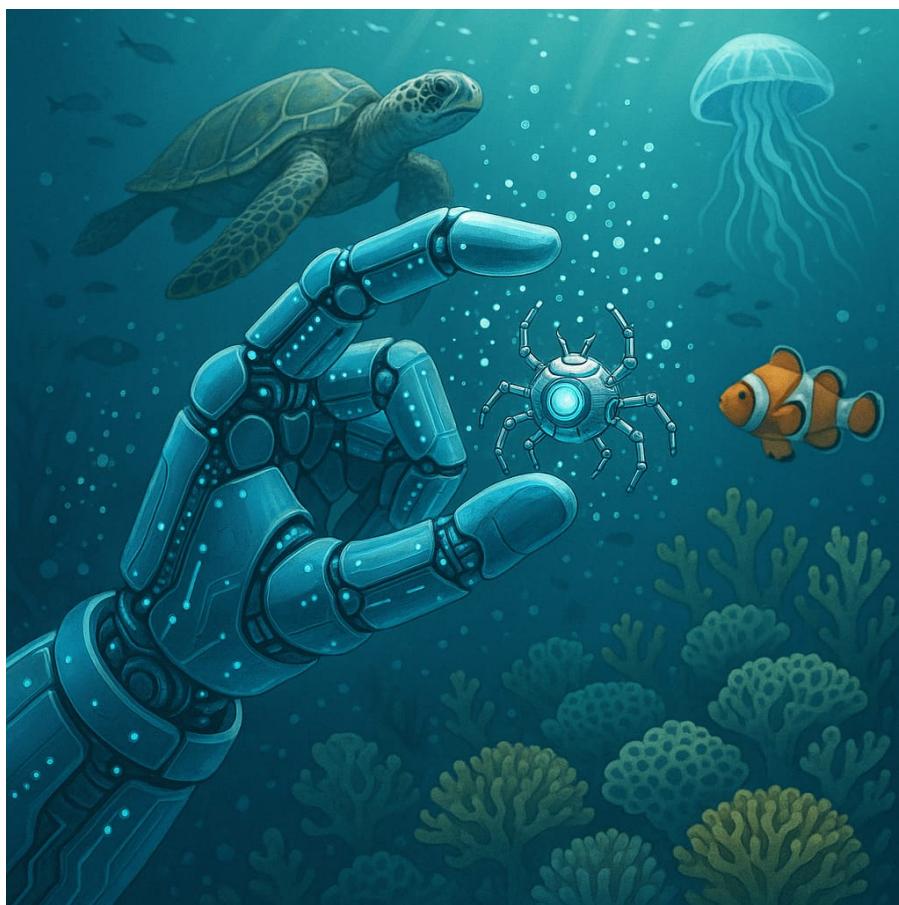


# Grupo de Pesquisa

## Análise de Água Marinha com Arduino

Utilizando Sensores HC-SR04, TCRT5000 e TDS Meter V1.0 para Detecção de Poluentes

**Jefferson Bezerra dos Santos**



### Resumo

Esta apostila foi desenvolvida para ensinar de forma clara e prática como utilizar os sensores HC-SR04, TCRT5000 e TDS Meter V1.0 com Arduino para análise de qualidade da água marinha. Você aprenderá desde os princípios básicos de funcionamento até a programação avançada, com exemplos práticos para detecção de poluentes como óleos. O conteúdo é apresentado de forma didática, com ilustrações, diagramas e códigos comentados para facilitar o aprendizado.

## Conteúdo

### 1 Introdução

3

1.1	Objetivo da Apostila . . . . .	3
1.2	Metodologia de Ensino . . . . .	3
1.3	Aplicações Práticas . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>4</b>
2.1	Por que Analisar Água Marinha? . . . . .	4
2.2	Princípios de Detecção de Poluentes . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Sensor Ultrassônico HC-SR04</b>	<b>5</b>
3.1	Introdução ao Sensor . . . . .	5
3.2	Princípio de Funcionamento . . . . .	5
3.3	Montagem Prática . . . . .	5
3.3.1	Materiais Necessários . . . . .	5
3.3.2	Diagrama de Conexão . . . . .	5
3.4	Programação Básica . . . . .	6
3.5	Aplicação em Análise de Água . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Sensor TCRT5000</b>	<b>7</b>
4.1	O que é e Como Funciona? . . . . .	7
4.2	Montagem Prática . . . . .	8
4.2.1	Materiais Necessários . . . . .	8
4.2.2	Diagrama de Conexão . . . . .	8
4.3	Programação Básica . . . . .	8
4.4	Testando e Interpretando os Dados . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Sensor TDS Meter V1.0</b>	<b>9</b>
5.1	Entendendo o Sensor TDS . . . . .	9
5.2	Montagem do Circuito . . . . .	9
5.2.1	Lista de Materiais . . . . .	9
5.2.2	Diagrama de Conexões . . . . .	10
5.3	Programação Avançada . . . . .	10
<b>6</b>	<b>Integrando os Sensores</b>	<b>11</b>
6.1	Por que Usar Ambos os Sensores? . . . . .	11
6.2	Diagrama do Sistema Completo . . . . .	11
6.3	Programação Integrada . . . . .	11
<b>7</b>	<b>Experimentos Práticos</b>	<b>12</b>
7.1	Teste Comparativo: Água Normal vs Água Salgada . . . . .	12
7.1.1	Objetivo . . . . .	12
7.1.2	Materiais Necessários . . . . .	12
7.1.3	Procedimento . . . . .	12
7.1.4	Análise dos Resultados . . . . .	13
7.2	Teste com Água Limpa . . . . .	13
<b>8</b>	<b>Conclusão</b>	<b>13</b>
8.1	Próximos Passos . . . . .	13
8.2	Referências Complementares . . . . .	13

# 1 Introdução

## 1.1 Objetivo da Apostila

Esta apostila tem como objetivo ensinar de forma prática como construir um sistema completo de análise de água marinha utilizando Arduino e três sensores complementares:

- **Sensor Ultrassônico HC-SR04:** Para medição de níveis e detecção de alterações físicas na superfície da água
- **Sensor Óptico TCRT5000:** Para análise de reflectância e detecção de contaminantes superficiais como óleos
- **Sensor TDS Meter V1.0:** Para medição de sólidos dissolvidos totais e alterações na composição química

