

ÍNDICE

Purificação solar da água.....	2
Como foi desenvolvida a idéia.....	3
Efeitos da radiação UV-A e temperatura.....	3
Vantagens e limitações.....	4
Material e formas de recipientes.....	5
Fatores que aumentam a eficiência.....	6
Perguntas frequentes.....	6

PURIFICAÇÃO SOLAR DA ÁGUA (SODIS)

Pelo menos um terço da população dos países em desenvolvimento não tem acesso à água potável. A falta de infra-estrutura e do fornecimento adequado de água causa sérios problemas de saúde e expõe milhares de pessoas a doenças. Existem por volta de 4 bilhões de casos de diarreia por ano, dos quais 2,5 milhões causam mortes. Todos os dias, por volta de 6 mil crianças morrem devido à diarreia.

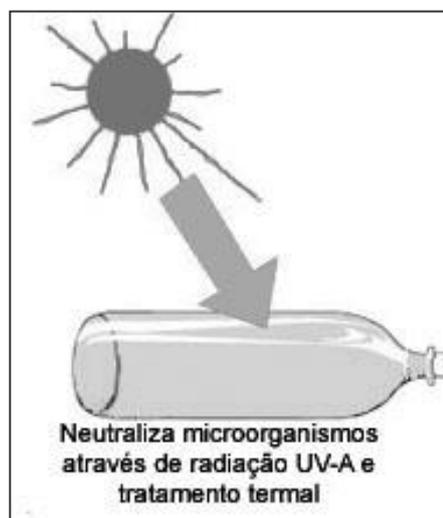
SODIS (sigla em inglês para Purificação Solar da água), melhora a qualidade microbiológica da água potável, usando radiação UV-A solar e temperatura para neutralizar elementos patogênicos que causam diarreia.

O uso da filtração solar da água melhora a qualidade da água potável e com isso reduz o risco da contração de doenças transmitidas principalmente pela ingestão de água contaminada. Infelizmente, as doenças transmitidas pela água têm múltiplas vias de transmissão. Conseqüentemente, patologias como a infestação parasitária podem ser transmitidas através do alimento, hábitos de higiene inadequados, etc. Crianças estão particularmente expostas a diversas formas de infecção.

Como Funciona?

SODIS (Solar Water Disinfection), ou Purificação Solar da Água, é uma tecnologia simples utilizada para melhorar a qualidade microbiológica da água potável. SODIS usa radiação solar para destruir microorganismos patogênicos, que causam doenças. SODIS é ideal para tratar pequenas quantidades de água. A água contaminada é colocada em garrafas plásticas transparentes e expostas ao sol por 6 horas.

A luz do sol está tratando a água contaminada através de dois mecanismos sinérgicos: radiação no espectro de UV-A (comprimento de onda 320-400nm) e aumento da temperatura da água. Se a temperatura da água aumenta mais de 50°C, o processo de desinfecção da água é três vezes mais rápido.



Microorganismos patogênicos que são destruídos pela técnica SODIS:

Bactérias: Escherichia coli (E.coli), Vibrião do cólera, Streptococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa, Shigella flexneri, Salmonella typhii, Salmonella enteritidis, Salmonella paratyphi

Virus: bacteriophage f2, rotavirus, encephalomyocarditis virus

Levedos: Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Candida, Geotrichum

Protozoários: Giardia spp., Cryptosporidium spp.

Obs. A destruição pelo SODIS de microorganismos como helmintos e protozoários ainda não foi sistematicamente comprovada. Estes organismos podem ser destruídos usando a temperatura (fervendo, pasteurizando a água). Os microorganismos tem uma sensibilidade específica para o calor. A técnica SODIS destruirá estes patogênicos se a água exposta chegar a uma temperatura de 57°C durante um minuto ou se a água contaminada mantiver numa temperatura de 50°C durante uma hora.

