

I-003 - AVALIAÇÃO DO MÉTODO SODIS PARA DESINFECÇÃO DA ÁGUA DE POÇOS TUBULARES SITUADOS NO MUNICÍPIO DE LAGOA ALEGRE, ESTADO DO PIAUÍ

Adriana Saraiva dos Reis⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI).

José Machado Moita Neto⁽²⁾

Dr. Químico; Engenheiro Civil; Filósofo e Estatístico; Orientador e professor do Departamento de Química/UFPI e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí. E-mail: jmoita@ufpi.edu.br

Endereço⁽¹⁾: Rua: Dr. Mário Teodomiro de Carvalho, nº 1564. Bairro: Ininga. Teresina -PI- CEP: 64049-820. Brasil - Tel: (86) 8803-0910 - e-mail: adrianasaraivareis@hotmail.com

RESUMO

Sabe-se que a problemática do abastecimento de água apropriada para consumo humano é uma questão global, especialmente em localidades rurais, desprovidas de captação e tratamento de água e esgoto dentro das normas estabelecidas pelos órgãos de vigilância sanitária e de saúde. Em decorrência disso, tecnologias alternativas são capazes de satisfazer as necessidades sanitárias básicas de forma simples e eficiente. Dentre esses métodos, destaca-se o SODIS (Solar Water Disinfection), que é um método alternativo que vem sendo empregado na desinfecção de água por meio da radiação solar. Com base nestas informações, a presente pesquisa objetivou mostrar a eficácia do uso da metodologia SODIS na desinfecção da água de poços tubulares situados no município de Lagoa Alegre - Piauí, que apresentaram coliformes totais e termotolerantes. Para tanto, realizou-se previamente a análise físico-química e microbiológica da água de três poços tubulares, selecionando para estudo apenas o que apresentou microrganismos; em seguida, foi empregado a metodologia SODIS como preconiza Instituto EAWAG/SANDEC (2005). Os resultados revelaram que a desinfecção solar é um método eficiente dependendo das condições climáticas da região onde será aplicado. Portanto, quando em temperatura adequada e uso correto, esta metodologia alcança a total inativação de coliformes tornando a água propícia para o consumo.

PALAVRAS-CHAVE: Água para consumo humano, Potabilidade, Método SODIS, Coliformes totais e termo tolerantes, análise microbiológica da água.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida e ao desenvolvimento das comunidades humanas. É direito de todos, independente das condições socioeconômicas em que cada grupo social está inserido, devendo atender às necessidades humanas em seus diversos aspectos: fisiológicos, econômicos e domésticos. Entretanto, para que este recurso se torne utilizável, é necessário que atenda ao padrão de qualidade recomendado pelo Ministério da Saúde (SILVA et al., 2013).

Quando a água não atende aos padrões já mencionados, as pessoas que a consomem estão vulneráveis a várias doenças graves como diarreia, cólera e febre tifóide (BERTHOLINI; BELLO, 2011). Hoje têm-se o conhecimento de que as principais fontes de contaminação dos recursos hídricos são os resíduos produzidos nas cidades e que são lançados diretamente em rios e lagos; aterros sanitários que afetam os lençóis freáticos; os defensivos agrícolas que escoam com a chuva sendo arrastados para os cursos d'água; os garimpos que lançam produtos químicos, como o mercúrio, em rios e córregos e as indústrias que utilizam os rios como carreadores de seus resíduos tóxicos (BETTEGA et al., 2006).

Em decorrência disso, antes de ser consumida, a água precisa ser tratada, passando por um processo de purificação e desinfecção, cujo objetivo é destruir as bactérias patogênicas e outros micro-organismos que

podem infectar seus usuários. A etapa de desinfecção da água, consequentemente, é uma das mais importantes medidas de saúde pública, considerando que a sua prática tem reduzido significativamente doenças de veiculação hídrica, refletindo assim sobre o aumento na perspectiva de vida da população (SILVA et al., 2009).

Durante o processo de tratamento, os agentes oxidantes mais utilizados são o cloro, cloraminas, dióxido de cloro, permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio e ozônio. As principais aplicações resultantes da utilização destas substâncias objetivam a oxidação de ferro e manganês e sua posterior remoção por processo de separação sólido-líquido, controle de odor e sabor, remoção de cor, desinfecção, oxidação de compostos orgânicos sintéticos específicos, redução da formação potencial de trihalometanos, controle do crescimento e desenvolvimento de biofilmes nas unidades componentes do processo de tratamento, dentre outras (FILHO; SKAGUTI, 2008).

