

Eficácia e viabilidade da técnica sodis utilizando a água do Rio Piranhas destinado ao consumo humano

Effectiveness and viability of sodis technical using the water from Piranhas river for human consumption

José Adalberto da Silva Filho¹, Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira², Wanessa Alves Martins³, Andreza Maiara Silva Bezerra⁴, Luiz Fernando de Oliveira Coelho⁵

RESUMO: A água está cada vez mais escassa devido principalmente à contaminação dos corpos hídricos e ausência de saneamento básico. Algumas tecnologias alternativas vêm sendo estudada, como a desinfecção de água para pequenas comunidades, através da radiação solar (SODIS). Ele é um método simples e de baixo custo para o tratamento de água, que elimina os microrganismos patogênicos presente na água através da radiação solar. Amostras foram coletadas no rio Piranhas, no assentamento São João II, no município de Pombal-PB, as mesmas foram coletadas em garrafas PETs transparentes e transparentes com faixa preta, foram dispostas sobre diferentes superfícies. Os resultados obtidos com esse tratamento foram estatisticamente satisfatórios, os parâmetros cor, turbidez e carga microbiológica, apresentaram uma redução de 40, 38 e 99,9%, respectivamente. A análise e interpretação dos dados obtidos permitiram concluir que essa técnica é confiável para a desinfecção da água de consumo e precisa ser divulgado, levando a população principalmente de localidades que ainda não possuem uma ETA, terem o conhecimento da eficiência desta técnica.

Palavras-Chave: desinfecção, incidência solar, tratamento de água.

ABSTRACT: The water is increasingly scarce, by the reason of the hydrous bodies contamination and the lack of basic sanitation. Some technologies have been studied, such as the disinfection of water for small communities by solar radiation (SODIS). It is a simple and low cost alternative method of water treatment that eliminates pathogenic microorganisms present in water. Samples were collected in the Piranhas River in São João II settlement, in the municipality of Pombal -PB, they were collected in PET 's transparent bottles and PET 's transparent bottles with a black stripe, they were arranged on different surfaces . The obtained results with this treatment were statistically satisfactory, the color, turbidity and microbiological load parameters showed a reduction of 40, 38 and 99.9 %, respectively. The analysis and interpretation of the obtained data showed that this technique is reliable for the disinfection of drinking water, It's a simple and inexpensive treatment , so it must be disclosed, causing the population to know the efficiency of this technique, mainly in locations that don't have a water treatment station yet.

Keywords: disinfection, solar incidence, water treatment.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 22/02/2015; aprovado em 05/06/2015

¹Aluno do Curso de Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UACTA, Campus Pombal PB – Rua Jairo Viera Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiros, CEP: 58840-000. E-mail: jose_adalberto_silva@hotmail.com

²Engenharia Química, Professora Doutora - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UACTA, Campus Pombal PB – Rua Jairo Viera Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiros, CEP: 58840-000. e-mail: andrea.maria@ufcg.edu.br

³Aluna do Curso de Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UACTA, Campus Pombal PB – Rua Jairo Viera Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiros, CEP: 58840-000. E-mail: wanessa_ufcg@hotmail.com

⁴Aluna do Curso de Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UACTA, Campus Pombal PB – Rua Jairo Viera Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiros, CEP: 58840-000. E-mail: andrezamaiara@hotmail.com

⁵Técnico em Química - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UACTA, Campus Pombal PB – Rua Jairo Viera Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiros, CEP: 58840-000. E-mail: luisfoc@ufcg.edu.br

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro constitui uma região de escassez hídrica, tanto pelas próprias condições climáticas, quanto pelo baixo índice de acesso por parte de algumas comunidades a um sistema eficiente de saneamento básico, que acarreta na contaminação dos corpos d'água e mananciais. Logo este recurso vem sendo abordado e tem despertado interesse por grande parte da comunidade acadêmica, principalmente no que diz respeito à perda de qualidade, prejuízos na saúde da população e mais gastos em tecnologias e tratamento.

No semiárido paraibano, alguns locais não possuem abastecimento da água potável, e o tratamento dos esgotos ainda é uma realidade distante de muitos brasileiros, pois esses serviços, embora necessários à promoção do bem-estar, requerem altos investimentos financeiros, o que tem promovido a busca de alternativas para melhorar esse quadro.

Algumas tecnologias vêm sendo estudadas, como a desinfecção de água para pequenas comunidades através da radiação solar (SODIS - Solar Water Disinfection, em português: desinfecção de água através da luz solar), que é um método alternativo de tratamento de água, que melhora as características organolépticas e elimina os microrganismos patogênicos presente na água, através das radiações UV e Infra-vermelho. Como o semiárido é uma região de características climáticas que proporcionam uma forte insolação, a técnica SODIS tende a ser promissora na região.

Mercado; Romero; Coronado (2005) classificam o SODIS como um método ambientalmente sustentável no tratamento de água para consumo humano a nível domiciliar em localidades onde a população corre risco de consumir água microbiologicamente contaminada.

A falta de qualidade das águas é um grave risco para a saúde pública, uma vez que diversas doenças de veiculação hídrica podem afetar a população, diminuindo a sua capacidade produtiva e afetando as condições de bem-estar.

Entende-se que o problema das contaminações biológicas da água é crescente e verdadeiramente preocupante, e constitui um dos grandes problemas atuais da saúde pública (OMT, 2003). Estima-se também que a água contaminada seja um dos principais responsáveis pelo óbito nos países em desenvolvimento, sendo os esgotos e excrementos humanos os responsáveis por essa deterioração e contaminação da qualidade da água acarretando na vinculação das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado – DRSAI (MALHEIROS; PHILIPPI JR.; COUTINHO, 2008).

Um dos microrganismos responsáveis por alterar a qualidade da água e inviabilizá-la para o consumo humano é a *Escherichia coli*, um bacilo Gram-negativo da família *Enterobacteriaceae*, utilizado como indicador de contaminação fecal, por pertencer a microbiota normal do trato entérico do homem (RODRIGUES et al., 2008).

A *E. coli* é responsável pela maior parcela na causa de diarreia em crianças com idade inferior a um ano nos países em desenvolvimento (FOCACCIA, 2005).

Diante dessa necessidade, foi desenvolvido um trabalho com o Assentamento São João II, no município de Pombal-PB, avaliando a eficiência e a viabilidade

deste tratamento na desinfecção da água para consumo local.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O assentamento está localizado na região Oeste do Estado da Paraíba, mesorregião do Sertão paraibano e microrregião de Sousa. Ocupa uma área de 266 hectares, possui dois acessos, um pela BR 230 após o perímetro urbano do município de Pombal (PB), percorrendo 9 km; o outro pela BR 427, sentido Pombal-Paulista, totalizando 12 km da sede do município, situado à margem direita do Rio Piranhas, ao sul dos limites geográficos do município.

O corpo hídrico de acesso ao assentamento é o Rio Piranhas, que fornece água para todas as atividades realizadas pela população, desde irrigação de hortaliças ao consumo humano, sendo que essa água para consumo não é tratada em um sistema convencional de tratamento de água, por estar localizada em uma zona rural do respectivo município, se fazendo necessárias alternativas para o tratamento.

Área experimental e Planejamento do Experimento

O levantamento amostral selecionado para análise foi realizado no período entre 16 e 30 de agosto de 2013 e 20 de setembro de 2013.

As amostras foram obtidas no corpo hídrico mencionado, as mesmas foram coletadas em garrafas PET transparentes e transparentes com faixa preta (a garrafa foi pintada com tinta preta, em forma de faixa, o correspondente a aproximadamente ¼ de sua superfície), foram dispostas sobre diferentes superfícies, sendo elas: um suporte de madeira e uma chapa metálica, para a verificação das maiores temperatura oriundas da incidência solar, como ilustra as Figuras 01 e 02 respectivamente.

A área experimental selecionada para exposição das amostras à radiação solar foi ao lado do bloco de laboratórios II, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade de Campina Grande. Essa área foi escolhida por apresentar um terreno aberto, com pouca vegetação e receber uma grande incidência solar no período em que foi realizado o experimento.

A exposição solar ocorreu durante nove horas (7:00 a 16:00 hrs), com o auxílio de termômetros para medir a temperatura em cada instante. Em um intervalo de uma hora de exposição, uma garrafa era retirada e, então, feita análises físico-químicas e microbiológicas no LAAg (Laboratório de análise de águas-CCTA/UFCG), para verificar a eficácia do SODIS.

