



**Universidade Federal de Sergipe**  
**Campus Prof. Alberto Carvalho**  
**Departamento de Sistemas de Informação**

**MONITORAMENTO DE ENERGIA E DIAGNÓSTICO DE  
EQUIPAMENTOS EM CÔMODOS COM ESP32**

**Orientador:** Prof. Dr. André Luís Meneses Silva

**Discentes:**

Adilson Armando Miguel

Alan Fernandes Bispo do Nascimento

Bruno Antônio Carvalho Goes

**Resumo:** O projeto visa desenvolver um sistema de monitoramento de consumo de energia e eficiência de equipamentos como ar-condicionado e iluminação na Universidade Federal de Sergipe (UFS). Utilizando microcontroladores ESP32 e sensores diversos, os dados serão processados e exibidos em uma interface web ou aplicativo, permitindo a análise do consumo e diagnóstico de falhas. O sistema também emitirá alertas preventivos para evitar sobrecargas e problemas nos aparelhos.

**Palavras-chave:** ESP32, monitoramento de energia, sensores, automação, eficiência energética.

**Abstract:** The project aims to develop a system for monitoring energy consumption and the efficiency of equipment such as air conditioning and lighting at the Federal University of Sergipe (UFS). Using ESP32 microcontrollers and various sensors, the data will be processed and displayed on a web interface or application, allowing for consumption analysis and fault diagnosis. The system will also issue preventive alerts to avoid overloads and equipment issues.

**Keywords:** ESP32, energy monitoring, sensors, automation, energy efficiency.

## 1 Introdução

O uso de ar-condicionado e iluminação é indispensável no dia a dia, e nas Universidades não é diferente. Para que as atividades possam ser realizadas com conforto e produtividade, o funcionamento eficiente desses sistemas é essencial. Contudo, isso gera um desafio relacionado ao consumo de energia elétrica, sendo crucial o monitoramento contínuo para garantir eficiência e segurança. Na Universidade Federal de Sergipe (UFS), o gerenciamento do uso desses recursos é uma questão importante, e a automação e monitoramento por meio de tecnologias adequadas. A proposta deste projeto visa utilizar hardware e software, e implementar um sistema de monitoramento de consumo de energia e eficiência de equipamentos como ar-condicionado e iluminação, utilizando microcontroladores ESP32 e sensores de corrente, tensão, temperatura e umidade.

Os dados coletados serão processados e armazenados para exibição em uma interface web ou aplicativo, permitindo a análise do consumo e o diagnóstico de falhas. O sistema também emitirá alertas preventivos para uma equipe de manutenção e evitar sobrecargas e problemas nos aparelhos, contribuindo para uma gestão mais eficiente e otimizada dos equipamentos da Universidade. Espera-se que este projeto contribua para a redução dos custos operacionais da UFS, a diminuição pode contribuir para um alívio dos recursos e a criação de um ambiente mais sustentável e eficiente. Além disso, a solução proposta poderá servir como inspiração, ou até mesmo modelo para a implementação de sistemas similares em outras instituições.

## 1.1 Objetivos do Projeto

**Objetivo geral:** Desenvolver um gerenciamento através de análise, para criar soluções integradas na computação com desenvolvimento em hardware e software, auxiliando no monitoramento do ambiente.

### Objetivos específicos:

- Realizar levantamento com a proposta realizada, através de tecnologias que compõem a funcionalidade com os sensores para estabelecer uma conexão com automação.
- Desenvolver código do microcontrolador.
- Desenvolver aplicação para a visualização das informações fornecidas pelos sensores.

## 1.2 Estrutura da Proposta

Esta proposta apresenta a seguinte organização:

Seção 2: Referencial Teórico - Aborda sensores de monitoramento para projetos de cômodos inteligente em espaços fechado de fácil acesso e tipos de comunicação sem fio.

Seção 3: Trabalhos Relacionados - Apresenta trabalhos semelhantes aos desta proposta.

Seção 4: Metodologia - Descreve as fases do projeto, os recursos que serão utilizados, o cronograma de atividades e a descrição do protótipo.

Seção 5: Conclusões - Apresenta as conclusões finais.

## 2 Referencial Teórico

Nesta seção, serão abordados conceitos fundamentais para a compreensão desta proposta. Os tópicos incluem: Sensores de monitoramento do ambiente: Tecnologias utilizadas e como são aplicadas para a identificação de análise do ambiente disponíveis.

### 2.1 O que é IoT

A Internet das Coisas (IoT) refere-se à interconexão de dispositivos físicos, veículos, eletrodomésticos e outros objetos que são incorporados com sensores, software e conectividade de rede, permitindo a coleta e compartilhamento de dados. Esses dispositivos, também conhecidos como "objetos inteligentes", podem variar de simples dispositivos de "casas

inteligentes", como termostatos inteligentes, a dispositivos vestíveis, como smartwatches, e até máquinas industriais complexas e sistemas de transporte.

A IoT permite que esses dispositivos inteligentes se comuniquem entre si e com outros dispositivos habilitados para Internet, criando uma vasta rede de dispositivos interligados que podem trocar informações e ser controlados remotamente. Isso resulta em uma coleta massiva de dados que pode ser analisada para obter insights valiosos, otimizar operações e criar serviços. A IoT também está transformando setores como saúde, agricultura, manufatura e transporte. Por exemplo, em saúde, dispositivos vestíveis podem monitorar continuamente sinais vitais e enviar alertas em tempo real para os profissionais de saúde. Na agricultura, sensores podem monitorar condições do solo e do clima para otimizar a irrigação e aumentar a produtividade. Na manufatura, sensores em máquinas podem detectar falhas iminentes e acionar manutenção preventiva, reduzindo o tempo de inatividade. E no transporte, veículos conectados podem trocar informações sobre tráfego para melhorar a segurança e a eficiência.