Tecnologias alternativas são capazes de satisfazer as necessidades sanitárias básicas de forma simples e eficiente. No que diz respeito à qualidade da água, o método SODIS (Solar Water Disinfection) é uma dessas alternativas e é empregado na desinfecção de água por meio da radiação solar, referendada por órgãos internacionais como a Organização Mundial de Saúde e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (LOBO et al., 2013).

O uso da energia solar para desinfecção de águas (SODIS) vem sendo proposto para utilização, por exemplo, em 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 sanitariamente duvidosas, uma vez que apenas a avaliação do aspecto visual, não permite concluir sobre a contaminação da amostra de água coletada (PATERNIANI; SILVA, 2005).

Por tudo isso, esta pesquisa objetiva verificar a eficácia do método SODIS na desinfecção da água de poços tubulares do Município de Lagoa Alegre - PI, verificando se, após o processo, encontra-se propícia ao consumo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo e experimental na qual se utilizou o método SODIS para análise da desinfecção de água em poços tubulares localizados no Município de Lagoa Alegre, Piauí.

Foram coletadas e analisadas, durante os meses de março e abril de 2014, amostras de três poços tubulares situados nas proximidades do Município de Lagoa Alegre, que apresenta uma área irregular de 266,74 km², tendo como limites ao norte os municípios de Miguel Alves, União e Cabeceiras do Piauí, ao sul José de Freitas e União, a leste José de Freitas e Cabeceiras do Piauí, e a oeste União e Miguel Alves.

Dentre os poços analisados, apenas um apresentou microrganismos, sendo este o nosso objeto de estudo. As coletas foram realizadas no turno da manhã seguindo todos os princípios de biossegurança e utilizando duas garrafas estéreis, uma para análise físico-química e outra para a microbiológica; em seguida, foram transportadas ao laboratório para análise seguindo a metodologia proposta por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20 ed., 2005., publicação da AWWA, APHA e WPCF.

Utilizou-se o Alfakit de Potabilidade para a análise dos parâmetros: alcalinidade, dureza, nitrogênio amoniacal, ferro, pH, turbidez, cor e temperatura. A análise microbiológica foi realizada através do uso do Kit microbiológico COLIPAPER, que consiste em uma cartela contendo meio de cultura em forma de gel desidratado para detectar e quantificar a presença de coliformes termotolerantes, totais e *Salmonella spp* (Método cromogênico - APHA, 2005). Após a imersão da cartela na amostra, esta foi levada a estufa por 15 horas à temperatura de 36° a 37°C.

Após a identificação da presença dos microorganismos, submeteu-se a amostra ao procedimento SODIS como preconiza Instituto EAWAG/SANDEC (2005). Nesta etapa, foram utilizadas garrafas plásticas previamente higienizadas preenchidas completamente com 1,5L de água coletada do poço objeto deste estudo que

posteriormente foram expostas ao sol, em sentido horizontal, durante 1 dia sem interrupção. Após este período foram realizadas novamente as análises físico-químicas e microbiológicas.

Os dados relativos às condições meteorológicas foram obtidos no sítio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que disponibiliza dados meteorológicos da estação agrometeorológica convencional do INMET. Esta estação está localizada na área experimental da EMBRAPA Meio-Norte, na cidade de Teresina - PI, com distância aproximada de 80 km da área de estudo.

Os resultados encontrados mediante comparação entre as duas análises realizadas foram apresentados em tabelas e correlacionados com o que determina a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

RESULTADO E DISCUSSÃO

O presente trabalho versa sobre a desinfecção solar como alternativa de baixo custo para a remoção de coliformes totais e termotolerantes em água de poço tubular, visando o consumo por seres humanos, sem que esta possa causar malefícios à saúde. Os resultados obtidos indicaram que o sistema SODIS é eficaz no processo de redução de organismos patogênicos quando aplicado as condições locais e período descrito na pesquisa.

