

## BIOFILTRO-SOLAR COMO SISTEMA PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS

Maria Gabriella da Silva Araújo (\*), Mayara Soares Campos, Erika da Silva Alves  
\*Universidade Federal Rural da Amazônia, ma.gabriella\_araujo@live.com.

### RESUMO

O ecossistema aquático é um veículo facilitador de bactérias enteropatógenicas, que atinge milhões de pessoas gerando sérios riscos a saúde, entre eles estão diversas comunidades ribeirinhas que utilizam da água do rio para consumo, sem nenhum ou ineficientes métodos para o tratamento de qualidade dessa água. O trabalho apresenta o sistema de Biofiltro-Solar como alternativa de um tratamento da água para que as populações ribeirinhas venham consumi-la com maior qualidade, sendo um método que utiliza filtragem rápida e desinfecção através dos raios solares incidentes, a partir de materiais acessíveis e economicamente viáveis, sendo comprovada através de análises físico-química e microbiológica das amostras que existem resultados eficientes nos parâmetros analisados, principalmente em relação aos valores de Coliformes que se adequaram aos valores de potabilidade, demonstrando a certa eficiência do sistema em eliminar a presença de microorganismos. Além disso, é um sistema de tratamento que não gera impactos ambientais e leva em consideração as condições econômicas e culturais dos ribeirinhos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Filtro Caseiro, Tecnologia SODIS, Populações Carentes.

### INTRODUÇÃO

O principal fator contaminante de águas superficiais e subterrâneas é a atividade antrópica, que torna o ecossistema aquático veículo facilitador na reprodução de bactérias enteropatógenicas, colocando em risco a saúde pública em escala local e regional. Segundo a Organização das Nações Unidas (OMS), a falta do serviço de saneamento no Brasil é a causa direta de 80% das doenças e 65% das internações, estimando que aproximadamente um bilhão de pessoas não tenha acesso a um sistema de água tratada, apresentando sérios problemas relacionados com a falta de saneamento básico, sendo as populações que habitam regiões periféricas as mais afetadas, incluindo principalmente os ribeirinhos (MONTEIRO et al., 1998).

Segundo Torquato (2007) há uma maior demanda de casos, envolvendo a contaminação por ingestão e/ou contato de água não tratada, em localidades onde o saneamento básico é inadequado ou ausente, principalmente no que se refere ao tratamento e distribuição hídrica em ambientes rurais e outros de difícil acesso. Para manter um sistema adequado com rede de captação, tratamento e distribuição de água, são necessários grandes investimentos para a implantação e operação, entretanto a inserção deste sistema é inviável para prefeituras de cidades interioranas ou aquelas carentes em infraestrutura e recursos financeiros, pois um sistema adequado de redes de tratamento de água e esgoto exige investimentos altos, e com isso nem todas as localidades têm acesso a este serviço, principalmente as comunidades ribeirinhas, que acabam ingerindo água diretamente dos rios, sem ou com tratamentos ineficientes (CASALI, 2008). Por isso, para prevenir esta população de doenças relacionadas com a água consumida sem tratamento, o estudo considerou alguns fatores para inclusão do sistema de Biofiltro-Solar, como por exemplo, as condições econômicas e culturais dos ribeirinhos. Por esse motivo foi necessário encontrar um sistema de tratamento de água alternativo, todavia que oferecesse condições de saneamento satisfatórias, de fácil instalação e manutenção, de forma que pudessem conduzir pessoalmente as etapas para o tratamento da água.

Para fins de estudo foram analisadas as águas superficiais, no período de estiagem em Belém-Pa com coordenadas geográficas de 01° 23'S e 48° 29' W, onde foi possível verificar através do sistema Biofiltro-Solar uma análise das amostras de águas comparada com alguns parâmetros estabelecidos pela portaria n.º 2.914 do Ministério da Saúde que define qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, cujos parâmetros microbiológicos, físicos e químicos selecionados deverão ser respeitados, para que não ponha em risco à saúde humana para utilização por comunidades ribeirinhas.

