

ALIMPAR: Sistema de tratamento da água de cisterna por radiação ultravioleta usando energia fotovoltaica^{1/7}

Felipe Carvalho Silva, Fernando Nunes de Vasconcelos (Orientador) Instituto Federal de Educação,

Ciência e Tecnologia do Ceará, Acaraú - CE

RESUMO

A presente pesquisa foi motivada pelo problema relacionado à contaminação da água para consumo humano armazenada em cisternas localizadas no semiárido nordestino associado a ausência de políticas de qualidade da água adequada aos respectivos usos. No processo metodológico construiu-se um sistema de tratamento da água de cisterna por radiação ultravioleta usando energia fotovoltaica com foco em aspectos sociais, ambientais e econômicos. Inicialmente, diagnosticou-se o problema através da análise microbiológica da água da chuva, armazenada em dez cisternas de Bela Cruz/Ce, o qual indicou a presença de uma grande quantidade de bactérias. Sequencialmente, desenvolveu-se um sistema de tratamento usando energia fotovoltaica. O protótipo é composto por um reservatório com capacidade para 15,6 L, um filtro de raio ultravioleta e um sistema fotovoltaico isolado. O filtro feito com um cano de policloreto de vinila (PVC) tem meio metro de comprimento e 75 mm de diâmetro. Na área central, inseriu-se um vidro de dimensões cilíndricas com diâmetro 40 mm para acoplar a lâmpada. A vazão de água que sai pelo reservatório entra por uma das extremidades do sistema de desinfecção, sofre incidência de radiação ultravioleta, e recircula. Em virtude da falta de energia elétrica em alguns locais onde as cisternas estão inseridas, optou-se por um sistema de energia solar com painel controlador de carga. O Alimpar é eficiente na garantia da potabilidade da água, configurando-se como mecanismo de controle e vigilância sanitária. É viável social, ambiental e economicamente, garantindo a qualidade da água de cisternas e atendendo aos requisitos estabelecidos pelos órgãos de saúde, sobretudo no que diz respeito aos critérios de qualidade microbiológica. Configura-se como um sistema compatível com os índices de radiação solar de Bela Cruz - Ce, que atua na purificação de água contaminada, armazenada em cisternas localizadas no semiárido nordestino, qualificando a política de qualidade adequada aos respectivos usos.

- Palavras-Chave: desinfecção de água, lâmpada ultravioleta, energia fotovoltaica

I. INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável a manutenção da vida humana. O objetivo de desenvolvimento sustentável, ODS 6 pactua que até 2030, a população mundial tenha acesso a água potável de forma universal e equitativa. Há uma enorme distância entre o que está escrito e aquilo que é vivido. Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU),

em 2025, 1,8 bilhões de pessoas no mundo sofrerá com a escassez de água, enquanto dois terços da população será impactada por estresse hídrico. Prognósticos da Organização Mundial da Saúde (OMS), indicam que 2 bilhões de pessoas no mundo ingerem água contaminada por fezes.

No Brasil, especialmente na região semiárida, as cisternas oriundas de programas governamentais e ações não governamentais são amplamente utilizadas para armazenar água para consumo humano. Tanto a água advinda das chuvas, quanto as de carro pipa possuem a qualidade afetada por fatores como o transporte incorreto, armazenamento precário, falta de conservação, manejo incorreto, sujeira nos telhados das residências, dentre outros. Dados da Articulação do Semiárido (ASA) de 2023, indicam que foram construídas mais de 1,1 milhão de cisternas pelo país, 95% delas no semiárido nordestino, em áreas rurais onde as vezes não há energia elétrica, mas há uma grande incidência de irradiação solar direta.

As cisternas construídas na cidade de Bela Cruz são oriundas do Programa Um Milhão de Cisterna (P1MC). Integram uma política pública que garante acesso a água a populações que residem em áreas rurais. São reservatórios que comportam 16 mil litros de água. As cisternas do P1MC seriam, teoricamente, suficientes para o armazenamento de água para suprir, pelo menos, as necessidades básicas de uma família de até cinco pessoas pelo período de um ano (SOARES JUNIOR; LEITÃO, 2017). Porém, a água proveniente de sistemas alternativos de abastecimento carece de vigilância e controle da sua qualidade (GOMES; HELLER, 2016).

