

# **Relatório do Projeto: Sistema de Automação de Bomba de Água**

## **1. Escopo do Projeto**

### **Apresentação do Projeto**

O projeto tem como objetivo principal a automação de uma bomba de água, utilizando a placa BitDogLab como componente central para simular e controlar suas funcionalidades de maneira eficiente e segura. A proposta é desenvolver um sistema inteligente que permita o acionamento automático e controlado de bombas de água, garantindo não apenas a eficiência operacional, mas também a proteção do equipamento contra possíveis danos causados por superaquecimento ou operação contínua por períodos prolongados.

Para alcançar esses objetivos, o sistema foi projetado com sensores e algoritmos que monitoram constantemente o funcionamento da bomba, ajustando seu desempenho conforme a demanda e as condições de uso. A placa BitDogLab, conhecida por sua versatilidade e capacidade de integração com diferentes dispositivos, foi escolhida por sua capacidade de processamento e facilidade de programação, permitindo a implementação de funcionalidades avançadas, como o desligamento automático em caso de anomalias ou a ativação apenas quando necessário, com base em parâmetros pré-definidos.

Além disso, o sistema foi desenvolvido para ser intuitivo e de fácil operação, possibilitando que usuários sem conhecimentos técnicos profundos possam utilizá-lo sem dificuldades. A interface de controle foi projetada para fornecer informações claras e em tempo real sobre o status da bomba, como temperatura, pressão e tempo de operação, contribuindo para uma gestão mais eficiente do recurso hídrico e evitando desperdícios.

Outro aspecto relevante do projeto é a sua escalabilidade. A solução pode ser adaptada para diferentes cenários, desde pequenas aplicações residenciais até usos mais complexos, como em sistemas de irrigação agrícola ou em indústrias que demandam o bombeamento contínuo de água. A implementação de tecnologias de automação, como a oferecida pela BitDogLab, não apenas aumenta a vida útil da bomba, mas também reduz custos operacionais e de manutenção, tornando o sistema uma opção viável e sustentável para diversas necessidades.

Em resumo, o projeto busca unir tecnologia, eficiência e segurança, oferecendo uma solução moderna para o controle de bombas de água que atenda às demandas atuais, promovendo o uso consciente de recursos e a proteção dos equipamentos envolvidos.

### **Título do Projeto**

Sistema de Automação de Bomba de Água.

### **Objetivos do Projeto**

- Automatizar bombas de água simples de forma segura.
- Garantir a proteção do equipamento por meio de interrupções que limitam o tempo de operação.
- Criar uma solução de baixo custo para automação de bombas de água.

### **Descrição do Funcionamento**

O sistema desenvolvido tem como principal função monitorar de forma contínua e precisa o nível de água presente no reservatório inferior, bem como o nível de água no reservatório superior. Com base nessas medições, o sistema decide automaticamente quando ativar ou desativar a bomba de água, garantindo que o abastecimento ocorra de maneira eficiente e segura. Para evitar possíveis danos à bomba, o sistema conta com um mecanismo de proteção que interrompe o funcionamento

caso o tempo de operação ultrapasse um limite pré-estabelecido. Essa funcionalidade é crucial para prevenir o superaquecimento da bomba, prolongando sua vida útil e evitando custos com manutenções ou substituições prematuras. Além disso, o sistema é projetado para ser altamente confiável, utilizando sensores de nível de água precisos e um circuito de controle que garante a tomada de decisões rápidas e adequadas às condições do reservatório.

