de coliformes totais foi reduzido a 75%, e nos coliformes termotolerantes apresentou uma redução de 95,3% das bactérias.

Recomenda-se outra coleta e análise das amostras para que se possa afirmar a consistência dos dados.

Referências

- 1) COSTA, G.; FERREIRA, J. H. S.; RODRIGUES, A.; **Desinfecção de água doce por radiação solar**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa - PB – 2007
- 8) (Cassiane Jrayj De Melo Victoria Bariani, Paulo César Pazdiora Roberto Dutra Felice, Nelson Victoria Bariani) **Indicadores Microbiológicos para Monitoramento Ambiental**. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/4771>>. Acesso em: 12, agos, 2013.
- 9) CALKINS, J. e BARCELO, J.A. **Somer futher considrations on the use of repair-defective organisms as biological dosimeters for broad-band ultraviolet radiation sources**. *Photochem. Photobiol.*, Vol.30, pp. 733-737. 1976.
- 2) GALAL-GORCHEV, H. **Desinfección del agua potable y subproductos de interés para la salud. La Calidad del Agua Potable en América Latina**. ILSI Press. Washington DC, USA, 1996.
- 3) Gilman R.H., Skillicorn P. **Boiling of drinking water: can a fuel-scarce community afford it?** Bull WHO 1985; 63:157-6332 (1985).
- 7) (Mintz E., Bartram J., Lochery P., Wegelin M. **Not just a drop in the bucket: expanding access to point-of-use water treatment systemes**. AJPH Oct. 01 2001.
- 10) MÉNDEZ-HERMIDA F.; CASTRO-HERMIDA J.A.; ARES-MAZÁS E.; KEHOES.C.; MCGUIGAN K.G. **Effect of batch-process solar disinfection on survival of Cryptosporidium parvum oocysts in drinking water**. (1980)
- 4) WHO, **The world health report: Making a differ-ence**. Geneva, World Health Organization, 2000.
- 6) WHO/ UNICEF/ WSSCC, **Global Water Supply and Sanitation Assessment Report 2000**.