

**Instituto Federal do Ceará - Embarcatech**

**Pré-Projeto de Conclusão de Residência Técnica**

**Sistema IoT para Medição e Análise de Consumo Elétrico Residencial com Raspberry Pi Pico W e Sensor HLW8032**

**Autor: José Adriano Filho**

**Matrícula: 2025101109806**

Out/2025

Sumário

[Resumo: 3](#_Toc212452068)

[Justificativa: 3](#_Toc212452069)

[Requisitos do Sistema: 3](#_Toc212452070)

[1. Requisitos Funcionais (RF) 3](#_Toc212452071)

[2. Requisitos Não Funcionais (RNF) 4](#_Toc212452072)

[3. Requisitos de Interface (RI) 4](#_Toc212452073)

[4. Requisitos de Hardware (RH) 4](#_Toc212452074)

[Problemática a Ser Resolvida: 4](#_Toc212452075)

[Solução Proposta em IoT: 4](#_Toc212452076)

[1. Diagrama de Blocos de Hardware: 5](#_Toc212452077)

[2. Sensores e Atuadores: 5](#_Toc212452078)

[3. Protocolos: 6](#_Toc212452079)

[Cronograma de Execução: 6](#_Toc212452080)

# Resumo:

Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema IoT voltado para o monitoramento do consumo elétrico residencial em tempo real. O sistema utiliza o módulo Raspberry Pi Pico W como unidade principal, responsável por adquirir dados do sensor HLW8032 (medição de corrente, tensão e potência), dos sensores AHT10 (temperatura e umidade ambiente), BH1750 (luminosidade) e um RTC DS3231 para manutenção do relógio de tempo real. As informações coletadas são processadas e enviadas, via Wi-Fi, para uma plataforma em nuvem MQTT, permitindo análise remota, o sistema também fará registro histórico em um datalogger local. O projeto visa promover a eficiência energética, fornecendo ao usuário informações precisas e acessíveis sobre o uso de energia elétrica em sua residência, podendo ser utilizado para identificação de padrões de consumo.

# Justificativa:

Com o aumento do consumo de energia elétrica e das tarifas, torna-se essencial que consumidores residenciais tenham meios de acompanhar e entender seu padrão de consumo. Sistemas inteligentes de monitoramento permitem identificar desperdícios e otimizar o uso da energia, contribuindo para a sustentabilidade e economia doméstica. A utilização do Raspberry Pi Pico W oferece uma plataforma de baixo custo, baixo consumo e conectividade sem fio, adequada para soluções IoT acessíveis. O sensor HLW8032, amplamente utilizado em medidores inteligentes, fornece medições precisas de potência e corrente, enquanto o AHT10 em conjunto com o BH1750 agrega informações ambientais que podem auxiliar em análises de eficiência térmica e energética. Assim, o projeto combina acessibilidade tecnológica com aplicabilidade prática no contexto da automação residencial.

# Requisitos do Sistema:

Obs.: Padrão de tabelas de requisitos: Conhecimento adquirido ao longo dos anos de estudos, bem como, durante a residência técnica na empresa VMI Médica.

## 1. Requisitos Funcionais (RF)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Código | Descrição | Prioridade |
| RF01 | Medir tensão, corrente e potência ativa com o sensor HLW8032. | Alta |
| RF02 | Coletar dados de temperatura, umidade e luminosidade com os sensores AHT10 e BH1750. | Média |
| RF03 | Processar as leituras no Raspberry Pi Pico W. | Alta |
| RF04 | Enviar dados via MQTT para o broker remoto. | Alta |
| RF05 | Utilizar comunicação segura TLS (porta 8883). | Alta |
| RF06 | Exibir leituras e status no display OLED SSD1306. | Média |
| RF07 | Indicar status de conexão com LED. | Média |
| RF08 | Permitir reinicialização do sistema por botão físico. | Média |
| RF09 | Reconectar automaticamente ao Wi-Fi e broker em falhas. | Alta |
| RF10 | Publicar mensagens MQTT em formato JSON. | Alta |
| RF11 | Registrar logs locais para análise posterior. | Baixa |
| RF12 | Permitir configurar o intervalo de envio de dados. | Média |
| RF13 | Manter relógio atualizado por meio de RTC local | Alta |