O processo de coleta e análises seguiu de acordo com o método APHA, sendo utilizado em laboratório: turbidímetro, colorímetro e o teste dos tubos múltiplos, para avaliar a turbidez, a cor aparente e os coliformes (totais, termotolerantes e *E. coli*), respectivamente.

Divulgação dos resultados e eficácia da técnica

Foram realizadas reuniões com o assentamento sobre a importância do consumo da água dentro dos parâmetros exigidos pela Portaria nº 2914 de 11 de dezembro de 2011, e a importância da técnica SODIS no tratamento da água, para que os moradores

compreendessem a importância da técnica e passassem a utilizá-la no seu cotidiano.

Figura 1 – Amostras dispostas em um suporte de madeira



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Figura 2 – Amostras dispostas em um suporte metálico

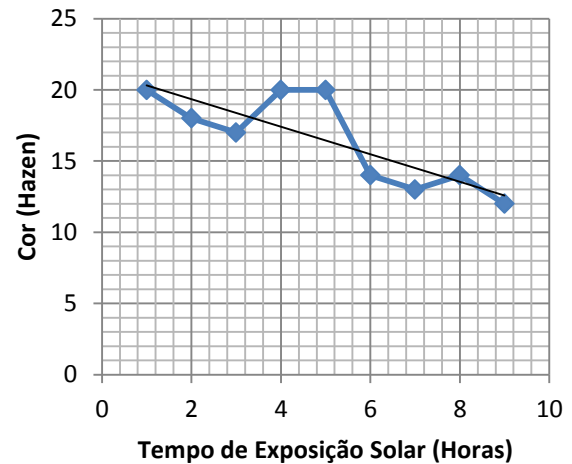


Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

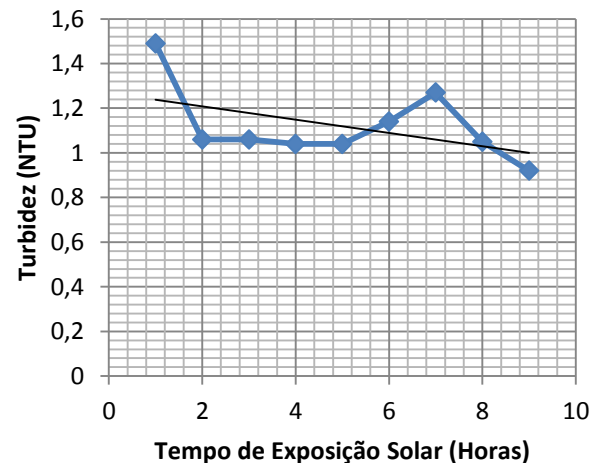
Os resultados obtidos mostraram que a técnica SODIS é eficaz nos parâmetros de cor, turbidez e coliformes (totais e termotolerantes), apresentando uma redução significativa de aproximadamente 40, 38 e 99.9%, respectivamente, em um período de 9 horas de incidência solar, como pode se, como ilustra os gráficos 01 e 02.

Gráfico 1 – Comportamento da Cor aparente das amostras dispostas no suporte de madeira com o decorrer do tempo



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Gráfico 2 – Comportamento da turbidez das amostras dispostas no suporte de madeira com o decorrer do tempo



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Os outros parâmetros analisados (condutividade elétrica, pH, dureza, cloretos e sólidos totais dissolvidos) não sofreram um decréscimo significativo estatisticamente, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises das garrafas PET's transparentes, com a ausência de concentradores solares, expostas ao sol das 7:00 às 16:00 horas, analisadas a cada período de hora, no dia 16 de agosto de 2013.

