



## **DISPOSITIVO DE LIMPEZA PARA PLACA SOLAR**

### **CLEANING DEVICE FOR SOLAR BOARD**

**Alaine Valente<sup>1</sup>**  
**Andrezza Oliveira<sup>2</sup>**  
**Johnatan Soares<sup>3</sup>**

#### **RESUMO**

O acúmulo de poeira ou objetos levados com o vento nos painéis solares, chuva, fezes de animais e possíveis ventanias pode não apenas prejudicar a captação de energia, como reduzir o desempenho dos eletrodomésticos que contam com a luz do sol para o seu funcionamento, com isso é necessário a manutenção. Ela pode ser feita pelos próprios moradores ou funcionários da sua residência, comércio ou fazenda, e também é possível ser feita a contratação de especialistas para que o processo seja realizado uma vez ao ano, ou a cada 6 meses. Esse processo pode se tornar perigoso já que as placas solares precisam ser instaladas em um local elevado para melhor recebimento de luz solar, como os telhados, podendo trazer risco a pessoa que for realizar a limpeza. Para a melhor segurança, e uma fácil limpeza foi desenvolvido um dispositivo para facilitar esse serviço. Ele se movimenta através de esteiras de movimento sobre as placas solares, contendo esguichos de água e escovas giratórias pra remover poeira e dejetos de animais, além de poder ser controlado através de um celular ou tablet, trazendo conforto para o proprietário e mais segurança.

**Palavras-Chave:** Solar Fotovoltaica. Limpeza. Sujeira. Segurança

#### **ABSTRACT**

The accumulation of dust or objects carried by the wind on the solar panels, rain, animal feces and possible winds can not only impair energy capture, but also reduce the performance of appliances that rely on sunlight for their operation, with this is required maintenance. It can be done by the residents themselves or employees of their residence, business or farm, and it is also possible to hire specialists so that the process is carried out once a year, or every 6 months. This process can become dangerous since the solar panels need to be installed in an elevated place to better receive sunlight, such as roofs, which can pose a risk to the person who is going to carry out the cleaning. For the best safety and easy cleaning, a device was developed to facilitate this service. It moves through motion mats over the solar panels, containing water squirts and rotating brushes to remove dust and animal waste, in addition to being controlled through a cell phone or tablet, bringing comfort to the owner and more security.

- 1- Graduanda em Engenharia Elétrica no UBM
- 2- Graduanda em Engenharia elétrica no UBM
- 3- Graduando em Engenharia Elétrica no UBM



**KEY WORDS:** Solar Photovoltaic. Cleaning. Dirt. Safety.

### 1 INTRODUÇÃO

O início da energia elétrica no Brasil começou um pouco depois da invenção de Thomas Edison, que teve sua criação e exibição nos Estados Unidos. Esse evento chamou atenção de D. Pedro II, que logo entrou em contato com o inventor americano para trazer a novidade para o seu país, com a intenção de ser utilizada para fins de iluminação pública. No entanto, a primeira iluminação pública externa foi instalada dois anos depois, em um trecho da atual Praça da República, no Rio de Janeiro e logo após 4 anos da chegada da eletricidade, foi inaugurada em Campos dos Goytacazes, no norte do estado do Rio, o primeiro serviço público de iluminação pública do Brasil e da América do Sul. Nessa época a eletricidade era gerada pelo vapor das caldeiras à lenha.

A Primeira central hidrelétrica no Brasil, começou a operar em 1883 em um afluente do Rio Jequitinhonha para atender serviços de mineração em Diamantina, Minas Gerais. Por sua vez, a primeira usina de grande porte, foi a de Marmelos-Zero, inaugurada em 1889 em Juiz de Fora. No mesmo estado.

A energia elétrica é uma das formas de energia que a humanidade mais utiliza na atualidade e pode ser obtida principalmente através de termoelétricas, usinas hidrelétricas, usinas solares, usinas eólicas e usinas termonucleares. São chamadas de energias de fontes renováveis.

Dentre dessas formas que a energia elétrica pode ser obtida, tem a energia solar fotovoltaica, que teve sua primeira usina solar construída em território brasileiro no sertão do Ceará. Nela quantia uma extensão de 340 km e 4680 painéis fotovoltaicos, tendo a capacidade de gerar 1 megawatt (MW). E sua instalação no Ceará foi escolhido, pois em todo o ano, teve altos índices de radiação solar, já que a energia necessita de luz solar para ser produzida. É uma energia que tem como características um dos custos mais baixos, pois é proveniente de fontes gratuitas e inesgotáveis, um recurso totalmente renovável, não faz nenhum barulho, não polui e tem de diferencial em relação as outras, a utilização residencial.



A Aneel no ano de 2012, fez uma publicação da resolução Normativa nº 482(RN/482), permitindo que o consumidor possa gerar sua própria energia, conectada à rede de distribuição, podendo fazer sistemas de créditos energéticos e estabeleceu critérios necessários para a conexão de sistema à rede, que acontece normalmente hoje em dia, e teve também na mesma época o incentivo do governo, instituindo algumas medidas para o uso de energias renováveis, como isenção de IPI ou ICMS apoio do BNDES e redução do imposto de importação.

Daí em diante, o crescimento do setor veio a disparar, o Brasil pulou para 16º colocação no ranking mundial de energia fotovoltaica feito pela Internacional Renewable Energy Agency (IRENA) e no ano de 2021, o país estava entre os 15 países líderes em capacidade de instalações de energia solares. E este ano de 2022, essa expansão poderá ser ainda maior, pois em nossa localidade com menos sol, gera mais energia do que o local mais ensolarado da Alemanha, conforme pesquisa feita pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Sendo assim, nosso país sendo o que possui mais potencial na criação de energia limpa e renovável.

Para gerar a energia solar fotovoltaica, é necessário a utilização de equipamentos para o seu funcionamento, basicamente como: módulos fotovoltaicos, placas solares, inversor de frequência, medidor bidirecional, caixa de junção, cabeamentos, baterias e sistema de monitoramento. Engana-se quem pensa que esse tipo de transmissão de energia não precisa de manutenção, os painéis solares também precisam para prolongar a sua vida útil e funcionamento. Apesar de necessitarem de baixos cuidados, podendo durar por vários anos, é importante considerar um item obrigatório para mantê-lo ativo: a limpeza desta instalação. O acúmulo de poeira ou objetos levados com o vento nos painéis solares, chuva, animais e possíveis ventanias pode não apenas prejudicar a captação de energia, como reduzir o desempenho dos eletrodomésticos que contam com a luz do sol para o seu funcionamento. O processo de manutenção pode ser feito pelos próprios moradores ou funcionários da sua residência, comércio ou fazenda, e também é possível a contratação de especialistas para que o processo seja feito uma vez ao ano, ou a cada 6 meses. Esse tipo de processo pode trazer alguns riscos se não



tiver com equipamentos de segurança, já que os painéis necessitam ficar em uma localização mais alta do imóvel, como no telhado, para uma melhor captação de luz solar, dificultando o acesso para possível limpeza. Devido a essa dificuldade de manutenção, desenvolvemos um dispositivo no qual limpa os painéis solares, sem precisar de mão de obra, ele desliza por um trilho fazendo a limpeza e pode ser acionado através de um celular.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Para auxiliar tanto os donos de instalações fotovoltaicas quanto os prestadores de serviço de limpeza dessas instalações, iniciamos uma pesquisa de desenvolvimento de um dispositivo, capaz de realizar as atividades de limpeza das placas fotovoltaicas de forma segura, precisa e remota.

O dispositivo possui um formato quadrado de 500mm acompanhado de mais 100 mm de largura de esteira, que utiliza para se locomover. Sua aparência é bastante similar aos tanques de guerra. Possui na parte superior duas alças, para que o dispositivo possa ser transportado, erguido e posicionado sobre as placas para iniciar o processo de limpeza. Além das alças, no topo do dispositivo também podemos encontrar uma haste de conexão móvel com engate rápido para mangueiras d'água, podendo se movimentar 360°, facilitando a locomoção do dispositivo.

Para realizar a limpeza das placas fotovoltaicas o dispositivo é equipado de escovas giratórias com cerdas de nylon sensíveis, que não prejudicam a superfície das mesmas ainda assim conseguem remover sujeiras grossas e pastosas, como fezes de pássaros. Além disso, para auxiliar na remoção de sujeiras, próximo as escovas são instaladas mangueiras com esguichos d'água apontadas contra a superfície das placas para umedecer as sujidades e com a força do jato d'água retirar as sujeiras encrostadas sobre elas.

Para mover o dispositivo sobre as placas fotovoltaicas é utilizado dois motores de corrente contínua para tração, um para cada esteira. E para aumentar a pressão dos esguichos d'água será utilizado uma bomba pressurizadora de pequeno porte, aprimorando assim a limpeza efetiva das placas.



Além desses itens ainda teremos sensores nas extremidades do dispositivo para evitar que o mesmo venha a cair do telhado ou das placas fotovoltaicas. Com a necessidade de controlar e comandar todos esses dispositivos, utilizaremos o microcontrolador ESP32 conectado a uma rede wi-fi para comunicação e também disponibilizaremos de Ponte' H do modelo L298N para controlar o sentido de giro dos motores de tração e a intensidade de pressão da bomba d'água, além também do acionamento do giro das escovas que também é controlado por um motor.

Para que o operador possa utilizar o dispositivo, ele contará com um Tablet onde poderá:

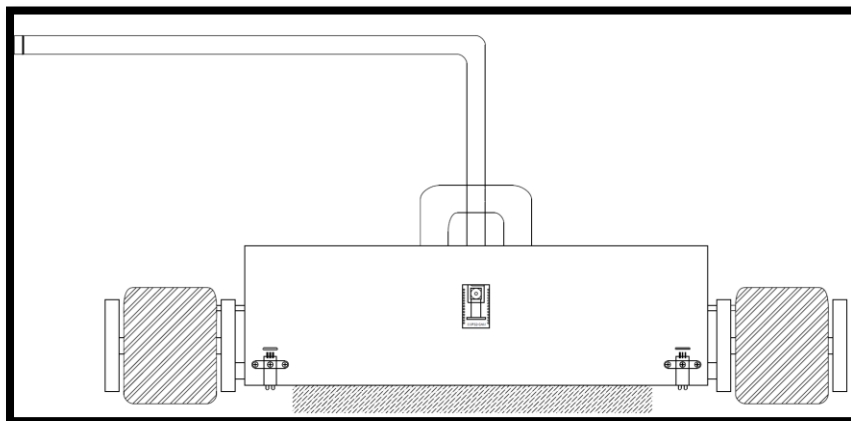
- Movimentar o dispositivo para Frente, Atrás, Esquerda e Direita;
- Ligar as escovas e controlar a velocidade delas;
- Ligar a bomba pressurizadora e controlar a pressão;
- Acesso a câmeras de limpeza.

Este estará conectado diretamente ao dispositivo de limpeza, o qual receberá comandos do operador através do Tablet.

Toda estrutura do dispositivo de limpeza é feita de alumínio, visando maior leveza para transporte e carga de peso sobre as placas fotovoltaicas.

Na parte frontal e traseira do dispositivo de limpeza é possível encontrar o sensor de TCRT5000 de obstáculo para detectar as bordas da placa fotovoltaica, acompanhado do ESP32-CAM que transmite as imagens ao Tablet para auxiliar o operador a realizar o processo de limpeza, como podemos ver na figura 1.

Figura 1 – Vista frontal do dispositivo de limpeza





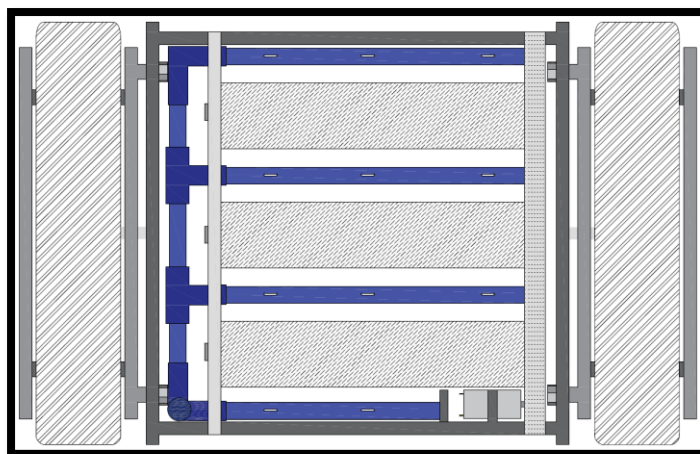
Ainda na figura 1 é possível observar as escovas na parte inferior do dispositivo, que ajudam a remover as sujeiras mais encrustadas.

A haste em 90° presente no topo do dispositivo, é o local onde deve ser conectado a mangueira de água, que será utilizada para lavar a placa e com a pressão remover as sujeiras mais difíceis. Ao lado da haste, é possível encontrar as alças de transporte do dispositivo de limpeza.

O dispositivo ainda conta com um circuito de esguichos d'água, escovas giratórias de cerdas de nylon e um motor responsável por realizar o movimento giratório das escovas.

A transmissão de movimento partindo do eixo motor, será feito utilizando corrente e engrenagens, contando também com um esticador de corrente para auxiliar o tensionamento da mesma evitando folgas e mantendo a transmissão de forma unanime. Na figura 2 é possível observar a plataforma de limpeza que tem contato direto com a placa solar.

Figura 2 - Vista superior da plataforma de limpeza



FONTE: Autoria Própria

Abaixo citamos os componentes mais importantes para funcionamento do dispositivo de limpeza.

Em um compartimento fechado a prova d'água podemos encontrar:

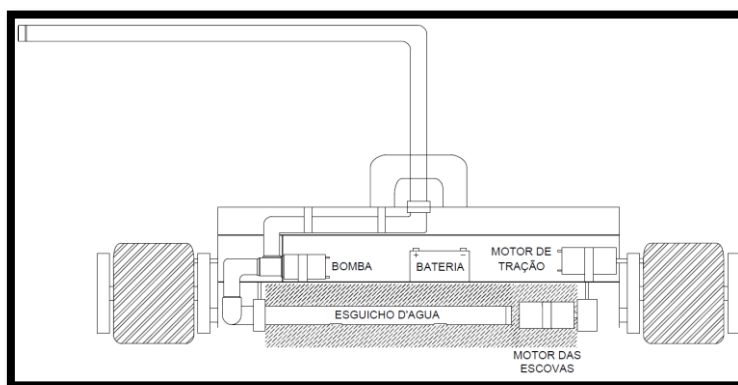
- Bomba d'água



- Bateria
- Motor de Tração
- Microcontroladores
- Drivers

O motor de tração será o responsável por realizar o movimento do dispositivo de limpeza, o qual conterà dois, um para cada esteira, tanto para esquerda quanto para direita.

**Figura 3 – Vista interior frontal do dispositivo de limpeza**



**FONTE: Autoria própria**

Na figura 3 é possível observar a entrada d'água a qual passa pela bomba pressurizadora, que aumenta a pressão dos esguichos d'água facilitando a remoção de sujeiras.

O compartimento fechado fica sobre a plataforma de limpeza onde se encontra as escovas e os esguichos d'água, e seus pontos de fixação fica sobre as peças de suporte das escovas e das engrenagens.

A esteira utilizada no projeto, deve ser feita de borracha com frisos, para permitir que a água escoe por eles, evitando que o dispositivo de limpeza escorregue e caia das placas solares, aumentando assim a fricção em relação a superfície permitindo que o dispositivo percorra o caminho sem patinar, economizando bateria e aumentando a sua duração de uso.

Para controlar todos os componentes e dispositivos do projeto, utilizaremos de microcontroladores que podem ser acessados via wi-fi. Ao total serão 2 modelos de microcontroladores utilizados, sendo eles: ESP-32 e ESP32-CAM.





Em nosso projeto, esse microcontrolador será o nosso servidor, ou seja, todos os dados e comandos passaram por ele. Principalmente, será ele quem irá atuar e controlar a velocidade dos motores e bombas além também do seu sentido de giro.

Já o ESP32-CAM, tem as mesmas características do ESP32, com apenas uma diferença de vir de fábrica com um conector para câmeras, o que nos permite tanto gravar vídeos como transmiti-los em tempo real, podendo também tirar fotos.

Como citado anteriormente, o dispositivo contará com um sistema anti-queda, que permitirá que o mesmo se aproxime das bordas com segurança evitando que ele ultrapasse os limites das placas solares. Isso tudo será possível ao utilizarmos o sensor TCRT5000, que basicamente é composto por led emissor de luz infravermelha e um receptor. Enquanto o dispositivo de limpeza estiver sob a superfície das placas, a luz Infravermelha emitida pelo sensor será refletida pela placa até o receptor de luz infravermelha, gerando um sinal em nosso microcontrolador, o qual será utilizado para criar o sistema anti-queda. Ao total serão 4 sensores posicionados em cada extremidade tanto frontal quanto traseira.