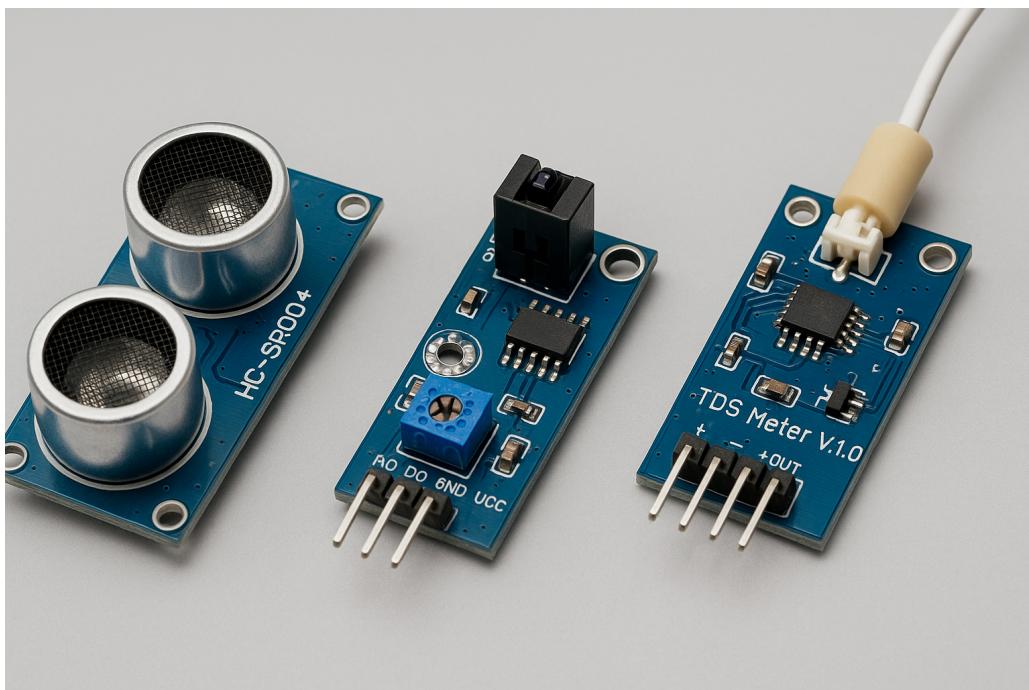
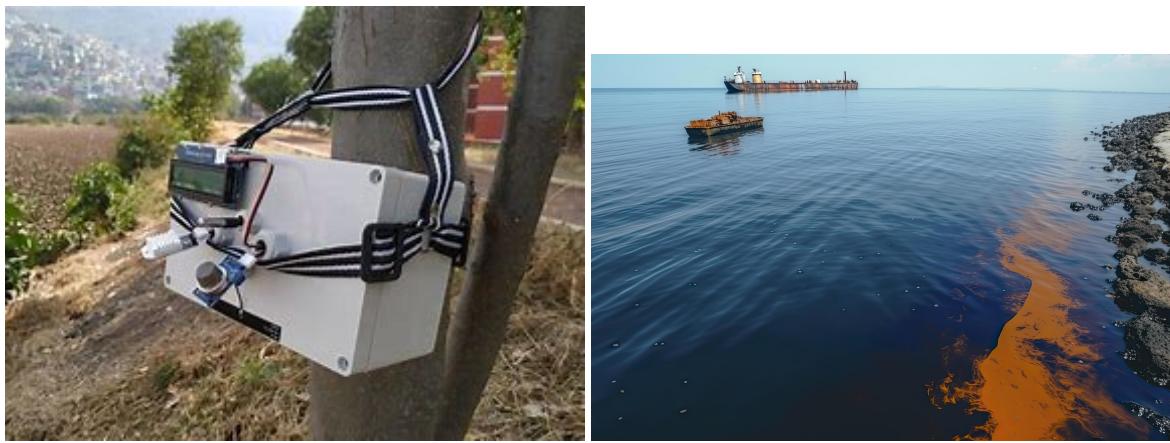


Figura 1: Os três sensores utilizados no sistema de análise

## 1.2 Metodologia de Ensino

A apostila foi organizada para proporcionar uma aprendizagem progressiva:

1. **Fundamentação teórica:** Compreensão dos princípios físicos de cada sensor
2. **Montagem prática:** Diagramas completos de conexão dos componentes
3. **Programação:** Códigos comentados do básico ao avançado
4. **Experimentação:** Protocolos para testes com diferentes amostras de água
5. **Análise integrada:** Como combinar os dados dos três sensores



(a) Monitoramento ambiental

(b) Detecção de vazamentos

Figura 2: Aplicações do sistema de análise de água

### 1.3 Aplicações Práticas

## 2 Fundamentação Teórica

### 2.1 Por que Analisar Água Marinha?

A qualidade da água marinha é essencial para:

- Preservação da vida aquática
- Segurança alimentar
- Monitoramento ambiental
- Detecção de poluição por navios e indústrias

### 2.2 Princípios de Detecção de Poluentes

Poluentes como óleos podem ser detectados através de:

Tabela 1: Métodos de detecção de poluentes

Tipo	Princípio	Sensor	Aplicação
Ultrassônico	Tempo de eco	HC-SR04	- Detecção de níveis - Identificação de camadas - Objetos flutuantes
Óptico	Reflectância	TCRT5000	- Detecção de óleos - Alterações superficiais - Turbidez
Condutividade	Sólidos dissolvidos	TDS Meter	- Contaminação iônica - Alterações químicas - Salinidade

