

Testando a eficácia do Método SODIS na região do Médio Paraíba

Testing the effectiveness of the SODIS Method in the Middle Paraíba region

Mirian Enriqueta Bracco

Professora Titular da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8140-8240>

E-mail: mirian.bracco@gmail.com

Rodrigo Nobrega Souza

Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0009-0790-3943>

E-mail: rodrigo.souza@discentes.fat.uerj.br

João Felipe Simões Espírito Viana

Aluno de Tecnologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0009-9525-7418>

E-mail: joao.viana@discentes.fat.uerj.br

Maria Eduarda Rocha Viana

Aluna de Tecnologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-7259-7028>

E-mail: marieduviana16@gmail.com

Victor Meier de Aquino Marinho

Soldado no Corpo de Bombeiros do 17º Grupamento de Bombeiros Militar

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-4475-6736>

E-mail: meiervictor1993@gmail.com



Matheus Daniel Alves de Oliveira

Aluno de Tecnologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-2952-8819>

E-mail: matheusdaniel1801@gmail.com

Resumo

O Método SODIS (Solar Water Disinfection) utiliza a radiação solar para desinfetar água não tratada, sendo empregado em comunidades vulneráveis. Este artigo apresenta resultados de medições científicas realizadas na região do Médio Paraíba, comparando a eficácia da desinfecção em garrafas PET transparentes (PET-T) e parcialmente pintadas de preto (PET-P), com e sem concentradores solares. Os dados foram coletados utilizando sensores de temperatura conectados a um Arduino, demonstrando que a PET-P atinge temperaturas acima de 50°C em uma hora, reduzindo o tempo necessário para desinfecção. As conclusões corroboram a viabilidade do método na região, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6) da ONU.

Palavras-chaves: Arduino; Energia solar; Água.

Abstract

The SODIS (Solar Water Disinfection) method uses solar radiation to disinfect untreated water and is widely adopted in vulnerable communities. This article presents scientific measurements conducted in the Middle Paraíba region, comparing the effectiveness of transparent (PET-T) and partially black-painted (PET-P) PET bottles, with and without solar concentrators. Data were collected using temperature sensors connected to an Arduino, showing that PET-P reaches temperatures above 50°C within one hour, shortening the disinfection time. The results confirm the method's feasibility in the region, aligning with the UN's Sustainable Development Goals (SDG 6).

Keywords: Arduino; Solar energy; Water.

Área de extensão: Educação; Meio Ambiente; Saúde; Tecnologia.

Introdução

Cerca de 35 milhões de brasileiros não possuem água potável, e 100 milhões não possuem saneamento. Esses números alarmantes retratam a falta de infraestrutura em grande parte dos municípios, principalmente naqueles da região Norte. Municípios com baixíssima distribuição de renda sofrem com a falta de cobertura pelo poder público e pela iniciativa privada, além da grande diferença no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que existe no país. Assim, cerca de 72% da população que se encontra abaixo da linha da pobreza vive em moradias sem abastecimento regular de água. Isso acaba culminando na



utilização e no consumo de águas contaminadas, causando doenças provenientes de microrganismos, como disenteria bacteriana, por exemplo (Instituto Trata Brasil, 2023).

Ampliando a problemática, o 6º objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS 6) da Organização das Nações Unidas (ONU) diz respeito a garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do esgotamento sanitário para todos, ou seja, é um direito universal. Sabendo que a vida depende da água, ela é um direito à vida. Segundo relatório da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura, 26% da população global não tem acesso à água potável. Ademais, 46% dos habitantes do planeta não possuem serviços de saneamento seguros, ou seja, 3,6 bilhões de pessoas (UNESCO, 2023). A falta de condições de tratamento de água e gerenciamento de resíduos demonstra uma ausência de cooperação mundial para a resolução efetiva de um problema tão grave quanto este.