A construção destes equipamentos foi uma alternativa pensada para mitigar os efeitos da crise hídrica, entretanto não atende aos requisitos e padrões de potabilidade da água estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, sobretudo, no que diz respeito aos critérios de qualidade microbiológica.

Mesmo diante deste preocupante problema de saúde pública é perceptível a ausência de políticas de qualidade da água. Isso vai na contramão daquilo que é garantido pela Política Nacional dos Recursos Hídricos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (BRASIL, 1997).

No caso das cisternas, a garantia da qualidade da água é ainda mais desafiadora pelo fato de funcionar como um sistema “aberto”, cujo controle da manutenção está sob responsabilidade do proprietário, que quase sempre não dispõe de conhecimentos técnicos para este fim.

Em um contexto onde há uma grande quantidade de cisternas construídas é urgente garantir que a água consumida seja de qualidade, agindo como mecanismo promotor de

saúde. Além de lutar pela universalização do fornecimento, cabe ao poder público o controle a vigilância sanitária com foco na qualidade da água para consumo humano.

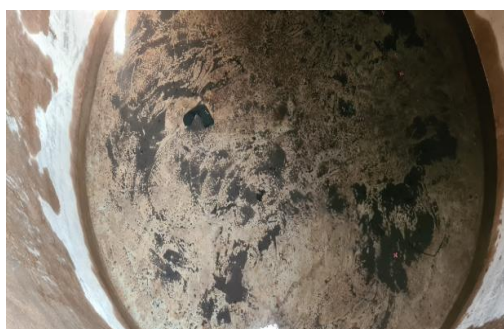
Diante do cenário apresentado, e em virtude da contaminação da água para consumo humano armazenada em cisternas localizadas no semiárido nordestino que está diretamente associado a ausência de políticas de qualidade adequada aos respectivos usos, iniciou-se o projeto Alimpar que objetiva construir um sistema de tratamento da água de cisterna por radiação ultravioleta usando energia fotovoltaica com foco em aspectos sociais, ambientais e econômicos.

II. OBJETIVO E QUESTÃO PROBLEMA

A) Problema

Contaminação da água para consumo humano armazenada em cisternas localizadas no semiárido nordestino associado a ausência de políticas de qualidade da água adequada aos respectivos usos.

FIGURA 01: ÁGUA ARMAZENADA EM UMA CISTERNA DE BELA CRUZ/CE



Fonte: AUTORES

FIGURA 02: CISTERNA ANALISADA



Fonte: AUTORES

B) Objetivo geral

Construir um sistema de tratamento da água de cisterna por radiação ultravioleta usando energia fotovoltaica com foco em aspectos sociais, ambientais e econômicos.

C) Objetivos específicos

- Avaliar a eficiência do protótipo na garantia da potabilidade da água de cisterna;
- Desenvolver um sistema de tratamento de água de cisterna em conformidade com os índices de radiação solar de Bela Cruz-Ce;
- Aplicar o sistema ALIMPAR no tratamento de água de cisterna na zona rural.

III. DESCRIÇÃO DE MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto, desenvolveu-se no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Acaraú, no estado do Ceará. A presente pesquisa construiu um sistema de tratamento da água de cisterna por radiação ultravioleta usando energia fotovoltaica com foco em aspectos sociais, ambientais e econômicos.

O percurso metodológico dividiu-se em três estágios: diagnóstico do problema, pesquisa bibliográfica, formulação do objetivo de engenharia, construção do reservatório para água, montagem do filtro para lâmpada ultravioleta, dimensionamento do sistema fotovoltaico e realização de testes microbiológicos da qualidade da água foram procedimentos metodológicos realizados.

