



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ**  
**IFCE *CAMPUS MARACANAÚ***  
**BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**ALEXANDRE FLORENÇO DA SILVA FILHO**

**SISTEMA SUSTENTÁVEL HOSPEDADO EM SERVIDOR WEB EMBARCADO EM  
MICROCONTROLADOR ALIMENTADO POR ENERGIA SOLAR**

**MARACANAÚ**

**2023**

ALEXANDRE FLORENÇO DA SILVA FILHO

SISTEMA SUSTENTÁVEL HOSPEDADO EM SERVIDOR WEB EMBARCADO EM  
MICROCONTROLADOR ALIMENTADO POR ENERGIA SOLAR

Projeto de Pesquisa para a conclusão da Disciplina Metodologia Científica do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus Maracanaú*, como requisito parcial para aprovação. Área de concentração: Sistemas Embarcados.

Orientador: Prof. Walber Florêncio de Almeida.

MARACANAÚ

2023

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo Geral**

Desenvolver um sistema sustentável hospedado em um servidor web embarcado em um microcontrolador alimentado por energia solar, capaz de monitorar e controlar variáveis ambientais de forma remota e autônoma.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Projetar e implementar o circuito eletrônico do sistema, utilizando componentes de baixo custo, baixo consumo e aproveitamento da energia solar.

Desenvolver o software do servidor web embarcado, utilizando uma linguagem de programação adequada, uma interface gráfica leve e amigável para o usuário.

Avaliar o desempenho e a eficiência do sistema como um todo, considerando aspectos como autonomia, confiabilidade, segurança e escalabilidade.

## 2 JUSTIFICATIVA

Os sistemas embarcados, como dispositivos computacionais que executam funções importantes e estão presentes em diversos setores da sociedade, são sistemas que também apresentam desafios e limitações, como o consumo de energia elétrica e a dependência da rede de internet. Nesse contexto, surge a necessidade de desenvolver soluções sustentáveis e inovadoras para os sistemas embarcados, para que possam atender às demandas sociais e ambientais da atualidade. Uma dessas soluções trata do uso da energia solar como fonte de alimentação para os sistemas embarcados. A energia solar é uma forma de energia renovável e abundante, que pode reduzir o impacto ambiental e o custo operacional desses sistemas. Além disso, a energia solar pode aumentar a autonomia e a disponibilidade dos sistemas embarcados, especialmente em locais remotos ou carentes de infraestrutura elétrica.

Ademais, nota-se o uso de servidores web embarcados em microcontroladores para hospedar aplicações web. Os servidores web embarcados são sistemas que permitem o acesso remoto aos dados e às funcionalidades dos sistemas embarcados através de uma interface web. Esses sistemas oferecem diversos benefícios, como a facilidade de uso, a flexibilidade de configuração, além de poderem ser implementados com baixo custo, baixo consumo e alta performance, se utilizados microcontroladores e protocolos adequados.

Diante disso, o objetivo principal deste projeto de pesquisa foi desenvolver um sistema sustentável hospedado em servidor web embarcado em microcontrolador alimentado por energia solar, visando integrar as soluções mencionadas acima, utilizando tecnologias adequadas e avaliando os seus resultados. O sistema também visa servir como plataforma para o desenvolvimento de outras aplicações web que possam atender às necessidades de comunidades remotas ou carentes.

Do ponto de vista científico, o projeto contribui para o avanço do conhecimento na área de sistemas embarcados, que são dispositivos computacionais capazes de executar funções específicas com autonomia e eficiência. O uso de energia solar como fonte de alimentação do sistema é uma inovação que visa reduzir o consumo de energia elétrica e aumentar a sustentabilidade do projeto. Além disso, o sistema proposto pode ser utilizado como plataforma para o desenvolvimento de outras aplicações web que demandem baixo custo, baixo consumo e alta disponibilidade.

Do ponto de vista social, o projeto tem relevância e oportunidade para atender às necessidades de comunidades remotas ou carentes que não possuem acesso à internet ou à rede elétrica. O sistema pode oferecer serviços de informação, educação, saúde,

entretenimento, entre outros, que possam melhorar a qualidade de vida dessas populações. O projeto também pode servir como exemplo de uso de energias renováveis e de tecnologias sustentáveis, que são temas cada vez mais importantes na sociedade atual.

Do ponto de vista pessoal, o projeto nasce do interesse e da motivação do autor pela área de sistemas embarcados, que foi despertada durante a graduação em Ciência da Computação. O autor possui experiência na programação de microcontroladores e no desenvolvimento de sistemas web, e deseja aprofundar seus conhecimentos e habilidades nesses campos. O autor também tem afinidade com questões ambientais e sociais, e busca desenvolver projetos que possam gerar impacto positivo no mundo.

