

Manual Técnico do ReefBlueSky KH Monitor

Versão: 1.0 **Autor:** Manus AI **Data:** Novembro de 2025

1. Introdução

O **ReefBlueSky KH Monitor** é um projeto de código aberto e de baixo custo para monitoramento automatizado da alcalinidade (KH) em aquários marinhos. Utilizando o método de saturação de CO₂ atmosférico, o sistema oferece uma alternativa acessível aos analisadores comerciais, garantindo a estabilidade do KH, um parâmetro vital para o crescimento e saúde dos corais.

2. Arquitetura de Hardware e Lista de Materiais

O sistema é baseado no microcontrolador ESP32 e um conjunto de bombas peristálticas para gerenciar o fluxo de água entre as câmaras de análise.

2.1. Lista de Materiais (BOM)

Item	Componente	Quantidade	Preço Unitário Estimado (R\$)	Preço Total Estimado (R\$)	Fornecedor Sugerido (Exemplo)
1	Microcontrolador ESP32 DevKit V1	1	45,00	45,00	Mercado Livre / Saravati
2	Sensor de pH BNC + Módulo PH-4502C	1	150,00	150,00	Usina Info / Saravati
3	Sensor de Temperatura DS18B20 (à prova d' água)	1	15,00	15,00	Eletrogate / Saravati
4	Sensor Óptico de Nível (Digital)	3	10,00	30,00	AliExpress / Mercado Livre
5	Bomba Peristáltica 12V (10 rpm, Reversível)	3	120,00	360,00	AliExpress (Kamoer)
6	Bomba Peristáltica 12V (Unidirecional)	1	80,00	80,00	AliExpress (Kamoer)
7	Driver TB6612FNG (Módulo de Ponte H Dupla)	2	25,00	50,00	Eletrogate / Saravati
8	Driver ULN2003 (Módulo)	1	5,00	5,00	Mercado Livre / AliExpress
9	Fonte de Alimentação 12V DC (Mínimo 2A)	1	30,00	30,00	Mercado Livre
10	Câmaras Acrílicas/Plásticas	3	20,00	60,00	Fabricação Própria /

Item	Componente	Quantidade	Preço Unitário Estimado (R\$)	Preço Total Estimado (R\$)	Fornecedor Sugerido (Exemplo)
	(50ml, 50ml, 200ml)				AliExpress
11	Mangueiras de Silicone/Tygon (3mm ID)	5m	5,00/m	25,00	Lojas de Aquarismo / Laboratório
12	Conectores, Fios, Placa de Circuito (PCB/Protoboard)	1	50,00	50,00	Diversos
TOTAL ESTIMADO				R\$ 900,00	

2.2. Arquitetura Hidráulica

O sistema utiliza três câmaras:

- **Câmara A (50 ml):** Amostra temporária do aquário.
- **Câmara B (50 ml):** Câmara de análise (onde a sonda de pH está instalada).
- **Câmara C (200 ml):** Solução de referência de KH conhecido.

Quatro bombas peristálticas controlam o fluxo:

- **Bomba 1:** Aquário ↔ Câmara A (Reversível)
- **Bomba 2:** Câmara A ↔ Câmara B (Reversível)
- **Bomba 3:** Câmara B ↔ Câmara C (Reversível)
- **Bomba 4:** Buffer KH (Unidirecional, opcional para dosagem ou limpeza)

2.3. Esquema de Conexões (Mapeamento de GPIO)

Componente	Pino(s) GPIO Sugerido(s)	Tipo
Sensor de pH (PH-4502C)	ADC1_CH0 (GPIO36)	Entrada Analógica
Sensor de Temperatura (DS18B20)	GPIO4	Digital (OneWire)
Sensor de Nível A	GPIO16	Entrada Digital
Sensor de Nível B	GPIO17	Entrada Digital
Sensor de Nível C	GPIO5	Entrada Digital
Bomba 1 (Aquário ↔ A)	IN1: GPIO18, IN2: GPIO19, PWM: GPIO23	Saída Digital/PWM
Bomba 2 (A ↔ B)	IN1: GPIO25, IN2: GPIO26, PWM: GPIO27	Saída Digital/PWM
Bomba 3 (B ↔ C)	IN1: GPIO32, IN2: GPIO33, PWM: GPIO14	Saída Digital/PWM
Bomba 4 (Buffer KH)	GPIO12	Saída Digital

Importante: O GND da fonte de 12V (para as bombas) deve ser conectado ao GND do ESP32.