No primeiro estágio diagnosticou-se o problema através da análise microbiológica de água oriundas das chuvas presentes em 10 cisternas localizadas na zona rural de Bela Cruz/Ce. Os resultados indicaram a presença de uma grande quantidade de bactérias, algumas delas pertencentes ao grupo dos coliformes.

No teste presuntivo, observou-se crescimento microbiano pela turbidez em todas as amostras testadas, com Número Mais Provável (NMP) acima de 16 bactérias para cada 100 mL de amostra. Já no teste confirmativo, todos os tubos contendo o meio verde brilhante apresentaram bactérias do grupo coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*).

Posteriormente, fez-se um embasamento técnico científico, formulou-se um objetivo de engenharia plausível, apresentou-se uma proposta de solução e estabeleceu-se parcerias com usuários das cisternas com o propósito de facilitar a coleta de água e a aplicação prática do projeto.

No segundo estágio, desenvolveu-se um sistema de tratamento da água de cisterna por radiação ultravioleta usando energia fotovoltaica com base nos aspectos sociais, ambientais e econômicos. Sociais pelo impacto na comunidade onde foi aplicado, ambientais pelo fato de atender as metas propostas pelo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, ODS 6, contribuindo com a redução das desigualdades climáticas, e, econômico, por ser de baixo custo.

Em conformidade com conhecimentos técnicos científicos adquiridos, construiu-se um protótipo para tratamento da água de cisterna. O sistema é composto por um reservatório, um filtro de raio ultravioleta e um sistema fotovoltaico isolado.

O reservatório quadrado tem 0,25m de lado, capacidade para 15,6 L de água, suficiente para atender à necessidade diária de uma família. O dispositivo recebe a água da cisterna, retirada manualmente que passa pelo processo de desinfecção. Na entrada foi colocada um filtro para remover impurezas da água retirada da cisterna. Sequencialmente, a água é

bombeada por uma bomba de água 12v, 22W, de alta pressão e ultra silencioso solar dc 24v, elevador 5m 800l/h para que possa recircular e ser tratada. Finalmente, já pode ser retirada por uma torneira para consumo humano.

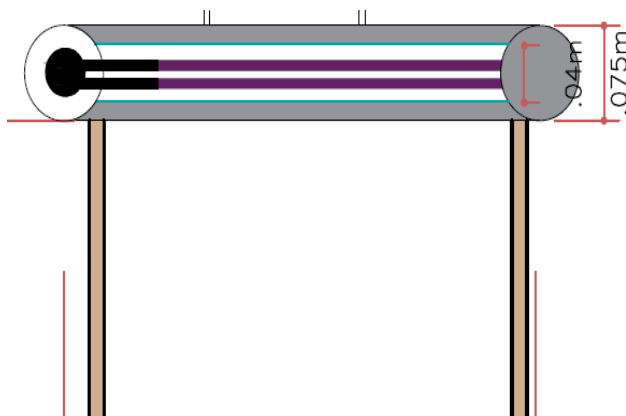
FIGURA 03: RESERVATÓRIO DE ÁGUA



Fonte: AUTORES

Na construção do filtro utilizou-se um cano de PVC de 0,5m de comprimento e 0,075m de diâmetro. As extremidades foram fechadas com dois plugs tampões roscáveis com dimensões compatíveis para facilitar o processo de limpeza e manutenção quando necessário. Na área central do cano, inseriu-se um vidro de dimensões cilíndricas com diâmetro 0,04m para acoplar a lâmpada e evitar o contato direto com água a ser tratada. Utilizou-se uma lâmpada de raio UV bivolt e 36W que emite ondas de 254 nanômetro. A vazão de água que sai pelo reservatório entra por uma das extremidades do sistema de desinfecção, sofre incidência de radiação ultravioleta, e recircula. Para um filtro nestas dimensões o volume de 15,6L precisa girar pelo filtro por um tempo aproximado de 50 minutos para que fique própria para o consumo humano.

