

# Previsão de Consumo Energético em Prédio Comercial Utilizando IoT e Dados Climáticos

Kauan Alves Batista RM: 555082

Ana Carolina Martins RM: 555762

Lancelot Chagas RM: 554707

## 1. Introdução

A crise climática representa um dos maiores desafios do século XXI. Segundo a World Meteorological Organization, 2019 foi o segundo ano mais quente já registrado. Como reflexo do aquecimento global, cresce rapidamente a demanda por refrigeração em ambientes internos.

Atualmente, aparelhos de ar-condicionado e ventiladores representam cerca de 20% do consumo global de eletricidade, e essa demanda deve triplicar até 2050, de acordo com a International Energy Agency. Diante disso, torna-se fundamental o gerenciamento inteligente e eficiente do consumo energético em prédios comerciais para a redução de custos e emissões de carbono.

## 2. Objetivo do Projeto

Este projeto tem como objetivo desenvolver um sistema inteligente capaz de prever o consumo horário de energia de um prédio comercial, utilizando dados coletados por sensores IoT e informações meteorológicas obtidas por meio de APIs. A previsão será realizada com técnicas de aprendizado de máquina (machine learning) e aprendizado profundo (deep learning), avaliando o impacto de variáveis climáticas no consumo energético.

## 3. Justificativa

A previsibilidade do consumo energético permite:

- Redução de desperdícios e custos operacionais;
- Planejamento estratégico do uso de energia;
- Contribuição para a sustentabilidade e redução da pegada de carbono;
- Automatização de sistemas de controle em prédios inteligentes.

Além disso, esse tipo de solução está alinhado aos **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 9, 10 e 11**, que tratam de inovação, redução das desigualdades e cidades sustentáveis.

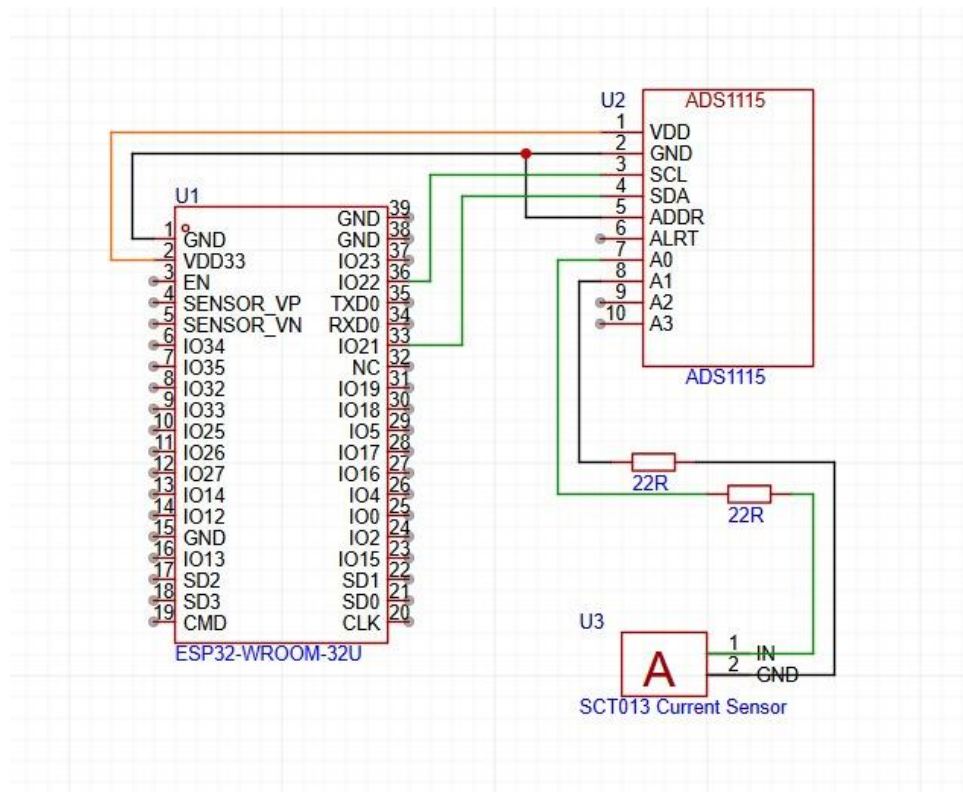


## 4. Fundamentação Teórica

O projeto integra três áreas principais: **Internet das Coisas (IoT)**, **aprendizado de máquina** e **automação com sensores**.

## Sensoriamento IoT

O sistema utiliza o sensor de corrente SCT-013, que é um transformador de corrente não invasivo, ideal para medir consumo elétrico em tempo real. Para converter os sinais analógicos para digitais, é usado o ADS1115, um conversor ADC de alta precisão (16 bits), que permite leitura diferencial entre canais. O microcontrolador utilizado é o ESP32 WROOM Devkit 32u, que oferece conectividade Wi-Fi e poder de processamento suficiente para aplicações embarcadas.



## Aprendizado de Máquina

Na modelagem preditiva, serão testados:

- Modelos de Gradient Boosting: XGBoost e LightGBM;
- Redes Neurais Recorrentes (LSTM) para séries temporais;
- Uso de variáveis climáticas (ex: temperatura) e informações de calendário como entradas para os modelos.

Para avaliação do modelo, será utilizada a métrica RMSE (Root Mean Squared Error). O método SHAP (SHapley Additive exPlanations) será utilizado para interpretar a contribuição de cada variável no resultado da predição.

## 5. Metodologia

### Coleta de Dados

O sistema é composto por:

- **Sensor SCT-013:** Captura de corrente alternada do sistema elétrico;
- **Resistor de carga de  $22\Omega$ :** Conversão de corrente para tensão;
- **Conversor ADS1115:** Leitura precisa da tensão gerada;
- **ESP32:** Processamento local e envio dos dados via serial ou Wi-Fi.

As leituras são feitas a cada segundo, com 1000 amostras por ciclo, e o cálculo de corrente é feito com base na média quadrática (RMS). Os dados climáticos serão integrados posteriormente via API (por exemplo, OpenWeatherMap ou INMET).

### Estrutura dos Dados

As variáveis de entrada incluem:

- Temperatura observada (histórica);
- Temperatura prevista (horária);
- Informações temporais (dia da semana, feriado, horário comercial).

A variável alvo será a **série temporal do consumo energético horário**.

## 6. Decisões de Projeto

As decisões principais incluem:

- **Uso do ESP32:** Pela conectividade Wi-Fi e baixo custo;
- **Uso do ADS1115:** Pela resolução de 16 bits e capacidade de leitura diferencial;
- **Sensor SCT-013:** Por sua segurança e facilidade de uso não invasivo;
- **Modelos baseados em árvore** (XGBoost) primeiro, por serem interpretáveis;
- **LSTM** será testado após avaliação da importância das variáveis.

## 7. Resultados Esperados

Com a implementação completa do sistema, espera-se:

- Um modelo preditivo robusto, com RMSE baixo;

- Identificação de padrões sazonais e climáticos no consumo;
- Redução do desperdício energético em prédios comerciais;
- Um sistema escalável para diferentes tipos de edifícios;
- Possibilidade de futura automação do sistema com base nas previsões.

## 8. Referências Bibliográficas

- International Energy Agency. *The Future of Cooling*. 2018.
- World Meteorological Organization. *State of the Global Climate*. 2019.
- Ribeiro, Bruno et al. *Internet das Coisas Aplicada à Energia*. 2021.
- Lundberg, Scott M. and Su-In Lee. *A Unified Approach to Interpreting Model Predictions*. NIPS 2017.
- Documentação Técnica – SCT013, ADS1115, ESP32.