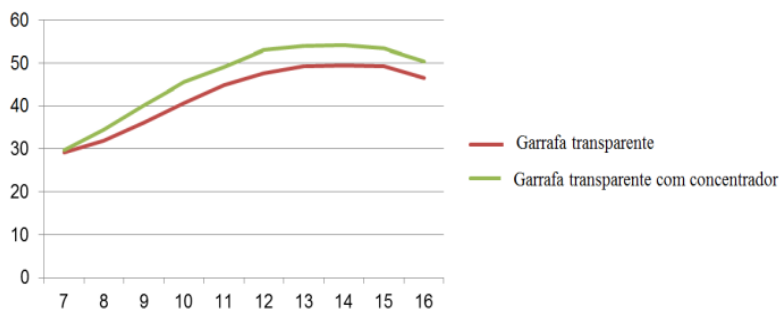
Parâmetro	Tempo de exposição								
	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas	5 horas	6 horas	7 horas	8 horas	9 horas
Cor Aparente (hazen)	20	18	17	20	20	14	13	14	12
Turbidez (NTU)	1,49	1,06	1,06	1,04	1,04	1,14	1,27	1,05	0,92
pH	7,36 a 27,5°C	7,41 a 31,5 °C	7,44 a 33,7°C	7,36 a 33,7°C	7,50 a 31,3°C	7,49 a 33,3°C	7,48 a 35,2°C	7,43 a 33,8°C	7,37 a 35,8°C
Condutividade elétrica (uS/cm)	286,5	283,5	283,3	289,5	281,1	285,1	286,9	280,8	276,9
Dureza Total (mg/L)	70	70	69	68	67	68	69	69	68
Cloretos (mg/L)	44,4	43	42,5	43,5	43,7	42,6	42,6	43,7	43,5
Sólidos Totais Dissolvidos (ppm)	137,2	141,2	142,3	144,1	139,4	142,6	143,8	140,9	140,8

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Com a exposição solar é possível reduzir em 99,9% a carga microbiológica da água, a análise feita com a amostra bruta revelou os valores de 1500 NMP/100mL, 360 NMP/100mL e 73 NMP/100mL, em coliformes totais, termotolerantes e *E. Coli*, respectivamente, e ao submeter ao tratamento SODIS, com garrafas transparentes e uma exposição solar de 9 horas, foi suficiente para tornar a água ausente destes coliformes.

As temperaturas mais elevadas são observadas ao se utilizar um concentrador solar, que influencia nos parâmetros e na carga microbiológica, na região do município de Pombal-PB, é possível atingir temperaturas superiores a 50°C com a utilização de garrafas com faixa preta.

Figura 3: Diferenças na temperatura observadas ao se utilizar uma garrafa PET transparente e outra transparente com uma faixa preta, observados em um dia de céu aberto, com poucas nuvens.



Ao se utilizar um concentrador solar, é possível potencializar os resultados, quando utilizado uma faixa preta na garrafa PET, houve um aumento considerável de

temperatura que influenciou os resultados de Cor e turbidez, quando comparado com garrafas em que não se utilizou nenhum concentrador, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Dados referentes às análises utilizando garrafas PET's transparentes e com faixa preta (concentrador solar) em comparação com garrafas PET's transparentes (sem concentrador solar), em períodos correspondentes das 07:00 às 16:00 e 09:00 às 16:00 horas. Amostragem e análises realizadas no dia 30 de agosto de 2013.

Parâmetro	Garrafas transparentes			
	Com faixa preta (7:00 às 16:00 horas)	Com faixa preta (9:00 às 16:00 horas)	Sem concentrador solar (7:00 às 16:00 horas)	Sem concentrador solar (9:00 às 16:00 horas)
Cor Aparente (hazen)	14	16	17	18
Turbidez (NTU)	0,95	0,95	1,02	1,03
pH	7,34 a 28,4°C	7,26 a 29,1°C	7,29 a 29,4°C	7,35 a 29,4°C
Condutividade elétrica (uS/cm)	248,5	273,5	271,1	272,7
Dureza Total (mg/L)	63	63	64	67
Cloretos (mg/L)	40,5	42,6	42,6	40,5

Fonte: Arquivo pessoal, 2013

As amostras com a faixa preta foram submetidas a diferentes suportes, com a finalidade de verificar alguma diferença, mas os resultados permaneceram

estatisticamente iguais, sendo a assim, o uso da faixa preta como concentrador solar, foi suficiente para a obtenção dos melhores resultados, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Resultados do uso do concentrador solar: faixa preta, em diferentes suportes, sendo um de madeira e outro metálico. Amostragem e análises realizadas no dia 20 de setembro de 2013.