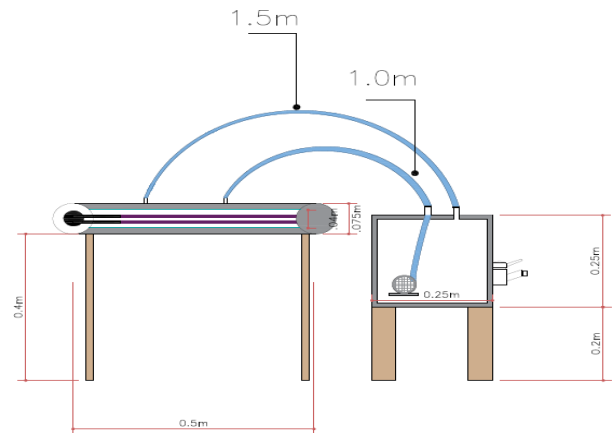
FIGURA 04: FILTRO DE RAIOS ULTRA VIOLETA(UV)



Fonte: AUTORES

Em linhas gerais a água é retirada da cisterna, colocada no reservatório menor para que seja bombeada e passe pelo filtro de raios UV. O sistema fotovoltaico é responsável por gerar a energia para fazer o protótipo funcionar.

FIGURA 05: SISTEMA COM RESERVATÓRIO E FILTRO



Fonte: AUTORES

Em virtude da inexistência de energia elétrica em alguns locais onde a cisterna está inserida, optou-se por um sistema de energia solar industrializado comprado em sites de venda com painel controlador de carga, dc para ac, inversor, 110v, 220v, 50w, 30a, 6000w. Segundo últimos dados divulgados pelo Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia(LABREN), Bela Cruz, a cidade onde o protótipo foi aplicado teve no ano de 2021 médias do total diário da irradiação direta normal no valor de 5514 Wh/m².

TABELA 01 - MÉDIA DE IRRADIAÇÃO EM BELA CRUZ/CE

ID	Longitude	Latitude	Média anual
59495	- 40,249	- 3,1005	5514

Fonte: AUTORES

O sistema é composto por placa fotovoltaica, placa do controlador de carga e o inversor. Utilizou-se uma bateria de 12V para armazenar a energia. O controlador de carga tem a função de reduzir sobrecarga ou descarga das baterias, facilitando o armazenamento com eficiência. Já o inversor converteria a energia de 12V para 220V, voltagem da lâmpada UV. Este sistema atende a necessidade energética de todos os itens (bomba de água de 22W e lâmpada de 36W durante aproximadamente 50 minutos por dia)

FIGURA 06: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA



Fonte: AUTORES

Com o protótipo montado, fez-se a análise comparativa da água para avaliar a possível presença de bactérias do grupo coliformes em duas amostras de água tratada e não tratada.

FIGURA 07: SISTEMA ALIMPAR



Fonte: AUTORES

Inicialmente a água foi coletada e colocada em dois frascos de garrafa de polietileno tereftalado (PET) envolta por papel alumínio, refrigeradas e contendo amostras de água não tratada (amostra 01) e tratada (amostra 02). Um frasco de borosilicato contendo amostra de água tratada.

FIGURA 08: COLETA DE ÁGUA DA CISTERNA



Fonte: AUTORES

Como protocolo já estabelecido e amplamente aplicado na microbiologia para identificação de coliformes fecais, usou-se caldo lactosado, meio de cultura rico em nutrientes, que utiliza a lactose como fonte de carbono. Foram preparados 100 mL de caldo lactosado na concentração dupla (26 g/L) e 100 mL de caldo lactosado na concentração simples (13 g/L). Também foi preparado 100 mL de meio verde brilhante a 2% (40 g/L) e 100 mL de meio EC (37 g/L).

Os meios de cultura foram adicionados a tubos de ensaio contendo tubos de Durham em posição invertida dentro do tubo de ensaio. Os tubos foram fechados com um chumaço de algodão e, juntamente com os meios de cultura, esterilizados por autoclavagem a 121°C (1kg/cm² de pressão) durante 15 minutos.

FIGURA 09: ANÁLISE DAS AMOSTRAS



Fonte: AUTORES

Para o teste presuntivo, foram agrupados 10 tubos de ensaio distribuídos de 5 em 5. Nos primeiros 5 tubos, que continham caldo lactosado de concentração dupla, foram adicionados com pipeta estéril, 05 mL de amostra de água em cada tubo (diluição de 1:5). Nos 5 tubos para as amostras de água não tratada e 5 tubos para as amostras de água tratada. As amostras foram gentilmente misturadas e incubadas em estufa bacteriológica a 35°C por 24 horas.

Para o teste confirmativo, foram preparados um total de 10 tubos de ensaio, sendo 5 para as amostras de água tratada (1 mL cada) e 5 para amostras de água não tratada (1 mL cada). Os tubos contendo meio verde brilhante 2% foram inoculados com as amostras de água nas quantidades supracitadas e incubados em estufa bacteriológica a 35°C por 24h.

Para análise das bactérias termotolerantes, foram preparados 10 tubos de ensaio contendo tubos de Durham e foram adicionados 10 mL de meio EC. O inóculo foi feito adicionando 1 mL de água não tratada em cada um dos 5 primeiros tubos de ensaio, seguido da adição de 1 mL de amostra de água tratada em cada um dos 5 tubos de ensaio restantes. As amostras foram incubadas em banho-maria a 45°C durante 24h.

FIGURA 10: PROCESSO DE INCUBAÇÃO



Fonte: AUTORES

No 3º estágio, realizou-se a análise de viabilidade do sistema. Os resultados obtidos foram anotados e analisados quantitativamente. Ademais, aplicou-se em parceria com a associação comunitária o modelo desenvolvido em uma cisterna localizada na zona de Bela Cruz/Ce com possibilidade de expandir para outras.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da construção do sistema de tratamento da água de cisterna por radiação ultravioleta usando energia fotovoltaica foram satisfatórios. Construiu-se um protótipo que é viável social, ambiental e economicamente, garantindo a qualidade da água, tornando-a própria para o consumo humano.

O sistema desenvolvido atende aos requisitos e padrões de potabilidade da água estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, sobretudo, no que diz respeito aos critérios de qualidade microbiológica.

É capaz de remover da água da cisterna patógenos que causam doenças nos seres humanos. O protótipo tem a capacidade de garantir água potável em áreas vulneráveis do semiárido nordestino.

O objeto de estudo do projeto contempla sete dos dezessete ODS da ONU. Ao tornar a água limpa e própria para o consumo atende as ODS3 e OD6, ao utilizar energia solar atende as ODS7 e ODS11, ao incentivar a produção e consumo responsável de água atende a ODS 12 e ao configurar-se como uma ação efetiva no combate as mudanças climáticas e garantia da inclusão social contempla as ODS10 e ODS13.

Após a incubação das amostras em meio caldo lactosado no teste presuntivo, ao final de 24 horas foi detectado crescimento microbiano pela turbidez em todas os 15 tubos de ensaio. As amostras de água não tratada apresentaram crescimento acentuado com alto nível de turbidez em todos os 5 tubos de ensaio, porém sem formação de gás nas primeiras 24 horas. As amostras de água tratada mostraram formação de precipitado, porém com pouca turbidez e sem formação de gás nas primeiras 24 horas. De acordo com a tabela de cálculo do NMP (número mais provável), o número de bactérias presentes na amostra de água não tratada é superior a 16 para cada 100 mL ($>16\text{nmp}/100\text{mL}$). Em contrapartida, as amostras

de água tratada, por não mostrarem nenhum crescimento no período de 24h, devem ter um número inferior a 2,2 bactérias para cada 100 mL ($<2,2\text{nmp}/100\text{mL}$).

No teste confirmativo, todas os cinco tubos de ensaio contendo amostra de água não tratada cresceram com intensa formação de gás em todos os tubos contendo meio verde brilhante. Por outro lado, nenhum dos cinco tubos contendo água tratada em meio verde brilhante mostraram crescimento evidente nas primeiras 24 horas.