Dessa maneira, por não se tratar de questão recente, em 1984 o professor Aftim Acra — da Universidade Americana de Beirute, no Líbano — apresentou uma solução, mesmo que temporária, para locais onde o acesso à água potável é difícil e os recursos são escassos. Cientificamente testado em vários países e comprovado por diversas instituições, o método *Solar Water Disinfection* (SODIS) utiliza a radiação proveniente dos raios solares para desinfetar a água contaminada por bactérias, vírus e protozoários, que são veículos de transmissão de doenças. O SODIS é de fácil aplicação e de baixíssimo custo, sendo necessário apenas o uso de garrafas PET e do Sol. Para ter eficácia, é necessário que as garrafas PET sejam transparentes, estejam limpas e bem conservadas. Após a coleta de água não tratada, procede-se à sua filtragem para eliminar as partículas de poeira ou folhas. Para isso, um pano limpo ou filtro de papel pode ser usado. A seguir, enche-se a garrafa até 80% para poder agitá-la e, assim, produz-se a oxigenação, procedimento recomendado para melhor ação do Sol na eliminação de algumas bactérias. Feito esse procedimento, a garrafa é colocada em uma superfície com leve inclinação, como a de um telhado, ou diretamente nos telhados das casas. Podemos visualizar essa situação na Figura 1. O tempo de exposição aos raios solares para que a desinfecção aconteça depende da temperatura que a água alcance no interior da garrafa. Segundo o



manual SODIS, um período de 6 horas, de preferência no período de maior incidência solar, entre as 10h e as 16h, pode ser suficiente, pois a água atingiria uma temperatura entre 35 e 40 graus Celsius (°C). Depois disso, estaria própria para o consumo. No entanto, caso a temperatura da água atinja 50 °C durante pelo menos uma hora, ela já está própria para o consumo humano. O aumento da temperatura da água, associado à ação da radiação ultravioleta, UV-A e UV-B, faz com que haja a inativação de microrganismos patogênicos, tornando possível o consumo por até dois dias (EAWAG/SANDEC, 2023).

Figura 1 — Método SODIS



Fonte: EAWAG/SANDEC (2023).

É importante ressaltar que condições climáticas favoráveis são vitais para que se consiga realizar uma análise precisa do tempo necessário para a garrafa permanecer ao Sol, garantindo assim a eficácia do método. O ideal é que seja feito em dias ensolarados e/ou com poucas nuvens. Caso haja nebulosidade durante pelo menos 50% do período, é necessário que a exposição da água ocorra por pelo menos dois dias sucessivos (EAWAG/SANDEC, 2023).

Para saber mais a respeito do método SODIS, é fundamental ler o manual desenvolvido pelo Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology, EAWAG, ou mais especificamente pelo Sanitation, Water and Solid Waste for Development



(SANDEC). Nesses documentos, não apenas se contextualiza todo o cenário para o desenvolvimento do Método, mas também informa como aplicá-lo, compartilham-se experiências de locais em que houve adesão (como em regiões da Bolívia e da Indonésia, por exemplo), também contém sugestões de questionários para serem realizados com os moradores das comunidades, dicas para a aproximação com as diferentes culturas, ideias para jogos e materiais de campanha, entre outras informações. Esse manual foi uma das literaturas básicas recomendadas para o estudo neste trabalho de iniciação científica e extensão desenvolvido pelos alunos do projeto de extensão: Energia Solar e Soluções Sustentáveis, FAT-UERJ, câmpus do município de Resende-RJ.

Neste artigo, apresentaremos resultados do tempo de exposição da água ao Sol, para garantir, na nossa região do Meio do Paraíba, a eficácia do método. Nosso trabalho consistiu em idelizar um equipamento, o protótipo SODIS, que permitisse a alocação das garrafas PET, assim como as interfaces Arduino usadas para adquirir os dados de temperatura. Especificamente, trabalhamos com dois tipos de garrafas PET: uma transparente PET(T); e outra parcialmente pintada com tinta preta fosca PET(P), na parte inferior. Usando sensores de temperatura, dentro das garrafas e fora delas, procedemos à exposição das garrafas ao Sol e registramos as temperaturas que a água atinge, assim como a temperatura ambiente. Tabelas e gráficos comparativos permitiram corroborar a metodologia SODIS, especificamente para nossa região.