### **3 OBJETO**

#### **3.1 Questões de Pesquisa**

- a) Como um servidor web embarcado em microcontrolador alimentado por energia solar pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e consequentemente para a mitigação das mudanças climáticas?
- b) Quais são os desafios técnicos e operacionais para o desenvolvimento e a implantação de um sistema web embarcado em um microcontrolador alimentado por energia solar?
- c) Como avaliar a qualidade e a confiabilidade do sistema, considerando aspectos como desempenho, segurança, disponibilidade e escalabilidade?
- d) Quais as vantagens de um sistema hospedado em um microcontrolador alimentado por energia solar em relação a outros sistemas baseados em computação em nuvem, computação em borda ou computação nebulosa?

#### **3.2 Hipóteses**

##### **3.2.1 Hipótese Básica**

O sistema hospedado em um servidor web embarcado em microcontrolador alimentado por energia solar tem um impacto ambiental positivo e um impacto econômico viável.

##### **3.2.2 Hipóteses Secundárias**

- a) A eficiência energética de um servidor web embarcado em um microcontrolador alimentado por energia solar é superior à de outros sistemas convencionais que utilizam fontes de energia não-renováveis.
- b) A utilização de um microcontrolador como servidor web alimentado por energia solar contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação das mudanças climáticas, além de gerar benefícios econômicos e sociais para os usuários e para a sociedade.

- c) A implementação de um sistema hospedado em um servidor web embarcado em microcontrolador alimentado por energia solar em comunidades remotas aumenta o acesso à informação, à educação e à comunicação, promovendo a inclusão digital e social dessas comunidades.

### **3.2.3 Variáveis**

- a) A variável dependente será a eficiência energética do servidor web embarcado em microcontrolador.

A variável independente será o tipo de fonte de energia, solar ou não-renovável.

- b) As variáveis dependentes serão a redução das emissões de gases de efeito estufa, a mitigação das mudanças climáticas e os benefícios econômicos e sociais.

A variável independente será a utilização de um microcontrolador como servidor web alimentado por energia solar.

- c) As variáveis dependentes serão o acesso à informação, à educação e à comunicação, e a inclusão digital e social.

A variável independente será a implementação de um sistema em comunidades remotas.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Caracterização da Pesquisa**

O objetivo deste experimento é desenvolver e testar um sistema sustentável hospedado em servidor web embarcado em microcontrolador alimentado por energia solar. A pesquisa busca entender a viabilidade, eficiência e desempenho deste sistema em condições variadas. Isso inclui a análise do desempenho do sistema em diferentes níveis de luz solar e consumo de energia.

### **4.2 Tipo de Pesquisa**

A pesquisa é experimental, onde um experimento será conduzido para testar a eficácia do sistema. Variáveis como a quantidade de luz solar disponível e o consumo de energia do servidor web serão manipuladas para observar seus efeitos no desempenho do sistema. Isso permitirá uma compreensão mais profunda de como essas variáveis influenciam a eficiência e a eficácia do sistema.

### **4.3 Instrumento**

O instrumento principal da pesquisa é o próprio sistema sustentável. Ele consiste em um microcontrolador que hospeda um servidor web e é alimentado por um painel solar. Além disso, equipamentos adicionais serão usados para medir a quantidade de luz solar disponível e a quantidade de energia consumida pelo sistema. Estes instrumentos serão calibrados para garantir a precisão dos dados coletados.

### **4.4 Procedimentos de Análise**

Os dados serão coletados através de instrumentos de medição incorporados ao sistema, que monitorarão continuamente o desempenho do sistema. A análise dos dados coletados permitirá uma avaliação da eficácia do sistema. Isso incluirá uma avaliação da eficiência energética do sistema, bem como sua capacidade de manter um servidor web funcionando de forma eficaz. Além disso, técnicas estatísticas serão usadas para analisar os dados e identificar



quaisquer tendências ou padrões significativos.

Os procedimentos de análise para este estudo serão realizados em várias etapas:

**a- Coleta de Dados:** Os dados serão coletados continuamente através dos instrumentos de medição incorporados ao sistema, contando com dados sobre a quantidade de luz solar disponível, a quantidade de energia consumida pelo sistema, a eficiência do microcontrolador e a eficácia do servidor web.

**b- Preparação dos Dados:** Os dados coletados serão preparados para análise passando pelo processo de limpeza para remover quaisquer erros ou inconsistências, e a transformação dos dados em um formato adequado para análise.

**c- Análise Estatística:** As técnicas estatísticas usadas para analisar os dados incluem a análise de variação para entender como diferentes condições afetam o desempenho do sistema.