Quanto à presença de bactérias termotolerantes, todas os cinco tubos de ensaio mostraram crescimento bacteriano com turbidez razoável e discreta formação de gás. Por outro lado, nenhum dos cinco tubos de ensaio contendo água tratada mostrou crescimento bacteriano evidente, nem formação de gás no meio EC após as 24h.

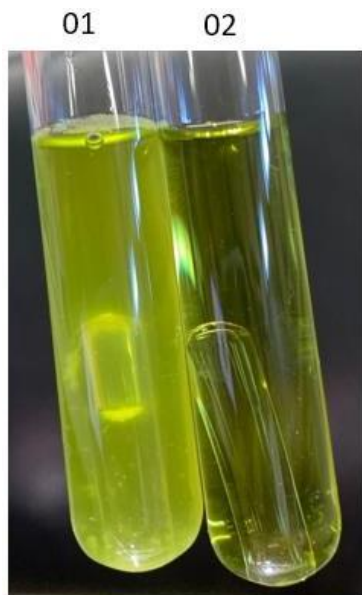
A água potável não deve conter microorganismos patogênicos e deve ser livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. A portaria nº. 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que a presença de coliformes, em especial *Escherichia coli*, deve conter uma contagem inferior a 500 Unidades Formadoras de Colônia por cada mililitro de amostra (500 UFC/mL).

FIGURA 11: CRESCIMENTO MICROBIANO EM TUBOS DE ENSAIO CONTENDO MEIO CALDO LACTOSADO EM AMBAS AS AMOSTRAS DE ÁGUA NÃO TRATADA (01) E TRATADA (02). CRESCIMENTO MAIS EVIDENTE NA PRIMEIRA AMOSTRA.

Fonte: AUTORES

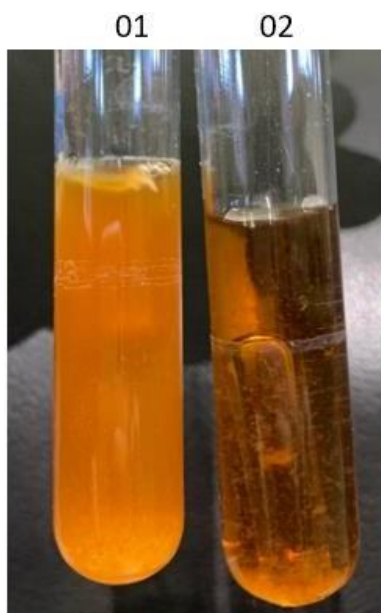


FIGURA 12: AMOSTRA DE ÁGUA NÃO TRATADA (01) E AMOSTRA DE ÁGUA TRATADA (02) INOCULADAS EM MEIO VERDE BRILHANTE MOSTRANDO TURBIDEZ E PRESENÇA DE GÁS NO TUBO DE DURHAN EVIDENCIANDO CRESCIMENTO MICROBIANO APENAS NA AMOSTRA DE ÁGUA NÃO TRATADA.



Fonte: AUTORES

FIGURA 13: AMOSTRA DE ÁGUA NÃO TRATADA (01) E AMOSTRA DE ÁGUA TRATADA (02) INOCULADAS EM MEIO EC MOSTRANDO TURBIDEZ E PRESENÇA DE GÁS NO TUBO DE DURHAN EVIDENCIANDO CRESCIMENTO MICROBIANO APENAS NA AMOSTRA DE ÁGUA NÃO TRATADA.



Fonte: AUTORES

A amostra de água não tratada mostrou crescimento microbiano razoavelmente elevado com número mais provável acima de 16 bactérias para cada 100 mL de amostra. Também ficou evidenciado a presença de bactérias do grupo coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) de acordo com o resultado positivo nos meios verde brilhante e EC.