Como foi desenvolvida a idéia

Pesquisas sobre a filtração solar foram iniciadas pelo professor Aftim Acra na Universidade Americana de Beirut. Seu trabalho incentivou a Associação de Sistemas de Energia Rural Integrada (INRESA) a lançar um projeto em 1985. Em 1991, uma equipe interdisciplinar do Instituto Federal Suíço de Ciências e Tecnologia Aquática (EAWAG) composto de engenheiros sanitários, fotoquímicos, bacteriologistas e virologistas embarcaram numa extensa jornada de laboratório e testes em campo para desenvolver um tratamento de água sustentável e de baixo custo.

Com a água numa temperatura de 30°C, e com uma intensidade de radiação solar de no mínimo 500 W/m², é necessário 5 horas para que a filtração seja eficiente. Esta dose contém energia de 555Wh/m² num campo de luz UV-A e violeta, 350-450nm, o que corresponde a mais ou menos 5 horas de sol do meio-dia na latitude média (Europa).

Na segunda fase da pesquisa, diversos tipos de recipientes foram testados em condições reais, de campo, usando diferentes qualidades de água e condições climáticas. Materiais disponíveis no local, como vidro, garrafas de plástico e sacolas de plástico. Durante esta fase de testes, os pesquisadores desenvolveram diretrizes para o método de tratamento da água.

Após estas fases, o método foi testado em diversas localidades do mundo, desde países na Ásia até a América do Sul. Pesquisas indicam que pessoas que utilizaram apreciam o método de tratamento sustentável e simples. Uma média de 84% dos usuários disse que continuarão usando a filtração solar depois do término da fase de demonstração.

Efeitos da radiação UV-A e Temperatura

A Filtração Solar usa dois componentes da luz solar para a desinfecção da água. O primeiro, radiação UV-A tem um efeito germicida. O segundo componente, radiação infravermelha, aumenta a temperatura da água e é conhecido como pasteurizador quando a temperatura da água aumenta para 70-75°C. O uso combinado das duas radiações UV-A e calor produz um efeito sinérgico aumentando a eficiência do processo.

Vantagens	Limitações
<p>A Filtração Solar melhora a qualidade microbiológica da água potável</p> <p>A Filtração Solar melhora a saúde das famílias</p> <p>A Filtração Solar pode servir como uma porta de entrada para educação sanitária e de saúde</p> <p>Sistemas Públicos de Fornecimento de água em países em desenvolvimento muitas vezes falham em providenciar água em condições adequadas para o consumo. A Filtração Solar da Água consiste, aos usuários individuais, num método simples que pode ser aplicado em casa, sob seu controle e responsabilidade.</p> <p>A Filtração é fácil de entender</p> <p>É acessível para todos, pois os únicos recursos necessários são a luz do sol (que não custa nada), e garrafas de plástico.</p> <p>A FS não requer uma infra-estrutura cara e por isso, pode facilmente ser replicada em projetos diversos</p> <p>A FS reduz a necessidade de fontes tradicionais de energia como fogo e querosene/gás</p> <p>O uso da FS reduz o consumo de fontes de energia e diminui a poluição criada geralmente por fontes convencionais de energia</p> <p>Vantagens Financeiras: gastos podem ser reduzidos quando a saúde das famílias usuárias é melhorada; são necessários menos recursos para cuidados de saúde. Além disso, despesas com fontes de energia tradicional, como gás e querosene são reduzidos. Só são necessários poucos recursos para adquirir as garrafas plásticas. Portanto, até os mais carentes financeiramente podem fazer a FS</p>	<p>A Filtração Solar requer radiação solar suficiente. Portanto, depende de condições climáticas</p> <p>Filtração Solar requer água limpa</p> <p>A Filtração Solar não muda a qualidade química da água</p> <p>A Filtração Solar não é útil para tratar volumes grandes de água</p>

A eficiência da Filtração Solar depende da quantidade de Energia Solar disponível:

- Exponha a garrafa ao sol por 6 horas se o céu estiver sem nuvens ou até 50% coberto
- Exponha a garrafa ao sol por 2 dias consecutivos se o céu estiver mais de 50% com nuvens
- Com a água numa temperatura de pelo menos 50°C, 1 hora de exposição é suficiente

Em dias de chuva, a Filtração Solar não funciona satisfatoriamente. Neste caso, ferver a água é recomendado.

