



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PRINCESA ISABEL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

LUIZ FILIPE QUEIROZ BARBOSA

**A CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR DE GARRAFAS PET NA
COMUNIDADE QUILOMBOLA CAVALHADA - FLORES, PE.**

PRINCESA ISABEL

2024

LUIZ FILIPE QUEIROZ BARBOSA

**A CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR DE GARRAFAS PET NA
COMUNIDADE QUILOMBOLA CAVALHADA - FLORES, PE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
da Paraíba, como requisito para obtenção do título
de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador(a): Thiago Conrado de Vasconcelos.

PRINCESA ISABEL

2024

IFPB - Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) – Agnaldo Oliveira -988

B238c Barbosa, Luiz Filipe Queiroz.
A construção do aquecedor solar de garrafas pet na comunidade
quilombola Cavahada - Flores, Pe /Luiz Filipe Queiroz Barbosa. - 2024.
34 f : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Superior em Gestão Ambiental) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa
Isabel, 2024.

Orientador(a): Prof. Dr. Thiago Conrado de Vasconcelos.

1. Gestão Ambiental. 2. Sustentabilidade. 3. Tecnologia sociais. 4.
Energia renováveis. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
da Paraíba. II. Título.

IFPB/PI

CDU 502.2

Catalogação na Publicação elaborada pela Seção de Processamento Técnico da
Biblioteca Professor José Eduardo Nunes do Nascimento, do IFPB Campus Princesa Isabel.

TERMO DE APROVAÇÃO

LUIZ FILIPE QUEIROZ BARBOSA

A CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR DE GARRAFAS PET NA COMUNIDADE QUILOMBOLA CAVALHADA - FLORES, PE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **THIAGO CONRADO DE VASCONCELOS**
Data: 13/03/2025 13:28:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Thiago Conrado de Vasconcelos (Orientador)
Instituto Federal da Paraíba - IFPB

Documento assinado digitalmente
 **RAIZA NAYARA DE MELO SILVA**
Data: 14/03/2025 22:18:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Ma. Raíza Nayara de Melo Silva
Instituto Federal da Paraíba

Documento assinado digitalmente
 **Artur Moises Gonçalves Lourenço**
Data: 14/03/2025 18:56:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Artur Moises Gonçalves Lourenço
Instituto Federal da Paraíba

AGRADECIMENTOS

É expresso aqui os meus mais sinceros agradecimentos, a Deus em primeiro lugar que nos fortalece todos os dias para irmos em busca dos nossos objetivos.

Aos meus pais Maria de Lourdes Queiroz Barbosa e Rafael Queiroz Barbosa pelo suporte durante todo esse tempo no qual não faltou apoio e incentivo durante o curso.

A minha irmã Patrícia Rafaela Queiroz Barbosa pela amizade e apoio nos momentos difíceis.

A toda minha família, em especial aos meus queridos avós, Terezinha Maria da Conceição, Ana Torquato Barbosa (*in memória*) e Emanuel Torquato Barbosa, por todo carinho e ensinamentos.

A meu padrinho e amigo Everaldo (*in memória*) que não está mais entre nós, porém foi um dos meus maiores incentivadores a buscar meus objetivos.

A comunidade quilombola Cavallhada cuja colaboração e engajamento foram fundamentais para o desenvolvimento e a realização deste trabalho.

Agradeço também aos professores M.a Raiza Naiara Melo e Dr. Thiago Conrado de Vasconcelos do Instituto Federal *Campus* Princesa Isabel pela ideia e realização deste projeto por meio uma ação de extensão intitulado “Tecnologias Sociais Sustentáveis: A construção de um aquecedor solar para a comunidade quilombola Cavallhada”, no qual o projeto viria a ser o tema do meu TCC e o professor Thiago o meu orientador. Ainda reitero a participação do professor M.e Artur Moises com colaborações para o uso da tecnologia do arduino.

A todo o corpo docente, do Instituto Federal *Campus* Princesa Isabel que sempre acolhe e possibilita aos seus alunos um ensino de qualidade, em especial à Professora. Dra. Adriana Oliveira de Araújo que sempre nos dava conselhos para nos tornarmos melhores.

Ao professor da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, Ivan Jeferson Sampaio Diogo por seus conselhos e orientações.

A toda a turma de TGA pelos momentos vividos nas aulas e em especial a Pedro Barros dos Santos e Marcela da Cruz Cardoso pela amizade.

RESUMO

Este trabalho relata a construção e a análise de desempenho de um aquecedor solar de garrafas PET na comunidade quilombola Cavilhada. O projeto foi desenvolvido em três etapas: apresentação da proposta à comunidade, capacitação dos moradores para a construção e manutenção do sistema, e instalação do aquecedor solar sustentável. Além disso, foi desenvolvido um sistema automatizado para medir a temperatura da água, promovendo sustentabilidade e autonomia para a comunidade. A implantação de aquecedores solares de baixo custo em comunidades quilombolas e rurais contribui para a redução de gastos com energia elétrica, incentiva práticas sustentáveis e fortalece a resiliência da comunidade em períodos de clima ameno. A água aquecida pode ser utilizada para fins domésticos, como banhos. O aquecedor solar foi construído com garrafas PET e materiais de baixo custo. A água atingiu temperaturas próximas a 50°C, medidas com instrumentação analítica, enquanto o sistema automatizado com Arduino registrou temperaturas de até 43°C. As coletas de dados com termômetro de arduino ocorreram um ano após a instalação, deve-se levar em consideração a perda de potência inicial do sistema.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Tecnologia sociais. Energia renováveis.

ABSTRACT

This paper reports on the construction and performance analysis of a PET bottle solar heater in the Cavilhada quilombola community. The project was carried out in three stages: presenting the proposal to the community, training residents to build and maintain the system, and installing the sustainable solar heater. In addition, an automated system was developed to measure the water temperature, promoting sustainability and autonomy for the community. The implementation of low-cost solar heaters in quilombola and rural communities helps to reduce electricity costs, encourages sustainable practices and strengthens the community's resilience during periods of mild weather. The heated water can be used for domestic purposes, such as bathing. The solar heater was built with PET bottles and low-cost materials. The water reached temperatures close to 50°C, measured with analytical instrumentation, while the automated system with Arduino recorded temperatures of up to 43°C. Data collection with the Arduino thermometer took place one year after installation, taking into account the system's initial loss of power.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 ÁREA DE PESQUISA	10
3.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	11
3.3 COLETA DOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR SUSTENTÁVEL	12
3.4 ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DO AQUECEDOR SOLAR	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 CAPACITAÇÃO NA COMUNIDADE QUILOMBOLA CAVALHADA	15
4.2 A CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR E INSTALAÇÃO NA COMUNIDADE QUILOMBOLA CAVALHADA	17
4.3 CONSTRUÇÃO DO TERMÔMETRO DE ARDUINO PARA ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DO AQUECEDOR SOLAR	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	28
APÊNDICE	31

1 INTRODUÇÃO

Segundo Campos Jr. (2024) a conta de energia ficará mais cara neste ano de 2024, nesse sentido em tempos em que o consumo de energia vem aumentando a cada ano, o encarecimento das energias tradicionais tem despertado o interesse na utilização de fontes sustentáveis, a alta demanda por energia em conjunto com o seu desperdício é um grande problema na geração de energia no Brasil (Leite, 2012).