## 2. Requisitos Não Funcionais (RNF)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Código | Descrição | Categoria | Prioridade |
| RNF01 | Operar continuamente sem falhas. | Confiabilidade | Alta |
| RNF02 | Enviar dados ao broker em menos de 10 segundos. | Desempenho | Média |
| RNF03 | Firmware em linguagem C com SDK oficial do Pico. | Implementação | Alta |
| RNF04 | Usar TLS na comunicação. | Segurança | Alta |
| RNF06 | Display legível em ambiente interno. | Usabilidade | Baixa |
| RNF07 | Código-fonte modular e documentado. | Manutenibilidade | Alta |
| RNF08 | Compatível com brokers MQTT populares. | Compatibilidade | Média |
| RNF09 | Mensagens com tópicos padronizados. | Padronização | Alta |

## 3. Requisitos de Interface (RI)

|  |  |
| --- | --- |
| Código | Descrição |
| RI01 | Display mostra tensão, corrente, potência, temperatura e umidade. |
| RI02 | LED verde indica operação normal; vermelho indica erro de conexão. |
| RI03 | Botão entra em modo de configuração ao ser pressionado por 3 segundos. |
| RI04 | Mensagens MQTT no formato JSON com medições e status. |

## 4. Requisitos de Hardware (RH)

|  |  |
| --- | --- |
| Código | Descrição |
| RH01 | Utilizar microcontrolador Raspberry Pi Pico W. |
| RH02 | Conectar HLW8032 via UART. |
| RH03 | Conectar AHT10 via I²C. |
| RH04 | Conectar BH1750 via I²C. |
| RH05 | Conectar display SSD1306 via I²C ou TFT via SPI. |
| RH06 | Fonte de alimentação estável 5V / 3.3V. |
| RH07 | Conectar RTC DS3231 via I²C. |

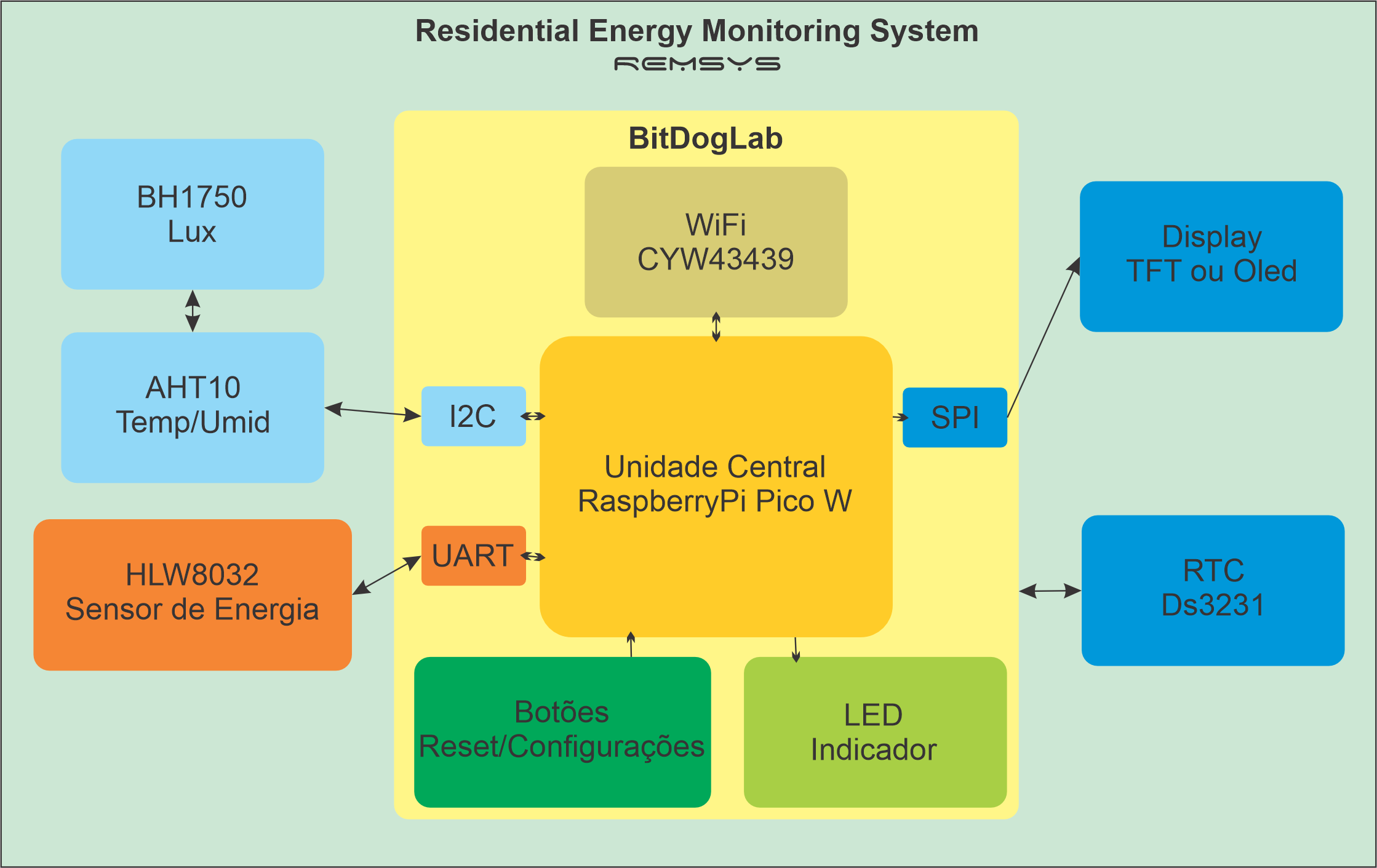
# Problemática a Ser Resolvida:

A maioria das residências não dispõe de um sistema acessível e inteligente que permita monitorar, em tempo real, o consumo elétrico e as condições ambientais. Isso dificulta a identificação de desperdícios e o controle eficiente do uso de energia. Além disso, os medidores convencionais não fornecem dados históricos detalhados nem alertas automatizados sobre consumo excessivo ou falhas no fornecimento.

# Solução Proposta em IoT:

A solução proposta consiste em um sistema IoT capaz de medir e analisar o consumo elétrico e as variáveis ambientais, enviando os dados para a nuvem via Wi-Fi. O Raspberry Pi Pico W coleta informações do HLW8032, BH1750 e do AHT10, exibe as leituras em tempo real no display OLED SSD1306 ou um LCD TFT 1.8”, decidindo ainda, e publica periodicamente os dados em um broker MQTT seguro (porta 8883 com TLS). Na nuvem, as informações são processadas e visualizadas em um painel interativo, permitindo acompanhamento remoto, geração de relatórios e notificações automáticas sobre consumo elevado.

## Diagrama de Blocos de Hardware:



* Raspberry Pi Pico W
* Módulo HLW8032 (medição de energia)
* Sensor BH1750 (luminosidade)
* Sensor AHT10 (temperatura e umidade)
* RTC DS3231 (relógio local)
* Display OLED SSD1306 ou LCD TFT 1.8” (em decisão ainda)
* Wi-Fi doméstico
* LED indicador e botão de reset
* Software em linguagem C (SDK oficial do Pico)
* Comunicação MQTT com TLS
* Dashboard remoto via Node-RED, ThingsBoard ou AWS IoT (em decisão ainda).

## Sensores e Atuadores:

* HLW8032 – Sensor de corrente, tensão e potência
* BH1750 – Sensor de luminosidade
* AHT10 – Sensor de temperatura e umidade
* DS3231 – Relógio de tempo real
* Display OLED SSD1306 – Exibição local dos dados
* LED indicador – Status de conexão e sistema
* Botão – Reset ou configuração inicial

## Protocolos:

• MQTT – Protocolo de comunicação IoT  
• TLS – Segurança de dados  
• Wi-Fi – Conectividade sem fio  
• TCP/IP – Camada de transporte de dados

# Cronograma de Execução:

