

14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

Automação no Acionamento do Sistema de Limpeza de Placas Solares com IA

JULIA HELENA BOBSIN SILVA¹, TALITA GONÇALVES DE OLIVEIRA DE ASSIS²

¹ Graduanda em Engenharia de Controle e Automação, IFSP, Campus Salto, julia.bobsin@aluno.ifsp.edu.br.

² Graduanda em Engenharia de Controle e Automação, IFSP, Campus Salto, talita.g@aluno.ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.05.00-9 Eletrônica Industrial, Sistemas e Controles Eletrônicos

RESUMO: O presente artigo tem o propósito de utilizar a Inteligência Artificial, para automatizar os sistemas de limpeza de placas solares. Dessa forma, é evitada a perda de performance e o acionamento do sistema de limpeza será preciso. Para tanto, foram utilizadas as redes neurais convolucionais para classificar 2000 imagens de placas solares de um banco de dados em sujas e limpas. Assim, após o treinamento da IA, imagens de casos reais serão inseridas para testar e comprovar o treinamento aplicado. Foi constatado que, ao utilizar esse modelo, foi possível chegar ao reconhecimento de 90% de precisão de imagens, provando que poderia ajudar na automatização do acionamento do sistema de limpeza.

PALAVRAS-CHAVE: inteligência artificial; automação; placa solar;

Automation in Activating the Solar Panel Cleaning System with AI

ABSTRACT: The purpose of this article is to use Artificial Intelligence to automate solar panel cleaning systems. In this way, loss of performance is avoided and the activation of the cleaning system will be precise. For that, convolutional neural networks were used to classify 2000 images of solar panels from a database, into dirty and clean. Therefore, after AI training, images of real cases will be inserted to test and prove the applied training. It was found that, using this model, it was possible to achieve recognition of 90% accuracy of images, proving that it could help in automating the activation of the cleaning system.

KEYWORDS: artificial intelligence; automation; solar panel;

INTRODUÇÃO

A matriz energética do mundo é composta, principalmente, por fontes não renováveis, como carvão, petróleo e gás natural. Fontes renováveis como solar, eólica, geotérmica, energia hidráulica e biomassa, totalizam aproximadamente 15% (IEA, 2022; total em 2020: 585 milhões de TJ). A matriz energética do Brasil é muito diferente da mundial, pois é utilizado mais fontes renováveis que no resto do mundo, somando 47,4%, quase metade da matriz energética total (BEN, 2023; total em 2022: 303 milhões de tep).

A energia solar é uma das áreas que mais tem crescido nos últimos anos, em média, houve um aumento de quase 50% ao ano entre 2006 e 2016 impulsionada pelo avanço da tecnologia (Dorte Nørgaard Madsen, Jan Petter Hansen, 2019). Isso é devido ao fato que é uma energia renovável, que reduz os efeitos poluentes além de ser um recurso inesgotável. Entretanto, quando uma placa solar está suja, seu poder de geração reduz até 27% dependendo da massa de sujeira, ou até de 50% se forem

instaladas em regiões mais áridas (Myyas, Al-Dabbasa, Tostado-Véliz, Jurado, 2022). Além disso, a limpeza natural (chuva) dos módulos é insatisfatória (Moura; Ribeiro; Felipe, 2020, p.19, grifo nosso). Nesse contexto, vários sistemas de limpeza de placas solares foram colocadas em prática, mas em sua maioria, de forma mecânica, com o acionamento de um botão (Manju B, Abdul Bari and Pavan C M, 2018).

Neste trabalho, foi aplicado redes neurais, uma área de aplicação da inteligência artificial, para automatizar o processo e identificar por meio de imagens o momento necessário da ativação do sistema de limpeza da placa solar. Dessa maneira, foram inseridas fotografias inéditas tiradas da placa solar do IFSP Campus Salto suja e limpa para discutir a sua eficácia por meio de resultados obtidos. Além disso, foi efetuada uma conexão a um sistema eletrônico para simbolizar o sistema de limpeza.

MATERIAL E MÉTODOS

O método de inteligência artificial escolhido foi de rede neural, o qual ensina computadores a processar dados de uma forma inspirada pelo cérebro humano. São utilizados nós ou neurônios interconectados em uma estrutura em camadas e aproveitam dos erros de resultados anteriores para melhorar futuros resultados. A rede neural artificial é muito usada em reconhecimento de imagens, por isso foi selecionada para esse projeto.