Parâmetro	Amostra bruta	Suporte de Madeira	Suporte Metálico
Cor (Hazen)	24	18	18
Turbidez (NTU)	1,05	1,00	0,92
C. Totais (NMP/100mL)	4300	Ausente	Ausente
C. Termotolerantes (NMP/100mL)	3,6	Ausente	Ausente
E. Coli (NMP/100mL)	3,6	Ausente	Ausente

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Estudos realizados por Paterniani, 2005 mostraram que o uso do concentrador solar permite reduzir o tempo de exposição ao sol, sem prejuízo da eficiência do SODIS. E, de acordo com os resultados do presente trabalho, pode-se verificar que o concentrador solar (utilização da garrafa transparente com uma faixa preta) é realmente eficiente.

De acordo com Félix, 2007 & Monteiro, 2009 a técnica de tratamento da água para pequenas comunidades utilizando a radiação solar é uma excelente alternativa, uma vez que, após o uso da técnica, é possível o consumo direto. A melhora dos parâmetros observadas nesse trabalho também pode ser comprovada na literatura.

CONCLUSÃO

A análise e interpretação dos dados obtidos permitiram concluir que essa técnica é confiável para a desinfecção da água de consumo, em pequenas comunidades, por ser simples, de baixo custo, não apresentar adição de produtos químicos e utilizar uma energia solar que é abundante na região.

A técnica SODIS se mostrou eficiente para desinfecção, pois eliminou microrganismos patogênicos da água e apresentou melhoras significativas em alguns parâmetros físicos importantes.

A capacitação com os moradores foi satisfatória, pois os mesmos observaram na prática uma melhora em algumas características, como por exemplo, na cor, que muitas vezes é um parâmetro utilizado por muitos para indicar a qualidade da água.

Dos resultados realizados no LAAG, foram feitos laudos, e os mesmos comparados com a portaria 2914, afim de verificar se os parâmetros convergem aos exigidos em termos de potabilidade. Então podemos afirmar que a técnica SODIS é satisfatória e precisa ser cada vez mais ser acompanhada de campanhas educativas, para levar esse tratamento a áreas que não tem acesso a água tratada por um órgão específico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FÉLIX, L. F. ; Áraujo, P.M.M. **Desinfecção Solar de água: Cinética do Processo Microbiológico**. In: I CBENS - Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2007, Fortaleza. I CBENS - Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2007.

FOCACIA, R. V. Tratado de Infectologia. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005. p. 984-989.

Fonte e Sabor: Localização da associação. Disponível em: < <http://fontedesabor.com.br/a-associacao/> >. Acesso em: 10/10/14.

MALHEIROS, T.F.; Philippi Jr., A.; Coutinho, S.M.V. (2008). **Agenda 21 Nacional e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: contexto brasileiro**. Saúde e Sociedade. São Paulo, v.17, n.1, pp. 7-20.

MERCADO, A. ROMERO, A. M.; CORONADO, O. **Desinfección solar del agua em Bolivia: Proyecto piloto sacabamba y difusión inicial** (1996-2000). Desinfección solar del agua, de la investigación a la aplicación. Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental – Facultad de Ciencias y Tecnología, v.1, n.1, p. 59-64, 2005.

MONTEIRO, P. C. G. ; Peron, I . **Avaliação da tratabilidade da água através do uso da desinfecção solar**. In: III Seminário Sobre Tecnologia Limpa - ABES, 2009, Porto Alegre. III Seminário Sobre Tecnologia Limpa - ABES, 2009.

OMT (2003) **Organização Mundial do Turismo, Manual de Qualidade, Higiene e Inocuidade dos Alimentos no Setor de Turismo: guia de consulta para funcionários, planejadores, empresários e operadores de turismo**. São Paulo, Roca.

PATERNIANI, J. E. S. Paterniani, Jose Euclides S. ; SILVA, Marcelo Jacomini Moreira da . **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, RJ, v. 10, n.1, p. 7-11, 2005.

RODRIGUES, D. P.; THEOPHILO, G. N. D.; REIS, E. M. F.; LAZARO, N. S. Doenças de Transmissão Alimentar: Aspectos Clínicos, Coleta e Transporte de Material. Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Lab. Ref. Nacional Cólera e outras Enteroinfecções. Man. Lab. Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, 2008. 27p.