Além disso, a utilização de novas formas alternativas de recursos energéticos se faz importante porque o detrimento das fontes de energia não renováveis são cruciais para que o nosso sistema atual de energia consiga suportar as novas gerações. É sabido que a utilização de fontes de energias não renováveis vem potencializando o aquecimento global e, portanto, utilizar inovações e novas técnicas de geração de energia são essenciais para assim ter menos degradação do meio ambiente (Bermann, 2008; Gomes, 2018; Silva, 2007).

A partir do supracitado, aquecedores solares convencionais e chuveiros elétricos são materiais que demandam um alto consumo de energia (Fernandes, 2023) além de ser bastante custoso para pessoas de baixa renda (Santesso, 2013) por esse motivo é necessário a criação de projetos sustentáveis que transformam o recurso energético captado do sol em aquecimento de água trazendo vários benefícios tanto para o meio ambiente quanto para o bolso.

Além de reduzir o consumo de energia não renovável, tendo em vista o aumento também da poluição, vem a necessidade de desenvolver tecnologias sustentáveis, que são possíveis a partir de materiais recicláveis que se encontram no dia a dia como garrafas PET e caixas de leite, cano de pvc, este trabalho está concentrado em torno do seguinte problema: Como é possível fornecer água quente para moradores da comunidade quilombola Cavallhada utilizando materiais de baixo custo?

A construção de aquecedores solares com materiais reciclados é uma abordagem sustentável e viável para a promoção da energia renovável em comunidades rurais e quilombolas. Segundo Woelz (2002), o aproveitamento desses materiais na construção de aquecedores solares tem sido uma alternativa interessante para a redução do custo de produção e instalação de equipamentos de energia solar térmica. Diante disso, o principal objetivo do trabalho é a construção de um aquecedor solar utilizando materiais recicláveis e de baixo custo na comunidade quilombola Cavallhada, localizada no município de Flores, Pernambuco.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Construir um aquecedor solar sustentável utilizando materiais recicláveis e de baixo custo na comunidade quilombola Cavilhada, localizada na cidade de Flores-Pe.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Promover a ações sociais de coleta de materiais recicláveis que serão necessário para a construção do aquecedor solar na comunidade quilombola;
- Capacitar membros da comunidade para construção, manutenção e replicação do aquecedor solar sustentável;
- Avaliar o desempenho do aquecedor solar construído fazendo medições periódicas de temperatura utilizando um sistema embarcado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, os caminhos metodológicos escolhidos para a execução trata-se primeiramente de uma pesquisa aplicada com metodologia quantitativa. Essa forma de pesquisa é dada pois o trabalho está concentrado em torno do problema citado anteriormente. Para isso, foi necessário a elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções. Respondendo a uma demanda formulada por pela comunidade citada (Thiollent, 2009; Gil, 1987).

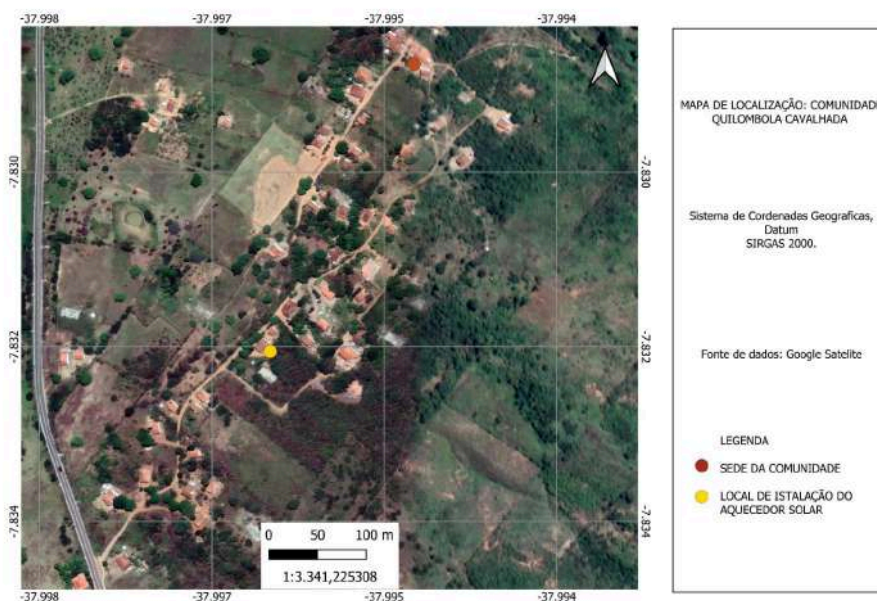
Com base na pergunta norteadora foi escolhido desenvolver o trabalho na própria comunidade quilombola Cavilhada. Para a construção do aquecedor solar sustentável foi necessário fomento que veio por meio de um projeto de extensão do Instituto Federal *Campus* Princesa Isabel intitulado “Tecnologias Sociais Sustentáveis: A construção de um aquecedor solar para a comunidade quilombola Cavilhada”, participaram da ação membros do IFPB juntamente com moradores que residem nela para a construção do aquecedor solar.

3.1 ÁREA DE PESQUISA

A comunidade quilombola Cavilhada está localizada no município de Flores-PE e é composta por cerca de 90 famílias na qual a maioria deles são trabalhadores rurais, boa parte da renda é gerada pela agricultura com cultivo de milho e feijão, que é vendido ou utilizado pelos próprios moradores. Uma das suas fontes de água é a captação por meio da chuva que é armazenada em reservatórios como as cisternas e assim conseguindo armazenar água durante o ano (Ferreira, 2016). Além da passagem de um riacho na comunidade, que por muito tempo foi uma das maiores fontes de água dela, também tem a utilização de açudes que é um reservatório maior que mantém a região abastecida.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a temperatura média anual da região é de 25°C, com uma precipitação média anual de 755,6 mm, o seu clima é semiárido junto com sua vegetação que é constituída por Caatingas Hiperxerófilas. A estação chuvosa concentra-se entre janeiro e maio, enquanto o restante do ano é marcado por longos períodos de estiagem. A região apresenta temperaturas mais amenas o que é um ponto positivo para a construção do aquecedor solar. A comunidade quilombola Cavilhada (Figura 1) foi certificada pela Fundação Cultural Palmares, e a certidão representa o reconhecimento oficial do estado brasileiro as comunidades quilombolas (Brasil, 2014).

Figura 1 - Mapa de localização da área da comunidade quilombola Cavalhada.



Fonte: Autor, 2024.

3.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Em princípio foi feita uma pesquisa documental prévia realizada pelo grupo participante, essa análise embasou a proposta do projeto, tendo como foco a busca por referências teóricas, práticas sobre o uso de materiais recicláveis na construção de aquecedores solares e bem como sobre a implantação desses aquecedores em comunidades rurais, residências carentes e em locais de vulnerabilidade social.

A pesquisa documental revelou que há dois tipos de aquecedores solares de baixo custo que poderiam ser implementados na comunidade Cavalhada, o desenvolvido pela associação sociedade do sol: nesse aquecedor solar foi utilizado forro de PVC e o outro feito desenvolvido por Pedro Reis com canos, caixa de leite e garrafa PET. Com base nisso, foi escolhido o desenvolver o método realizado por Reis (Reis, 2018) por se tratar de um sistema sustentável com materiais de baixo custo, que retira do ambiente resíduos que são prejudiciais para a natureza e que se não for descartado de forma correta demoram centenas de anos para se decompor, como é o caso das garrafas PET.

Além disso, destacam-se estudos que mostram a viabilidade técnica e econômica da utilização de materiais recicláveis na construção de aquecedores solares, bem como a importância da capacitação dos moradores para a manutenção e o uso adequado dos

equipamentos e disseminação dos resultados para que outros moradores possam construir por conta própria os seus aquecedores solares (Simonetti, 2008; Silva *et al.*, 2018; Peneiro, 2010).

Também foi destacado através das pesquisas bibliográficas realizadas que no contexto das comunidades rurais, a utilização de materiais recicláveis como fonte alternativa de energia tem sido amplamente discutida. Andréia (2016) apresenta em seu trabalho a utilização de materiais recicláveis na construção de fogões à lenha mais eficientes e sustentáveis intitulados fogões ecológicos, enquanto Borges *et al.* (2017) abordam a utilização de materiais recicláveis como fonte alternativa de energia para comunidades quilombolas e Cardoso, Ferreira e Lima (2017) destacam o uso da energia solar fotovoltaica como uma tecnologia social para a geração de renda e inclusão social em comunidades quilombolas no Rio de Janeiro.

Após levantamento bibliográfico realizado nas plataformas *Scielo*, *Google Scholar*, repositórios de instituições de ensino e pesquisa o grupo passou para o próximo passo metodológico que é a construção do aquecedor solar sustentável na comunidade quilombola Cavahada.

3.3 COLETA DOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR SUSTENTÁVEL

Em primeiro momento os encontros foram realizados com os membros do projeto e a comunidade a fim de entender as demandas. Foi explicado do que se tratava o projeto para promover e mobilizar o pessoal da comunidade na coleta dos materiais recicláveis que foram necessários para construir o aquecedor solar promovendo a sustentabilidade. Também foi discutido que ao fim do projeto os moradores podem escolher a residência de uma pessoa da comunidade, assim se organizaram coletivamente para a escolha do morador e não havendo interferência pelos membros do projeto na escolha da residência.

Depois das reuniões foi feita a captação dos materiais necessários para a construção do aquecedor solar, bem como a aquisição de materiais que não foram possíveis de obter através da reciclagem e da retirada da natureza. Para a construção do nosso Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC), foram necessárias mais de 100 garrafas pets e 100 caixas de leite que naturalmente iriam para o meio ambiente em forma de lixo. Nesse sentido pudemos aproveitar e reutilizá-los de maneira mais contundente, alguns materiais não foram possíveis de reutilizar, então foi feita aquisição através do financiamento do projeto. Todos os materiais

necessários para a construção do aquecedor solar sustentável estão explicitados na tabela 1.

Tabela 1 - Materiais e quantidades utilizadas para a construção do aquecedor solar

Quantidade	Item	Valor R\$	Finalidade
120	Garrafas PET de 2L	00	Isolar o calor
120	Caixas de Leite	00	Absorver mais calor
30 (M)	Cano PVC 20mm	216,00	Fazer o módulo
8 (Cm)	Cano PVC 20mm	57,70	Unir o módulo
20	Conexões de 20mm em T	20,00	Unir a encanação
4	Conexões de 20mm em L	3,00	Mudança de direção do encanamento
70 (Cm)	Cano PVC 100mm	30,00	Moldes das garrafas
1	Fita de autofusão	9,90	Selar as conexões
2 (L)	Tinta preta fosca	57,20	Pintura das caixas/canos
2	Cola adesivo plastico	13,50	Colar as tubulações
1	Martelo de borracha	45,00	Ajustar as tubulações
1	Arco de serra	20,00	Serrar as tubulações
5	Estilete/Tesoura	25,00	Cortar as garrafas
1	Lixa d'água n°100	4,90	Lixar as tubulações
5	Pincéis	15,00	Pintura das caixas/canos
1	Compressor de pinturas	149,00	Facilitar a pintura

Fonte: Autor, 2025.

3.4 ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DO AQUECEDOR SOLAR

Para a primeira análise do desempenho, utilizamos termômetros digitais e analógicos para fazer a medição da temperatura da água quente na caixa d'água ao longo do dia. Entretanto, em segundo momento foi definido que seria construído um sistema embarcado para obter resultados mais coerentes.

O sistema embarcado consiste em um termômetro digital construído de arduino para

obter temperaturas da água da caixa d'água medindo a temperatura várias vezes durante dias, semanas e meses. Com o arduino é possível coletar dados da temperatura em diversos pontos da caixa d'água, escolhemos estrategicamente dois pontos dela, o primeiro será no centro e o segundo será na entrada de água que provém da tubulação que será acoplada na caixa. Esse método de construção pode ser utilizado para verificar o desempenho do aquecedor utilizando a mesma lógica do trabalho realizado por Pereira e Dos Santos (2015) para automatizar um chuveiro.

Para a construção do sistema embarcado com arduino foi utilizado a plataforma arduino uno, que utiliza uma variante simplificada da c++ na sua linguagem de programação que é projetada para facilitar a programação e assim oferecer um equilíbrio entre eficiência e facilidade.

A plataforma Arduino Uno oferece o desenvolvimento de projetos eletrônicos a partir de *hardware* e *software* que envia informações através de códigos para o microcontrolador que é a placa de prototipagem. Para a construção do sistema foi necessário utilizar placas de arduino, sensores de temperatura, entre outros. Na tabela 2 vemos alguns materiais necessários para a montagem do sistema embarcado do termômetro que será utilizado.

Tabela 2: Materiais e quantidades para a construção do sistema embarcado.

Quantidade	Item	Finalidade
2	Placa arduino uno	Gerenciar o projeto como microcontrolador
1	Protoboard	Facilitar as conexões sem necessidade de soldar
2	Sensor de temperatura (Ds18b20)	Medir a temperatura
1	Módulo RTC (Real Time Clock)	Manter a hora e a data funcionando
3	Fios Jumpers	Fazer as conexões ao arduino
1	Cabo USB Para arduino	Conectar o arduino e carregar os códigos
1	Cartão SD	Armazenar os dados
1	Caixa de Proteção	Proteger os componentes de impactos
1	Notebook	Alimentação de energia e enviar os códigos

Fonte: Autor, 2025.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CAPACITAÇÃO NA COMUNIDADE QUILOMBOLA CAVALHADA

Após a coleta dos materiais foi feita a capacitação dos moradores do quilombo através de 4 oficinas ofertadas no momento da construção do aquecedor solar sustentável. Durante as atividades, os participantes aprenderam na prática a construir um sistema de aquecimento solar utilizando materiais recicláveis, como garrafas PET e caixas de leite, transformando resíduos em uma solução eficiente para aquecer a água de forma econômica e sustentável. (figura 2).

Figura 2 - Oficina de construção do aquecedor solar na comunidade quilombola Cavalhada.



Fonte: Autor, 2023.

As oficinas de capacitação para a construção de aquecedores solares de garrafas PET desempenharam um papel fundamental na promoção do uso de fontes alternativas de energia e na sensibilização sobre práticas sustentáveis na comunidade quilombola Cavalhada. A reunião foi na sede da comunidade juntamente onde a capacitação foi realizada colocando os participantes com a mão na massa, participando do processo de cortar as garrafas, montagem de materiais, pintura dos canos, pintura das caixas de leite e confeccionando todo o encanamento necessário para a construção do aquecedor solar sustentável. Momentos como esse são uma oportunidade de interações entre os moradores a fim de trocar informações e além deles utilizarem de suas experiências para contribuir da melhor forma para o projeto.