A literatura recomenda a utilização de garrafa transparente, em vez de colorida, por ser mais eficiente na inativação dos microrganismos presentes em águas contaminadas e por ser de obtenção mais fácil. No entanto, de acordo com dados obtidos por Cazu *et al.* (2022), há indícios de que a pintura preta parcial na parte inferior da garrafa PET (no sentido horizontal, voltada para baixo) pode melhorar os indicadores do tratamento da água. Isso pode ser explicado pelo problema da Radiação do Corpo Negro de Planck, que diz que o corpo negro absorve todos os comprimentos de onda, provocando um aumento maior de temperatura. Dessa maneira, explica-se o porquê uma camisa na cor preta, por exemplo, esquenta mais do que uma camisa na cor branca, quando estamos expostos ao Sol.



Sabe-se que, em uma comunidade com poucos recursos, a pintura parcial de garrafas talvez se demonstre como algo inacessível; no entanto, para fins científicos, acadêmicos e de divulgação, nós resolvemos medir com a garrafa PET(P), dando as medidas comparativas.

Vale ressaltar que nenhuma das referências teve seus dados obtidos no município de Resende-RJ, sendo estas medidas inéditas em relação ao conhecimento sobre o tema. Tendo nossas próprias medidas garantidas de forma prática e científica, levaremos o Método SODIS à região do Médio Paraíba. Aplicamos o método na comunidade Quilombola de Santana, situada no município de Quatis-RJ. Ela não possuía água tratada, e nos foi relatado que as crianças da escola padeciam de frequentes doenças gastrointestinais. Em outro artigo em desenvolvimento, relataremos a maravilhosa experiência de ter compartilhado esse conhecimento nessa comunidade, que é isolada e esquecida pelo poder público.

A seguir, mostramos a metodologia usada, os resultados e as conclusões.

Metodologia

Com o conhecimento adquirido através da bibliografia citada, procedemos a idealizar como realizar as medidas para o qual precisamos adentrar no estudo da interface Arduino, que através do uso de sensores de temperatura nos viabiliza as medidas científicas que desejávamos obter.

O Arduino está sendo muito usado como componente e interface de baixo custo que permite obter medidas de maneira muito didática. Essa facilidade é proveniente das muitas bibliotecas disponíveis para seu uso. Para obter medidas de temperatura, como no nosso caso, precisamos fazer conexões entre essa interface Arduino, que coleta os dados que desejamos, o uso de sensores de temperatura e um computador. A linguagem utilizada para programar as medidas é o C++ (com algumas modificações), relativamente fácil de aprender, considerando a vasta bibliografia existente. Para conectar os sensores de

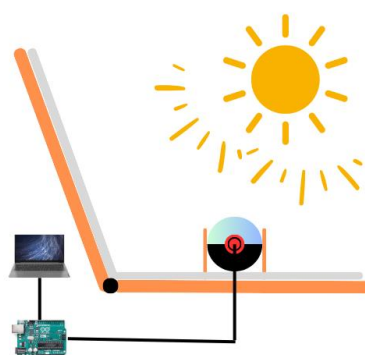


temperatura ao Arduino, usam-se *jumpers*, resistências e outros dispositivos eletrônicos para não danificar os sensores e o próprio Arduino (Musci *et al.*, 2023).

Os sensores usados foram dois: o LM35, necessário para a obtenção dos dados de temperatura ambiente; e o sensor DS18B20, que capta a temperatura da água. O primeiro foi colocado na própria *protoboard* (placa externa específica para conexões), enquanto os outros sensores foram imersos na água presente dentro das garrafas PET, T e P.

Para realizar essas medidas, foi idealizado um equipamento próprio para ajudar na manipulação do Arduino, garrafas e sensores. Esse equipamento foi chamado de Protótipo SODIS (*kit SODIS*), e o mesmo foi também adequado com algumas tecnologias simples para permitir intensificar a absorção de raios solares. Este equipamento foi fundamental para poder realizar de forma prática a colocação das garrafas, assim como também possibilitou utilizar concentradores solares. Essencialmente, ele consta de uma base e uma parede de madeira, a qual é móvel, permitindo diversas angulações. Na base se coloca a garrafa PET com água. Para estudar a intensificação da luz por concentradores, as paredes de madeira foram forradas com material refletivo (folhas de alumínio), e a inclinação da parede vertical é usada para que os raios refletidos nesse material incidam na garrafa, seguindo a lei de reflexão da luz solar. A seguir, na Figura 2, mostramos um esboço do *kit SODIS* para visualização. Nessa figura, observamos em linha preta o fio que conecta o sensor dentro da garrafa ao Arduino, e, logo, ao computador.