Material e Forma dos recipientes

Garrafas Plásticas

Diversos tipos de materiais plásticos transparentes são bons para transmitir luz e radiação solar. Garrafas plásticas são feitas de PET (PolyEthylene Terephthalate) ou PVC (PolyVinylChloride). Ambos os materiais contêm aditivos como estabilizadores UV que aumentam sua estabilidade ou protegem e seu conteúdo de oxidação e radiação UV.

O uso de garrafas feitas de PET ao invés de PVC é recomendado, pois PETs contêm menos aditivos do que garrafas feitas de PVC.

Garrafas de Plástico ou Vidro?

A transmissão de radiação UV através do vidro é determinado por seu conteúdo de óxido de ferro. **Uma janela de vidro normal com espessura de 2mm transmite quase nada de luz UV-A.** Por isso, o vidro não pode ser usado para a Filtração Solar. Alguns vidros específicos (Pyrex, Corex, Vycor) transmitem mais luz UV que vidros normais.

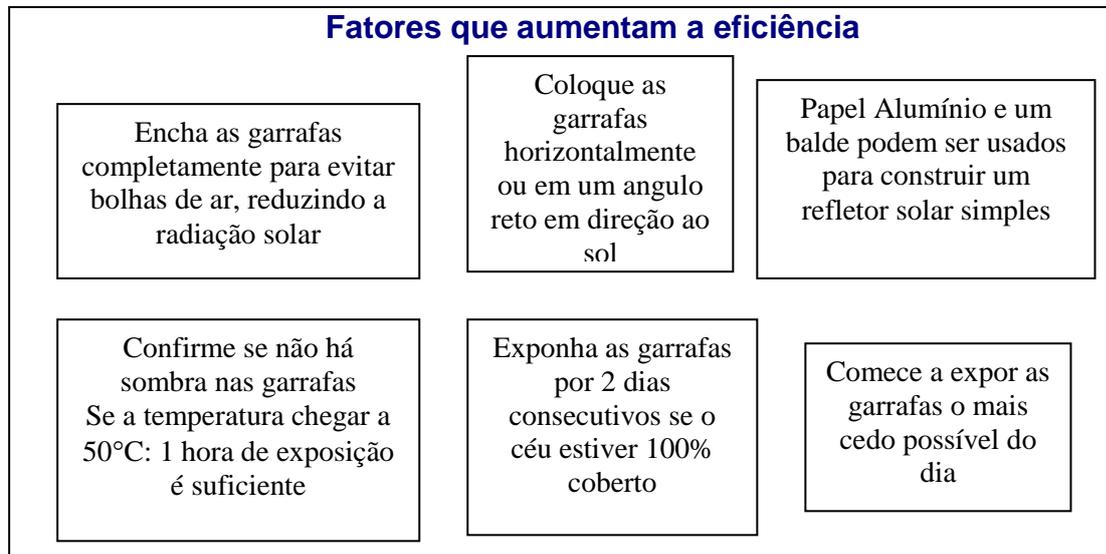
Formato dos Recipientes

A radiação UV é reduzida com uma maior profundidade de água. O recipiente usado para a filtração não deve exceder a uma profundidade de 10cm (profundidade da água).

Preparação

1. Cheque se o clima e condições do tempo estão boas para a Filtração
2. Colete garrafas plásticas de 1-2 litros de volume. Pelo menos 2 garrafas para cada membro da família devem ser expostas ao sol enquanto outras 2 garrafas estão prontas para consumo. Cada membro da família, portanto, precisa de 4 garrafas plásticas.
3. Cheque a condição da tampa, se a água ficará bem presa.
4. Escolha um local adequado para expor as garrafas, por exemplo, em cima do telhado
5. Cheque se a água está limpa o suficiente para a filtração. Água com uma turbidez alta precisa ser pré-aquecida

6. Pelo menos dois membros da família devem ser treinados na aplicação da FS
7. Uma pessoa específica deve ser responsável por expor as garrafas ao sol.
8. Substitua as garrafas velhas e riscadas



Perguntas frequentes

SODIS "inativa" ou mata todas as bactérias?