Além disso, a IoT possibilita o desenvolvimento de cidades inteligentes, onde sensores e dispositivos conectados podem monitorar e gerenciar infraestruturas urbanas como iluminação pública, coleta de lixo e transporte público, melhorando a qualidade de vida dos cidadãos. A IoT está revolucionando a forma como interagimos com o mundo ao nosso redor, proporcionando novas oportunidades para inovação e eficiência em diversos setores. A integração de sensores, software e conectividade de rede nos permite coletar e analisar dados em uma escala sem precedentes, abrindo caminho para um futuro mais inteligente e conectado (IBM. O que é a Internet das Coisas (IoT)?) Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/internet-of-things>.

## **2.2 Placa de Desenvolvimento ESP32**

A Placa de Desenvolvimento ESP32 é uma ferramenta poderosa e versátil, amplamente utilizada em projetos de Internet das Coisas (IoT) e automação residencial. A seguir, apresentamos uma descrição detalhada baseada em diferentes fontes, destacando suas características e aplicações.

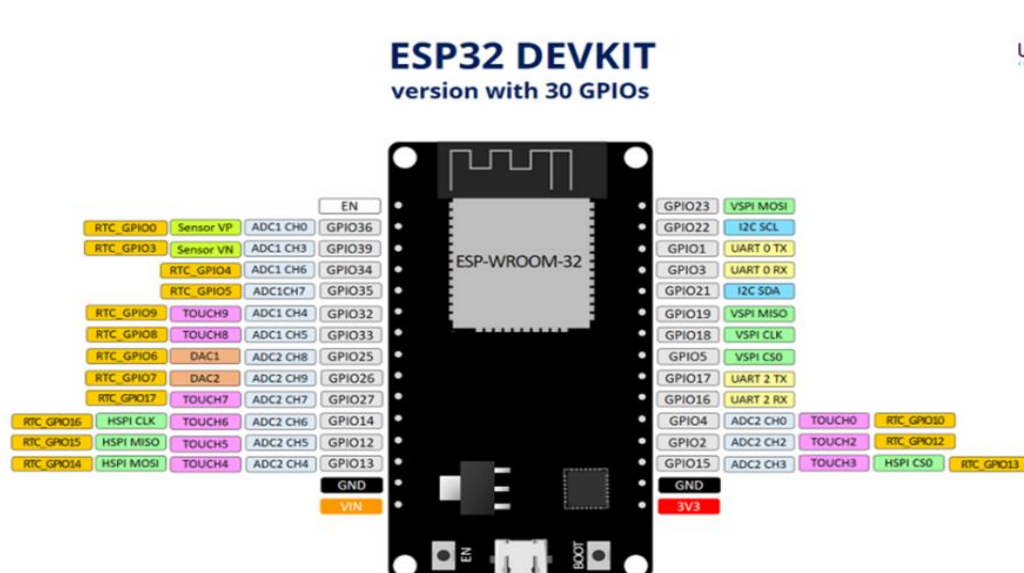
O Clube do Maker detalha a pinagem da placa ESP32, explicando as conexões possíveis para projetos de IoT. A ESP32 é destacada por sua capacidade de conectar-se à internet via Wi-Fi e Bluetooth, tornando-a ideal para projetos de automação residencial. Uso em projetos: Pode ser utilizada para criar sistemas de monitoramento remoto e controle de dispositivos domésticos (CLUBE DO MAKER. ESP32 Pinout: Detalhes e Conexões), disponível em: <https://clubedomaker.com/esp32-pinout/>

A ESP32 é uma placa de desenvolvimento versátil, comparável ao Arduino, mas com recursos adicionais como Wi-Fi e Bluetooth integrados. É ideal para projetos que exigem conectividade sem fio e processamento eficiente. Uso em projetos: Adequada para sistemas de gerenciamento de voltagem e diagnóstico de luz e ar-condicionado.

O tutorial da UsinaInfo ensina como programar a ESP32 usando a IDE Arduino, destacando a facilidade de uso e a compatibilidade com diversas bibliotecas. A placa é recomendada tanto para iniciantes quanto para desenvolvedores experientes. Uso em projetos: Excelente para prototipagem rápida e desenvolvimento de sistemas de controle e automação (TEIXEIRA, G. Programar ESP32 com a IDE Arduino – Tutorial Completo. UsinaInfo), disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/programar-esp32-com-a-ide-arduino-tutorial-completo/>

A Placa de Desenvolvimento ESP32 é uma escolha excelente para uma ampla gama de projetos, desde automação residencial até sistemas de monitoramento e controle. Sua versatilidade, conectividade integrada e facilidade de programação a tornam uma ferramenta indispensável para makers e desenvolvedores. Espero que este texto tenha fornecido uma visão abrangente sobre a ESP32 e suas aplicações (CLUBE DO MAKER. ESP32 Pinout: Detalhes e Conexões), disponível em: <https://clubedomaker.com/esp32-pinout/>

Figura 1: Placa de Desenvolvimento ESP32



Fonte: [Blog UsinaInfo](#)

## Descrição por cor:

**Laranja claro:** RTC (Real-Time Clock): Permite que o microcontrolador mantenha a contagem do tempo mesmo quando está em modo de baixo consumo de energia. É útil para tarefas que precisam de temporização precisa, como alarmes ou eventos programados.

**Verde: Sensor VP** Refere-se a um pino de sensor de tensão positiva, usado para medir sinais analógicos de sensores.

**Azul claro: ADC** (Conversor Analógico-Digital): Converte sinais analógicos (como a saída de um sensor de temperatura) em valores digitais que o microcontrolador pode processar.

**Roxo: Touch Pinos** sensíveis ao toque que podem ser usados para detectar toques ou proximidade, permitindo a criação de interfaces de usuário sensíveis ao toque.

**Bege: DAC** (Conversor Digital-Analógico): Converte valores digitais em sinais analógicos, útil para gerar sinais de áudio ou outras formas de saída analógica.

**Verde escuro: HSPI ou VSPI** (High-Speed Peripheral Interface ou Versatile Serial Peripheral Interface): Interfaces de comunicação serial de alta velocidade usadas para conectar periféricos como sensores, displays e outros dispositivos.