As capacitações realizadas em comunidades quilombolas proporcionam riquíssimas experiências, a partir da vivência de situações novas, como a troca de aprendizagem entre as partes envolvidas, os agricultores dessas regiões já têm conhecimentos, as maiorias trazem informações sobre a situação da água e do meio ambiente em que vivem (Silva; Santos; Rolim, 2019. p.44).

Foi durante as oficinas de capacitação (figuras 3 e 4) para a construção que foi ensinado como construir um aquecedor, discutindo a importância de utilizar fontes alternativas de energia, como a solar para fins domésticos que reduz a dependência de combustíveis fósseis, evitando a emissão de gases do efeito estufa e contribuindo para a sustentabilidade atmosférica, exposto sobre temas como reciclagem, reutilização de materiais descartáveis, como as caixas de leite e garrafas PET e embalagens de longa vida, e assim mostrando tecnologias sociais capazes minimizar a poluição ambiental e o acúmulo de resíduos sólidos em comunidades rurais. O descarte inadequado desses materiais afeta diretamente os ecossistemas locais, poluindo rios, solos e prejudicando a biodiversidade.

Por fim, foi transmitido a importância de poder ter um aquecedor solar produzido com materiais de baixo custo a fim de prover água quente para moradores, com iniciativas como essa, a comunidade quilombola Cavallhada pode compensar hábitos de consumo e promover uma economia circular. Ter os moradores como principais atores da construção dos seus próprios aquecedores solares comunitários é a aplicação de uma política pública para o fortalecimento comunitário em comunidades rurais e comunidades quilombolas.

Figura 3 - Processo de cortar as garrafas e montagem das caixas de leite.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 4 - Pintura das caixas de leite e da encanação.



Fonte: Autor, 2023.

4.2 A CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR E INSTALAÇÃO NA COMUNIDADE QUILOMBOLA CAVALHADA

Na construção do aquecedor solar sustentável foram necessárias cerca de 120 garrafas PET para serem usadas no isolamento do calor, esse isolamento do calor é comumente chamado de efeito estufa, 120 caixas de leite tetra Pak que foram tingidas de preto fosco e posicionada atrás dos canos para refletir a luz solar, isso se fez necessário pela retenção maior do calor devido a tinta preta que absorve mais energia térmica. As garrafas PET foram cortadas o fundo de cada uma com um molde criando um cilindro que serviu como estufa para os tubos de PVC, e assim encaixadas passando os canos de PVC, formando fileiras de tubos cobertos, com caixa de leite acoplada dentro para unir as fileiras de tubos com as conexões de PVC, formando um painel compacto.

Através do financiamento do projeto foi adquirido, os canos PVC de 20mm que foram usados para construir a tubulação que foram tingidas de preto no comprimento de 30m para ser dividido em barras de um 1,25m, junto com conexões em T para unir todas as tubulações. Foi feita a aquisição de uma caixa d'água de 500 litros para poder fazer a conexão entre a encanação e o reservatório. No trabalho realizado por Silveira (2016) foi utilizado uma quantidade próxima de garrafas e uma caixa d'água menor, e é ressaltado que o aquecedor

atingiu uma temperatura superior aos testes realizados neste projeto o que mostra que nesta construção poderia ter mantido a quantidade de garrafas e reduzido a quantidade do reservatório para ter um melhor isolamento da água.

O projeto do aquecedor solar de baixo custo baseia-se em três princípios fundamentais da física: Absorção de calor e efeito estufa (Transferência de Energia Térmica), os tubos pretos absorvem a radiação solar e aquecem a água dentro deles, as garrafas PET causando um efeito estufa; termossifão (Convecção Natural), a água quente é menos densa e sobe para o reservatório, enquanto a água fria mais densa desce para os tubos, criando um fluxo contínuo sem necessidade de bombas, esse processo é chamado de circulação por convecção natural e garante que a água no reservatório fique sempre aquecida, o reservatório deve ficar acima do coletor solar para permitir a circulação natural da água; Conservação de energia (Primeira Lei da Termodinâmica), a energia solar é convertida em energia térmica, aquecendo a água, como não há geração ou perda líquida de energia, apenas transferência de calor, o sistema opera com base na conservação da energia.

Destaca-se ainda de que na atuação da construção foram necessárias em torno de quatro semanas de encontros desde a iniciação da construção do aquecedor solar até a conclusão do projeto para certificar que o sistema construído com várias uniões e junções do módulo pudesse resistir alguns impactos na sua locomoção e o sistema conseguisse atender a funcionalidade para a água pode fluir pelo circuito sem vazamentos.

A instalação do painel solar na casa do morador escolhido pela comunidade ocorreu durante um encontro. Os moradores da residência decidiram que o painel seria instalado no telhado, um local com boa incidência de sol. Assim, a entrada do módulo foi conectada à saída da caixa d'água, enquanto a saída de água do painel foi levada de volta ao reservatório, garantindo a circulação da água aquecida e identificando possíveis vazamentos nas conexões. A partir daí o sistema foi conectado ao banheiro da residência garantindo que a água do sistema chegasse aquecida pela fato exposição ao sol com a energia térmica para poder ser utilizada diretamente no chuveiro ou nas torneiras.

Foi explicado aos moradores que o aquecedor demanda uma limpeza periódica das garrafas PET para evitar acúmulo de sujeira e perda de eficiência, uma verificação das conexões para garantir que não haja vazamentos nem rachaduras devido à exposição solar prolongada, substituições de garrafas e tubos danificados para manter o funcionamento ideal (figuras 5, 6 e 7 respectivamente).

Figura 5 - Construção do aquecedor solar de garrafas PET.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 6 - Aquecedor solar sustentável finalizado.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 7 - Aquecedor solar acoplado a caixa d'água e instalado na casa escolhida.

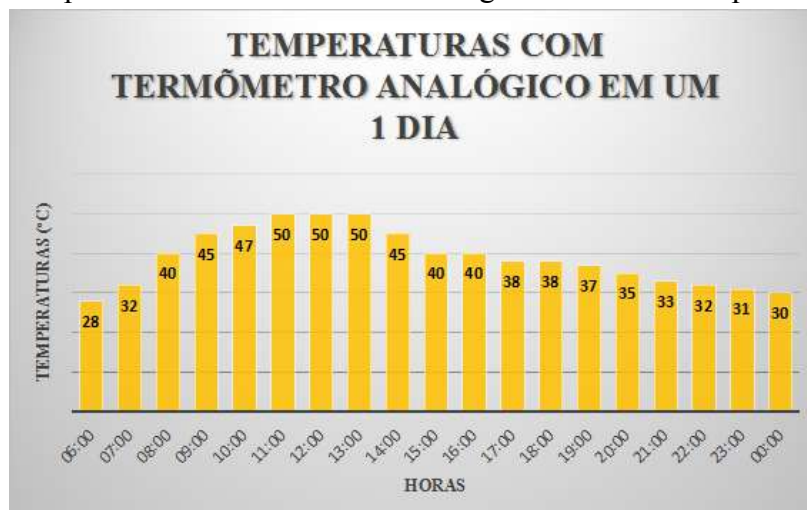


Fonte: Autor, 2023.