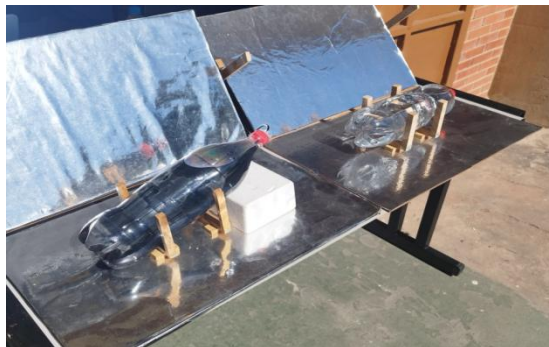
Figura 2 — Esquema do *kit SODIS* e os seus componentes



Fonte: Os autores (2025).

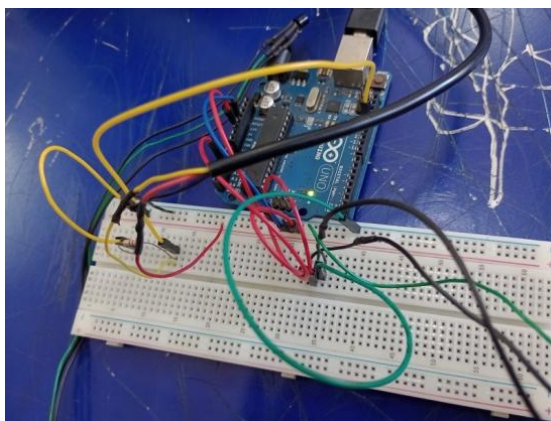
A seguir, mostramos uma fotografia de um dos dias em que realizamos medições, de dois *kits* SODIS. Na Figura 3 mostramos esses dois *kits* SODIS, construídos e doados pelo ex-bolsista Victor Meier. Na imagem à direita, um *kit* com a garrafa PET(T), e, à esquerda, a garrafa PET(P). Nesse caso, já usamos concentrados solares refletivos.

Figura 3 — KIT SODIS, refletivos, garrafa T à direita e garrafa P à esquerda



Fonte: Os autores (2025).

Figura 4 — *Protoboard* (placa branca), Arduino e fios



Fonte: Os autores (2025).

Todas essas montagens foram realizadas em nosso câmpus em Resende, fazendo uso do Centro de Fontes Renováveis de Energia (CFRE), com o qual a Professora Mirian vem colaborando. Fizemos várias tentativas, resolvendo alguns problemas técnicos que possibilitaram as medidas e os resultados a seguir.



Resultados

As medições apresentadas aqui foram feitas em 16/11/2023. Dia de Sol pleno e céu limpo, propício para o experimento. Foram iniciadas às 11h05 e finalizadas às 15h21, pois a ideia era que fossem realizadas durante o período com maior incidência de raios solares.

Os valores foram tabulados em Excel. Após isso, foi plotado um gráfico de temperatura, em graus Celsius, *versus* o horário do dia, de forma a comparar a variação da temperatura da garrafa PET(T) da garrafa PET(P) e da temperatura ambiente.

A seguir, na Tabela 1, apresentamos as medidas de temperatura nos dois casos: na coluna 1, está o horário; na coluna 2, a temperatura da água na garrafa PET transparente; na coluna 3, na garrafa PET pintada de preto; e, na coluna 4, a temperatura ambiente. A coleta dos dados ocorreu com intervalos regulares programados.