3. Montagem e Instalação

- 1. Montagem Hidráulica:** Conecte as mangueiras entre as câmaras e as bombas conforme o diagrama hidráulico (Bomba 1: Aquário ↔ A, Bomba 2: A ↔ B, Bomba 3: B ↔ C). Instale os sensores de nível no ponto de nível máximo de cada câmara.
- 2. Montagem Eletrônica:** Conecte os drivers TB6612FNG e ULN2003 ao ESP32 e à fonte de 12V. Siga o mapeamento de GPIO para as conexões de controle. Conecte o sensor de pH na Câmara B e o DS18B20 em um local que monitore a temperatura da água do aquário ou da amostra.
- 3. Configuração do Código:**

- Abra o arquivo `ReefBlueSky_KH_Monitor.ino` na IDE do Arduino.
- Substitua `SEU_WIFI_SSID` e `SUA_SENHA_WIFI` pelas suas credenciais de Wi-Fi.
- Substitua `SEU_BROKER_MQTT_IP` pelo endereço do seu servidor MQTT.
- Instale as bibliotecas necessárias: `PubSubClient` , `OneWire` , `DallasTemperature` .
- Carregue o código para o ESP32.

4. Operação do Sistema

4.1. Calibração Inicial das Bombas

A calibração das bombas é essencial para garantir que o volume de água movido seja preciso. O sistema executa esta calibração automaticamente na inicialização (Estado `CALIBRATING_PUMPS`).

- **Processo:** O código mede o tempo que cada bomba leva para encher uma câmara de volume conhecido (50 ml) até o sensor de nível.
- **Resultado:** A vazão (ml/min) de cada bomba é calculada e armazenada para uso nos ciclos de medição.

4.2. Ciclo de Medição de KH (5 Fases)

O ciclo é executado automaticamente a cada 6 horas (configurável) ou por comando MQTT.

Fase	Ação	Objetivo
1. Descarte	Esvaziar Câmaras A e B.	Eliminar a amostra anterior.
2. Calibração da Referência	Encher B com a solução de referência ©, aguardar saturação de CO ₂ , medir e registrar o pH_ref .	Obter o ponto de referência estável.
3. Coleta de Amostra	Encher A com água do aquário, mover a amostra de A para B.	Obter a amostra de água do aquário.
4. Saturação e Medição	Aguardar saturação de CO ₂ na amostra (B), medir e registrar o pH_amostra . Calcular o KH.	Obter o valor de KH.
5. Manutenção	Descartar a amostra de B e reabastecer B com água do aquário.	Manter a sonda de pH úmida.

5. Manutenção e Solução de Problemas

5.1. Cuidados com a Sonda de pH

- Nunca Deixar Secar:** A sonda de pH deve estar sempre imersa em água ou em uma solução de armazenamento. A Fase 5 garante que a sonda em B permaneça úmida.
- Limpeza:** Limpe a sonda periodicamente (a cada 1-2 meses) com uma solução de limpeza de eletrodos para remover incrustações biológicas.
- Calibração:** Calibre a sonda de pH com soluções tampão de pH 7.0 e pH 4.0 (ou 10.0) a cada 7 dias ou sempre que a precisão for questionável.

5.2. Solução de Problemas Comuns

Problema	Causa Provável	Solução
Bomba não funciona	Falha na conexão 12V, driver TB6612FNG/ULN2003, ou mapeamento de GPIO incorreto.	Verifique a alimentação de 12V e as conexões de controle (IN1, IN2, PWM) no ESP32.
Erro de Calibração de Bomba	Sensor de nível sujo ou com falha, ou tempo limite excedido.	Limpe o sensor de nível. Aumente o tempo limite na função <code>runUntilLevel</code> se a bomba for muito lenta.
Leitura de pH instável	Sonda de pH suja, envelhecida, ou falta de isolamento galvânico.	Limpe ou substitua a sonda. Considere um módulo de pH com isolamento galvânico (melhoria futura).
KH Incorreto	Calibração de pH incorreta, ou KH da solução de referência © errado.	Refaça a calibração de pH. Verifique o KH da solução de referência (deve ser conhecido e estável).

6. Sugestões de Melhoria (Próxima Versão)

- Upgrade do Sensor de pH:** Substituir o PH-4502C por um módulo de pH de grau laboratorial (ex: Atlas Scientific EZO-pH) para maior precisão e estabilidade.
- Interface Web:** Implementar uma interface web para configuração e visualização de dados, eliminando a dependência de um broker MQTT externo para o usuário básico.
- Armazenamento Persistente:** Utilizar o `Preferences` do ESP32 para salvar os parâmetros de calibração de vazão e pH, garantindo que não sejam perdidos ao desligar o sistema.

Fim do Manual Técnico.