4.3 CONSTRUÇÃO DO TERMÔMETRO DE ARDUINO PARA ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DO AQUECEDOR SOLAR

A primeira análise do desempenho foi realizada utilizando termômetros digitais e analógicos para fazer a medição da temperatura da água quente na caixa d'água ao longo do dia. As temperaturas encontradas pelo termômetro analógico durante um dia tiveram pico de 50 °C levando em conta que as medições iniciais foram feitas após a construção do aquecedor (figura 8).

Figura 8 - Temperaturas com termômetro analógico durante 1 dia após a construção.



Fonte: Autor, 2023.

Observa-se que o comportamento das temperaturas ao longo das 6:00h às 24:00, há um aumento significativo na temperatura, saindo de 28°C às 6:00 para um pico de 50°C ao meio-dia, a manutenção dessa temperatura por algumas horas demonstra a eficiência do sistema em absorver e reter calor. A queda de temperatura é relativamente lenta, o que indica uma boa capacidade de retenção de calor pelo sistema, característica atraente em aquecedores solares para manter a água quente até o período noturno. A amplitude térmica de (28°C a 50°C) demonstra um bom aproveitamento da energia solar disponível, proporcionando um sistema bem dimensionado para o local e as condições climáticas. Esse padrão de temperaturas apresentadas demonstra eficiência do aquecedor solar em aproveitar o ciclo natural do sol.

Entretanto, em segundo momento foi definido que seria construído um sistema embarcado para ter melhores resultados, pois foi necessário seguir um processo organizado para garantir a precisão dos dados. Com o sistema construído com arduino foi possível coletar dados da temperatura do centro da caixa d'água e da entrada dela proveniente do módulo de garrafas PET. Foi monitorado durante o período de 7 dias iniciais para análise de dados, a partir das 6h da manhã até as 12h da noite, horários estratégicos que ocorrem mais usos da água. As temperaturas foram coletadas pelo sistema embarcado construído para a análise (figura 9).

Figura 9 - Sistema de monitoramento do aquecedor solar.

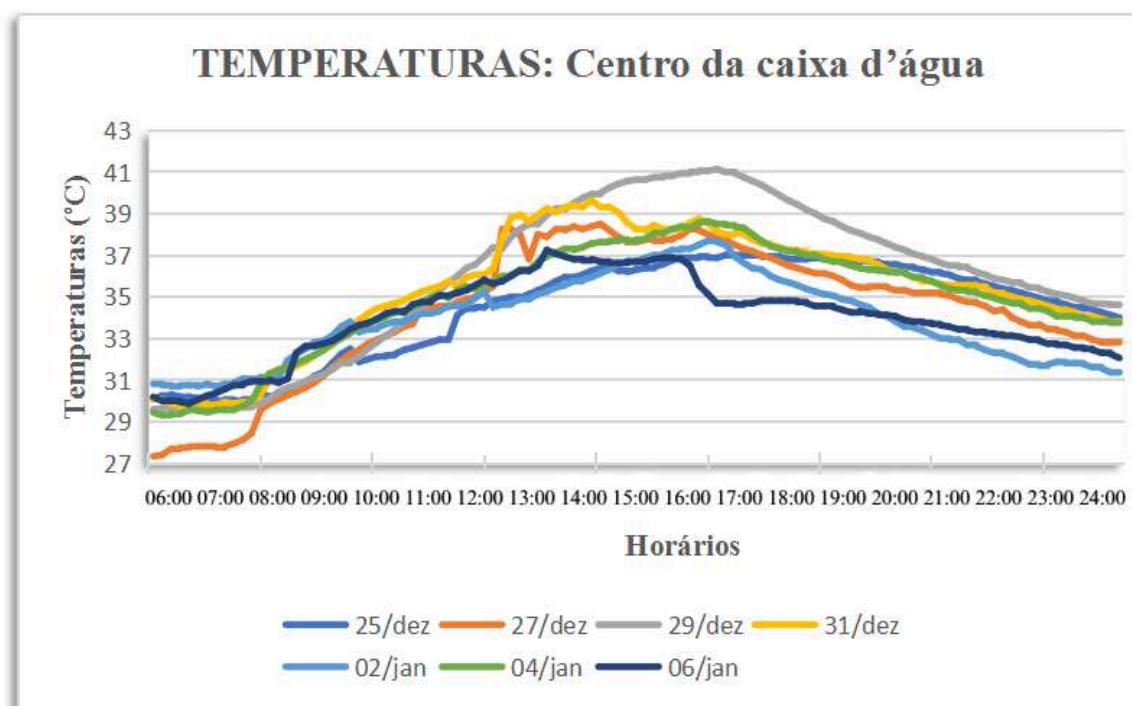


Fonte: Autor, 2025.

A placa de arduino atua como controlador principal para gerenciar as leituras de temperatura, coordenar a comunicação entre os componentes, além de exibir dados no monitor serial. Ela foi programada através de códigos para monitorar temperaturas usando dois sensores DS18B20, registrando os dados com data e hora de um RTC DS1307 e salvando em um cartão SD. A cada 10 minutos, ela registra as temperaturas de modo contínuo e preciso, esse intervalo foi escolhido para captar variações de temperatura sem sobrecarregar o sistema com dados excessivos para assim poder exibir no *Serial Monitor*. A placa armazena no arquivo "monit.txt" o que foi um arquivo criado para ser mais prático na análise dos dados, esse arquivo mostrou a data, a hora da coleta da temperatura do centro da caixa d'água e da entrada de água proveniente do aquecedor.

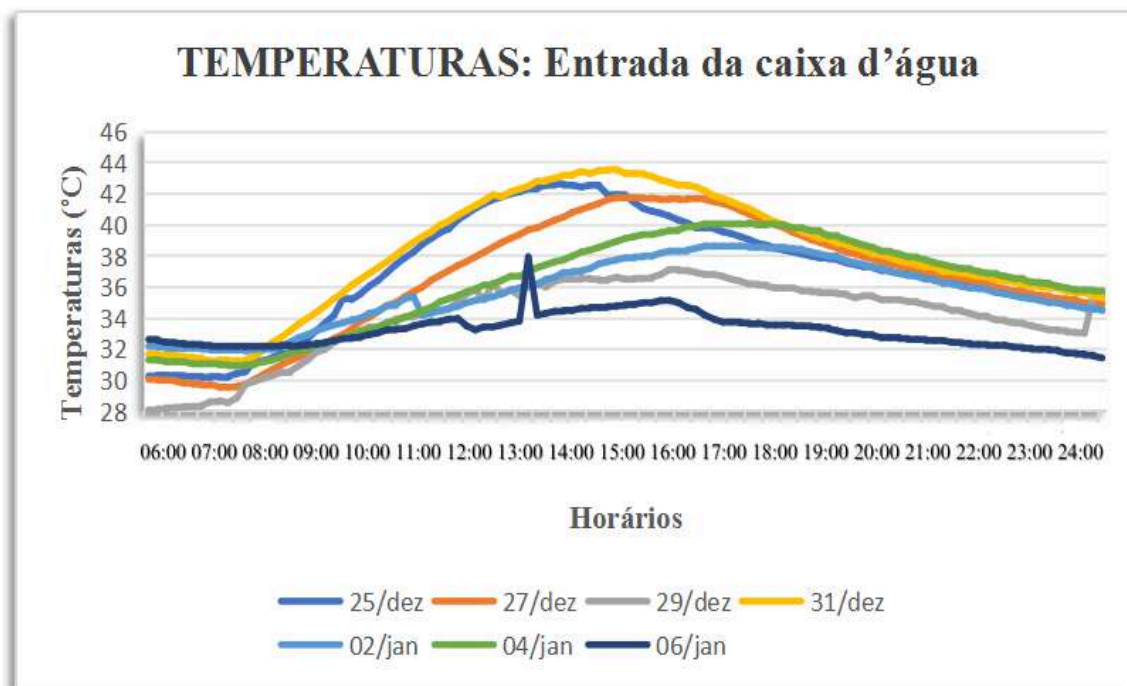
O monitoramento foi realizado durante 7 dias, no período entre dezembro e janeiro, das 6h da manhã até as 12h da noite, horários estratégicos em que há maior uso de água. As temperaturas foram registradas 108 vezes por dia, e os resultados foram modificados em gráficos para mostrar as variações de temperatura ao longo do tempo. Além disso, foram feitas comparações entre as temperaturas do centro e da entrada da caixa d'água, o que ajuda a verificar a funcionalidade do aquecedor solar (figuras 10 e 11 respectivamente).