Para o treinamento da rede neural, foi utilizado um banco de dados com 2562 imagens do kaggle (plataforma de apoio para desenvolvimento de IA) de placas solares, limpas e sujas. Dessa forma, é possível o reconhecimento de imagens inéditas futuramente inseridas. O treinamento foi feito no Google Colab e as principais bibliotecas utilizadas no processo foram “TensorFlow” e “sklearn”.

As imagens de placas sujas e de limpas passaram por um código onde indica-se quais eram as sujas (classificamos como 1) e as não sujas (classificamos como 0. Assim, com o código é possível saber a qual classe as imagem pertencem.

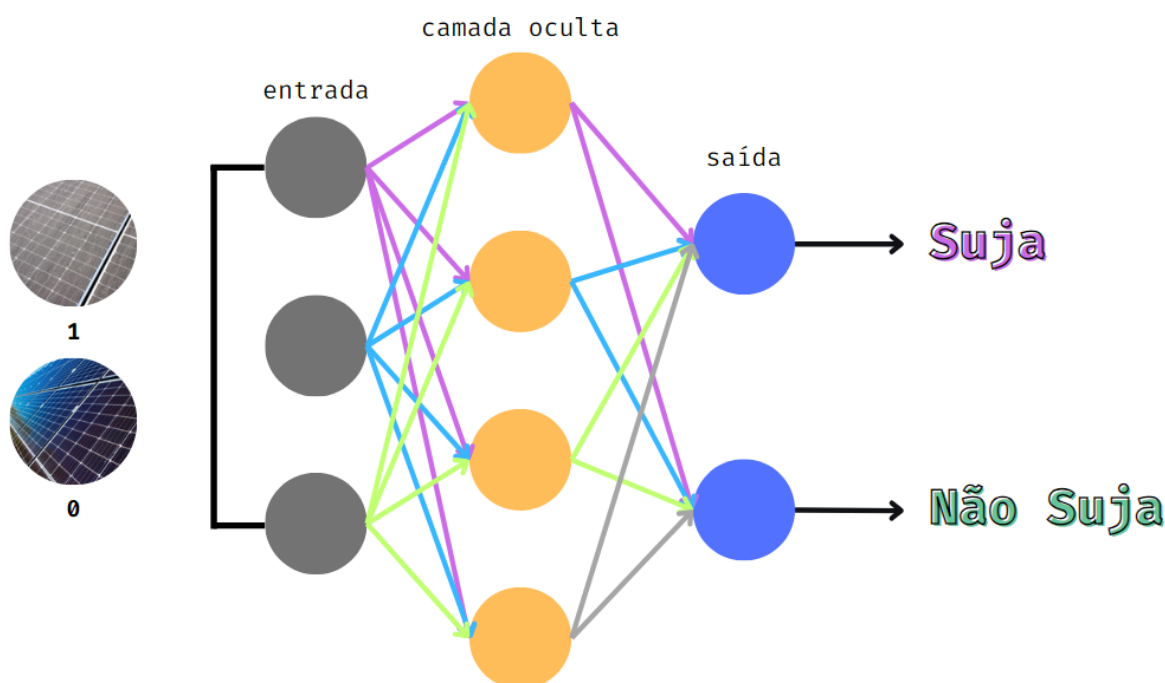


FIGURA I. Fluxograma de como funcionará o treinamento da rede neural

O código consiste basicamente em importar os módulos necessários, fazer o pré-processamento de dados (ler os dados e armazenar no dataframe, dividir o dataframe em treino, válido e teste, mostrar os dados do treino), estruturar o modelo (criação de modelo genérico (foi usado

efficientnetb3 da família EfficientNet), treinar e exibir o desempenho do modelo), avaliar modelo, obter previsões (relatório de matrizes e classificação de confusão), salvar modelo, previsão usando o modelo (loaded_model).

Já para a simulação do acionamento do sistema de limpeza, foi montado um pequeno projeto de leds, que serão acionadas com base que resposta que for recebida pelo modelo, quando receber “Clean”, a luz vermelha aciona. significando o não acionamento do sistema de limpeza, e se for recebido “Dusty”, a led verde será acionada, representando o acionamento do sistema.