Quadro 1 — Valores de temperatura nas garrafas T e P e a temperatura ambiente

Horário	Temperatura garrafa transparente (°C)	Temperatura garrafa pintada (°C)	Temperatura ambiente (°C)
11:05:42	28,44	29,56	30,79
11:20:43	31,81	34,44	31,77
11:35:44	34,88	38,56	33,24
11:50:45	37,38	41,63	32,26
12:05:46	39,56	44,5	32,26
12:20:48	40,44	45,44	34,7
12:35:49	41,69	46,81	35,19
12:50:50	42,94	48,81	34,7
13:05:51	43,25	48,94	35,68
13:20:52	44	49,88	33,24
13:35:53	45,38	51,69	32,26
13:50:54	46,63	53	37,63
14:05:56	47,31	54,13	37,15
14:20:57	46,06	52,63	32,75
14:35:58	45,19	51,25	33,72
14:50:59	44,13	49,69	34,21
15:06:00	43,31	48,69	34,21
15:21:01	42,31	47,38	33,24

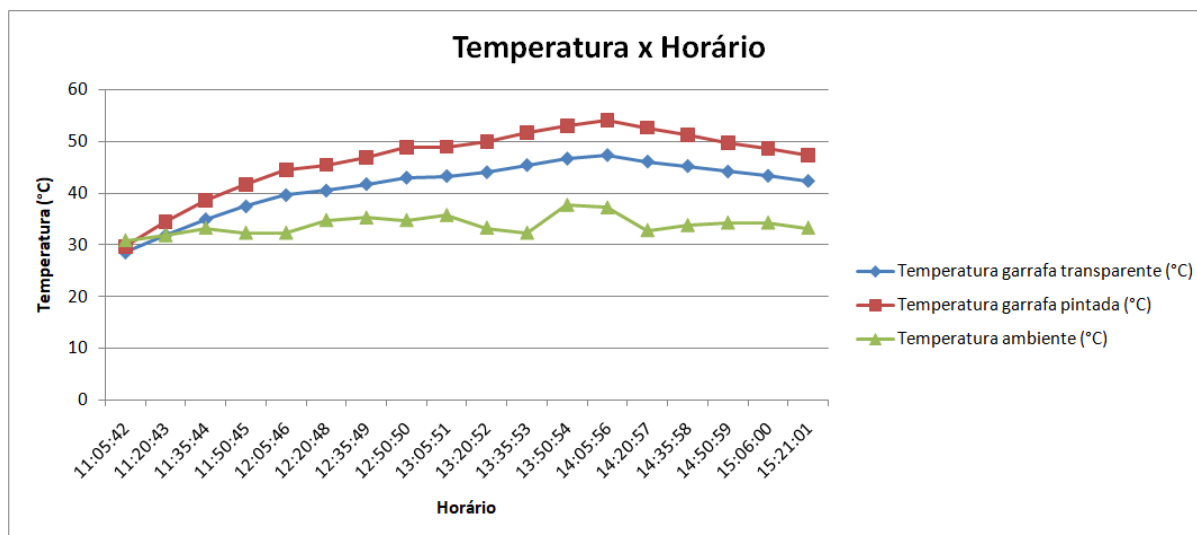
Fonte: Os autores (2025).

A seguir, elaboramos um gráfico que permite visualizar melhor os dados coletados na tabela anterior. A temperatura ambiente está representada em triângulos (verde), unidos



por linha. Essa curva sempre se mantém abaixo da temperatura atingida no interior das garrafas. A temperatura da garrafa PET(T) está em trapézios (azul), correspondente à segunda curva de baixo para cima; e a da garrafa com fundo preto PET(P) em quadrados (vermelho), sendo a terceira curva de baixo para cima.

Figura 5 — Gráfico Temperatura x Horário



Fonte: Os autores (2025).

Como podemos ver, entre 13h20 e 15h, a garrafa pintada com fundo preto está a mais de 50 graus Celsius por mais de uma hora. Para garantir a desinfecção da água, segundo o manual SODIS, o método estaria garantido. Observamos uma variação da temperatura ambiente, atribuída a vento e nuvens. Vale notar que a garrafa transparente, fica a mais de 30 graus Celsius entre 11h e 15h20. Neste caso, seriam necessárias 6 horas para garantir o método, o que acreditamos possa ser obtido se iniciarmos as medidas às 10h e finalizarmos às 16h. Obviamente, foram usados concentradores para a obtenção dos dados.



Conclusão e considerações finais

Nossas conclusões para garantir a desinfecção da água não tratada, seguindo os dados do manual do SODIS, na região do Médio Paraíba, especificamente na cidade de Resende-RJ, com dia de Sol pleno, onde a temperatura ambiente se manteve em média perto dos 30 graus Celsius e poucas nuvens, constam a seguir.