Figura 10 - Variações das temperaturas encontradas durante 7 dias no centro da caixa.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 11 - Variações das temperaturas encontradas durante 7 dias da entrada da caixa.



Fonte: Autor, 2025.

O primeiro gráfico acima demonstra que as maiores temperaturas do centro ocorreram no período da tarde, porém com uma variação um pouco mais estável em comparação à entrada. Isso sugere que a água armazenada sofre um aquecimento progressivo, mas a estrutura da caixa d'água pode contribuir para uma menor oscilação térmica em seu interior. As temperaturas tiveram um padrão entre os 7 dias, todas muito próximas mas com destaque para o dia 29 de dezembro com temperaturas mais altas o que indica uma maior radiação UV.

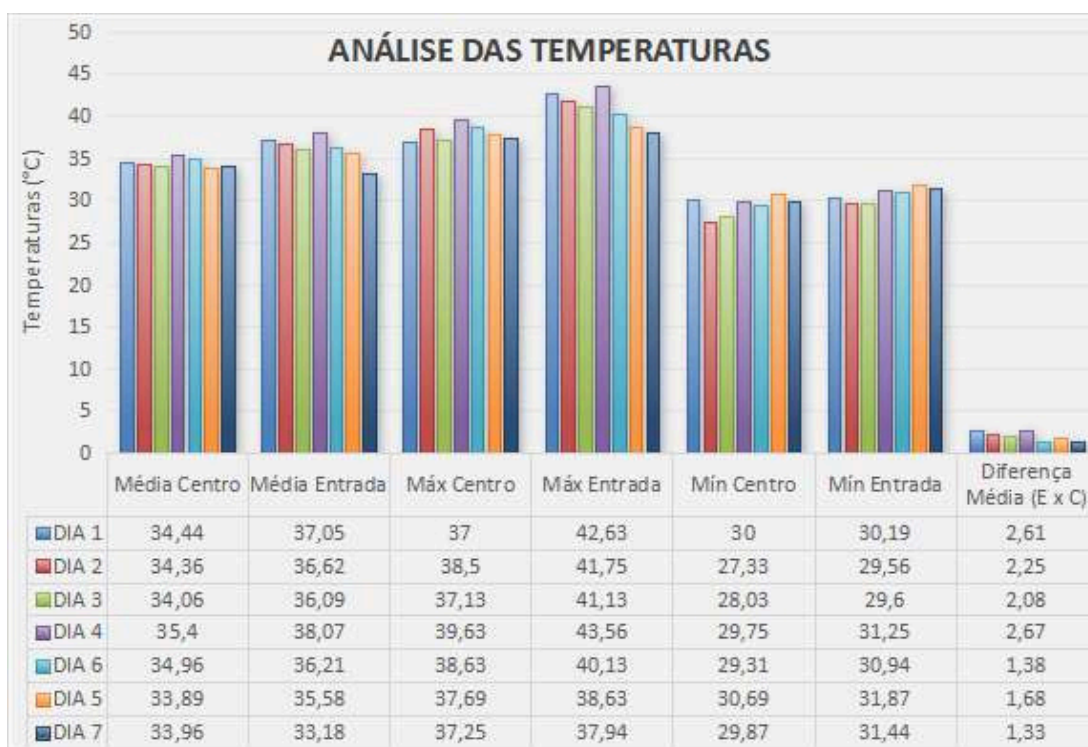
Já no segundo gráfico das temperaturas registradas na entrada percebe-se um aumento acentuado nas primeiras horas da manhã, indicando que a água que entra no reservatório já está sendo influenciada pelo calor ambiente. Algumas temperaturas coletadas fogem bastante com valores como no dia 6 de janeiro que houve uma pequena queda na temperatura para 33°C e logo subiu para 37°C e caiu novamente para 34°C em um curto intervalo de tempo, o que pode explicar essa anomalia e as condições climáticas do dia como nuvens que estavam alternando bastante ou algum erro na leitura dos dados gerados pela coleta do sistema com arduino.

Além disso, nota-se uma queda mais lenta na temperatura durante a noite, indicando que a água retém calor por um período prolongado. Essa retenção térmica pode impactar o consumo, principalmente em períodos noturnos, onde a água tende a permanecer em temperaturas elevadas, o que pode ser um fator relevante para usos específicos, como banho e

outras atividades domésticas. As variações observadas entre os dias monitorados indicam que fatores ambientais, como radiação solar e temperatura ambiente, influenciam diretamente no aquecimento da água.

Todos os dados foram analisados da seguinte forma, através de identificar em ambos locais a maior temperatura encontrada, a menor temperatura, calcular a média e a diferença média da entrada para o centro (figura 12).

Figura 12 - Análise dos dados encontrados pelo termômetro de arduino.



Fonte: Autor, 2025.

As análises de temperatura mostraram que o aquecedor solar atingiu a temperatura de até 43°C da água que era proveniente da entrada, o centro teve pico de 38°C, a maior diferença média da entrada para centro foi de 2,67°C mostrando que de fato o aquecimento proveniente do módulo era superior ao centro e era de fato do coletor solar que vinha mais energia térmica, podendo estar relacionado à localização do ponto escolhido ou outros fatores ambientais como a incidência do sol no módulo. Esse padrão de temperaturas pode auxiliar em decisões estratégicas, como ajustes no sistemas de climatização ou nas análises de conforto térmico das temperaturas do coletor. A coleta dos dados foi registrada um ano depois da construção do aquecedor, o que deve-se levar em conta a perda de potência inicial do aquecedor após a sua construção.

A partir das informações coletadas foi possível perceber que o aquecedor solar atingiu resultados próximos a outros aquecedores como o construído por Correia e Sá (2012) que atingiram 44,1°C de pico durante o mês de dezembro em Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. Vale ressaltar que os resultados encontrados podem variar de acordo com a região na qual foi feita e as condições das análises realizadas.

Outro ponto a entender foi para quais os fins seria essa água aquecida, então foi verificado o aquecimento médio dela durante todo o período analisado e nesses 7 dias ela teve média no centro da caixa de 34,43°C, o que é considerado dentro da margem de banho ideal. Segundo Borges (2017), a temperatura ideal para o banho varia entre 29°C e 38°C, sendo benéfica para o relaxamento muscular e redução de dores.

Observou-se também que a incidência de altas temperaturas do aquecedor solar foi o desgastando sua estrutura, como as garrafas que estavam foscas após alguns meses, as encanações necessitando de manutenção no módulo. Também foi identificado que se faz necessário um isolamento térmico adequado na caixa d'água para conseguir reter mais calor vindo do sol.