### **Justificativa**

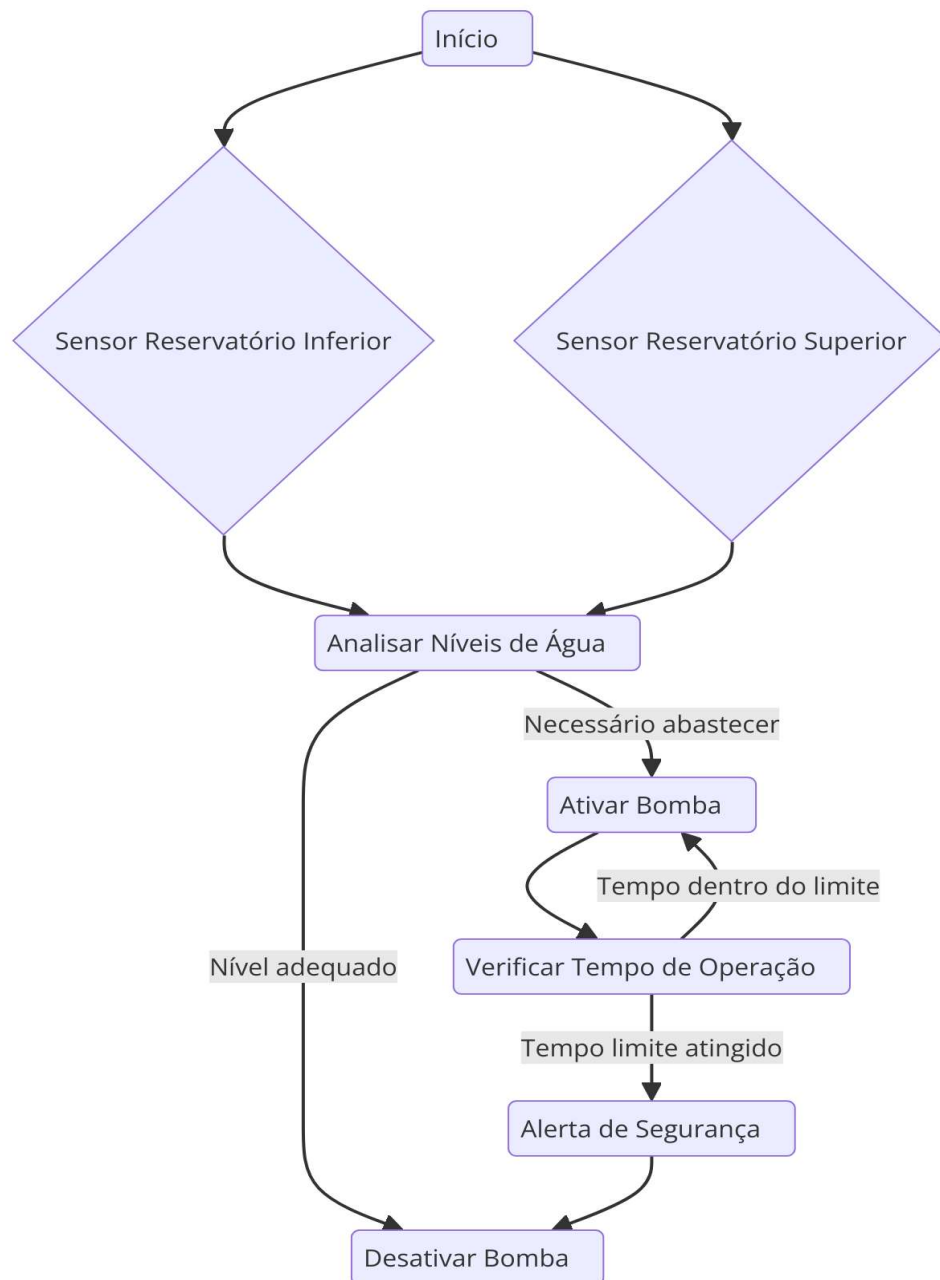
A automação do controle da bomba de água traz uma série de benefícios significativos, tanto em termos de eficiência quanto de praticidade. Em primeiro lugar, o sistema aumenta a eficiência hídrica, evitando o desperdício de água ao garantir que a bomba opere apenas quando necessário. Isso é especialmente importante em regiões onde a escassez de água é uma preocupação constante. Além disso, a automação reduz drasticamente a necessidade de intervenção humana, eliminando a dependência de operadores para ligar ou desligar a bomba manualmente. Isso não apenas economiza tempo e recursos, mas também minimiza erros humanos que podem levar a falhas no sistema. Outro ponto crucial é a proteção da bomba contra danos causados por operação contínua prolongada, que pode resultar em superaquecimento e desgaste prematuro. Com o sistema de interrupção automática, a bomba é preservada, garantindo maior durabilidade e redução de custos com reparos. Por fim, a gestão inteligente do uso da água proporcionada pelo sistema contribui para um consumo mais sustentável, alinhando-se às necessidades atuais de preservação dos recursos naturais.