Como citado anteriormente, o dispositivo contará com um sistema anti-queda, que permitirá que o mesmo se aproxime das bordas com segurança evitando que ele ultrapasse os limites das placas solares. Isso tudo será possível ao utilizarmos o sensor TCRT5000, que basicamente é composto por led emissor de luz infravermelha e um receptor. Enquanto o dispositivo de limpeza estiver sob a superfície das placas, a luz Infravermelha emitida pelo sensor será refletida pela placa até o receptor de luz infravermelha, gerando um sinal em nosso microcontrolador, o qual será utilizado para criar o sistema anti-queda. Ao total serão 4 sensores posicionados em cada extremidade tanto frontal quanto traseira.

E para que tudo isso possa ser acessado e controlado, o esp32 irá trabalhar com um web server embutido em si, podendo ser acessado como um AP, ou seja, um ponto de acesso. E dentro desse web server, teremos a disponibilidade de visualizar as duas câmeras e ter acesso as funções de movimentar o dispositivo, ligar escovas e bomba pressurizadora.

E para que possamos ter acesso ao dispositivo de limpeza, visualizar as imagens e atuar os comandos disponíveis remotamente, incrementaremos ao microcontrolador ESP32 uma antena, o que nos permitirá acessar o dispositivo a

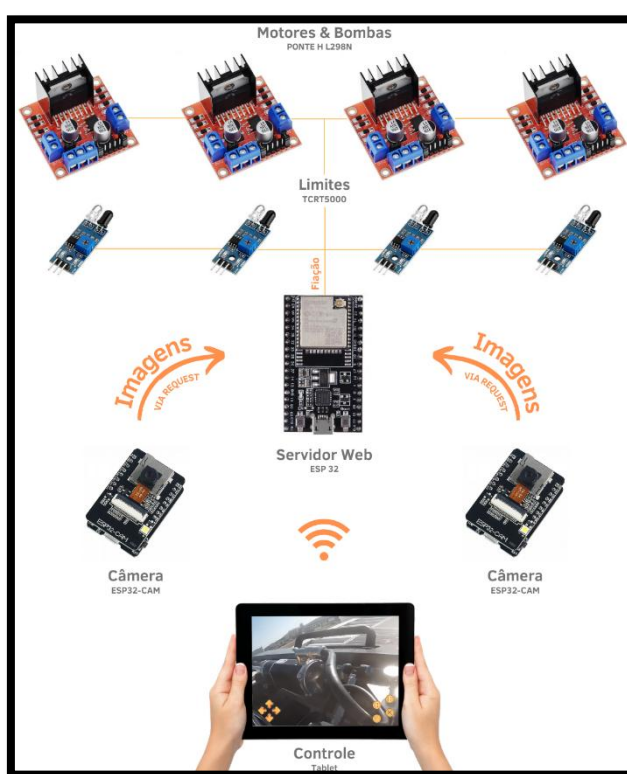




longas distancias em uma média de 100 ~ 200 metros que podem variar de acordo com o ambiente. Isso também nos traz mais confiança na operação do equipamento pois diminuiu a possibilidade da perda de conexão, entregando maior confiabilidade no processo de limpeza das placas solares.

Na figura 4 é possível observar como todos esses componentes estarão conectados:

**Figura 4 – Interligação dos componentes do sistema**



**FONTE: Autoria própria**

Como resultado final, para utilizar o dispositivo de limpeza, o operador só irá precisar se conectar ao AP (Ponto de acesso) ESP32, abrir o navegador e acessar o IP configurado no microcontrolador, a partir daí já será possível usar todos os comandos disponíveis do robô.

Ciente das especificações de cada componente utilizado, montamos a tabela de consumo de carga que o dispositivo irá representar, citando os componentes com maiores consumos, conforme indica o Quadro 1.



Quadro 1 – Tabela de cálculo da carga de consumo

COMPONENTE	QTD.	CORRENTE (A)	CORRENTE TOTAL (A)
ESP 32	1	0,5	0,5
ESP32 - CAM	2	0,18	0,36
Motor de Tração	2	1,7	3,4
Motor das Escovas	1	1	1
Bomba de Pressurização	1	3	3
<b>TOTAL (A)</b>			<b>8,26</b>

FONTE: Autoria própria

Para dimensionarmos qual bateria de lipo irá atender as configurações de nosso projeto, iremos precisar saber qual o consumo de carga nominal do dispositivo, a tensão necessária e qual o tempo de uso contínuo desejado.