Dados fornecidos pelo setor de Climatologia da Embrapa Meio Norte mostraram que no período de 24 horas em que as garrafas foram expostas a radiação solar, os registros de incidência solar variaram entre 0,0 (zero) a 1,0 (um), estando em maior nível entre 11 e 16 horas, e a Temperatura Média do dia foi de aproximadamente 27°C.

Os resultados encontrados na primeira e segunda análises dos parâmetros microbiológicos foram satisfatórios, revelando a ausência de crescimento microbiano na amostra após a utilização do método SODIS (Tabela 3).

A correlação entre os valores obtidos na análise físico-química da água, antes e após a exposição solar, assim como os parâmetros Dureza, Ferro, Turbidez e Cor apresentaram alterações, como demonstrados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Média dos resultados obtidos na primeira análise dos parâmetros físico-químicos do poço

Parâmetros	Média dos resultados obtidos
Alcalinidade	0 (zero)
Dureza	1,2 mg L ⁻¹ CaCO ³
Nitrogênio Amoniacal	0,10 mg L ⁻¹ N-NH ³
Ferro	0,25 mg L ⁻¹ Fe
pH	6,0
Turbidez	50 NTU
Cor	< 3 mg L ⁻¹ Pt/Co
Temperatura	25 °C
Fonte: Direta	

Tabela 2 - Média dos resultados obtidos na segunda análise dos parâmetros físico-químicos do poço

Parâmetros	Média dos resultados obtidos
Alcalinidade	0 (zero)
Dureza	1,5 mg L ⁻¹ CaCO ³
Nitrogênio Amoniacal	0,10 mg L ⁻¹ N-NH ³
Ferro	0,50 mg L ⁻¹ Fe
pH	6,0
Turbidez	< 50 NTU
Cor	3 mg L ⁻¹ Pt/Co
Temperatura	25 °C
Fonte: Direta	

Tabela 3 - Média dos resultados obtidos na primeira e segunda análises dos parâmetros microbiológicos do poço.

Amostra	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerante
1º Análise (antes do método SODIS)	5.000 UFC/100 mL	4.000 UFC/100 mL
2º Análise (depois do método SODIS)	Ausência de crescimento	Ausência de crescimento

Fonte: Direta

Mesmo com a pequena alteração observada nos valores da Dureza durante as duas análises, estes ainda encontram-se de acordo com o valor referido na portaria 2.914/11 do Ministério de Saúde. O mesmo ocorreu para Turbidez, Ferro e Cor. Vale ressaltar que o ferro, quando encontrado em teores elevados, limita a utilização da água no uso doméstico por causar alterações renais e em seu sabor (BRITO; LEAL; REIS, 2013).

De acordo com Santos; Maria e Antônio (2009), ao aplicar o mesmo método SODIS em seu estudo, notou que a exposição à radiação solar em um período de 1 hora alcança a completa inativação das bactérias indicadoras de contaminação, principalmente em dias em que a incidência dos raios solares encontra-se elevada, “em dias de céu aberto”. Vários estudos sustentam que o SODIS tem eficiência na desinfecção devido à ação fotoquímica, tendo visto que o segmento UV acompanha a porção visível é responsável pela ação germicida, o que ocorre quando a água é exposta à luz solar.

Segundo Schiessl e Moraes (2011), as garrafas, quando ficam em um tempo de exposição de 10 horas ou mais, apresentam 100% de eficiência na remoção de *E.coli*, principais microorganismos patogênicos associados à contaminação por coliformes termotolerantes na água, resultado este concordante com o que foi observado nesta pesquisa.

Tecnologias alternativas são capazes de satisfazer as necessidades sanitárias básicas de forma simples e eficiente. No que diz respeito à qualidade da água, o método SODIS (Solar Water Disinfection) é uma dessas alternativas e é empregado na desinfecção de água por meio da radiação solar, referendada por órgãos internacionais como a Organização Mundial de Saúde e o Fundo das Nações Unidas para a Infância. Essa tecnologia utiliza dois componentes da radiação: os raios UV-A (responsáveis pela modificação do DNA dos microrganismos) e os infravermelhos (que promovem a elevação da temperatura da água para aniquilar os microrganismos sensíveis ao aquecimento). Quando corretamente implantado, esse sistema pode prover, de forma segura, a demanda por água potável de famílias de baixa renda, tanto no meio rural quanto no urbano (LOBO et al., 2013).