### **Originalidade**

Apesar de existirem sistemas comerciais de automação de bombas de água disponíveis no mercado, a maioria deles é caracterizada por custos elevados e complexidade de instalação, o que os torna pouco acessíveis para pequenos produtores, residências ou projetos com orçamentos limitados. Este projeto se destaca por propor uma solução econômica e acessível, utilizando componentes de baixo custo e um microcontrolador simples, mas eficiente. A escolha de materiais acessíveis não compromete a qualidade ou a funcionalidade do sistema, que é capaz de desempenhar as mesmas funções de sistemas comerciais, porém com um investimento significativamente menor. Além disso, o uso de um microcontrolador permite a personalização do sistema, possibilitando adaptações para diferentes cenários e necessidades específicas. Essa abordagem inovadora democratiza o acesso à automação de bombas de água, tornando-a viável para um público mais amplo e contribuindo para a popularização de soluções tecnológicas sustentáveis e inteligentes.

## 2. Especificação do Hardware

### Diagrama em Bloco



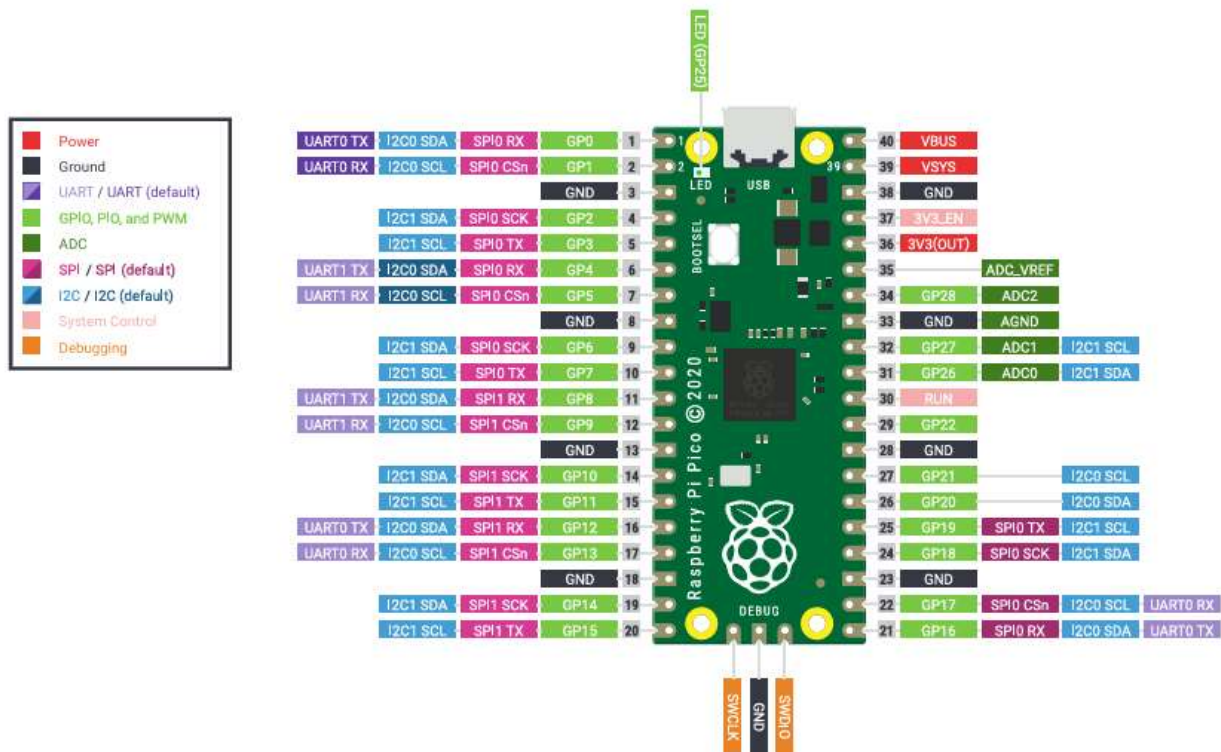
### Componentes Utilizados

- **Microcontrolador:** Raspberry Pi Pico
- **Display:** OLED SSD1306 para visualização dos estados do sistema
- **Sensores:** Sensor de Nível de Água: **DFRobot Gravity** (capacitivo)
- **Atuador:** Relé para controle da bomba de água

### Configuração e Pinagem

- **GPIO 4:** Controle da bomba por intermédio de transistor e relé
- **GPIO 14 e 15:** Interface I2C para comunicação com o display
- **GPIO 26 e 27:** Entrada para sensores de nível e umidade
- **GPIO 5 e 6:** Entrada para botões de controle manual

### Circuito do hardware



## 2. Especificações de firmware

### Blocos Funcionais

#### 1. INCLUSÃO DE BIBLIOTECAS E DEFINIÇÕES

Bibliotecas Incluídas: O código inclui várias bibliotecas padrão e específicas do hardware, como `stdio.h`, `string.h`, `pico/stdlib.h`, `hardware/adc.h`, `hardware/pwm.h`, e bibliotecas personalizadas para o display OLED (`ssd1306.h` e `font.h`).