Para isso, foi necessário um ESP-32 com módulo WI-FI para fazer a comunicação entre o envio de imagens e o acionamento, dois LEDs, um verde e outro vermelho, e dois resistores de 1KΩ.

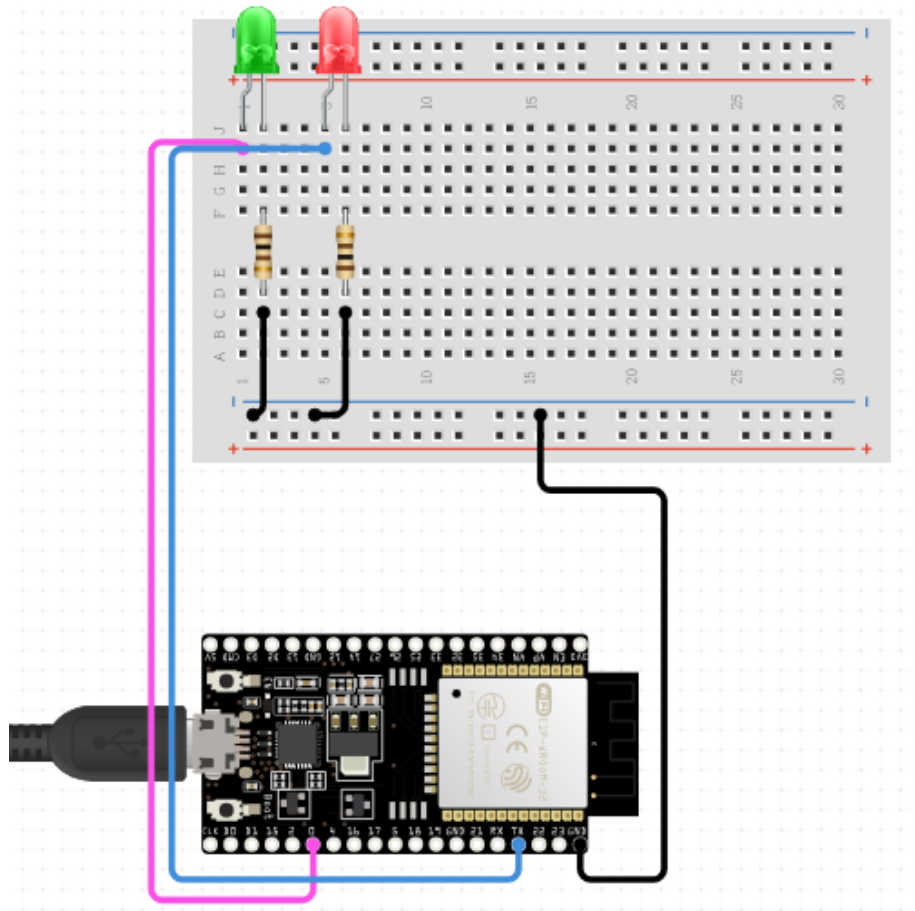


Figura II. Circuito da representação do sistema de limpeza

Além disso, foi desenvolvido um servidor pelo Flask, o qual foi conectado ao modelo treinado, para enviar imagens inéditas de fontes pessoais de placas solares. As imagens são enviadas através de um código simples de HTML para ser carregada e levada ao código Python do Flask por meio do protocolo de HTTP ‘POST’. Após o processamento dos dados da imagem, ele identifica se a placa está suja ou limpa e envia o resultado para o ESP-32 por meio do protocolo de HTTP ‘GET’. Dessa maneira, aciona ou não o sistema de limpeza que foi representado pelo sistema de LEDs na Figura II.

Upload de Imagem

Escolher arquivo imagem prof fabiola 4.jpg Enviar

Resultado:

Clean

FIGURA III. Servidor desenvolvido para envio das imagens

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após vinte treinamentos do modelo, foi observado que o de melhor resultado foi o 20º treinamento, o qual foi obtido o resultado de: train loss: 0.5188 - accuracy: 0.9739 - F1_score: 0.9732, sendo o train loss um indicador de imagens que tiveram algum erro durante o treinamento e accuracy e F1_score relacionada a porcentagem de aproveitamento (acuracidade) do treinamento do modelo.

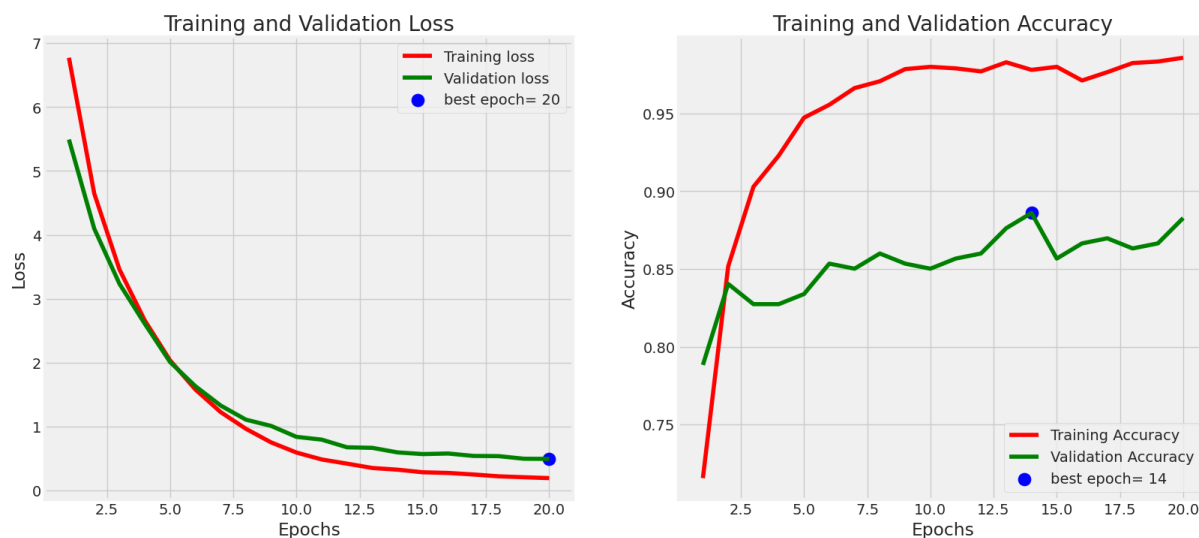


FIGURA IV. Gráficos de resultados gerais do treinamento

Porém, um resultado geral do treinamento do modelo obtido é de 90% de aproveitamento da identificação de imagens.

	precision	recall	f1-score	support
Clean	0.88	0.95	0.91	116
Dusty	0.93	0.83	0.88	90
accuracy			0.90	206
macro avg	0.90	0.89	0.90	206
weighted avg	0.90	0.90	0.90	206