Além disso, a aplicação de aquecedores solares utilizando materiais recicláveis, como garrafas PET e caixas de leite, desempenha um papel significativo na preservação ambiental. O artigo de Cunha e Floriani (2023) destaca que o uso de garrafas PET na construção do o aquecedor solar de baixo custo, representa uma aplicação prática de Tecnologias Sociais (TS), como a qual “promovem o uso de energia solar por meio de materiais acessíveis como garrafas PET e canos de PVC” (Cunha; Floriani, 2023, p.62). Essa prática não só contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também serve como uma poderosa ferramenta de educação ambiental, capacitando as comunidades a adotarem tecnologias sustentáveis e refletirem criticamente sobre suas práticas de consumo e descarte.

A reutilização de garrafas PET na construção do aquecedor solar de baixo custo está alinhada aos princípios da economia circular, que visa “manter o valor dos produtos, materiais e recursos pelo maior tempo possível” (Cunha; Floriani, 2023, p.63). Ao transformar resíduos plásticos em componentes úteis para aquecimento solar, o projeto não apenas evita a poluição ambiental, mas também promove a sensibilização ecológica nas comunidades envolvidas, incentivando uma cultura de sustentabilidade e redução de resíduos.

As ações realizadas na comunidade quilombola Cavallhada alinham-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Ao promover o uso de um aquecedor solar construído com materiais recicláveis, o projeto contribui diretamente para os seguintes ODS:

ODS 7, energia limpa e acessível; ODS 12, consumo e produção responsável; ODS 13, ação contra a mudança global do clima, além de se conectar indiretamente com outros ODS.

O projeto destaca-se pelo seu pioneirismo em soluções sustentáveis e ao utilizar materiais recicláveis para o aquecimento de água, o trabalho não apenas promove a economia de energia como também inspira outras comunidades a adotarem práticas ecológicas e inovadoras. Essa iniciativa demonstra o potencial de tecnologias acessíveis e sustentáveis em transformar realidades locais, promovendo o desenvolvimento em comunidades rurais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido na comunidade quilombola Cavallhada teve como objetivo construir um aquecedor solar de garrafas PET através de ações sociais e sustentabilidade com a retirada de materiais que seriam descartados. A utilização do aquecedor solar construído influencia diretamente na redução dos gastos de energia com água aquecida na substituição ou diminuição de utilização de aquecedor convencional, além de está incluído no contexto da utilização de energia limpa.

A Partir das análises de desempenho foi verificado que o aquecedor solar apresentou um desempenho eficaz, atingindo temperaturas acima de 40°C ao longo do dia e que o efeito estufa proveniente das garrafas juntamente com as caixas de leite tingidas de preto consegue uma maior retenção de calor, e assim fornecer a água aquecida para os moradores da residência.

O aquecedor solar é uma tecnologia que demanda uma manutenção em torno de alguns meses de utilização para uma melhor aproveitamento da tecnologia, o aprimorando-a com uma otimização do isolamento térmico com materiais como isopor, canos de borracha para reter mais calor e além de ser mais resistente ao sol, uma placa de vidro sobre o coletor melhora o efeito estufa, aquecendo mais a água. Utilizando esses materiais mais eficientes pode reduzir a perda de calor durante períodos noturnos ou em dias nublados. Além disso, o uso de refletores solares ou superfícies refletoras ao redor do coletor poderia aumentar a captação de radiação solar, elevando a temperatura da água.

A realização do projeto demonstrou grande sucesso ao promover a sustentabilidade por meio de ações sociais e tecnologias acessíveis. A implementação do aquecedor solar de baixo custo não apenas favorece a diminuição dos gastos com energia, como também

incentiva o uso de energia limpa e renovável. A reutilização de garrafas PET e caixas de leite mostrou-se eficaz na retenção de calor, proporcionando água aquecida de forma sustentável.

Além dos benefícios econômicos e ambientais, o projeto teve um impacto significativo na educação ambiental da comunidade, sensibilizando os moradores sobre a importância da sustentabilidade e do consumo responsável. O pioneirismo dessa iniciativa na comunidade quilombola Cavahada serve de inspiração para outras localidades, mostrando que é possível unir inovação tecnológica, preservação ambiental e desenvolvimento social. O sucesso do projeto ressalta o poder transformador das tecnologias sociais quando integradas à educação e à participação comunitária.

Por fim, a durabilidade do sistema pode ser estendida com o uso de materiais mais resistentes à radiação UV e à oxidação. A inclusão de um sistema de manutenção preventiva periódica é essencial para garantir o desempenho contínuo do aquecedor solar, proporcionando uma solução sustentável e acessível à comunidade. Com isso, o presente trabalho foi apresentado em encontros locais, para que outros pesquisadores e instituições pudessem aprender com o que foi feito nesse projeto e replicá-las nas suas comunidades locais.

REFERÊNCIAS

BERMANN, Célio. Crise ambiental e as energias renováveis. *Ciência e Cultura*, v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008.

BRASIL. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. Qual é a temperatura ideal para o banho? Dep. Camilla de Barros Borges, fisioterapeuta do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-centro-oeste/hc-ufg/comunicacao/noticias/qual-e-a-temperatura-ideal-para-o-banho#:~:text=Segundo%20Camilla%20de%20Barros%20Borges,de%20dores%20musculares%20e%20articulares>. Acesso em: 19 jan. 2025.

BRASIL. Fundação Cultural Palmares. *Certidão de Autodefinição da Comunidade de Cavilhada*. Brasília, DF, 2014.

BUSCAPÉ. Boiler elétrico com menor preço é no Buscapé. Disponível em: <https://www.buscape.com.br>. Acesso em: 09 out. 2024.

CORRÊA, Camila Ferraz; SÁ, Jocelito Saccol de. *Rendimento térmico e hidráulico de coletores solares de baixo custo*. Bento Gonçalves, 2012.

COSTA, Adriano Borges (Org.). *Tecnologia Social e Políticas Públicas*. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. 284 p.

CUNHA, L. G. G.; FLORIANI, N. Aquecedor Solar de Baixo Custo: Uma Tecnologia Social para a Sustentabilidade e Educação Ambiental. *REA - Revista de Estudos Ambientais (Online)*, v. 25, n. 2, p. 62-73, jul./dez. 2023. DOI: 10.7867/1983-1501.2023V25N2P62-73.

DA SILVEIRA, Taciana Maria et al. *Construção de um aquecedor solar sustentável a partir de material reciclável*. 2016.

FERREIRA, Elvis Pantaleão et al. Uso eficiente da água de chuva armazenada em cisterna para produção de hortaliças no Semiárido pernambucano. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 2, p. 1-7, 2016.

FERNANDES, Cecília. Confira 11 aparelhos que mais consomem energia elétrica em casa.

Concursos no Brasil, 2022. Disponível em: <https://concursosnobrasil.com/confira-11-aparelhos-que-mais-consomem-energia-eletrica-em-casa/>. Acesso em: 24 out. 2024.

GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Editora Atlas, 1987.

GOMES, Carla Amado. Energias Renováveis e Sustentabilidade. *Revista Eletrônica da PGE-RJ*, v. 1, n. 1, 2018.