Definições de Constantes: Define constantes como pinos de I2C, endereço do display, e pinos de controle da bomba.

#### 2. ENUMERAÇÃO DE ESTADOS

Estados do Sistema: A enumeração Estados define os diferentes estados que o sistema pode estar, como `ESTADO_INICIAL`, `ESTADO_BOMBA_LIGADA`, `ESTADO_VOLUME_BAIXO`, `ESTADO_ERRO`, e `ESTADO_PAUSA`.

#### 3. ESTRUTURA DE CONFIGURAÇÃO DE PINAGEM

ConfigPinos: Uma estrutura que define os pinos utilizados para os sensores, LEDs, e botões.

#### 4. VARIÁVEIS GLOBAIS

Variáveis de Estado e Tempo: Variáveis como `estado`, `last_time`, `last_time2`, e `ledON` são usadas para controlar o estado do sistema e o tempo entre eventos.

Estrutura do Display: `ssd1306_t ssd` é uma estrutura que armazena as configurações do display OLED.

#### 5. DECLARAÇÃO DE FUNÇÕES

Funções de configuração: `setup_Sensor_de_nivel`, `setup_leds`, `setup`, `setup_button`, `setup_i2c`, `setup_bomba`.  
Funções de Operação: `read_Sensores_de_nivel`, `button_callback`, `RGB`, `ligar_bomba`, `desligar_bomba`.  
Funções de Callback: `Emergencia`, `blink_led`.

## 6. FUNÇÃO PRINCIPAL (MAIN)

Inicialização: Chama as funções de configuração (`setup`, `setup_i2c`).  
Leitura de Sensores: Lê os valores dos sensores de nível (`read_Sensores_de_nivel`).  
Atualização do Display: Atualiza o display OLED com os valores lidos dos sensores.  
Máquina de Estados: Usa um switch para controlar o comportamento do sistema com base no estado atual.  
Loop Principal: O sistema entra em um loop infinito onde continuamente lê os sensores, atualiza o display, e gerencia o estado da bomba e dos LEDs.

## 7. FUNÇÕES DE CONFIGURAÇÃO

`setup_Sensor_de_nivel`: Configura os pinos ADC para leitura dos sensores de nível.  
`setup_leds`: Configura os pinos dos LEDs como saída.  
`setup_button`: Configura os pinos dos botões como entrada com pull-up.  
`setup_i2c`: Configura o barramento I2C para comunicação com o display OLED.  
`setup_bomba`: Configura o pino da bomba como saída.