- **Ultrassônico:** Ideal para detectar variações físicas na superfície e volume
- **Óptico:** Sensível a mudanças na composição superficial
- **Condutividade:** Detecta alterações na composição química

## 3 Sensor Ultrassônico HC-SR04

### 3.1 Introdução ao Sensor

O sensor HC-SR04 é um dispositivo ultrassônico que permite medir distâncias com precisão. Na análise de água, pode ser utilizado para:

- Medir níveis de água
- Detectar alterações na superfície
- Identificar presença de objetos flutuantes

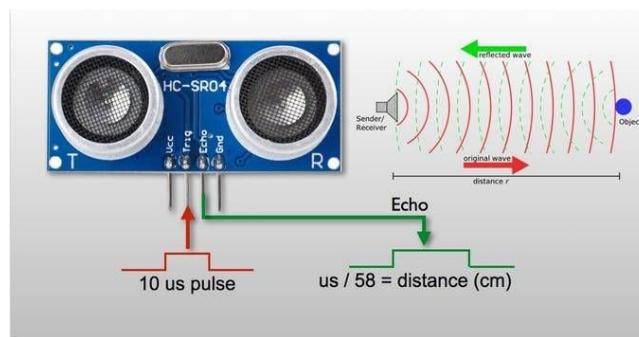


Figura 3: Sensor HC-SR04

### 3.2 Princípio de Funcionamento

O sensor funciona emitindo ondas ultrassônicas (40kHz) e medindo o tempo que leva para o eco retornar:

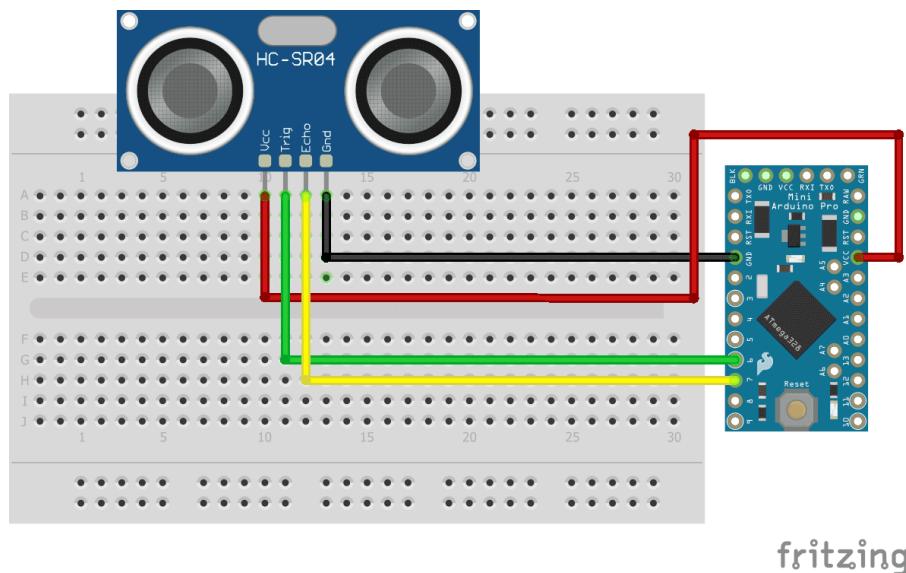
1. Emite um pulso ultrassônico
2. Espera o eco retornar
3. Calcula a distância baseado no tempo de retorno

### 3.3 Montagem Prática

#### 3.3.1 Materiais Necessários

- Sensor HC-SR04
- Arduino
- Protoboard
- Jumpers
- Resistores (opcional)