Quadro 2 – Tabela de configuração das características necessárias

<b>Alimentação:</b>	12V
<b>Consumo de Carga:</b>	8.26A (8260ma)
<b>Tempo Médio:</b>	1H 30Min
<b>Mah Necessario:</b>	12.390 mah

FONTE: Autoria própria

Com os dados coletados e apresentados no quadro 2 podemos especificar que a bateria necessária deverá ser de 3S (11.1 ~ 12.6) e 12390mah. Porém o custo dessa bateria pode ser alto, e para mitigar e ampliar a área de refrigeração da bateria, dividiremos essa carga em 3 baterias 3S de 4500mah, resultando em uma configuração de 11.1V ~12.6V e 13500mah, fornecendo um tempo de uso médio total de 1 hora e 38 minutos, já que nessa configuração usaremos as 3 baterias em paralelo.

Porém nossos microcontroladores possuem alimentação de 5V e para que seja possível alimentá-los, será necessário diminuir a tensão fornecida pelo conjunto de baterias. E para essa função utilizaremos o módulo Regulador de Tensão LM2596, como demonstra a figura 5 abaixo:



Figura 5 – Demonstrativo do regulador de tensão LM2596



FONTE: Autoria própria

Será utilizado para isso as linguagens de programação C/C++, HTML e JavaScript. O ambiente ideal para programar os microcontroladores ESP 32 e ESP32-CAM, é a IDE Arduino (IntegratedDevelopmentEnvironment ou Ambiente de desenvolvimento Integrado) onde possui todas as ferramentas disponíveis para configurar e programar os microcontroladores.

Como citado anteriormente, o dispositivo de limpeza será integralmente controlado por tablet ou até mesmo celular, se conectando ao ESP 32 via wifi. A tela de funções do dispositivo deve parecer basicamente como mostra a figura 6:

Figura 6 – Demonstrativo de uso da aplicação do dispositivo de limpeza



FONTE: Autoria própria

As setas do quadrante inferior esquerdo, são os botões responsáveis pelo movimento do dispositivo de limpeza, ou seja, são eles que iram ditar a direção desejada sendo para frente, para trás, virar ao lado direito ou esquerdo.



Na parte central da tela, pode se observar duas opções sendo: câmera frontal e Câmera Traseira. Ao selecionar a opção da câmera frontal, a imagem de fundo muda, e exibe as imagens em tempo real do ESP32-CAM instalado na parte da frente do dispositivo de limpeza, e o mesmo ocorre quando é selecionado a câmera traseira, alterando a imagem de fundo para as imagens capturadas em tempo real pelo ESP32-CAM instalado na parte traseira do dispositivo de limpeza.

Os botões presentes no quadrante inferior direito, tem funções importantes a respeito do funcionamento. Abaixo no quadro 3, temos a tabela descritiva destes:

Quadro 3 – Tabela de funções da aplicação do dispositivo

<b>A</b>	Liga/Desliga Bomba Pressurizadora
<b>B</b>	Liga/Desliga Giro das Escovas
<b>Y</b>	Diminui a Velocidade de Movimento do Dispositivo
<b>X</b>	Aumenta a Velocidade de Movimento do Dispositivo

FONTE: Aatoria própria

Nota-se que na URL encontra-se um endereço IP (Endereço de Protocolo da Internet), este se refere ao IP do próprio esp32, que é programado e configurado para trabalhar como um servidor WEB, onde organizamos e disponibilizamos os botões e as seleções de câmeras.



### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização dos painéis solares em residências, é possível observar a sujidade que fica sobre ele. Ela acaba afetando na captação de energia, e prejudicando o proprietário que dela precisa. Por isso é necessária sua manutenção, aonde conta com uma limpeza adequada, com um prazo determinado de acordo com o clima da região onde ela se encontra, podendo ser a cada 6 meses ou 1 vez por ano. Estudando sobre as placas solares foi notório a dificuldade de fazer uma limpeza adequada nelas, devido a localidade que se encontram. Para mais segurança, praticidade e eficiência na hora da manutenção, foi elaborado um projeto de dispositivo de limpeza que atendesse todos esses requisitos, com a sua utilização através de celulares e tablets, deixando o serviço mais eficiente, mais prático para que na sua finalização saiam satisfeitos a equipe que for executar o serviço e o proprietário. A manutenção correta é um fator essencial e que não deve ser dispensado para quem utiliza desse sistema, os equipamentos têm que ser adequados para que não cause nenhum dano na placa e nos outros componentes, podendo durar mais tempo, aumentando sua vida útil. É um projeto em desenvolvimento, sugere-se que seja desenvolvida uma versão onde não seja necessário o acoplamento de uma mangueira d'água no dispositivo acoplando-se um reservatório como exemplo na figura 7, que faça o suprimento de água para a limpeza das placas.

Figura 7 – Container d'água



FONTE: Mercado Livre (2022)



### REFERÊNCIAS

ESFERABLOG. Dos primórdios ao Mercado Livre: a história da energia elétrica no Brasil. Publicado em maio de 2021. Disponível em: <https://esferaenergia.com.br/blog/historia-energia-eletrica-brasil/>. Acesso em: 21 mar. 2022.

SOLSTAR. Manutenção do painel solar: Tudo que você precisar saber. Publicado em junho de 2021. Disponível em: <https://solstar.com.br/2021/06/14/manutencao-do-painel-solar-tudo-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 21 mar. 2022.

WIKIPÉDIA. Energia elétrica. Publicado em outubro de 2016. Disponível em: [https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Energia\\_el%C3%A9trica](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Energia_el%C3%A9trica). Acesso em: 22 mar. 2022.

NEGÓCIOS. Há exatos 137 anos uma lâmpada elétrica foi acesa por Thomas Edison. Publicado em outubro de 2016. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/amp/Caminhos-para-o-futuro/Energia/noticia/2016/10/ha-exatos-137-anos-uma-lampada-eletrica-foi-acesa-por-thomas-edison.html>. Acesso em: 22 mar. 2022.

Rüther, Ricardo Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil / Ricardo Rüther. - Florianópolis: LABSOLAR, 2004.

CEPEL-CRESESB. Manual de Engenharia para sistemas fotovoltaicos pública no Brasil / João Tavares Pinho e Marco Antonio Galdino - Rio de Janeiro: 2004

VIII CONGRESSO BRASILEIRO DA ENERGIA SOLAR. Impactos da sujidade e efeitos da limpeza no desempenho de módulos fotovoltaicos. Fortaleza, 2020. Disponível em: Vista do IMPACTOS DA SUJIDADE E EFEITOS DA LIMPEZA NO DESEMPENHO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (emnuvens.com.br). Acesso em: 13 mai. 2022.



VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR. Análise das perdas de produtividade em geradores fotovoltaicos por efeito de sujidade. Gramado: 2018. Disponível em: Vista do ANÁLISE DAS PERDAS DE PRODUTIVIDADE EM GERADORES FOTOVOLTAICOS POR EFEITO DE SUJIDADE (emnuvens.com.br). Acesso em: 13 mai. 2022.

VII CONGRESSO DE ENERGIA SOLAR. Influência da sujeira na geração fotovoltaica. Gramado: 2018. Disponível em: Vista do INFLUÊNCIA DA SUJEIRA NA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA (emnuvens.com.br). Acesso em: 13 mai. 2022.

CANAL SOLAR. Como deve ser realizada a limpeza dos painéis solares?. Publicado em Janeiro de 2021. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/como-deve-ser-realizada-a-limpeza-dos-paineis-solares/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

GRUPO CS BRASIL. Qual a importância da limpeza de placas solares regularmente?. Disponível em: <https://www.csenergiasolar.com/blog/limpeza-de-placas-solares/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

ELYSIA. Como fazer a limpeza dos painéis solares de forma segura e eficiente?. Disponível em: <https://elysia.com.br/limpeza-dos-paineis-solares/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

NCB. Motores DC e caixas de redução (MEC070). Disponível em: <https://www.newtonbraga.com.br/index.php/robotica/5168-mec070a>. Acesso em: 08 jun. 2022.

CITISYSTEMS. Motor CC: Saiba como funciona e de que forma especificar. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/motor-cc/>. Acesso em: 08 jun. 2022.