Quando usamos a garrafa PET não pintada, PET(T), colocada sobre uma superfície reflexiva, a água alcançou algo entre 30 e 40 graus Celsius após uma hora. Nessas condições, para eliminar vírus e bactérias, precisamos manter a exposição aos raios solares por algo em torno de 5 a 6 horas, tempo recomendado segundo o manual do SODIS. Observando as nossas medidas, as garrafas deveriam ser expostas a partir das 10h, já que aproximadamente uma hora depois atingimos 40 graus; sendo assim, uma exposição de 6 horas seria suficiente para a desinfecção acontecer.

Quando usamos a garrafa com fundo pintado de preto, PET(P), após duas horas de exposição ao Sol, a água atingiu mais de 50 graus. Nessas condições, só precisamos deixá-la exposta por 1 a 2 horas. Isso permite garantir água tratada.

No primeiro caso, PET(T), para eliminar vírus e bactérias que provocam doenças, é necessário expor a garrafa com água ao Sol por um período de 5 ou 6 horas, quando a água alcança temperaturas entre 25 e 45 graus. No manual do SODIS, são apresentadas evidências que comprovam que a água nessas condições é potável e se faz apta para o consumo durante os próximos dois dias, devendo ser mantida na geladeira.

No segundo caso, PET(P), a base da PET pintada de preto permite absorver todos os tamanhos de comprimento de onda da luz solar, o que converte em melhor absorvedor de energia do Sol, permite encurtar o tempo de exposição da água em duas horas, no mínimo.

Alinhando-se aos achados prévios de Cazu *et al.* (2022), a pesquisa evidenciou que modificações estruturais simples nos recipientes geram ganhos expressivos de eficiência térmica. Enquanto o uso de garrafas totalmente transparentes demanda um período de



exposição solar contínua de 5 a 6 horas para atingir a temperatura entre 30 °C e 40 °C, a adoção de recipientes com o fundo parcialmente pintado de preto (PET-P) reduziu significativamente esse tempo. Devido à maior absorção de radiação térmica, as garrafas PET-P superaram a marca crítica de 50 °C em cerca de duas horas de exposição, demonstrando que a otimização do método reduz o tempo de tratamento necessário e otimiza o acesso à água potável de forma segura.

A dissertação de mestrado, de Botto (2006) mapeou as barreiras e potencialidades do método, no semiárido do estado do Ceará, apontando que o sucesso da tecnologia reside na desmistificação do uso da radiação solar como agente purificador da água. Os dados práticos coletados neste trabalho avançam nessa discussão ao propor otimizações físicas (como a pintura do fundo da garrafa PET e o uso de concentradores) que reduzem o tempo de exposição necessário. Essa redução mitiga uma das principais limitações sociais apontadas no trabalho de Botto (2006) em comunidades vulneráveis: a necessidade de longos tempos de espera para o consumo da água tratada. Dessa forma, a inovação técnica no arranjo experimental atende diretamente aos critérios de viabilidade social e eficácia técnica preconizados na dissertação cearense.

Os resultados desta pesquisa convergem com a Resolução nº 64/292 da Assembleia Geral da ONU, que reconhece formalmente o direito humano à água potável e limpa como essencial para o pleno gozo da vida. Os critérios da ONU estabelecem que a água para uso pessoal deve ser acessível e economicamente viável. Nesse cenário, o método SODIS otimizado se consolida como uma ferramenta de transição imediata para populações que sofrem com a ausência de infraestrutura governamental. A aplicação prática observada na comunidade Quilombola de Santana reflete o diagnóstico de Botto (2006) e os dados de Cazu *et al.* (2022), ao utilizar insumos de custo zero (radiação solar e garrafas PET recicladas). A inovação do monitoramento automatizado e a aceleração do processo térmico nas garrafas PET-P funcionam como salvaguardas técnicas, assegurando que o padrão de qualidade microbiológica exigido pelas agências internacionais seja atingido de forma simples, segura e perfeitamente replicável.