#### 3.3.2 Diagrama de Conexão



fritzing

Figura 4: Funcionamento do sensor ultrasônico

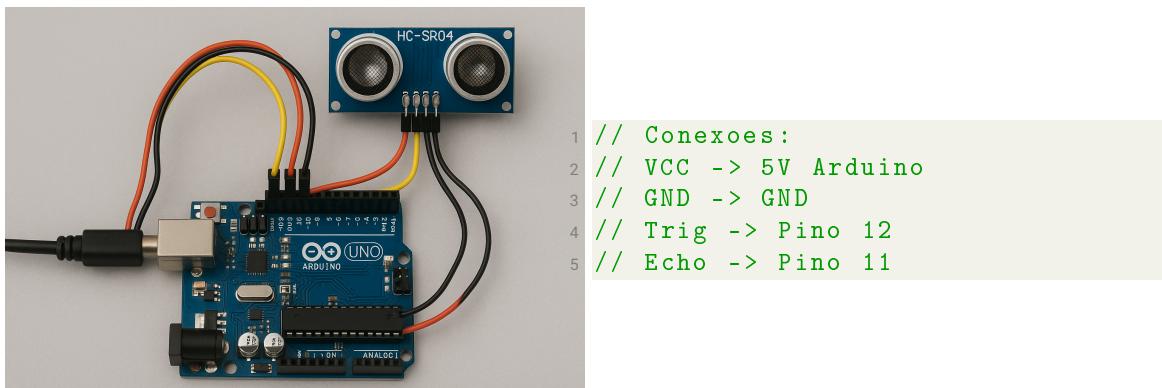


Figura 5: Conexão do HC-SR04 com Arduino

### 3.4 Programação Básica

```

1 const int trigPin = 12;
2 const int echoPin = 11;
3
4 void setup() {
5     Serial.begin(9600);
6     pinMode(trigPin, OUTPUT);
7     pinMode(echoPin, INPUT);
8 }
9
10 void loop() {
11     // Limpa o trigPin
12     digitalWrite(trigPin, LOW);
13     delayMicroseconds(2);
14
15     // Envia pulso de 10 microsegundos
16     digitalWrite(trigPin, HIGH);
17     delayMicroseconds(10);
18     digitalWrite(trigPin, LOW);
19
20     // Mede o tempo de retorno do eco
21     long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
22 }
```

```

23 // Calcula a distância (velocidade do som = 343 m/s)
24 float distance = duration * 0.0343 / 2;
25
26 Serial.print("Distância: ");
27 Serial.print(distance);
28 Serial.println(" cm");
29
30 delay(500);
31 }

```

Listing 1: Medição de distância com HC-SR04

### 3.5 Aplicação em Análise de Água

O sensor pode ser usado para:

Tabela 2: Aplicações do ultrassônico em análise de água

Função	Descrição
Nível da água	Medir altura da coluna de água
Detecção de óleo	Identificar camadas superficiais
Monitoramento	Verificar alterações ao longo do tempo

## 4 Sensor TCRT5000

### 4.1 O que é e Como Funciona?

O TCRT5000 é um sensor óptico que possui:

- Um LED infravermelho (emissor)
- Um fototransistor (receptor)