Dessa forma, é essencial que se reduzam os custos dos sistemas de abastecimento de água e dos sistemas de tratamento de esgoto através do uso de tecnologias apropriadas, de baixo custo, e cuja operação e manutenção possam ser gerenciadas e sustentadas com recursos locais. O método SODIS (Solar Water Disinfection) se enquadra como uma destas tecnologias, pois consiste na utilização de garrafas plásticas transparentes, limpas e cheias de água que quando expostas ao sol, em posição horizontal, por um período mínimo de seis horas, proporcionam a desinfecção da água através da elevação da temperatura, inativando potenciais microorganismos patogênicos, presentes no líquido (MACEDO et al., 2011).

CONCLUSÃO

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A desinfecção solar é um método eficiente, dependendo das condições climáticas da região onde será aplicado. Quando em temperatura adequada e uso correto da metodologia, alcança a total inativação de coliformes tornando a água propícia para o consumo e evitando assim a disseminação de doenças graves como diarreia, cólera e febre tifóide.

Conclui-se, portanto, que o SODIS é uma alternativa viável a ser empregada em áreas carentes de saneamento, por sua simplicidade e baixo custo, sendo considerado um método sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERTHOLINI, T. M.; BELLO, A. X. S. **Desinfecção de Água para Consumo Humano Através do Método SODIS: Estudo de Caso em Localidade Rural do Município de Cuiabá - MT.** II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, p. 01-05, nov. 2011.
2. BETTEGA, J. M. P. R.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C. A. Métodos Analíticos no Controle Microbiológico da Água para Consumo Humano. **Revista de Ciência. Agrotec**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 950-954, set./out. 2006.
3. BRITO Neta, M.S.; LEAL, M.P.N; REIS, A.S. **Análise físico-química, microbiológica de água mineral produzida no nordeste e comercializada em Teresina – Piauí.** Revista Interdisciplinar v.6, n.2, p.33-37, abr.mai.jun. ISSN 2317-5079. 2013.
4. FILHO, S. S. F.; SAKAGUTI, M. Comportamento cinético do cloro livre em meio aquoso e formação de subprodutos da desinfecção. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 198-206, abr/jun. 2008.
5. LOBO, M. A. A; LIMA, D. M. B; SOUZA, C. M. N; NASCIMENTO, W. A; ARAÚJO, L. C. C ; SANTOS, N. B. Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 7, p. 2119-2127, jan/jul. 2013.
6. MACEDO, V. R. A. et al., Ferramentas para mobilização e capacitação de comunidades rurais ribeirinhas para utilização de tecnologias alternativas. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – vol. 6, n. 2, Dez, 2011.
7. PATERNIANI, J. E. S.; SILVA, M. J. M. Desinfecção de efluentes com tratamento terciário utilizando energia solar (SODIS): avaliação do uso do dispositivo para concentração dos raios solares. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, vol.10, n. 1, jan./mar. 2005.
8. SANTOS, J.G; MARIA, G.M.; ANTÔNIO, C.R. **DESINFECÇÃO SOLAR DA ÁGUA: A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA ÁGUA PARA A SEGURANÇA NO TRATAMENTO DOMICILIAR.** Instituto de Engenharia Nuclear. Rio de Janeiro –RJ. Brasil. 2009.
9. SCHIESSL, M.A.; MORAIS, P.B. **POTABILIZAÇÃO DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO LAJEADO PARA USO EM SOLUÇÃO ALTERNATIVA INDIVIDUAL DE ABASTECIMENTO.** Campus de Palmas. 2011.
10. SILVA, L. M.; SOUZA, E. H.; ARREBOLA, T. M.; JESUS, G. A. Ocorrência de um surto de hepatite A em três bairros do município de Vitória (ES) e sua relação com a qualidade da água de consumo humano. **Ciência e Saúde Coletiva**, Espirito Santo, v. 14, n. 6, p. 2163-2167. 2009.
11. SILVA, M. B; SANTOS, D. B; SILVA, G. P; BATISTA, R. O.; SILVA, S. C; Tratamento da Água armazenada em cisternas utilizando radiação solar. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, N. 16, p.199-214, set/out. 2013.