SODIS é usado para inativar microorganismos patogênicos, predominantemente aqueles causadores de diarreia. A maioria dos microorganismos não podem se desenvolver fora do corpo humano, com poucas exceções como a salmonela, que requer apenas condições ambientais favoráveis (ex.: suprimento apropriado de nutrientes).

Durante a exposição das garrafas SODIS ao sol, outras bactérias inofensivas, presentes na água, se desenvolverão normalmente. Por isso, é muito importante o uso de parâmetros adequados para se obter eficiência com o SODIS, por exemplo, coliformes fecais ou E. coli e os não totalmente coliformes ou ... em cada contagem total de bactéria. SODIS não produz água estéril. Organismos diferentes dos agentes patogênicos como por exemplo algas, são bem adaptadas às condições ambientais das garrafas de SODIS e podem até mesmo crescer lá. Estes organismos porém, não oferecem perigo para a saúde humana.

Quais microorganismos na água são destruídos pelo SODIS?

Pesquisas demonstraram que bactérias patogênicas, vírus e também protozoários são destruídos pelo SODIS. Foi observada a inativação dos seguintes microorganismos:

- **Bactéria:** Escherichia coli (E.coli), Vibrião colérico, Streptococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa, Shigella flexneri, Salmonella typhii, Salmonella enteritidis, Salmonella paratyphi
- **Vírus:** bacteriófago f2, rotavirus, encephalomyocarditis virus
- **Algas e Fungos:** Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Candida, Geotrichum
- **Protozoários:** Giardia spp., Cryptosporidium spp.

Agente Patogênico	Doença	Redução através do Sodis Temperatura de água de 40° e 6 horas de exposição solar
Bactéria		
E.Coli	Indicador da qualidade de água e enterites.	3-4 log (99.9 – 99.99%)
Vibrião colérico	Cólera	3-4 log
Salmonella spp.	Tifo	3-4 log
Shigella spp.	Disenteria	3-4 log
Vírus		
Rotavírus	Diarréia, disenteria	3-4 log
Vírus de Pólio	Pólio	Inativados, resultados ainda não publicados
Vírus de Hepatite	Hepatite	Redução de casos em usuários de Sodis
Protozoários		
Giárdia spp	Giardíase	3-4 log (infecção por cistos)
Cryptosporidium spp	Cryptosporidíase	2-3 log (infecção por cistos)

Que tipo de indicador deveria ser usado para o teste de efetividade do SODIS?

Muitos agentes patogênicos transmissíveis através da água podem ser diretamente detectados, mas requerem métodos de análises caros e complicados. Em vez de medi-los diretamente, é mais fácil usar organismos indicadores de poluição fecal na água.

Um organismo indicador deve preencher os seguintes critérios:

- estar presente em grande número nas fezes humanas,
- ser detectado através de métodos simples,
- não se desenvolver em água natural,
- ser resistente na água e ter grau de remoção pelos métodos de tratamento de água idêntico a qualquer daqueles agentes patogênicos.

A *Escherichia coli* (*E. coli*, Coliforme fecal), preenche muitos destes critérios. Portanto, ela é o melhor organismo indicador para se obter contaminação fecal da água potável quando os recursos para o exame microbiológico forem limitados (WHO, Manual para qualidade da água potável, 1993).

Um ponto importante é aquele que testa a *E. coli* e que também seja possível sua utilização em campo sob difíceis condições nos países em desenvolvimento, por exemplo o uso do kit de teste de campo DelAgua.

Alguns organismos como enterovírus, *criptosporidium*, *giárdia* e amebas são mais resistentes que a *E. coli*. A inexistência da *E. coli* assim, não indica necessariamente sua remoção. Esporos ou clostrídio reduzido-sulfite podem ser usados como um indicador para estes organismos (WHO, Guidelines for drinking water quality, 1993).

Mas os métodos analíticos não podem ser usados para testes de rotina como aqueles volúveis e caros.

Nem todas as bactérias coliformes devem ser usadas como indicadores para qualidade sanitária ou de água natural não tratada, porque elas são naturalmente abundantes no ambiente.

A quantidade total de bactérias não constitui parâmetro adequado para se observar a eficiência do SODIS, mas a ineficiência da bactéria deve crescer durante a exposição solar. O propósito do SODIS não é produzir água estéril livre de microorganismos, mas inativação de agentes patogênicos, microorganismos causadores de diarreias.