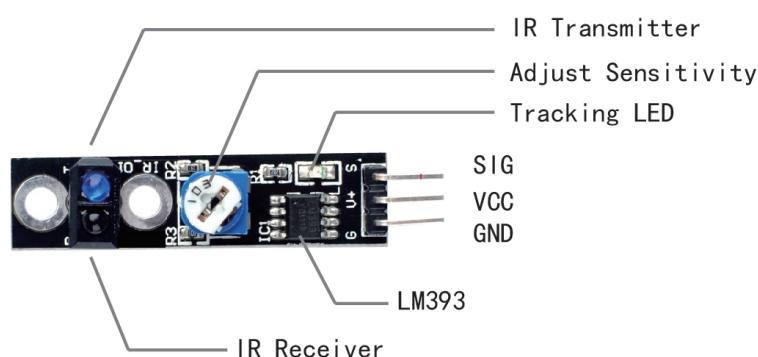


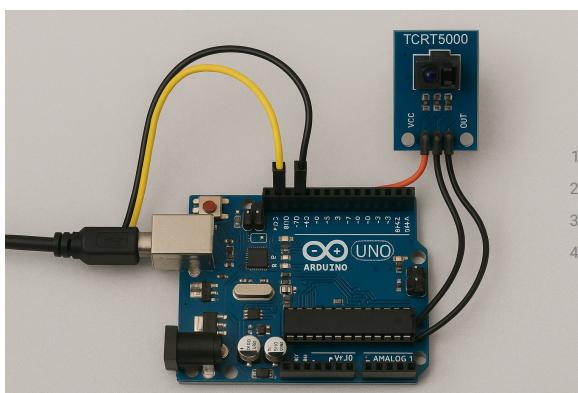
Figura 6: Funcionamento do TCRT5000

## 4.2 Montagem Prática

### 4.2.1 Materiais Necessários

- Sensor TCRT5000
- Resistor de 10k
- Protoboard
- Jumpers
- Arduino

### 4.2.2 Diagrama de Conexão



```
1 // Conexoes:  
2 // VCC -> 5V Arduino  
3 // GND -> GND  
4 // OUT -> A0
```

Figura 7: Diagrama e conexões do TCRT5000

## 4.3 Programação Básica

```
1 // Pino analogico conectado ao sensor  
2 const int sensorPin = A0;  
3  
4 void setup() {  
5     // Inicia comunicacao serial  
6     Serial.begin(9600);  
7     Serial.println("Iniciando leitura do TCRT5000");  
8 }  
9  
10 void loop() {  
11     // Le o valor do sensor  
12     int valor = analogRead(sensorPin);  
13  
14     // Mostra no monitor serial  
15     Serial.print("Valor lido: ");  
16     Serial.println(valor);  
17  
18     // Aguarda 0.5 segundos  
19     delay(500);  
20 }
```

Listing 2: Leitura simples do TCRT5000

## 4.4 Testando e Interpretando os Dados



Figura 8: Testando o sensor com diferentes amostras

## 5 Sensor TDS Meter V1.0

### 5.1 Entendendo o Sensor TDS

TDS significa **Total Dissolved Solids** (Sólidos Dissolvidos Totais). O sensor mede:

- Concentração de íons na água
- Relacionado à condutividade elétrica
- Unidade: ppm (partes por milhão)

### 5.2 Montagem do Circuito

#### 5.2.1 Lista de Materiais

- Módulo TDS Meter V1.0
- Sonda TDS
- Arduino
- Cabos USB

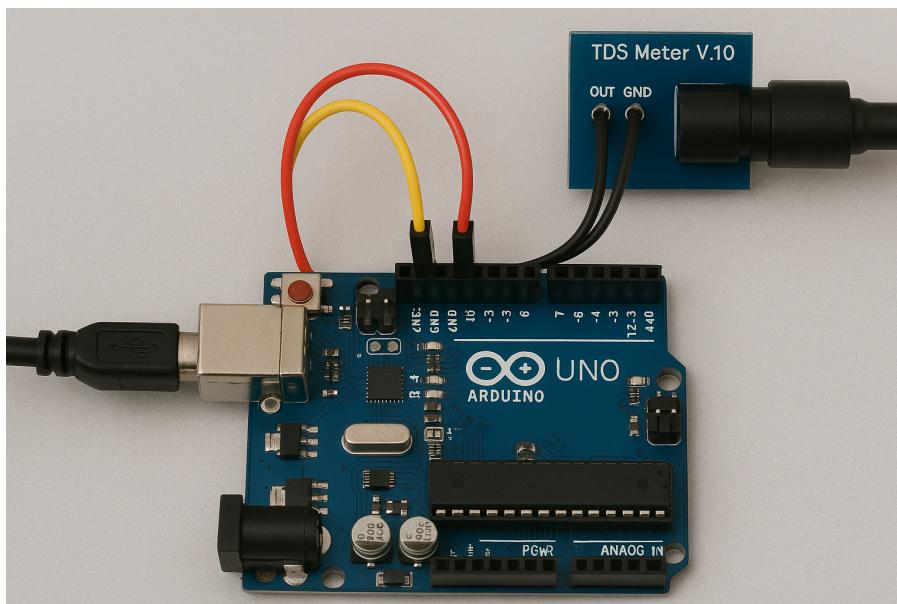


Figura 9: Conexão do TDS Meter com Arduino

### 5.2.2 Diagrama de Conexões

## 5.3 Programação Avançada

```

1 #include <EEPROM.h>
2
3 #define TdsSensorPin A1
4 #define VREF 5.0          // Tensão do Arduino
5 #define SCOUNT 30         // Número de amostras
6
7 // Buffer para armazenar leituras
8 int analogBuffer[SCOUNT];
9 int analogBufferIndex = 0;
10
11 void setup() {
12     Serial.begin(115200);
13     pinMode(TdsSensorPin, INPUT);
14 }
15
16 void loop() {
17     // Coleta amostras a cada 40ms
18     if(millis() % 40 == 0) {
19         analogBuffer[analogBufferIndex] = analogRead(TdsSensorPin);
20         analogBufferIndex = (analogBufferIndex + 1) % SCOUNT;
21     }
22
23     // Processa e exibe a cada 800ms
24     if(millis() % 800 == 0) {
25         float avgVoltage = calcularMedia(analogBuffer, SCOUNT) * VREF / 1024.0;
26         float tdsValue = (133.42*pow(avgVoltage,3) - 255.86*pow(avgVoltage,2) +
27                           857.39*avgVoltage)*0.5;
28
29         Serial.print("TDS Value: ");
30         Serial.print(tdsValue,0);
31         Serial.println(" ppm");
32     }
33 }
```

```

34 float calcularMedia(int* buffer, int size) {
35     // Implementacao da funcao de media
36     // ...
37 }

```

Listing 3: Programa completo para TDS Meter

## 6 Integrando os Sensores

### 6.1 Por que Usar Ambos os Sensores?

- **TCRT5000**: Detecta alterações superficiais (óleos)
- **TDS Meter**: Mede alterações na composição da água
- **Juntos**: Fornecem análise mais completa