## 8. FUNÇÕES DE OPERAÇÃO

`read_Sensores_de_nivel`: Lê os valores dos sensores de nível e armazena em variáveis.  
`button_callback`: Função de callback para tratar eventos de botões, alterando o estado do sistema.  
`RGB`: Controla o estado dos LEDs RGB.  
`ligar_bomba` e `desligar_bomba`: Ligam e desligam a bomba, respectivamente.

## 9. FUNÇÕES DE CALLBACK

`Emergencia`: Callback para tratar o caso de emergência, desligando a bomba e mudando o estado para `ESTADO_ERRO`.  
`blink_led`: Callback para piscar o LED em intervalos regulares.

## 10. GERENCIAMENTO DE ALARMES

`add_alarm_in_ms`: Adiciona alarmes para eventos como piscar o LED e tratar emergências.  
`cancel_alarm`: Cancela alarmes quando necessário.

## 11. ATUALIZAÇÃO DO DISPLAY OLED

`ssd1306_fill`, `ssd1306_draw_string`, `ssd1306_send_data`: Funções para manipular o display OLED, preenchendo a tela, desenhando strings, e enviando dados para o display.

## 12. CONTROLE DE TEMPO

`sleep_ms`: Introduce um pequeno atraso para evitar alto consumo da CPU.