**Azul: I2C** (SCL ou SDA) Interface de comunicação serial que usa dois pinos (SCL para clock e SDA para dados) para conectar múltiplos dispositivos em um barramento.

**Amarelo: UART** (TX ou RX): Interface de comunicação serial usada para transmitir (TX) e receber (RX) dados, comum em comunicação com módulos como GPS, Bluetooth e etc.

**Preto: GND** (Terra) Pino de referência de zero volts usado para completar o circuito elétrico.

**Vermelho: 3V3** (Alimentação 3.3V) Fornece uma tensão de 3.3 volts para alimentar o microcontrolador e outros componentes.

**Laranja: VIN** (Entrada de Alimentação): Pino de entrada de alimentação que pode ser usado para fornecer energia ao microcontrolador a partir de uma fonte externa.

**Branco: EN** (Enable): É usado para habilitar ou desabilitar o chip. Quando o pino EN é puxado para alto (HIGH), o chip é ativado e funciona normalmente. Quando o pino EN é puxado para baixo (LOW), o chip é desativado, entrando em um estado de baixo consumo de energia.

## 2.3 Sensor de Tensão:

Os sensores de tensão são dispositivos eletrônicos fundamentais utilizados para medir a tensão, ou diferença de potencial, em um circuito. Eles são essenciais em diversos projetos de automação e monitoramento, permitindo a detecção e medição precisa de tensões alternadas ou contínuas. A seguir, apresentamos uma descrição detalhada de dois modelos de sensores de tensão, incluindo o ZMPT101B.

### 2.3.1 ZMPT101B

O ZMPT101B é um módulo sensor de tensão AC capaz de detectar a existência de tensão alternada em um circuito e medir o valor dessa tensão com alta precisão. Este módulo é amplamente utilizado em projetos de automação residencial e industrial devido à sua confiabilidade e precisão.

Características: Transformador: ZMPT101B Tensão de alimentação: 5 à 30VDC Tensão de medição: 0 a 250 VAC Temperatura de operação: -40 a 70 °C Dimensões: 22 x 20 x 51 mm.

Uso em projetos: Ideal para sistemas de monitoramento de energia, controle de dispositivos elétricos e diagnóstico de falhas em circuitos elétricos.

E o ZMPT101B é amplamente utilizado devido à sua precisão e confiabilidade. Ele é especialmente útil em projetos que requerem medições precisas de tensão alternada, como sistemas de monitoramento de energia e automação residencial (ZMPT101B Voltage Sensor – JustDoElectronics), disponível em: <https://justdoelectronics.com/zmpt101b-voltage-sensor/>.

Figura 2: Sensor de Tensão ZMPT101B



Fonte: Autoria própria

### Descrição por pino:

**VCC:** Este pino é usado para fornecer a alimentação ao módulo. A tensão de operação típica é de 5V.

**GND:** Este é o pino de terra, que serve como referência de zero volts para o circuito.

**OUT:** Este pino fornece a saída analógica do sensor. A tensão de saída é proporcional à tensão AC medida pelo sensor.

**GND:** Outro pino de terra, que pode ser usado para garantir uma conexão de terra estável.

### 2.3.2 Sensor de Tensão AC 0-250V

Outro modelo popular é o sensor de tensão AC 0-250V, que também é utilizado para medir tensões alternadas em circuitos. Este sensor é conhecido por sua alta precisão e facilidade de integração em projetos eletrônicos.

Características: Capacidade de medir tensões de 0 a 250V AC Alta precisão na medição Fácil integração com microcontroladores como Arduino e ESP32

Uso em projetos: Utilizado em sistemas de automação residencial, monitoramento de energia e projetos de robótica que requerem a detecção de presença de tensão.

Segundo o sensor de tensão AC 0-250V é uma escolha excelente para projetos que necessitam de medições precisas de tensão alternada. Sua integração fácil com microcontroladores populares como Arduino e ESP32 o torna uma ferramenta versátil para desenvolvedores (ELETROGATE. Sensor de tensão 0 - 25 VCC) Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/sensor-de-tensao-0-25-vcc/>. (ELECTRICITY & MAGNETISM. Sensores de tensão), disponível em: <https://www.electricity-magnetism.org/pt-br/sensores-de-tensao>.

Figura 3: Sensor de Tensão AC 0-250V



Fonte: Autoria própria

### Descrição do sensor:

**VCC:** Este pino é usado para fornecer a alimentação ao módulo. A tensão de operação típica é de 5V.

**GND:** Este é o pino de terra, que serve como referência de zero volts para o circuito.

**OUT:** Este pino fornece a saída analógica do sensor. A tensão de saída é proporcional à tensão AC medida pelo sensor.

## 2.4 Sensor de corrente

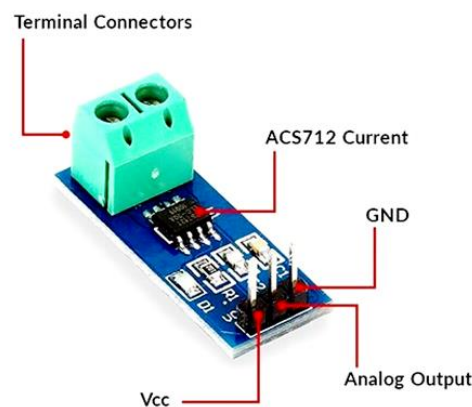
Um sensor de corrente com fontes é um dispositivo usado para medir a corrente elétrica em um circuito. Ele é comumente utilizado em fontes de alimentação chaveadas para monitorar e controlar a corrente que passa por elas. Existem vários tipos de sensores de corrente, mas um dos mais populares é o sensor ACS712.



O sensor ACS712 opera com base no efeito Hall, que é a geração de uma diferença de potencial (tensão) em um condutor quando ele é submetido a um campo magnético. O sensor possui um núcleo magnético que, quando a corrente elétrica passa por ele, cria um campo magnético proporcional à corrente. Esse campo magnético induz uma tensão no sensor, que pode ser medida e convertida em um valor de corrente.

