



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE DO CAMPUS ARARANGUÁ**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**  
**Redes sem Fios - (2025.2)**

**Relatório Final:**  
**Sistema de Monitoramento de Consumo de Água em Tempo Real**

**Autores:**  
**André Gaspar & Ducher M Seidi**

**Araranguá-SC**  
**2025**

## 1. Descrição e Objetivos do Projeto

O projeto visa implementar um sistema integrado de monitoramento de consumo hídrico em tempo real, utilizando o avanço tecnológico para otimizar a aquisição de dados.

### 1.1. Estrutura e Componentes Gerais

O sistema é composto por duas partes principais:

- **Unidade Medidora (Hardware):** Instalada em residências ou indústrias, utiliza um microcontrolador com conexão Wi-Fi (ESP 32) em conjunto com um sensor de vazão (YF-S201) para coletar dados.
- **Plataforma Web:** Administra e visualiza as informações coletadas.

### 1.2. Objetivo e Justificativa

O intuito principal é criar um protótipo para acompanhamento remoto do consumo de água, disponibilizando ao usuário uma visão geral e elaborada do seu volume utilizado (medido em litros).

### 1.3. Funcionalidades para o Usuário

A plataforma web permite aos usuários:

- Visualizar consumo em tempo real.
- Ver histórico de consumo por período.
- Receber alertas sobre vazamentos.

O fluxo geral do projeto é: Sensor de medição >> Banco de dados >> Aplicação web.

## 2. Levantamento Bibliográfico (Trabalhos Relacionados)

A fase inicial consistiu em pesquisar trabalhos que propunham sistemas de monitoramento de consumo residencial em tempo real.

Autor(es)	Ano	Tecnologias Chave	Foco Principal
Tiago Duarte	2023	Sensor de vazão, Microcontrolador Wi-Fi, Firebase, Django (Python)	Visualização dos dados para administradores de concessionárias .





<b>Banco de Dados</b>	<b>MongoDB 5.0+</b> (ou Firebase no planejamento inicial)	Armazenamento dos dados de consumo e cadastros. O MongoDB foi escolhido para dados de séries temporais .
-----------------------	---	--

## 4. Arquitetura do Sistema e Implementação Técnica

O sistema é uma solução IoT completa , seguindo um fluxo linear de dados em três camadas :

1. **Camada de Percepção (Hardware):** Coleta de dados físicos.
2. **Camada de Rede e Processamento (Backend):** Transporte, validação e armazenamento .
3. **Camada de Aplicação (Frontend):** Visualização e interação com o usuário.

### 4.1. Desenvolvimento de Hardware e Firmware

- **Implementação do Sensor:** A leitura no ESP 32 utiliza **interrupções de hardware** para precisão. O fator de conversão é de **450 pulsos = 1 litro** .
- **Sincronização Temporal:** O firmware usa **NTP** (*Network Time Protocol*) com a biblioteca **time.h** para obter o timestamp exato (GMT-3), essencial para a rastreabilidade dos dados.
- **Comunicação:** Os dados são transmitidos via protocolo **HTTP** (biblioteca **HTTPClient.h**) em formato **JSON**. O envio ocorre periodicamente (a cada 5 segundos).

### 4.2. Backend e Regras de Negócio

O servidor Node.js/Express gerencia endpoints RESTful e armazena os dados no MongoDB.

- **Cálculo de Consumo:** A lógica reside no servidor. O consumo é calculado dinamicamente pela diferença entre leituras acumuladas: **Consumo = Total Atual - Total Início Período**.
- **Segurança:** Implementada com **JSON Web Tokens (JWT)** para autenticação e **hash criptográfico (bcrypt js)** para proteção de senhas.

### 4.3. Frontend e Interface do Usuário

A interface React oferece um **Dashboard Interativo** (gráficos Chart.js), **Relatórios** (geração automática de PDF via jsPDF) e filtros temporais dinâmicos.

## 5. Resultados Obtidos e Desempenho (KPIs)

Os testes práticos confirmaram a viabilidade técnica, demonstrando os seguintes indicadores de desempenho:

- 1. **Latência:** Tempo médio entre leitura e atualização no gráfico **inferior a 5 segundos**.
- 2. **Precisão:** Margem de erro combinada de aproximadamente **(+/-)10%** (hardware) + **(+/-)1%** (processamento), considerada aceitável para monitoramento residencial.
- 3. **Disponibilidade:** **99.9%** em condições normais de rede, garantida pelas rotinas de reconexão no firmware.

**Resultados Esperados (PoC)**

O projeto entregou o Protótipo de Medição Precisa e a plataforma de gerenciamento, cumprindo a Prova de Conceito (PoC) ao verificar o correto registro de consumo de água pela interface web .

**6. Análise e Gerenciamento de Riscos**

Os pontos críticos identificados e os planos de mitigação são cruciais para a gestão do projeto.

Risco Identificado	Probabilidade	Impacto	Ação Corretiva/Mitigação
Falha na conexão Wi-Fi	Média	Alta	Implementar reconexão automática e armazenar temporariamente dados no buffer.
Ruído ou erro de leitura no sensor de vazão	Média	Média	Calibrar o sensor e filtrar leituras com médias móveis para suavizar ruídos.
Falha de energia elétrica	Baixa	Média	Utilizar fonte estável de 5V e considerar backup com bateria.

Problemas de configuração de Firebase (ou MongoDB)	Média	Média	Testar com dados locais antes da integração e validar credenciais da API.
Atraso no desenvolvimento da interface web	Média	Baixo	Dividir tarefas e priorizar backend e comunicação antes do design da interface.

## 7. Cronograma

O desenvolvimento foi dividido em fases sequenciais ao longo de 4 semanas.

<b>Etapas</b>	<b>Semana 1</b>	<b>Semana 2</b>	<b>Semana 3</b>	<b>Semana 4</b>
Pesquisa e aquisição de componentes	X			
Desenvolvimento do hardware	X	X		
Programação de firmware		X		
Criação da plataforma web			X	
Testes e validação				X

## **8. Conclusões do Projeto**

O projeto do **Sistema de Monitoramento de Consumo de Água em Tempo Real** demonstrou ser uma solução técnica viável e eficaz para o acompanhamento hídrico em ambientes residenciais e industriais.