FIGURA V. Valores Gerais do treinamento do modelo

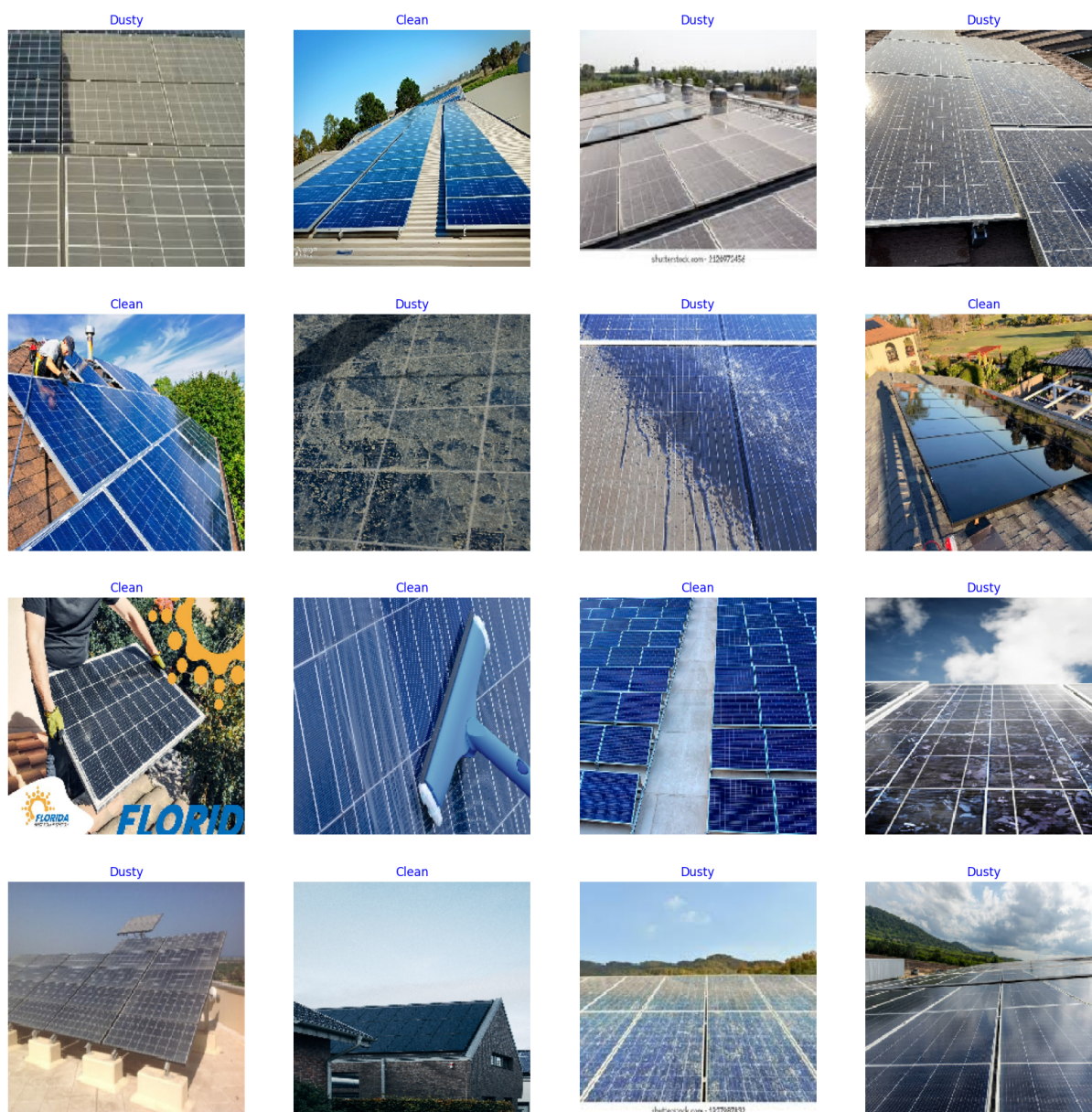


FIGURA VI. Imagens que a inteligência identificou como placas sujas e limpas com base no banco de dados

Além disso, o sistema eletrônico de LEDs funcionou conforme esperado, ao inserir uma imagem inédita de placa solar suja, o LED verde ligou, o que simboliza o acionamento do sistema de limpeza. No caso contrário, ao inserir uma imagem inédita de placa solar limpa, o LED vermelho ligou, o que simboliza o não acionamento do sistema de limpeza.

Ademais, um dado interessante é que foram utilizadas imagens inéditas durante o dia e durante a noite. Assim, as imagens tiradas durante o dia são processadas pelo modelo e o resultado depende da limpeza ou não da placa solar. Por outro lado, as tiradas durante a noite sempre respondem que a placa está limpa, mesmo estando suja. Nesse cenário, pode-se concluir esse ponto como algo positivo, pois a placa solar não gera energia à noite e o sistema de limpeza não é acionado sem necessidade.

Para pesquisas futuras, seria interessante evoluir o código e treinar mais o modelo para se obter um score maior, a fim de ter menos erros no processo. Outrossim, utilizar o ESP 32-CAM analisar sua eficácia do para o envio automático da imagem de acordo com a frequência desejada.

Dessa forma, com esse resultado, é possível concluir que o modelo já entende de imagem de placas sujas e de placas limpas, o que fica clara a eficiência do treinamento da rede neural. Entretanto, cabe ressaltar que imagens com a qualidade baixa ou com níveis extremamente leves de sujeira tiveram resultados divergentes da realidade.