Esses sensores são muito úteis em projetos de automação e eletrônica, pois permitem o monitoramento em tempo real da corrente elétrica, ajudando a evitar sobrecargas e garantir a segurança do sistema (Bobsien “Bobsien”. Bobsien Ensina - S06E14 - Arduino - Sensor de corrente ACS712. YouTube, 2017), disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=fup37DGsN\\_c&form=MG0AV3](https://www.youtube.com/watch?v=fup37DGsN_c&form=MG0AV3).

Figura 4: Sensor de corrente



Fonte: Autoria própria

### Descrição por pino:

**VCC:** Este pino é usado para fornecer a alimentação ao módulo. A tensão de operação típica é de 5V.

**OUT:** Este pino fornece a saída analógica do sensor. A tensão de saída é proporcional à tensão AC medida pelo sensor.

**GND:** Este é o pino de terra, que serve como referência de zero volts para o circuito.

## 2.5 Sensor de Temperatura e Umidade:



Você Sensor de Temperatura e Umidade e um sensor de temperatura e umidade é um dispositivo que mede e monitora os níveis de temperatura e umidade do ambiente.

Esses sensores são amplamente utilizados em sistemas de controle climático em ambientes internos, como residências, escritórios e instalações industriais. Eles permitem ajustes precisos de sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC) para criar condições confortáveis e eficientes (SAGITECH. Para que serve o sensor de umidade e temperatura?), disponível em: <https://sagitech.com.br/para-que-serve-o-sensor-de-umidade-e-temperatura/?form=MG0AV3>.

Existem vários modelos de sensores de temperatura e umidade, mas dois dos mais populares são o DHT11 e o DHT22.

Ambos são fáceis de usar com placas Arduino e outras placas de microcontroladores. O DHT22, por exemplo, é uma versão aprimorada do DHT11, com maior precisão e faixa de medição e nesse projeto usaremos o DHT22 (ARDUINO E CIA. Sensor de temperatura e umidade DHT22), disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/sensor-de-temperatura-e-umidade-dht22/>.

Figura 5: Sensor de Temperatura e Umidade DHT11 e o DHT22.

	DHT11	DHT22
		
Alimentação	3 - 5.5V	3.3 - 6V
Faixa de leitura - Umidade	20 - 80 %	0 - 100 %
Precisão - Umidade	5%	5%
Faixa de leitura - Temperatura	0 - 50 °C	-40 - 125 °C
Precisão - Temperatura	+/- 2 °C	+/- 0,5 °C
Intervalo entre medições	1s	2s

Fonte: [AM2302](#)

### Descrição por pino:

**VCC:** Este pino é usado para fornecer energia ao sensor. Ele deve ser conectado a uma fonte de alimentação de 3,5V a 5V.

**DATA:** Este é o pino de comunicação de dados. Ele envia os dados de temperatura e umidade para o microcontrolador (como um Arduino).

**NC (Not Connected):** Este pino não é utilizado e pode ser deixado desconectado.

**GND:** Este pino deve ser conectado à terra (GND) do circuito.

## 2.6 Sensor de Pressão

Um sensor de pressão é um dispositivo que mede a pressão de gases ou líquidos em um sistema. Eles são amplamente utilizados em diversas aplicações, como sistemas de ar-condicionado, automação industrial, dispositivos médicos e sistemas de controle de qualidade. Existem vários tipos de sensores de pressão, incluindo sensores piezoelétricos, sensores de capacitância e sensores de resistência.

O MPX5700 é um sensor de pressão piezoelétrico de silício integrado, projetado para uma ampla gama de aplicações<sup>1</sup>. Ele é especialmente adequado para sistemas baseados em microcontroladores ou microprocessadores com entradas A/D1. Aqui estão algumas características do MPX5700:

Faixa de medição: 0 a 700 kPa (0 a 101.5 psi)

Precisão:  $\pm 2.5\%$  máximo de erro

Temperatura de operação: 0°C a 85°C

Configurações disponíveis: Absoluta, diferencial e de calibração

Saída: Sinal analógico proporcional à pressão aplicada

O MPX5700 utiliza técnicas avançadas de micromachining, revestimento metálico fino e processamento bipolo para fornecer um sinal de saída analógico preciso e proporcional à pressão aplicada. Ele é ideal para protótipos e projetos que exigem medições precisas de pressão (FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC. Integrated Silicon Pressure Sensor: On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated. 2010), disponível em: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MPX5700.pdf?form=MG0AV3>.

Figura 6: Sensor de Pressão MPX5700



Fonte: Autoria própria

**Descrição por pino:**

**Vout:** Este é o pino de saída de dados. Ele fornece um sinal analógico proporcional à pressão medida.

**GND:** Este pino deve ser conectado à terra (GND) do circuito.

**VCC:** Este pino é usado para fornecer energia ao sensor. Ele deve ser conectado a uma fonte de alimentação de 5V.

**NC (Not Connected):** Este pino não é utilizado e pode ser deixado desconectado.

**NC (Not Connected):** Este pino também não é utilizado e pode ser deixado desconectado.

**NC (Not Connected):** Este pino também não é utilizado e pode ser deixado desconectado.

### 3 Trabalho Relacionado

Conforme a pesquisa foi se realizando, encontramos alguns projetos relacionados na trajetória do tema do projeto. Portanto, encontramos esses trabalhos de universidade que foram propostos com base na temática do projeto.

#### 3.1 ARTIGO. SISTEMA IoT DE MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS EM UMA SALA DE ESTUDOS.

Este projeto busca desenvolver um sistema inteligente baseado em IoT utilizando a placa ESP32 para monitorar e gerenciar em tempo real a voltagem de dispositivos elétricos domésticos, como lâmpadas e aparelhos de ar-condicionado.

O sistema emprega sensores de corrente e tensão para medir a voltagem e corrente dos dispositivos conectados. Esses dados são processados pelo ESP32, que diagnostica possíveis falhas e prevê a necessidade de manutenção preventiva, enviando alertas ao usuário via notificações em um aplicativo ou interface web.