Como perspectivas futuras, estamos realizando as medições do SODIS, desde o início da manhã, às 9h, até o final da tarde, às 17h. Gostaríamos de comparar esses dados com diferentes condições climáticas e períodos do ano. Também pretendemos não usar as superfícies refletivas e analisar quimicamente a água. Isso deixaria um leque completo de medidas, que seriam complementadas com análises químicas, para mostrar o antes e o depois da desinfecção. Também é interessante testar com garrafas de vidro transparente, que não são de fácil obtenção, mas são sustentáveis e não geram resíduos.

Para os alunos que participaram desta publicação e fizeram possível a realização deste trabalho, foram alcançados vários aprendizados, alguns do ponto de vista de entender o método científico, projetar e diagramar equipamentos para facilitar as medições; aprender a trabalhar em parceria com colegas de diferentes engenharias e de diferentes períodos; organizar dias e datas para encontros e, assim, poder mensurar o método. O Arduino mostrou-se uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento do trabalho, visto que eles aprenderam a programar e a fazer conexões necessárias.

Paralelamente, estamos relatando em outro *paper* as visitas realizadas à comunidade Quilombola de Santana, em Quatis, onde o método foi aplicado devido à falta de água tratada. Ter feito as medições nos deu a certeza e firmeza necessárias para entender que estávamos levando algo muito benéfico para a comunidade. Do ponto de vista humano, esta foi uma experiência de muito aprendizado para todos nós.

Conclui-se também que o desenvolvimento do trabalho foi uma maneira de incentivar não somente os alunos do projeto, mas também alunos de graduação, em geral, a iniciarem os estudos sobre *papers*, método científico e o passo a passo para a escrita de artigos. Essa iniciativa desenvolveu autonomia e criatividade, assim como as *soft skills* e *hard skills* altamente requisitadas no mercado de trabalho moderno. O entendimento de uma linguagem de programação, pelo menos a nível básico, é extremamente importante na Indústria 4.0 (onde a automação e a otimização de tempo são constantemente cobradas).



Contribuições individuais de cada autor na elaboração do trabalho

Os autores Rodrigo Nobrega Souza, João Felipe Simões Espírito Viana, Maria Eduarda Rocha Viana, Matheus Daniel Alves de Oliveira e Mirian Enriqueta Bracco ficaram responsáveis pela visita à comunidade quilombola, revisão bibliográfica e escrita do trabalho. E, além disso, pela obtenção dos dados de temperatura por meio do Arduino.

O autor Victor Meier de Aquino ficou responsável pela montagem do *kit* SODIS, montagem dos componentes do Arduino, revisão bibliográfica e escrita do trabalho.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento e suporte necessários para a realização do trabalho. Por fim, agradecemos ao Centro de Fontes Renováveis de Energia (CFRE) pelas instalações usadas e à comunidade Quilombola Santana, de Quatis-RJ, pela confiança em nosso trabalho e pela alegria que foi compartilhar nossos conhecimentos, assim como eles compartilharam os seus conhecimentos conosco.

Referências

BOTTO, M. P. **Avaliação do processo de desinfecção solar (SODIS) e de sua viabilidade social no estado do Ceará**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

CAZU, D. *et al.* Eficiência térmica em garrafas PET modificadas. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 8, n. 3, p. 21479-21492, 2022.

DEPARTMENT OF SANITATION, WATER AND SOLID WASTE FOR DEVELOPMENT. SWISS FEDERAL INSTITUTE OF AQUATIC SCIENCE AND TECHNOLOGY.

Desinfecção solar da água: Guia de aplicações do SODIS. [S. l.]: SANDEC: EAWAG, 2002. Disponível em: https://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_p.pdf. Acesso em: 10 abr. 2024.



INSTITUTO TRATA BRASIL. **A vida sem saneamento**. Brasília, DF: Instituto Trata Brasil, 2023. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MUSCI, M. *et al.* Introdução ao Arduino. **Revista Contemporânea**, [s. l.], v. 3, n. 10, p. 19350-19366, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56083/RCV3N10-146>. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/2028>. Acesso em: 28 abr. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **ODS 6: Água potável e saneamento**. Brasília, DF: UNESCO, 2023. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org>. Acesso em: 10 abr. 2024.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. **The United Nations World Water Development Report 2023: partnerships and cooperation for water**. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384655>. Acesso em: 10 abr. 2024.