O Biofiltro-Solar consiste basicamente em um processo de duas fases, onde inicialmente a água coletada será submetida a uma filtração, e por fim será exposta ao sol. A utilização da filtração em areia constitui uma forma simplificada de tratamento e purificação da água no qual faz uma analogia com o funcionamento de percolação de águas naturais através do solo até os aquíferos (OLIVEIRA et al., 200-?). Neste trabalho foi utilizado o filtro caracterizado como rápido descendente. Esta caracterização está associada à granulometria do meio filtrante, pois a filtração rápida na prática operacional de filtração e limpeza remove particulados e, é também um bom indicativo de remoção de protozoários oferecendo condições para uma boa desinfecção (NATURAL TEC., 2011). A segunda fase é a técnica de expor à água a radiação solar, sendo que já foi testada em vários países, como Bolívia, Burkina Faso, China, Colômbia, Indonésia, Tailândia, Togo e Peru, comprovando a eficiência do método com a inativação total de coliformes e outros micro-organismos (MONTEIRO et al., 1998). O processo de desinfecção solar da água, SODIS (Solar Water Disinfection), consiste na destruição de microorganismos patogênicos, deixando a água tratada, boa para o consumo. Isso ocorre devido esses microorganismos tornarem-se vulneráveis quando expostos à radiação no espectro da luz UV-A (comprimento de onda entre 320-400 nm) e ao aumento da temperatura da água (SCHERTENLEIB; WEGELIN, 2002). Hoje, uma técnica comum em locais carentes no fornecimento de água é a utilização de solução de hipoclorito de sódio, no entanto, apesar da desinfecção com cloro matar bactérias e vírus, não é suficientemente eficiente na inativação de parasitas patogênicos, como a Giárdia, Cryptosporidium e ovos de helmintos (Schertenleib e Wegelin, 2002). Além disto, a desinfecção com cloro dá sabor à água, deixando-a com paladar desagradável para o consumidor (JAVARA, 2005).

Portanto, o estudo propõe que o sistema Biofiltro-Solar seja um método no tratamento de água para que a população ribeirinha venha consumir esta água com maior qualidade, uma vez que se observa o quanto às comunidades são carentes e dependentes, pois muitos são os que sobrevivem dos recursos que o rio oferece, não apenas a água para beber, mas do alimento do dia a dia.

## MATERIAS E MÉTODOS

O Sistema Biofiltro-Solar é composto de duas etapas, primeiramente foi realizado a montagem caseira do filtro, que possui um recipiente com capacidade de 9L. Depositou-se neste recipiente cinco camadas, a primeira de seixo grosso com média granulométrica de 20,57 mm, segunda de seixo fino com média de 7,80 mm, uma camada de carvão ativado, e uma camada de areia grossa e outra fina (Figura 1). Antes da montagem do Biofiltro, houve a higienização do material utilizado para a sua construção, no qual foram selecionados e imersos em solução de água e hipoclorito de sódio por cinco horas. O recipiente de 26 cm de altura foi preenchido em 50% de seu volume com areia, 5 % de carvão ativado e 45% de seixos (Figura 1). A outra etapa foi a montagem de uma estufa, composta por uma caixa de madeira sem tampa, forrada com papel alumínio (Figura 2).



Figura 1: Camadas do Biofiltro. Fonte: Autores do trabalho

A coleta da água foi realizada no rio Guamá, na várzea do campus da Universidade Federal Rural da Amazônia, no período de estiagem, durante a maré cheia às 7h, a uma temperatura de 26°C. Em seguida, foi coletada uma amostra da água desse rio para análise química, física e microbiológica, depois essa água recebeu um tratamento prévio, através do processo de sedimentação que durou cerca de 5 h. Após este procedimento inicial uma amostra de 2,5L foi filtrada e em seguida feita a coleta da amostra da água em um recipiente esterilizado para ser analisado, e parte a outra parte da água foi para o sistema SODIS, onde a água foi armazenada em uma garrafa pet de 2L transparente e colocada dentro da estufa caseira com 43x62cm (Figura 2). Onde as temperaturas foram medidas com o sensor GET Floresta (Figura 2). A exposição ao sol ocorreu das 12:00h às 18:00h, sendo obtidas variações de temperatura do ambiente externo de 30° a 32°C, e internamente de 39,8°C a 53,0°C. Após as 6h de exposição à radiação solar foram mensurados o parâmetro físicos.

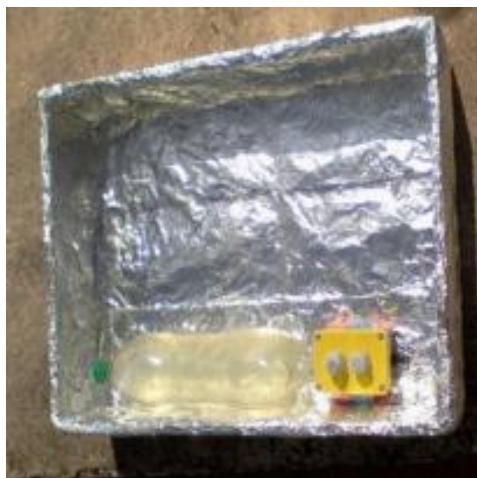


Figura 2: Processo Sodis. Fonte: Autores do trabalho

O pH foi medidos in loco com o equipamento: pHmetro digital marca Waterproof, e o parâmetro físico de turbidez foi analisado com Colorímetro (DR-010). O parâmetro químico e microbiológico foi analisado em laboratório através das amostras coletadas em recipientes esterilizados das três etapas citadas (Figura 3), sendo o parâmetro de nitrato analisados pela Espectrofotometria, e o microbiológicos realizados pelo método NMP (Número Mais Provável).

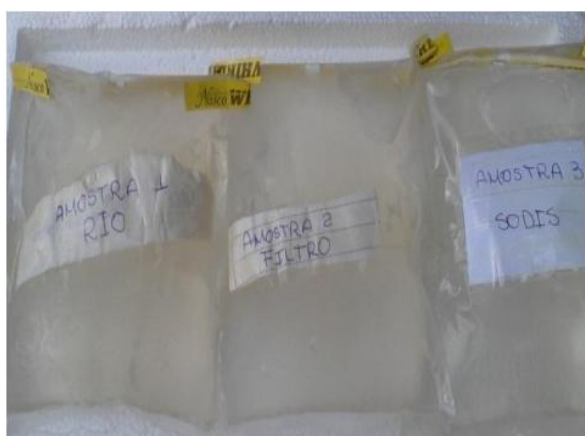


Figura 3: Amostras da água nas três etapas. Fonte: Autores do trabalho

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise físico-química e microbiológica das amostras de água nas três etapas está expressa na Tabela 1. O parâmetro físico de turbidez e químico apresentaram diminuição, porém em relação à turbidez o resultado está em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria n.º 2.914/11, pois segundo Schertenleib & Wegelin (2002) estes valores altos são devido a não utilização de coagulante. Porém o uso do coagulante não estava na proposta do presente trabalho, uma vez que a ideia do Biofiltro é torná-lo acessível aos consumidores, em especial para a população ribeirinha que não é assistida por um sistema de abastecimento de água potável. Os restantes dos parâmetros atendem aos padrões exigidos pela portaria conforme é apresentado na Tabela 1.

Quanto aos parâmetros microbiológicos, os coliformes totais e fecais, estiveram ausentes no final do tratamento, apresentando resultados no decorrer das etapas de filtração e eliminação na etapa da Tecnologia Sodis. De acordo com Schertenleib & Wegelin (2002), o valor de turbidez não se adequou as normas, devido às águas amazônicas apresentarem alto índice de turbidez. Todavia, verificou-se que após o tratamento pela tecnologia SODIS os valores de Coliformes adequaram-se aos valores de potabilidade, demonstrando a certa eficiência do sistema em eliminar a presença de microorganismos, que podem causar doenças de veiculação hídrica, o que auxilia no tratamento da água, obtendo-se uma qualidade da água para as populações ribeirinhas que consome água diretamente do rio, visto que os valores dos parâmetros analisados do rio estão em desacordo com o estabelecido pela portaria, e que se consumidas diariamente essa água diretamente do rio podem gerar diversos problemas de saúde, o que é uma realidade em muitas comunidades ribeirinhas. Por isso, a importância da implantação do sistema de tratamento simples e econômico para beneficiar essas populações que hoje carece sem nenhum ou ineficiente tratamento de água.

**Tabela 1. Resultado dos parâmetros das amostras nas três etapas**

	Água do Rio	Água Filtrada	Água Tratada (SODIS)
<b>Coliformes Totais (NMP/mL)</b>	>16	16	Ausência em 100 ml
<b>Coliformes Fecais (NMP/mL)</b>	16	9,2	Ausência em 100 ml
<b>Nitrato( mg/L)</b>	2,2	1,5	0,7
<b>pH</b>	6,65	7,53	7,14
<b>Turbidez (UT)</b>	72	20	10

## CONCLUSÃO

A partir da análise da água em relação aos parâmetros microbiológicos, verifica-se que através de um tratamento simples e economicamente viável foi possível observar a qualidade da água. O filtro caseiro descrito foi considerado eficiente referente à construção, uma vez que é para a população que não possuem acesso ao tratamento de água, tornando-se assim um método efetivo na maioria dos parâmetros verificados neste trabalho, no qual delimitam a desinfecção da água no que diz respeito aos coliformes, os quais podem causar inúmeras doenças de veiculação hídrica. Em relação ao padrão de potabilidade, será necessária a redução da turbidez, uma vez que ela não está adequada à permitida para consumo, fazendo-se necessário ou o uso de coagulante, por exemplo, o sulfato de alumínio ( $Al_2SO_4$ ) ou PCA (Policloreto de Alumínio), ou o aumento de horas da sedimentação da água quando retirada do rio, assim poderá estar de acordo com o valor estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde.

As medidas aqui recomendadas para melhoria da qualidade da água por um processo de tratamento simples, que passam por ações de filtragem da água, utilizando filtros caseiros e economicamente viáveis e, aplicando esta água em exposição à luz solar, tornou-se eficientes em eliminar coliformes fecais, e sua implantação em comunidades ribeirinhas contribui com o meio ambiente, uma vez que utilizará garrafas pets em parte do seu processo, retirando do meio ambiente resíduo que possivelmente seriam fonte poluidora de corpos hídricos e auxilia no tratamento de água para uma melhor qualidade de vida das populações ribeirinhas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914 /2011: Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2011.
2. CASALI, A.C, Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul – Estudo de Caso (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência do solo, área de concentração em processos químicos e ciclagem de elementos da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
3. JAVARA, M. A. G. Desinfecção da água utilizando aquecimento solar. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2005.
4. MONTEIRO, P. C. G.; BRANDÃO, C. C. S.; SOUZA, M. A. A. Viabilidade do uso da radiação solar na desinfecção da água. Universidade de Brasília, Brasília, 1998. Disponível em: [http://www.crid.or.cr/cd/cd\\_agua/pdf/por/doc14605/doc14605.pdf](http://www.crid.or.cr/cd/cd_agua/pdf/por/doc14605/doc14605.pdf). Acesso em: 23 nov. 2011.
5. NATURAL TEC, 2011. SNatura: Tratamento de Água, Efluentes, Aquicultura e Paisagismo. Disponível em: <http://www.snatural.com.br/Areia-Filtro-Agua.html>. Acesso em: 12 nov. 2011.
6. OLIVEIRA, D. C. *et al* . Avaliação de Desempenho de Filtros Rápidos de Fluxos Descendentes: A Importância da Adequada Operação. Viçosa, [200-?]. Disponível em: [http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR02257\\_Oliveira.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR02257_Oliveira.pdf). Acesso em: 12 nov. 2011.
7. SCHERTENLEIB, R.; WEGELIN, M. Desinfecção Solar da Água: Guia de Aplicações do SODIS. Dübendorf: EAWAG, 2002.
8. TORQUATO, F. P. L. Sensibilidade de Escherichia coli, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus e Pseudomonas aeruginosa à desinfecção com luz natural e artificial. Avaliação da capacidade de reativação bacteriana. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2007.