Além de garantir a segurança dos aparelhos ao prevenir sobrecargas e falhas, o sistema também coleta informações detalhadas sobre o consumo de energia, permitindo uma análise aprofundada e um gerenciamento mais eficiente dos recursos.

O projeto não só melhora a eficiência energética como também oferece uma solução sustentável para a automação residencial, proporcionando maior comodidade e segurança para os usuários. A interface amigável facilita o acesso às informações e o controle dos dispositivos, integrando a tecnologia IoT de forma prática e eficiente ao dia a dia. (FREITAS, Ariel Alves de; DIOGENES, Daniel Pablo Dantas. Sistema IoT de monitoramento e gerenciamento de equipamentos elétricos em uma sala de estudos.), disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/a3a98784-65e7-4caf-b65d-23c2ae3f007c/content>

#### 3.2 Tabela de Diferenciação

Aspecto	Nosso Artigo	Artigo 3.1
<b>Título</b>	Monitoramento de Energia e Diagnóstico de Equipamentos com ESP32	Sistema IoT de Monitoramento e Gerenciamento de Equipamentos Elétricos em uma Sala de Estudos
<b>Objetivo</b>	Desenvolver um sistema de monitoramento de consumo de energia e eficiência de equipamentos na UFS	Desenvolver um dispositivo IoT para monitorar e gerenciar equipamentos elétricos em uma sala de estudos
<b>Metodologia</b>	Utiliza microcontroladores ESP32 e sensores diversos (corrente, tensão, temperatura e umidade)	Utilização de sensores de temperatura, luz e movimento, controlados pelo NodeMCU ESP32 e gerenciados via aplicativo Blynk
<b>Resultados</b>	Análise do consumo, diagnóstico de falhas e emissão de alertas preventivos	O sistema mostrou-se eficaz na medição e controle dos equipamentos, permitindo a redução do desperdício de energia
<b>Conclusões</b>	Redução de custos operacionais, criação de um ambiente mais sustentável e eficiente	A implementação do sistema pode beneficiar instituições de ensino, promovendo economia de energia e recursos

## 4 Metodologia

A metodologia desempenha um papel crucial na orientação do processo de pesquisa e análise. Para este estudo, a abordagem adotada é inovadora, com o objetivo de oferecer novas perspectivas sobre o gerenciamento de voltagem e diagnóstico de luz e ar-condicionado com o uso do ESP32. Adotar uma abordagem exploratória sugere que o objetivo principal é entender e mapear o panorama desses sistemas em diversos ambientes, incluindo residenciais, comerciais e industriais. A utilização de técnicas de pesquisa bibliográfica permite obter uma compreensão abrangente das teorias, conceitos, tecnologias e práticas envolvidas.

Além disso, a pesquisa documental, que envolve a coleta e análise de relatórios de mercado, documentos técnicos e regulamentações, é essencial para compreender as tecnologias e sensores utilizados. Essa metodologia robusta facilita uma investigação aprofundada do tema, identificando oportunidades para otimizar o consumo de energia e detectar falhas em sistemas de iluminação e ar-condicionado.

### 4.1 Fases do Projeto

A fase inicial do projeto foi demarcada com a definição do tema, que teve origem em conversas com o professor Dr. André Luís Meneses Silva. Após essa fase, iniciamos os estudos sobre os sensores que serão envolvidos, para um gerenciamento do ambiente. Após isso, foi feita a pesquisa de trabalhos relacionados na área da construção do modelo desse projeto como hardware/software. Entretanto, foi feito um levantamento bibliográfico sobre os assuntos correlacionados a esse projeto como: IoT, microcontroladores, sensores e a gama de codificação. Na próxima seção, é apresentado o cronograma.

## 4.2 Cronograma de Atividades

Semana	Data	Atividades Principais
Semana 1	06 /08/2024	Planejamento do projeto
	09 /08/2024	Revisão do levantamento bibliográfico
Semana 2	20 /08/2024	Instalação de sensores e testes iniciais com ESP32
	23 /08/2024	Desenvolvimento do código para coleta de dados
Semana 3	03 /09/2024	Configuração da interface web
	06 /09/2024	Integração do banco de dados MySQL
Semana 4	17 /09/2024	Teste e depuração da interface web
	20 /09/2024	Ajustes de leitura dos sensores
Semana 5	01 /10/2024	Otimização de códigos para exibição em tempo
	04 /10/2024	Implementação do sistema de alertas e documentação do projeto
Semana 6	15 /10/2024	Teste final do sistema em ambiente controlado
	18 /10/2024	Revisão e ajustes finais no sistema e preparação para apresentação
Semana 7	29 /10/2024	Finalização e apresentação do projeto

Fonte: Autoria própria

## 4.3 Recursos

Os recursos necessários para o desenvolvimento do projeto de gerenciamento de voltagem e diagnóstico de luz e ar-condicionado utilizando o ESP32 incluem hardware, ambientes de desenvolvimento de código e hospedagem de serviço de banco de dados.

### Hardware

Microcontrolador ESP32-WROOM-32: Fundamental para coletar dados dos sensores e controlar os dispositivos.

Sensor de Tensão ZMPT101B: Essencial para medir a voltagem, monitorando níveis de tensão.

Sensor de Corrente ACS712: Mede a corrente elétrica, crucial para o diagnóstico de consumo energético.

Sensor de Temperatura e Umidade DHT22: Para monitorar as condições ambientais e controlar o ar-condicionado.

Sensor de Pressão MPX5700: Mede a pressão do refrigerante no ar-condicionado, auxiliando na detecção de falhas e manutenção.

### Software e Desenvolvimento

Arduino IDE: Utilizado para a programação do ESP32, oferecendo um ambiente robusto e flexível para desenvolvimento de código.

HTML, CSS e JavaScript: Para o desenvolvimento da interface web, permitindo uma interação amigável e eficiente com o sistema.

Python: Usado para manipulação dos dados coletados, realizando análises e transformações necessárias.