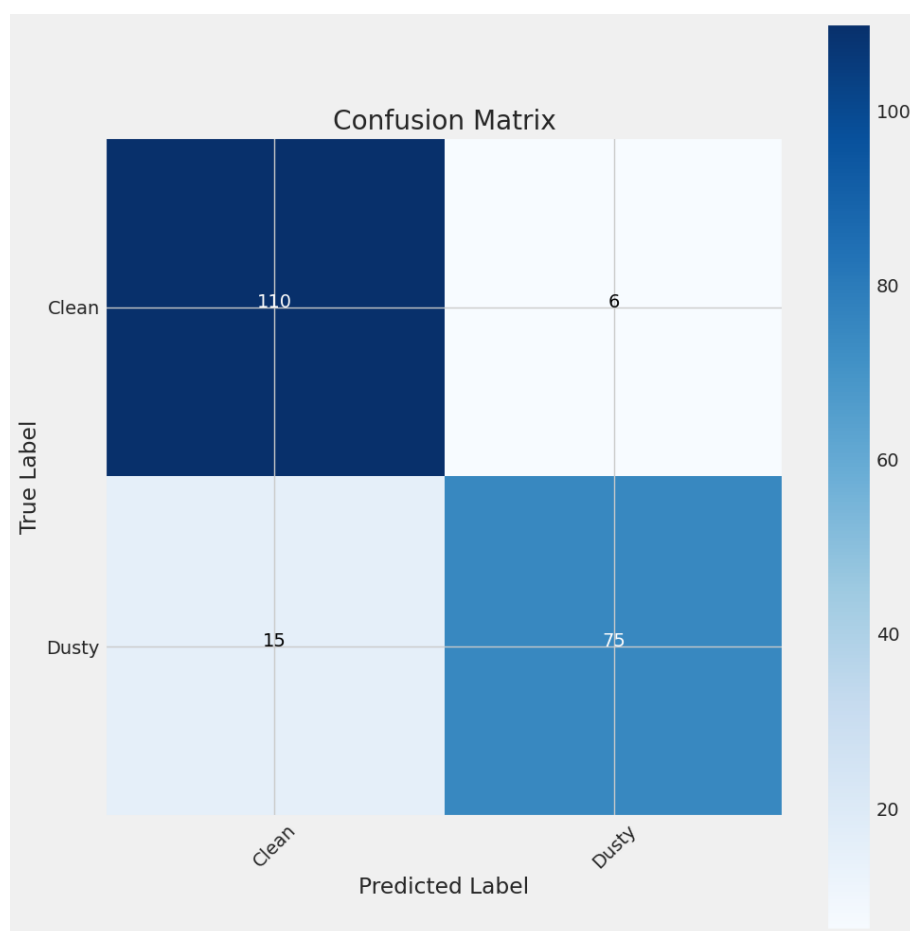


FIGURA VII. Confusion Matrix do treinamento

CONCLUSÕES

Por tudo que foi exposto ao longo do trabalho, conclui-se que o uso de redes neurais da forma que foi usado é um bom método para a identificação de placas solares sujas, pois o resultado médio geral de 90% é satisfatório. Contudo, dependendo da qualidade da foto e do nível de sujeira, os resultados podem ser contraditórios.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram com a elaboração da dos códigos e da revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Às nossas famílias, por todos esses anos de apoio, confiança, suporte psicológico e financeiro e pelo incentivo.

Aos professores e colegas do curso pela orientação, apoio, confiança, paciência e comprometimento.

REFERÊNCIAS

MYYAS R.N., AL-DABBASA M., TOSTADO-VÉLIZ M., JURADO F., A novel solar panel cleaning mechanism to improve performance and harvesting rainwater, Solar Energy volume 237, Maio 2022

Dorte Nørgaard Madsen, Jan Petter Hansen, Outlook of solar energy in Europe based on economic growth characteristics, Renewable and sustainable energy reviews, volume 114, october 2019

Moura; Ribeiro; Felipe, Sistema automatizado de limpeza e arrefecimento de placas fotovoltaicas para melhoria de eficiência, Dezembro 2020

Manju B, Abdul Bari and Pavan C M., Automatic Solar Panel Cleaning System, International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (ijasre), Volume 4 Julho 2018

O que é uma Rede Neural?. Amazon AWS. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/neural-network/>. Acesso em: 17/08/2023 às 18:23

Solar Panel dust detection . Kaggle. Disponível em: <https://www.kaggle.com/datasets/hemanthsai7/solar-panel-dust-detection>. Acesso em: 20/05/2023 às 17:56