A amostra de água tratada mostrou quantidade baixa de crescimento microbiano no meio Caldo Lactosado, sem formação de gás e nenhum crescimento microbiano nos meios verde brilhante e EC evidenciando número de bactérias do grupo coliformes inferior a 2,2 bactérias por 100 mL de água. Sendo assim, a de água tratada que passou pelo protótipo é considerada própria para consumo.

TABELA 02 - CUSTOS DO SISTEMA

Material	Quantidade	Valor(R\$)
Reservatório de PVC	01	35,00
Bomba de água 12v, 22W	01	19,15
Mangueira	2,5 m	5,25
Cano (0,5m de comprimento e 0,075 de diâmetro)	1	9,00
Plugs tampões roscáveis	2	16,20
Encaixe para a mangueira	4	6,20
Torneira	1	4,20
Suportes de ferro para reservatório e filtro	2	35,00
Lâmpada UV		66,00
Vidro para acoplar lâmpada	1	20,00
Kit de energia fotovoltaico	1	277,00
Bateria pequena de 12V	1	138,00
TOTAL		631,00

Fonte: AUTORES

O sistema Alimpar tem um custo de R\$ 631,00. Não foi possível fazer uma análise comparativa como outros modelos pelo fato de não ter disponível no mercado um sistema que congregue filtro, reservatório e painel fotovoltaico. O sistema possui um baixo consumo de energia, sendo assim autossuficiente em conformidade com as características já descritas.

V. CONCLUSÕES

A realização de diversos experimentos corroborou o objetivo de engenharia de que é possível construir um sistema de tratamento da água de cisterna por radiação ultravioleta usando energia fotovoltaica com foco em aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Desenvolveu-se um sistema eficiente que garantiu que a água consumida seja de qualidade e promova a saúde da população configurando-se como mecanismo de controle e vigilância sanitária.

O Alimpar é um sistema viável social, ambiental e economicamente, garantindo potabilidade a água de cisternas localizadas no semiárido nordestino para consumo humano. O sistema atende aos requisitos e padrões de potabilidade da água estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, sobretudo, no que diz respeito aos critérios de qualidade microbiológica. É capaz de remover da água da cisterna patógenos que causam doenças nos seres humanos, além de contemplar o objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13) da Organização das Nações Unidas.

Construiu-se um sistema compatível com os índices de radiação solar de Bela Cruz - Ce, que atua na purificação de água contaminada armazenada em cisternas localizadas no semiárido nordestino, configurando-se como política de qualidade adequada aos respectivos usos. A iniciativa possui alto impacto social.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C. de; PORTO, E. R. Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina - PE. Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido. Campina Grande – PB, ABCMAC, 2001.

BRASIL,. Ministério da Saúde (2004) Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004 do. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Republicada In: Diário Oficial da União, Brasília, n. 59, Seção 1, p. 266, 26/03/2004.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 8 de janeiro 1997.

BRASIL, Ministério da Saúde (Portaria GM/MS n.º 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de

potabilidade P ublicada In: Diário Oficial da União, Brasília, n. 85 , Seção p. 127 , 07 /0 5 /20 21

GOMES, Uende Aparecida Figueiredo; HELLER, Léo. Acesso à água proporcionado pelo Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.21, n. 3, p.623-633, set. 2016.

Manual Prático de Análise de Água. Fundação Nacional de Saúde (Funasa). Brasília. 2006.

PORTAL SOLAR. Como funciona um painel solar fotovoltaico. 2023. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html>>. Acesso em: 31 agosto. 2023.

SANTOS, Francielle, Rocha. Tratamento da água da chuva por radiação ultravioleta usando energia fotovoltaica. 2018. 81 f. Mestrado em engenharia civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018. 82p, il. Dissertação (Mestrado).

SOARES JUNIOR, Dinando Antonio; LEITÃO, Maria do Rosário de Fátima Andrade. Desenvolvimento local: o Programa Um Milhão de Cisternas(P1MC) em Tupanatinga, PE. Interações, Campo Grande, v. 18, n. 1, p. 75-87, mar. 201