

FIAP – FACULDADE DE INFORMÁTICA E ADMINISTRAÇÃO PAULISTA

EDUARDO ABREU DE SOUZA

GABRIEL DOS ANJOS

GABRIELLY LORENTZ

HEITOR FERNANDES

JOÃO PEDRO DE SOUZA

MATEUS MATTOS

SOL IA

SISTEMA DE LIMPEZA INTELIGENTE E AUTÔNOMO

SÃO PAULO

2025

A Sol IA nasceu com o propósito de combater o maior inimigo silencioso da eficiência dos painéis solares:

A sujeira pode ocasionar sombreamento parcial, hotspots e consequentemente um acúmulo térmico que pode causar fissuras nos painéis, fatores que causam a perda de 5 a 15% da eficiência das placas. Para o usuário, esse problema não é somente perda de eficiência das placas mas de economia, pois, caso os painéis solares não produzam energia suficiente, o usuário terá que utilizar outras fontes de energia como elétrica que pode ocasionar um custo maior e está no nível de sustentabilidade menor que o de energia solar.

Atualmente, o mercado de limpeza de painéis solares oferece serviços baseados em timers ou cronometrados. Essa abordagem apresenta duas grandes ineficiências:

1. **Limpeza Desnecessária:** Os painéis podem ser limpos mesmo quando não há necessidade real, resultando em desperdício de recursos (água, tempo e energia) e possíveis desgastes desnecessários.
2. **Demora na Resposta:** Em contrapartida, quando os painéis realmente precisam de limpeza urgente devido a acúmulo súbito de sujeira (pó, fezes de pássaros, etc.), há uma demora considerável até o próximo agendamento cronometrado. Isso leva a períodos de baixa eficiência na geração de energia, impactando diretamente a produção e a rentabilidade.

Além disso, um ponto crítico é o consumo excessivo de água. Em média, esses sistemas convencionais chegam a utilizar cerca de **80 mil litros de água** por operação de limpeza, sendo que, na maioria das vezes, essa água é **potável**, o que representa um impacto ambiental e econômico significativo.

Essa realidade mostra a necessidade de uma solução mais inteligente, com isso desenvolvemos a SOL IA, com o objetivo:

- Fornece
- um sistema eficaz, com custo baixo e sustentável
- Integrar inteligência com sustentabilidade, mostrando que tecnologia pode ajudar a desenvolver um sistema mais sustentável
- Fornecer ao usuário máxima energia e esforço zero.

Seguimos abaixo com como será realizada a integração das tecnologias escolhidas e os dados/ferramentas da GOODWE

INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS

O sistema é dividido em duas partes: lógica e física, sendo a parte lógica dividida em 4 estágios:

1. Módulo de Captura Visual (Câmera)

- **Função:** Coletar dados visuais da superfície dos painéis solares.
- **Processo:** Uma câmera posicionada estrategicamente captura imagens periodicamente e as envia de forma segura para o nosso núcleo de processamento via API.

2. Análise com Visão Computacional (API e LLM OpenAI)

- **Função:** Interpretar as imagens e diagnosticar a condição dos painéis.
- **Processo:** A API recebe as imagens e as submete ao nosso modelo de IA (LLM da OpenAI). O modelo foi especificamente configurado com um conjunto de exemplos para identificar padrões de sujeira, poeira, detritos mesmo em diferentes condições climáticas (sol, nuvens).

```
1 {  
2   "status": "success",  
3   "url": "https://media.istockphoto.com/id/488560674/pt/foto/muito-sujos-painel-solares.jpg?s=1024x1024&w=158&h=206&crop=3&v=1&format=jpg&url=1_Q6c15d_0TMO0P1t1vF000e",  
4   "need_cleaning": true,  
5   "solar_level": 2,  
6   "response": "As placas solares apresentadas na imagem mostram evidências claras de sujeira e manchas, que podem incluir impressões de patas e manchas escuras. Essa sujeira pode obstruir a absorção da luz solar, resultando em uma eficiência reduzida do sistema. Portanto, é necessário realizar uma limpeza dessas placas para garantir que funcionem em sua capacidade máxima. Em relação à insolação, as condições parecem ser medianas, indicando que a quantidade de luz solar disponível não é alta, mas ainda pode proporcionar uma geração de energia razoável, se as placas estiverem limpas.",  
7   "date_time": "2025-09-15T22:03:38.522Z59Z"  
8 }
```

Interface da API:
Nela observamos a análise da LLM das imagens capturadas dos painéis

3. Banco de Dados

- **Função:** Armazenar e organizar o histórico de diagnósticos.
- **Processo:** Cada análise gera um registro com o status do painel, data e hora. Essas informações são salvas de forma estruturada, permitindo consultas rápidas e a geração de relatórios de desempenho e manutenção.

```

_id: ObjectId('68c88d3a45cb639d6c8cfe68')
+ entrada: Object
  url: "https://media.istockphoto.com/id/488560674/pt/foto/muito-suja-pain%C3%A2"
+ saída: Object
  id: 1
  needCleaning: true
  nivelSolar: 2
  analise: "As placas solares apresentadas na imagem mostram evidências claras de ..."
  timestamp: 2025-09-15T22:03:38.504+00:00

```

Registro banco de dados:

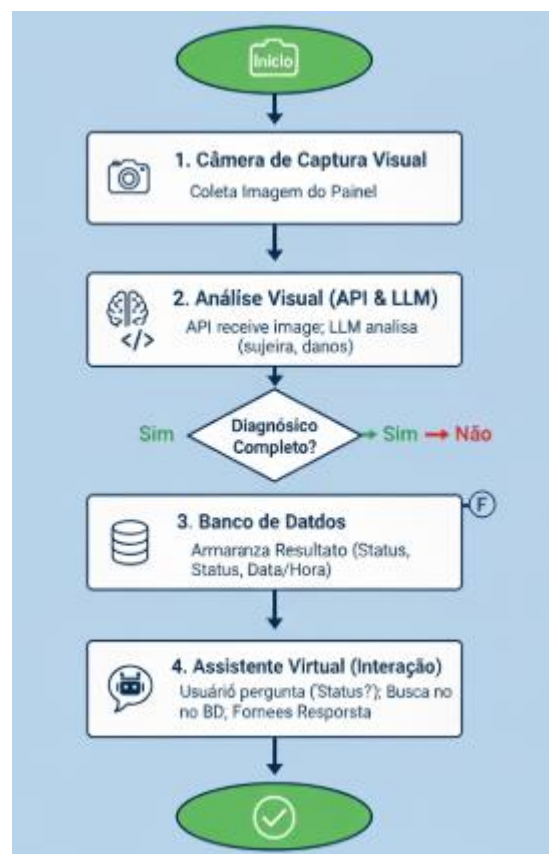
As informações adquiridas na API, são reservadas dessa maneira

4. Assistente Virtual

- **Função:** Fornecer ao usuário acesso fácil e rápido às informações.
- **Processo:** O usuário interage com um assistente virtual por meio de uma interface de conversa. Utilizando linguagem natural (voz ou texto), ele pode fazer perguntas como "Qual o status do painel?" ou "Quando foi a última limpeza?", recebendo respostas instantâneas com base nos dados armazenados.

Foram disponibilizados os arquivos para acessar a API, o banco de dados e o google colab (o código-fonte da LLM) no Github para maior conhecimento.

DIAGRAMA DE BLOCOS



FLUXOGRAMA LÓGICO



Já a parte física é dividida nos seguintes estágios:

1. Reservatório de água

- Função: Armazenar água de reuso da chuva
- Processo: Será integrado um sensor de nível de água (boia com reed switch) para registrar o nível de água, para que a limpeza não seja ativada sem água suficiente

2. Arduino: O Controlador da Ação de Limpeza

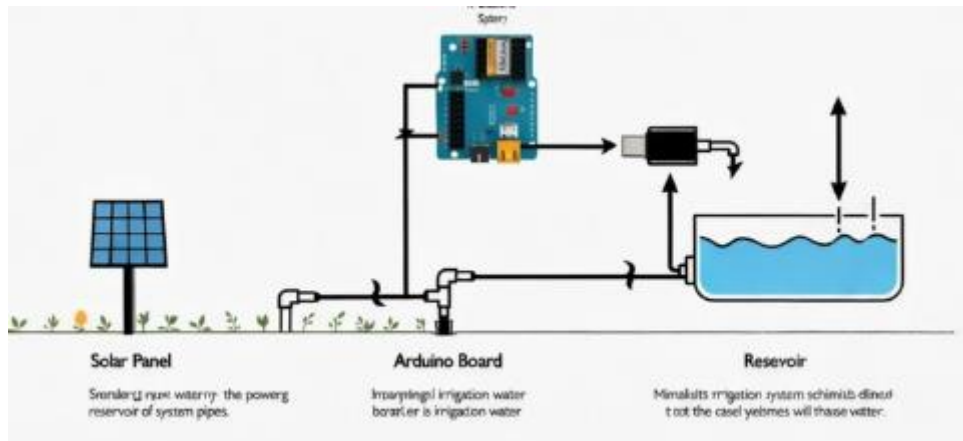
- **Função:** Atuar como o cérebro do sistema de limpeza físico, recebendo comandos lógicos da API e traduzindo-os em ações mecânicas. Ele é a ponte entre o software (diagnóstico da IA) e o hardware (mecanismo de limpeza).
- **Processo de Atuação:** O Arduino está conectado a um sensor no reservatório, verificando constantemente se o nível da água está adequado para a limpeza, quando a API, após analisar as imagens, conclui que a limpeza é necessária, ela envia um sinal de "ativar limpeza" para o Arduino. Ele envia um pulso elétrico para a válvula solenoide

3. Válvula solenoide.

- Função: Aspersão da água nos painéis.

- Processo: Após receber o pulso elétrico, a válvula é aberta liberando o fluxo de água para limpar os painéis, sendo o nível da pressão da água conforme a análise da placa (está suja, superaquecidos ou ambos?).

SIMULAÇÃO FÍSICA



As tecnologias escolhidas foram baseadas em pesquisa de custo-benefício, eficiência e maior integração com outras ferramentas, a nossa API por exemplo conseguimos usar duas plataformas executar ela em dois ambientes tanto no insomnia, como o google colab. As duas plataformas têm interface diferentes, porém, funciona com o mesmo objetivo do projeto. Mesmo que equipe técnica precise realizar atualizações ou manutenções, o impacto no sistema do cliente é mínimo ou nulo.

RESULTADOS E DADOS APRESENTADOS.

Até o presente momento o projeto SOL-IA está com quase toda sua parte lógica desenvolvidas, é a parte do hardware está em desenvolvimento.

Resultados do desenvolvimento:

- API integrada na LLM da OPEN IA analisando as URLs enviadas para o sistema, é informado se a placa está suja ou limpa. (Essa implementação será apresentada no vídeo);
- Banco de dados armazenando a informação requisitada;
- Assistente virtual integrada no código do Arduino para liberar a limpeza;
- Sistema multiagente integrado em nossa LLM para solicitar e receber as informações via voz;
- Simulação do sistema físico via Tinkercard;
- Front da chatbot desenvolvido.

Próximos passos:

- Desenvolver o circuito físico e integrar com o código do Arduino já criado;

- Integrar o chatbot com o banco de dados, para quando o usuário solicitar a informação, ser requisitada do banco;
- Criação do reservatório de água e integração com o circuito.

INTEGRAÇÃO COM OS CONCEITOS DA DISCIPLINAS

A disciplina de Soluções em Energias Renováveis e Sustentáveis nos proporcionou uma visão mais consciente sobre o uso da energia, servindo como base para nosso projeto. Alinhados à empresa parceira do desafio, que o foco é energia solar, poderíamos somente cogitar desenvolver uma solução que analisasse dados das placas ou a capacidade dos inversores com IA.

Contudo, decidimos otimizar e potencializar a eficiência na absorção de energia dos painéis solares. Pensado no ponto de que a energia solar, para ser verdadeiramente sustentável, precisa ser aproveitada em sua capacidade máxima.

Um ponto crucial que influenciou nosso design foi a conscientização sobre o alto consumo energético dos modelos de inteligência artificial. Para manter a coerência com o propósito sustentável do projeto, implementamos a integração com o banco de dados. Em vez de acionar a análise da IA a cada nova requisição, as consultas são atendidas diretamente pelo banco de dados, que armazena o resultado da última verificação.

Por exemplo, se o sistema analisa o estado de uma placa agora e um usuário solicita a mesma informação cinco minutos depois, a plataforma entrega o dado já armazenado, evitando o processamento redundante e o consumo desnecessário de energia.