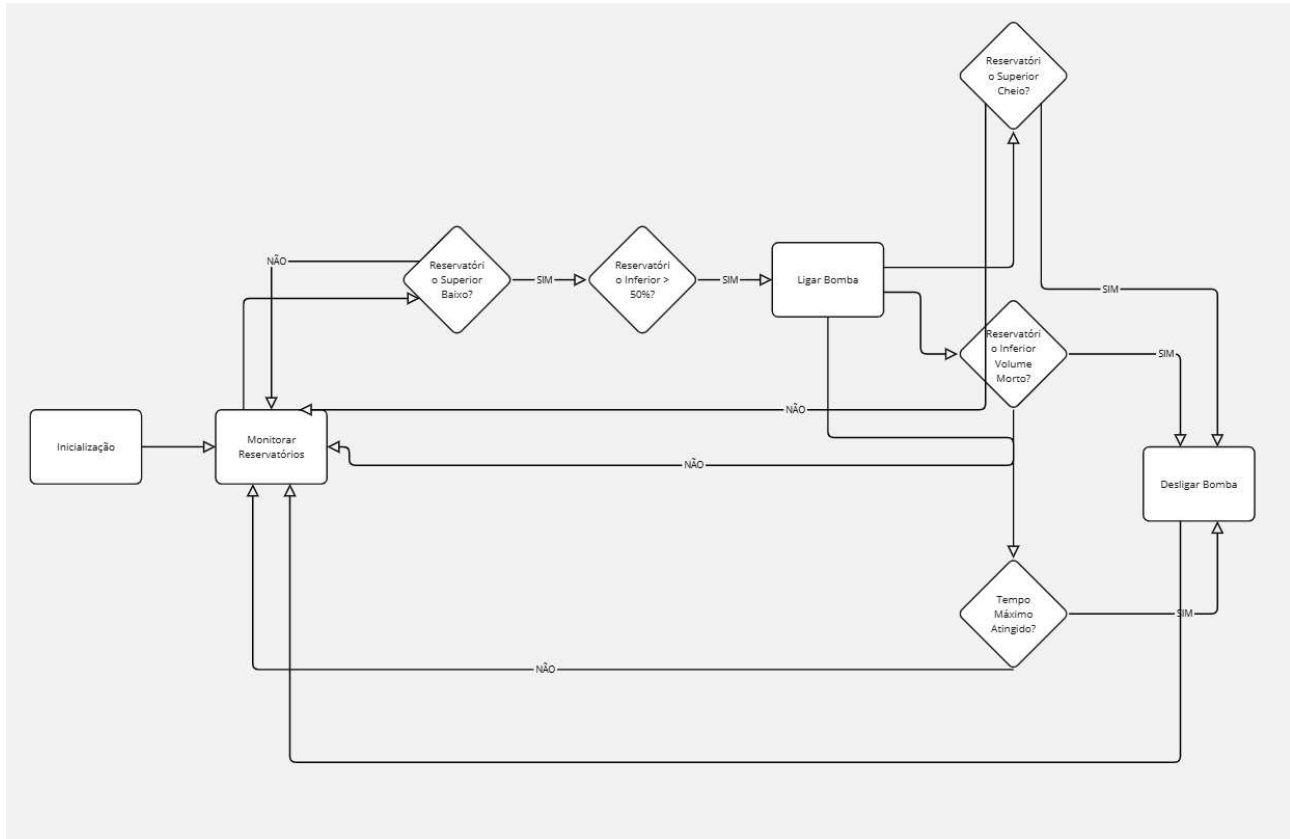
## Funcionalidades

- Leitura dos sensores e acionamento da bomba conforme necessidade.
- Temporização de segurança para evitar superaquecimento.
- Led RGB e interface visual OLED para exibir status do sistema.

## Definição das Variáveis Principais

- **TEMP\_MAX:** Tempo máximo de operação segura da bomba.
- **estado:** Variável de estado do sistema.
- **VRX\_value e VRY\_value:** Leituras dos sensores de nível de água.

## Fluxograma



## 4. Execução do Projeto

### Metodologia

- Pesquisa de sensores adequados.
- Desenvolvimento e teste do código em C.
- Implementação na BitDogLab para simulação.
- Testes de segurança com interrupção automática da bomba.

### Testes de Validação

Os testes de acionamento foram realizados com sucesso na placa BitDogLab, utilizando potenciômetros conectados às portas GPIO 26 e 27 para simular os sinais analógicos provenientes dos sensores de nível. Durante os experimentos, os potenciômetros funcionaram como dispositivos de entrada variável, permitindo a geração de sinais que imitam as condições reais de operação dos sensores. Essa abordagem foi essencial para validar o funcionamento do sistema e garantir que a leitura e interpretação dos sinais analógicos estavam sendo processadas corretamente. Os resultados obtidos demonstraram que a placa e o circuito projetado respondem de maneira eficiente às variações de tensão, confirmando a confiabilidade do sistema para aplicações práticas. Além disso, os testes permitiram identificar possíveis ajustes e melhorias, contribuindo para o aprimoramento do projeto como um todo.

## Discussão dos Resultados

Os testes realizados demonstraram que o sistema desenvolvido é altamente eficiente e seguro na automação da bomba de água, operando de forma estável e confiável em diferentes cenários. As interrupções programadas funcionam com precisão, ativando-se imediatamente em situações críticas, como o superaquecimento, garantindo a proteção do equipamento e prolongando sua vida útil. Além disso, o sistema foi projetado para ser intuitivo e de fácil manutenção, permitindo ajustes rápidos e minimizando o tempo de inatividade.

A integração de sensores de alta sensibilidade e algoritmos inteligentes assegura um monitoramento contínuo e preciso, evitando falhas e otimizando o consumo de energia. Em resumo, a solução proposta não apenas atende, mas supera as expectativas iniciais, oferecendo um desempenho robusto e confiável para aplicações residenciais, industriais e agrícolas.

## Links

Github: <https://github.com/diegomksp/TarefaU7.git>

Youtube: [https://youtu.be/Z\\_Qrz1X-nVg?si=f7cA552JnYbuUP7W](https://youtu.be/Z_Qrz1X-nVg?si=f7cA552JnYbuUP7W)

## 5. Referências

RASPBERRY PI LTD. Raspberry Pi Pico C/C++ SDK. 2024. Disponível em: [Raspberry Pi Pico W Datasheet: An RP2040-based microcontroller board with wireless](#). Acesso em: 23 fev. 2025.

RASPBERRY PI LTD. RP2040 Datasheet. 2024. Disponível em: <https://datasheets.raspberrypi.com/rp2040/rp2040-datasheet.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2025.

BitDogLab. Manual BitDogLab, Disponível em: [<BitDogLab/doc/bitdoglab-datasheet.pdf at main · BitDogLab/BitDogLab>](#) . Acesso em: 23 fev. 2025.