Como faço o teste da qualidade microbiológica da água potável?

Existe uma grande variedade de testes disponíveis para se observar a qualidade microbiológica da água. O teste mais simples usa sulfeto de hidrogênio produzido pela bactéria para observar a presença ou ausência de contaminação fecal na água. São também chamados de testes "Presença/ausência" permitindo pouca condição de observação da qualidade da água, não dão informações precisas acerca da qualidade de melhoria da água. Para se observar a qualidade de melhoria da água através da aplicação do SODIS ou fazer uma observação do risco da água natural, recomendados assim a utilização de testes de qualidade da água, capazes de medir quantitativamente o número de E. coli.

Para as organizações manusearem um grande número de testes de qualidade da água, em campo nos países em desenvolvimento, recomendamos o uso do kit de teste de campo DelAgua. O kit inclui ferramentas para proceder filtração de membranas para teste de E. coli, bem como outros parâmetros sem necessidade de se estar em laboratório ou utilizar de seus recursos.

O uso dos testes de imersão produzidos comercialmente é mais econômico se for necessário apenas um número limitado. A aplicação destes testes geralmente é simples: mergulha-os dentro da água, deixando-os lá por um tempo específico à determinada temperatura. Sob condições específicas de temperatura em grandes altitudes nas áreas tropicais, alguns testes podem ser deixados à noite em temperatura ambiente para incubação. Na manhã seguinte conta-se o número de colônias. Os resultados do teste são menos confiáveis que aqueles realizados com o uso de membrana de filtração.

É possível usar a SODIS quando estiver nublado?

Durante os dias nublados a intensidade da radiação UV-A é de apenas 30% da radiação presente em dias ensolarados. Assim, nestes dias, é necessária a exposição das garrafas por dois dias consecutivos.

Posso aumentar a eficiência da SODIS?

Há várias maneiras de aumentar a eficiência do SODIS:

- colocar as garrafas plásticas em placas de alumínio onduladas (isto aumentará a temperatura cerca de 5°C.)

- usar água natural com pouca turvação,
- expor a garrafa por dois dias consecutivos em dias nublados,
- substituir garrafas velhas e arranhadas.

Onde colocarei as garrafas de SODIS?

Colocar as garrafas em uma superfície:

- totalmente virada para o sol, por exemplo, nunca faça sombra durante a exposição,
- protegê-las de ventos frios - não colocar estantes abertas de madeira,
- refletoras da luz solar como placas onduladas de metal, que pode aumentar a eficiência do SODIS.

Nunca colocar as garrafas de SODIS em materiais inflamáveis, como roupas ou palha. Uma vez que as garrafas podem funcionar como lentes de aumento, causando fogo em materiais inflamáveis.

Como posso saber quando a água está muito turva para a SODIS?

Há um teste bem simples: encha a garrafa SODIS com água e coloque-a no início do papel com o logotipo do SODIS (as letras devem ter um tamanho de cerca de 1,5cm). Abra a tampa da garrafa e olhe através de sua boca o fundo da garrafa. Se puder ler as letras do logotipo SODIS no papel, a água pode ser usada para a SODIS. Caso não possa ler, a água está muito turva para a SODIS e precisa ser filtrada ou os sólidos devem ser decantados primeiro.

SODIS modifica o gosto da água?

Quando fervemos a água, o nível de oxigênio dissolvido diminui. Isso é o que muda o gosto da água fervida, deixando menos "fresco" e mais suave. O SODIS, por outro lado, aumenta a qualidade da água potável sem modificar seu gosto. As garrafas são tampadas durante a exposição ao sol, portanto, o nível de oxigênio dissolvido na água permanece o mesmo. O gosto da água continua "fresco".

Que água devo usar para a SODIS?

- Água clara, isto é, sem materiais sólidos e de baixa turvação (<30 NTU)
- Água livre de contaminação química
- Água microbiologicamente contaminada: a água que deve ter estado em contato com fezes (a proposta do SODIS é melhorar a qualidade microbiológica da água)

Porque eu devo agitar a garrafa após enchê-la até 3/4 de água?