### Hospedagem e Banco de Dados

MySQL: Banco de dados relacional utilizado para armazenar e gerenciar os dados coletados pelos sensores, proporcionando robustez e segurança na gravação dos dados.

Servidores de Hospedagem: Para a aplicação web que permitirá o monitoramento e controle remoto do sistema, servidores que ofereçam alta disponibilidade e segurança são fundamentais.

### Integração e Comunicação

Rede Wi-Fi: O ESP32 se conectará à internet via Wi-Fi, permitindo a comunicação em tempo real entre os sensores, o banco de dados e a interface de usuário.

## 4.4 Descrição do Protótipo

Nesta seção, vamos apresentar o protótipo do projeto de gerenciamento de voltagem e diagnóstico de luz e ar-condicionado utilizando o ESP32. Primeiramente, abordaremos como a parte de hardware foi modelada. Em seguida, apresentaremos alguns protótipos de tela que serão aplicados ao software.

### **Modelagem do Hardware**

Microcontrolador ESP32: Processa os dados e controla as ações.

Sensor de Tensão ZMPT101B: Para medir a voltagem da fonte de energia.

Sensor de Corrente ACS712: Para medir a corrente elétrica.

Sensor de Temperatura e Umidade DHT22: Para medir a temperatura e umidade do ambiente.

Sensor de Pressão MPX5700: Para medir a pressão do refrigerante no ar-condicionado.

### **Programação:**

Leitura dos Sensores: Configurar o ESP32 para ler os valores dos sensores de voltagem, corrente, temperatura, umidade e pressão.

Diagnóstico: Sensor de Tensão: Se a voltagem estiver abaixo de um limite, a luz pode estar queimada.

Sensor de Corrente: Se a corrente estiver fora do intervalo esperado, pode indicar uma sobrecarga ou falha no sistema elétrico.

Sensor de Temperatura e Umidade: Se a voltagem estiver normal, mas a umidade ou temperatura estiver anormal, o ar-condicionado pode estar com defeito.

Sensor de Pressão: Se a pressão do refrigerante estiver fora do intervalo normal, pode indicar um problema no sistema de ar-condicionado.

Condições Normais: Se todos os valores estiverem dentro dos parâmetros normais, o sistema está funcionando corretamente.

### **Interface de Entrada:**

Coleta de Dados: A cada minuto, os dados de voltagem e temperatura são armazenados em um vetor.

Média de Dados: A cada 60 minutos, calcular a média desses dados, formando médias horárias até 24 horas.

Armazenamento: Armazenar esses dados em um arquivo, computando-os por até 15 dias para formar um diagnóstico geral da rede.

Deteção de Erros: Qualquer medição anômala é registrada e um aviso é enviado antes do diagnóstico.

### **Interface de Saída:**



Notificações: Enviar notificações para um aplicativo no smartphone ou por e-mail para instituições relevantes, informando sobre o status e quaisquer anomalias detectadas.

### **Teste e Ajuste:**

Condições Variadas: Testar o sistema em diferentes condições, ajustando as inicializações e regras conforme necessário para garantir diagnósticos precisos.

### **Aspectos Positivos:**

Automatização: A automação permite que o sistema tome decisões inteligentes sem intervenção constante.

Eficiência Energética: Um sistema bem projetado pode reduzir o consumo de energia, resultando em economia financeira e menor impacto ambiental.

Conforto e Saúde: Controle adequado do ar-condicionado e da iluminação contribui para o conforto dos ocupantes e sua saúde.

### **Aspectos Negativos:**

Complexidade: Implementar esse sistema requer conhecimento técnico em eletrônica, programação e automação.

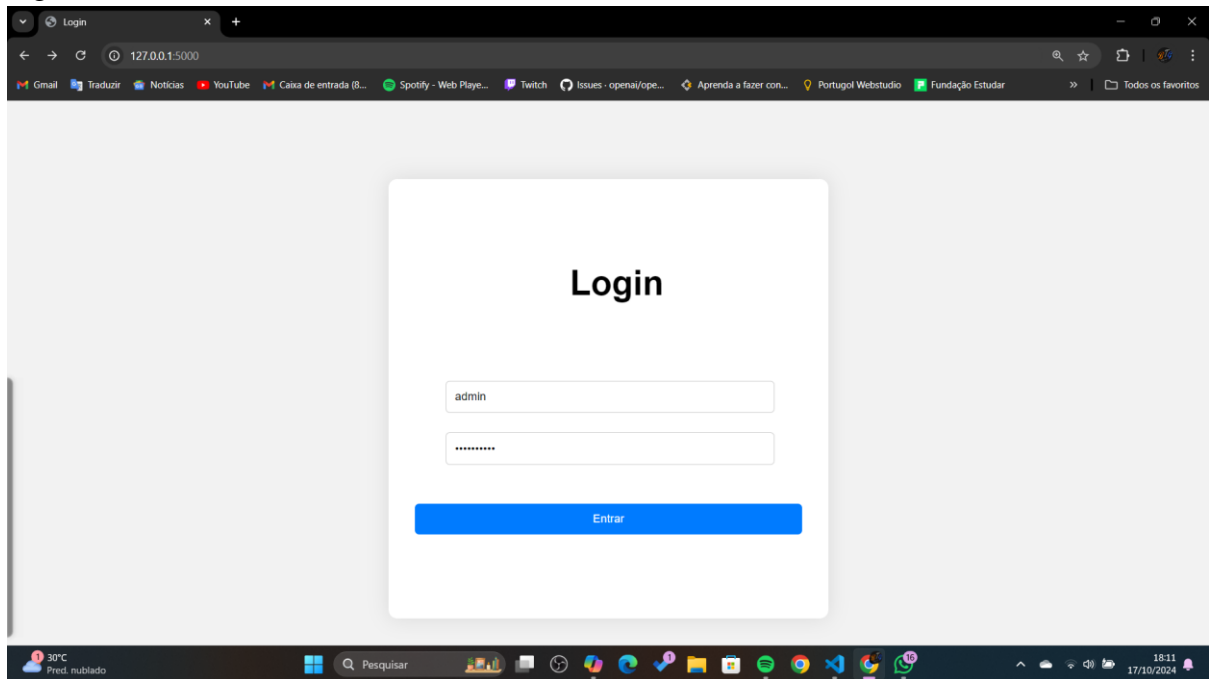
Manutenção: Como qualquer sistema, é necessário realizar manutenção regular para garantir seu funcionamento contínuo...