### 6.2 Diagrama do Sistema Completo

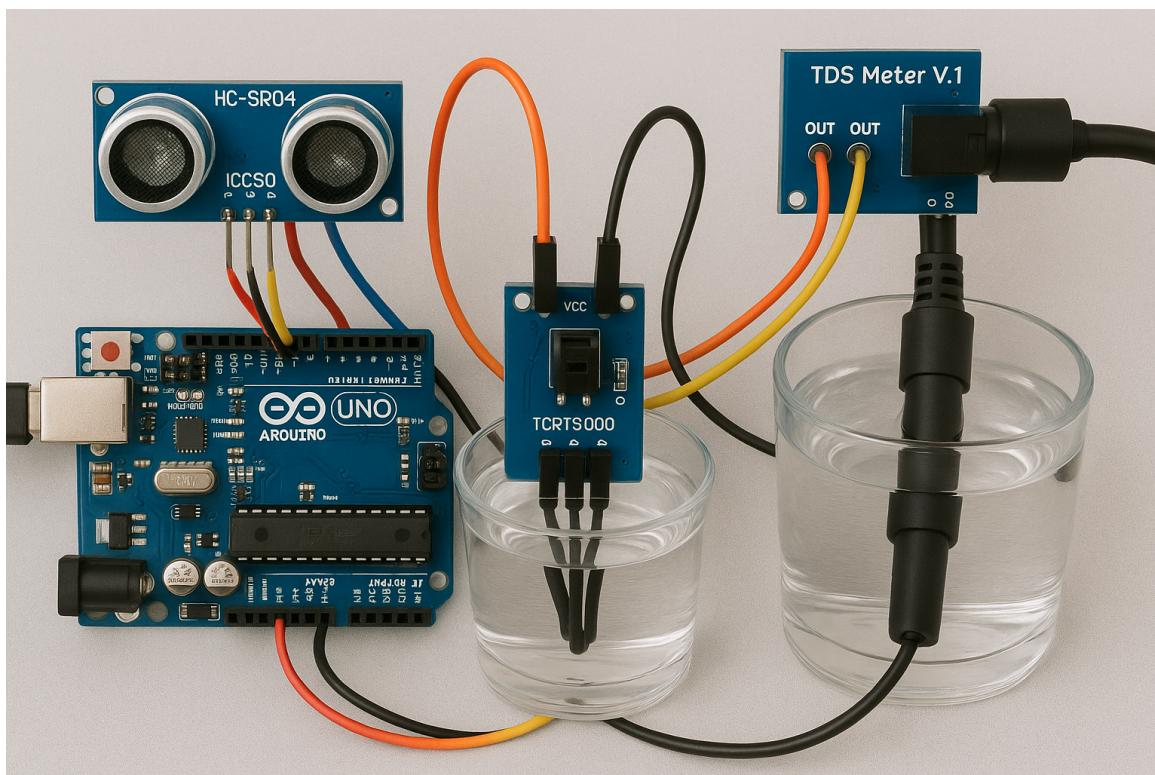


Figura 10: Sistema integrado de análise de água

### 6.3 Programação Integrada

```

1 // Definicoes dos pinos
2 #define TCRT_PIN A0
3 #define TDS_PIN A1
4
5 // Valores de referencia (ajustar)

```

```
6 #define REF_TCRT_AGUA_LIMPA 350
7 #define REF_TDS_AGUA_LIMPA 35000
8
9 void setup() {
10     Serial.begin(9600);
11 }
12
13 void loop() {
14     // Leitura TCRT5000
15     int tctrValor = analogRead(TCRT_PIN);
16
17     // Leitura TDS (simplificada)
18     int tdsValor = analogRead(TDS_PIN);
19     float tdsPPM = map(tdsValor, 0, 1023, 0, 50000);
20
21     // Analise combinada
22     if(tctrValor > REF_TCRT_AGUA_LIMPA * 1.3 &&
23         tdsPPM < REF_TDS_AGUA_LIMPA * 0.7) {
24         Serial.println("ALERTA: Possivel contaminacao por oleo!");
25     }
26
27     delay(1000);
28 }
```

Listing 4: Programa integrado

## 7 Experimentos Práticos

### 7.1 Teste Comparativo: Água Normal vs Água Salgada

#### 7.1.1 Objetivo

Este experimento tem como objetivo demonstrar como os sensores respondem diferentemente à água doce e à água salgada, criando uma base de comparação antes de testar com poluentes.

#### 7.1.2 Materiais Necessários

- 2 recipientes transparentes limpos
- Água destilada (200ml cada)
- Sal marinho (10g)
- Arduino com sensores montados
- Colher para mistura

#### 7.1.3 Procedimento

##### 1. Preparação das Amostras:

- Recipiente 1: 200ml de água destilada (controle)
- Recipiente 2: 200ml de água destilada + 10g de sal (misturar bem)

## 2. Teste com Sensor Ultrassônico:

```

1 gua    normal: 15.3 cm
2 gua    salgada: 15.1 cm

```

Listing 5: Leitura ultrassônica

## 3. Teste com TCRT5000 (Reflectância):

```

1 gua    normal: 285
2 gua    salgada: 292

```

Listing 6: Leitura óptica

## 4. Teste com TDS Meter:

```

1 gua    normal: 45 ppm
2 gua    salgada: 10,850 ppm

```

Listing 7: Leitura TDS

### 7.1.4 Análise dos Resultados

Tabela 3: Comparação entre água normal e salgada

Sensor	Água Normal	Água Salgada
Ultrassônico	Pouca diferença	Pequena variação
TCRT5000	Valores próximos	Leve aumento
TDS Meter	Baixa leitura	Alta leitura

## 7.2 Teste com Água Limpa

1. Coletar amostra de água marinha limpa
2. Medir valores basais dos sensores
3. Registrar os resultados

## 8 Conclusão

### 8.1 Próximos Passos

- Calibração fina dos sensores
- Desenvolvimento de interface gráfica
- Criação de sistema autônomo com bateria

### 8.2 Referências Complementares

- Documentação oficial do Arduino
- Datasheets dos sensores
- Manuais de qualidade da água