INSAURRALDE, Paula Andreia Bezerra. *Utilização de Fogões Ecológicos Como Uma Tecnologia Sustentável*. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Histórico de Flores. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/flores/historico>. Acesso em: 14 fev. 2025.

JR, Geraldo Campos. Conta de luz ficará mais cara a partir desta 3ª feira; entenda. *Poder360*. Disponível em: <https://www.poder360.com.br>. Acesso em: 09 out. 2024.

LEITE, Antonio. *Eficiência e desperdício da energia no Brasil*. Elsevier Brasil, 2012.

PENEREIRO, Júlio César; MELO, L. P.; CORADI, Thiago Bilatto. Construção de um aquecedor solar de baixo custo sem cobertura: análise experimental da eficiência térmica para vários ensaios. *Revista de Ciência & Tecnologia*, v. 10, n. 1, p. 18-34, 2010.

PEREIRA, Marco Antônio Silva; DOS SANTOS, Carlos Renato Borges. Protótipo de um sistema de aquecimento de água para população de baixa renda usando energia solar e elétrica, com reaproveitamento de calor. *ForScience*, v. 3, n. 2, p. 56-72, 2015.

REIS, Pedro. Como construir um aquecedor solar caseiro com garrafas PET. *Portal Energia*, 2018. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/como-construir-um-aquecedor-solar-caseiro-com-garrafas-pet/>. Acesso em: 16 out. 2024.

SANTESSO, Caroline Antonelli. *Estudo da viabilidade técnica/econômica no aumento da eficiência energética sustentável aplicada à residência unifamiliar*. 2013.

SILVA, Ferreira Elaine et al. Tecnologias solares de baixo custo como alternativa social

para comunidade quilombola Imbé Capoeiras – PE. *Anais CONADIS*. Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/50864>. Acesso em: 08 abr. 2023.

SILVA, Anderson Samuel; DOS SANTOS, Rosimar Vieira; ROLIM, Rubens Rangel. Troca de saberes através da capacitação do sistema simplificado de manejo de água em comunidade quilombola do semiárido pernambucano. *EXTRAMUROS-Revista de Extensão da UNIVASF*, v. 7, n. 1, p. 43-52, 2019.

SILVA, Rosana. Energias renováveis. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, v. 1, n. 1, p. 35-42, 2007.

SIMONETTI, Talita; THEODORO, Adriane. Apresentação do projeto Aquecedor Solar – integrando desenvolvimento sustentável e qualidade de vida. *4º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais*, 2008.

THIOLLENT, M. *Metodologia de Pesquisa-ação*. São Paulo: Saraiva, 2009.

WOELZ, Augustin T. Aquecedor solar de baixo custo (ASBC): uma alternativa custo-efetiva. In: *ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL*, 4., 2002, Campinas. Procedimentos online. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 09 out. 2024.

APÊNDICE

Apêndice A- Código de programação utilizado.

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <Wire.h>
#include <RTClib.h>
#include <SD.h>

// Definição do pino do barramento One-Wire
#define ONE_WIRE_BUS 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
RTC_DS1307 rtc; // RTC DS1307

File dataFile;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  sensors.begin(); // Inicializa os sensores DS18B20
  if (sensors.getDeviceCount() < 2) {
    Serial.println("Atenção: Menos de 2 sensores detectados. Conecte 2 DS18B20 no mesmo
pino!");
  }

  // Inicializa o RTC
  if (!rtc.begin()) {
    Serial.println("Não foi possível encontrar o RTC");
    while (1);
  }
}
```



```

// Ajusta o RTC se necessário (apenas quando precisa atualizar):
rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));

if (!rtc.isrunning()) {
    Serial.println("RTC não está rodando! Configure o tempo!");
    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
}

// Inicializa o cartão SD no pino CS 10
if (!SD.begin(10)) {
    Serial.println("Falha ao inicializar o cartão SD!");
    return;
}

// Verifica se o arquivo "monit.txt" já existe, se não, cria com cabeçalho
if (!SD.exists("monit.txt")) {
    dataFile = SD.open("monit.txt", FILE_WRITE);
    if (dataFile) {
        // Novo cabeçalho com duas colunas de temperatura
        dataFile.println("Data/Hora, T_saida(°C), T_centro(°C)");
        dataFile.close();
        Serial.println("Cabeçalho escrito em monit.txt.");
    } else {
        Serial.println("Falha ao criar o arquivo monit.txt!");
    }
} else {
    Serial.println("Arquivo monit.txt já existe, prosseguindo com as gravações...");
}

void loop() {
    // Solicita a leitura de temperatura de ambos os sensores
    sensors.requestTemperatures();
    float temp1 = sensors.getTempCByIndex(0);

```

```

float temp2 = sensors.getTempCByIndex(1);

DateTime now = rtc.now();

// Abre o arquivo para escrita
dataFile = SD.open("monit.txt", FILE_WRITE);
if (dataFile) {
    // Grava data/hora e as duas temperaturas
    dataFile.print(now.year(), DEC);
    dataFile.print('-');
    if (now.month() < 10) dataFile.print('0');
    dataFile.print(now.month(), DEC);
    dataFile.print('-');
    if (now.day() < 10) dataFile.print('0');
    dataFile.print(now.day(), DEC);
    dataFile.print(' ');
    if (now.hour() < 10) dataFile.print('0');
    dataFile.print(now.hour(), DEC);
    dataFile.print(':');
    if (now.minute() < 10) dataFile.print('0');
    dataFile.print(now.minute(), DEC);
    dataFile.print(':');
    if (now.second() < 10) dataFile.print('0');
    dataFile.print(now.second(), DEC);
    dataFile.print(", ");
    dataFile.print(temp1);
    dataFile.print(", ");
    dataFile.println(temp2);

    dataFile.close();
    Serial.println("Dados gravados em monit.txt com sucesso!");
} else {
    Serial.println("Erro ao abrir o arquivo para escrita");
}

```

```
// Exibe no Serial as leituras
Serial.print("Temperaturas: T_saida = ");
Serial.print(temp1);
Serial.print(" °C, T_centro = ");
Serial.print(temp2);
Serial.print(" °C, Data/Hora: ");
Serial.print(now.year(), DEC); Serial.print('-');
if (now.month() < 10) Serial.print('0');
Serial.print(now.month(), DEC);
Serial.print('-');
if (now.day() < 10) Serial.print('0');
Serial.print(now.day(), DEC);
Serial.print(" ");
if (now.hour() < 10) Serial.print('0');
Serial.print(now.hour(), DEC);
Serial.print(':');
if (now.minute() < 10) Serial.print('0');
Serial.print(now.minute(), DEC);
Serial.print(':');
if (now.second() < 10) Serial.print('0');
Serial.print(now.second(), DEC);
Serial.println();

delay(600000); // Aguarda 5 segundos antes da próxima leitura
}
```

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Princesa Isabel - Código INEP: 25282930
	Br 426, S/N, Zona Rural / Sítio Barro Vermelho, CEP 58755-000, Princesa Isabel (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0007-60 - Telefone: (83) 3065.4901

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de trabalho de conclusão de curso(Documento Oficial do TCC

Assunto:	Entrega de trabalho de conclusão de curso(Documento Oficial do TCC
Assinado por:	Luiz Queiroz
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Luiz Filipe Queiroz Barbosa, DISCENTE (202214010011) DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL - PRINCESA ISABEL, em 27/03/2025 12:58:21.

Este documento foi armazenado no SUAP em 27/03/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1437030
Código de Autenticação: 33a095e861