Custos Iniciais: Sensores, microcontroladores e outros componentes podem ter custos iniciais.

### **Protótipos de Tela:**

Tela de Login Usuário e Senha: Campos para o usuário inserir suas credenciais. Botão de Login: Para autenticar o usuário.

Figura



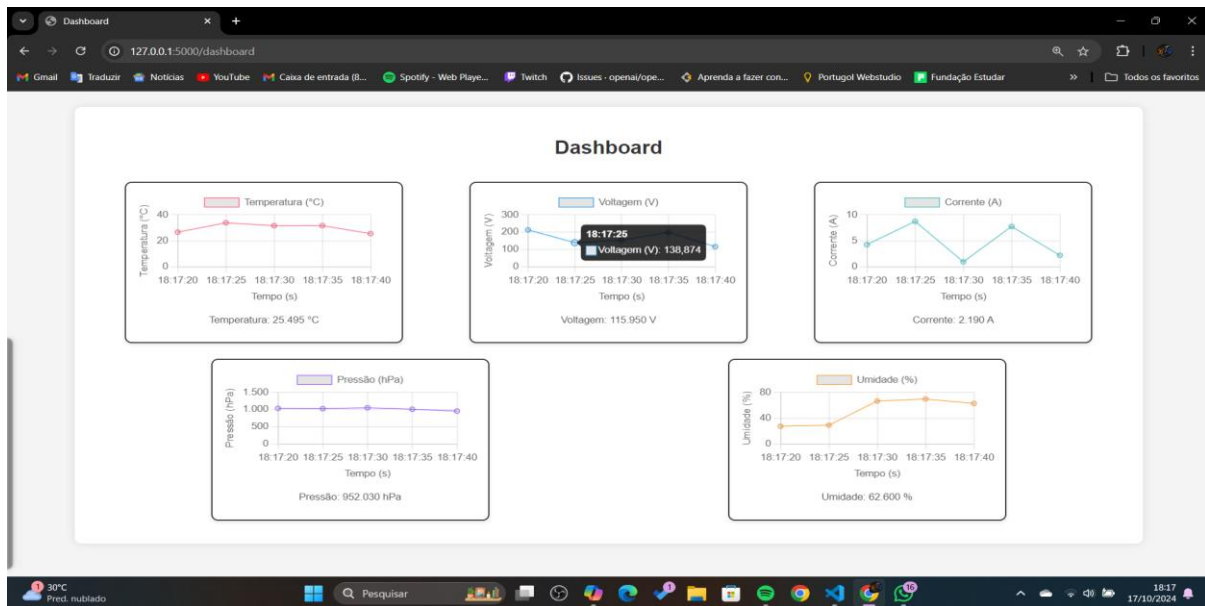
7: Tela de login

Fonte: Autoria própria

### **Tela de Dashboard Painel Principal:**

Exibe leituras em tempo real dos sensores de voltagem, corrente, temperatura, umidade e pressão. Gráficos e Tabelas: Visualização dos dados coletados e analisados. Alertas e Notificações: Mostra alertas sobre falhas ou leituras anômalas. Histórico de Dados: Acesso ao histórico de dados armazenados.

Figura 8: Tela de Dashboard Painel Principal



Fonte: Autoria própria

## 4.5 Conexão do Sistema

O sistema de gerenciamento de voltagem e diagnóstico de luz e ar-condicionado utilizará o ESP32 como microcontrolador central, conectado a vários sensores (tensão, corrente, temperatura, umidade e pressão). A comunicação entre o ESP32 e os sensores será realizada através de pinos de entrada/saída digitais e analógicos. Os dados coletados pelos sensores serão enviados via Wi-Fi para um servidor de banco de dados MySQL, onde serão armazenados e processados. A interface web, desenvolvida com HTML, CSS e Javascript, permitirá aos usuários visualizarem os dados em tempo real.

### Opções de Modelo:

No contexto geral, esse projeto pode ser feito de duas formas: uma com a coligação de um único microcontrolador ESP32, conectado a todos os sensores por meio de fiações; e outra utilizando vários ESP32s, cada um gerenciando um sensor específico, com um ESP32 central consolidando todos os dados. Abaixo, detalhamos as vantagens e desvantagens de cada abordagem:

### Um Único ESP32 com Sensores Conectados por Fio

#### Vantagens:

Custo: Menor custo, pois você precisa de menos microcontroladores.

Simplicidade: Gerenciar um único ponto de dados é mais simples.

Manutenção: Facilidade de manutenção, pois há menos pontos de falha.

### **Desvantagens:**

Limitações de Distância: Sensores precisam estar próximos ao ESP32, o que pode exigir fios longos.

Interferência: Possibilidade de interferência entre sinais dos sensores.

Detalhes de Conexão dos Sensores no ESP32 Único:

#### **Sensor de Tensão ZMPT101B:**

Conexões:

- VCC -> 3.3V ou 5V (dependendo da versão do sensor)
- GND -> GND
- OUT -> GPIO36 (ADC1\_CHANNEL\_0)

#### **Sensor de Corrente ACS712:**

Conexões:

- VCC -> 5V
- GND -> GND
- OUT -> GPIO39 (ADC1\_CHANNEL\_3)

#### **Sensor de Temperatura e Umidade DHT22:**

Conexões:

- VCC -> 3.3V
- GND -> GND
- DATA -> GPIO4

#### **Sensor de Pressão MPX5700:**

Conexões:

- VCC -> 5V
- GND -> GND
- OUT -> GPIO34 (ADC1\_CHANNEL\_6)

### **Vários ESP32 Vantagens:**

Flexibilidade: Cada sensor pode ser posicionado aonde for mais conveniente sem a necessidade de fios longos.