O oxigênio ajuda a matar os microorganismos como já demonstrado em pesquisa feita por Reed. Enchendo apenas 3/4 da garrafa e tampando, agitar por aproximadamente 20 segundos e terminar de enchê-la, seria o melhor procedimento para o SODIS. Especialmente quando as pessoas tratam água parada (por exemplo, é o caso da Tailândia onde se armazena água de chuva), seria muito bom agitar primeiro a garrafa e com isso, aumentar o nível de oxigênio na água.

Uma vez agitada, a garrafa deve ser enchida totalmente, evitando-se assim qualquer bolsa de ar que reflita parcialmente a radiação solar (interferência na superfície livre da água).

Quais os erros freqüentes cometidos pelos novos usuários do SODIS?

- Garrafas plásticas verdes ou marrons para uso com a SODIS
=> Essas garrafas não transmitem a luz UV-A. Assim, deve-se usar apenas garrafas transparentes.
- O recipiente escolhido é muito grande
=> São ideais garrafas plásticas com volume de 1-2 litros (melhor superfície/proporção volumétrica).
- As garrafas são colocadas em pé
=> Em vez disso: deitar horizontalmente as garrafas aumenta a área de exposição a luz solar e reduz a profundidade da água. (Numa profundidade de 10cm e turvação moderada com nível de 26 NTU, a radiação UV-A é reduzida em 50%)
- Após o tratamento SODIS, a água limpa é colocada dentro de recipientes contaminados, ocorrendo novamente sua contaminação
=> Em vez disso: consumir a água tratada diretamente das garrafas usadas usando um recipiente limpo de vidro ou um copo.

Que tipo de recipientes seriam melhor usados para o SODIS?

Recomendamos o uso de garrafas PET para o SODIS porque elas:

- demonstraram uma boa transmissão de radiação UV-A,
- são disponíveis localmente e em muitos lugares
- são de baixo custo e duráveis
- contêm poucos bem menos aditivos que as garrafas de PVC

Podem ser usadas também, garrafas de vidro, mas as experiências demonstraram que o SODIS perde eficiência com esta, porque levam mais tempo para elevação da temperatura. Usuários também acharam menos praticidade no manuseio das garrafas: não são convenientes para transportar (muito pesadas), facilmente quebráveis e custam bem mais que as de plástico.

Os componentes das garrafas plásticas podem causar risco a saúde se migrarem para dentro da água?

A luz solar transforma o material plástico em fotoprodutos. Testes laboratoriais e de campo já revelaram que estes fotoprodutos são gerados nas superfícies externas das garrafas. Não há migração dos fotoprodutos nas garrafas PET para dentro da água, conforme se observou com a aplicação de métodos analíticos.

Como posso distinguir garrafa PET de PVC?

O PVC é menos inflamável. O material não incendeia com pouca chama. O cheiro da fumaça é picante.

A PET facilmente pega fogo quando colocada perto de chamas. O fogo se consome lentamente ou em parte. O cheiro da fumaça é doce. Deve-se usar as garrafas PET para o SODIS.

Quanto tempo pode ser usada uma garrafa PET para aplicação do SODIS?

A transmissão UV-A da garrafa é muito importante para a eficiência do SODIS. Garrafas PET claras e não usadas têm geralmente uma transmissão de >60%, acima de 340nm (UV-A: 320-400nm). Experiências demonstraram que o envelhecimento das garrafas causam uma diminuição da transmissão de UV-A.

Some-se ao envelhecimento das garrafas devido a luz solar, o manuseio diário que causam arranhões. Recomenda-se substituir as garrafas arranhadas e opacas após um ano de uso diário com SODIS.

Quais águas não deveriam ser usadas para o SODIS?

Como a turvação reduz a intensidade da radiação solar e protege os microorganismos da radiação, a água natural usada para SODIS deve ser a mais clara possível e não exceder a turvação de 30NTU.

O SODIS não muda a qualidade química da água. Portanto, água contaminada quimicamente não deve ser usada para o SODIS (nem deveria ser consumida sem tratamento).

Bibliografia: www.sodis.ch