Escalabilidade: Fácil de adicionar novos sensores ao sistema.

Menos Interferência: Menor risco de interferência eletromagnética entre sensores.

Desvantagens: Custos: Mais ESP32 aumentam o custo do projeto.

Complexidade: Precisa de um gerenciamento de rede mais sofisticado para coordenar todos os dados.

## **Detalhes de conexão para cada sensor com esp32**

### **ESP32 para Sensor de Tensão ZMPT101B:**

Conexões:

- VCC -> 3.3V ou 5V
- GND -> GND
- OUT -> GPIO36 (ADC1\_CHANNEL\_0)

### **ESP32 para Sensor de Corrente ACS712:**

Conexões:

- VCC -> 5V
- GND -> GND
- OUT -> GPIO39 (ADC1\_CHANNEL\_3)

### **ESP32 para Sensor de Temperatura e Umidade DHT22:**

Conexões:

- VCC -> 3.3V
- GND -> GND
- DATA -> GPIO4

### **ESP32 para Sensor de Pressão MPX5700:**

Conexões:

- VCC -> 5V
- GND -> GND
- OUT -> GPIO34 (ADC1\_CHANNEL\_6)

### **Sugestão:**

Para um projeto robusto e escalável, usar vários ESP32 pode ser a melhor opção, especialmente se você planeja expandir ou se os sensores estão espalhados em uma área grande. Um ESP32 central pode atuar como um hub para consolidar todos os dados dos outros ESP32s e enviá-los para o servidor.

Link do GitHub: <https://github.com/Brunotg09/Monitoramento-de-Energia-e-Diagn-stico-de-Equipamentos-com-ESP32-.git>

## 5 Resultados e conclusões

O desenvolvimento de um sistema de monitoramento de energia e diagnóstico de equipamentos em cômodos utilizando o ESP32 demonstrou ser uma solução inovadora e eficaz para otimizar o consumo de energia em diversos ambientes. A implementação de sensores e microcontroladores permitiu a coleta precisa de dados em tempo real, que foram analisados e apresentados de forma acessível através de uma interface web intuitiva.

Os resultados obtidos indicam uma significativa redução nos custos operacionais e uma melhoria na eficiência energética, contribuindo para a criação de ambientes mais sustentáveis e economicamente viáveis. A capacidade de monitorar e diagnosticar o desempenho de equipamentos como ar-condicionado e sistemas de iluminação não apenas ajuda na manutenção preventiva, mas também na identificação de áreas onde melhorias podem ser implementadas.

Além disso, o projeto destaca a importância da integração de tecnologias inteligentes na gestão de recursos, promovendo uma abordagem mais consciente e responsável em relação ao consumo de energia. A utilização do ESP32, com sua versatilidade e capacidade de processamento, mostrou-se essencial para o sucesso do sistema, permitindo uma comunicação eficiente entre os diversos componentes e a central de controle.

Este projeto serve como um modelo inspirador para outras instituições que buscam adotar tecnologias inteligentes para a gestão de recursos. A metodologia aplicada pode ser replicada e adaptada para diferentes contextos, ampliando o impacto positivo em termos de sustentabilidade e eficiência energética.

Por tanto, o sistema proposto não apenas atende aos objetivos iniciais de monitoramento e otimização do consumo de energia, mas também abre caminho para futuras inovações no campo da automação e eficiência energética. A continuidade deste trabalho pode levar ao desenvolvimento de soluções ainda mais avançadas, contribuindo para um futuro mais sustentável e tecnologicamente integrado.

## Referências

CLUBE DO MAKER. ESP32 Pinout: Detalhes e Conexões. Disponível em: <https://clubedomaker.com/esp32-pinout>. Acesso em: 26 out. 2024.

TEIXEIRA, G. Programar ESP32 com a IDE Arduino – Tutorial Completo. UsinaInfo. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/programar-esp32-com-a-ide-arduino-tutorial-completo/>. Acesso em: 26 out. 2024.

XPROJETOS. ESP32 e suas versões. Disponível em: <https://xprojetos.net/esp32-e-suas-versoes/>. Acesso em: 26 out. 2024.

ELETROGATE. Sensor de tensão 0 - 25 VCC. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/sensor-de-tensao-0-25-vcc/>. Acesso em: 26 out. 2024.

ELECTRICITY & MAGNETISM. Sensores de tensão. Disponível em: <https://www.electricity-magnetism.org/pt-br/sensores-de-tensao/>. Acesso em: 26 out. 2024.

SAGITECH. Para que serve o sensor de umidade e temperatura? Disponível em: <https://sagitech.com.br/para-que-serve-o-sensor-de-umidade-e-temperatura/?form=MG0AV3>. Acesso em: 26 out. 2024.

ARDUINO E CIA. Sensor de temperatura e umidade DHT22. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/sensor-de-temperatura-e-umidade-dht22/>. Acesso em: 26 out. 2024.

FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC. Integrated Silicon Pressure Sensor: On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated. 2010. Disponível em: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MPX5700.pdf?form=MG0AV3>. Acesso em: 26 out. 2024.

FREITAS, Ariel Alves de; DIOGENES, Daniel Pablo Dantas. Sistema IoT de monitoramento e gerenciamento de equipamentos elétricos em uma sala de estudos. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/a3a98784-65e7-4caf-b65d-23c2ae3f007c/content>. Acesso em: 26 out. 2024.

Bobsien “Bobsien”. Bobsien Ensina - S06E14 - Arduino - Sensor de corrente ACS712. YouTube, 2017. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=fup37DGsN\\_c&form=MG0AV3](https://www.youtube.com/watch?v=fup37DGsN_c&form=MG0AV3). Acesso em: 26 out. 2024.

IBM. O que é a Internet das Coisas (IoT)? Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/internet-of-things>. Acesso em: 26 out. 2024.

ZMPT101B Voltage Sensor – JustDoElectronics. Disponível em: <https://justdoelectronics.com/zmpt101b-voltage-sensor/>. Acesso em: 26 out. 2024.