



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

TRABALHO FINAL

RELATÓRIO DA DISCIPLINA DE MICROCONTROLADORES
Prof. José Eduardo Baggio

Taiana Faleiro dos Santos

Santa Maria, RS, Brasil
Julho de 2025

RESUMO

Este projeto consiste na construção de um sistema automatizado com Arduino capaz de contar itens que são colocados em uma caixa. A contagem é feita por meio de um sensor ultrassônico que detecta a aproximação de um objeto. Um servo motor controla a abertura e fechamento da tampa da caixa, enquanto um display LCD exibe a quantidade atual de itens contados. O sistema foi implementado utilizando o ambiente Tinkercad para simulação de hardware e software.

1 INTRODUÇÃO

A comunicação serial é um método de transmissão de dados no qual as informações são enviadas um bit de cada vez, através de um único canal ou fio de comunicação. É amplamente utilizada em sistemas embarcados devido à sua simplicidade e eficiência, sendo ideal para conectar microcontroladores com sensores, módulos e computadores.

No Arduino, a comunicação serial é implementada via protocolo UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), permitindo que o microcontrolador envie e receba dados de forma assíncrona, sem a necessidade de um relógio externo. Essa comunicação é especialmente útil para monitorar variáveis em tempo real, realizar depuração e trocar informações com dispositivos externos, como módulos Bluetooth, Wi-Fi ou o próprio computador via cabo USB.

Os protocolos seriais I²C e SPI também estão entre os mais utilizados nas aplicações. Comparados a protocolos seriais mais complexos como CAN, ModBus, USB, PCIe, SATA, HDMI ou Ethernet, UART, I²C e SPI são mais simples, de menor custo de implementação e com menor exigência de hardware adicional. Por isso, são fortemente empregados para a conexão com sensores, memórias, relógios de tempo real (RTC), atuadores e diversos periféricos.

Neste contexto, propõe-se o desenvolvimento de um sistema embarcado com microcontrolador capaz de detectar e contar automaticamente a inserção de objetos em uma caixa. O projeto busca aplicar na prática o uso de periféricos digitais e comunicação serial, reforçando os conceitos estudados em sala de aula. Todo o processo foi documentado neste relatório, incluindo os objetivos, metodologia, código, resultados e considerações finais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste projeto, foram utilizados componentes eletrônicos compatíveis com o microcontrolador Arduino Uno, além de ferramentas de software para programação e simulação. Os principais materiais empregados foram: um microcontrolador Arduino Uno, responsável pelo controle central do sistema; um sensor ultrassônico HC-SR04, utilizado para detectar a presença de objetos próximos à caixa; um servo motor SG90, responsável por abrir e fechar a tampa da caixa; e um display LCD 16x2 com interface I²C, utilizado para exibir em tempo real a quantidade de itens inseridos.

O sistema foi simulado no ambiente Tinkercad, que permite a modelagem do circuito e a observação do comportamento dos componentes de forma interativa. A programação foi realizada na IDE Arduino, onde foi escrito o código utilizando as bibliotecas necessárias para o controle do servo motor e do display LCD via I²C. Fios de conexão foram utilizados virtualmente para simular as conexões entre os componentes, e um cabo USB foi considerado como meio de comunicação serial entre o Arduino e o computador.

A metodologia aplicada iniciou-se pela definição do problema, que consistia em desenvolver um sistema automatizado capaz de detectar e contar objetos inseridos em uma caixa. Em seguida, realizou-se a escolha dos periféricos, priorizando a utilização de, no mínimo, dois tipos distintos com protocolos de comunicação diferentes, como o I²C (LCD) e sinais digitais/PWM (sensor e servo motor). Após a escolha dos componentes, procedeu-se à montagem do circuito no simulador, conectando os pinos do sensor ultrassônico (Trig e Echo) aos pinos digitais 8 e 9 do Arduino, o servo motor ao pino PWM 6, e o display LCD aos pinos A4 (SDA) e A5 (SCL), correspondentes ao barramento I²C.

O código foi então desenvolvido para ler a distância do sensor, processar os dados, controlar o servo motor com base na presença de um objeto e atualizar o display com a contagem de itens. Durante os testes, a comunicação serial foi utilizada para enviar dados de distância ao computador, facilitando a calibração dos parâmetros e a depuração de erros.

Por fim, o sistema foi testado em diferentes condições para verificar sua confiabilidade e precisão. As leituras incorretas foram filtradas com limites mínimos e máximos de distância e timeout na leitura do sensor, garantindo maior estabilidade ao sistema.

3 RESULTADOS

3.1 CÓDIGO-FONTE

O código-fonte desse projeto tem como principal objetivo detectar a presença de um objeto próximo ao sensor ultrassônico, acionar a abertura de uma caixa por meio de um servo motor e atualizar um contador exibido em um display LCD via comunicação I²C.

O código foi inteiramente desenvolvido e compilado na plataforma Arduino, um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) de fácil utilização, voltado para programação de microcontroladores da família AVR, como o ATmega328P presente no Arduino Uno (Figura 1).

A IDE Arduino permite escrever o código em linguagem baseada em C/C++, compilar, carregar diretamente no microcontrolador e monitorar o funcionamento por meio do Monitor Serial. Durante o desenvolvimento, bibliotecas externas foram utilizadas para facilitar a integração com os periféricos, como o display LCD I²C (LiquidCrystal_I2C.h) e o servo motor (Servo.h). A compilação foi feita com sucesso, e o código foi carregado virtualmente no microcontrolador através da simulação no Tinkercad.

A estrutura do código é organizada da seguinte forma:

- Inicialização: são configuradas as bibliotecas necessárias, os pinos de conexão dos periféricos e a comunicação serial para depuração. O display é iniciado e a caixa começa fechada.
- Funções auxiliares: foram criadas duas funções: `abrirCaixa()` e `fecharCaixa()`, responsáveis por mover o servo motor para os ângulos correspondentes às posições de abertura (90°) e fechamento (0°).
- Loop principal: a cada iteração, o sensor ultrassônico emite um pulso e calcula a distância de um objeto. Se a distância for válida (entre 5 e 100 cm) e a caixa estiver fechada, o sistema aciona a abertura da tampa, incrementa o contador e atualiza o display. Se não houver objeto, a caixa é fechada automaticamente após alguns segundos.
- Depuração: a comunicação serial (UART) foi usada para imprimir no monitor serial os valores de distância lidos, facilitando o ajuste dos limites e a verificação do comportamento do sistema.

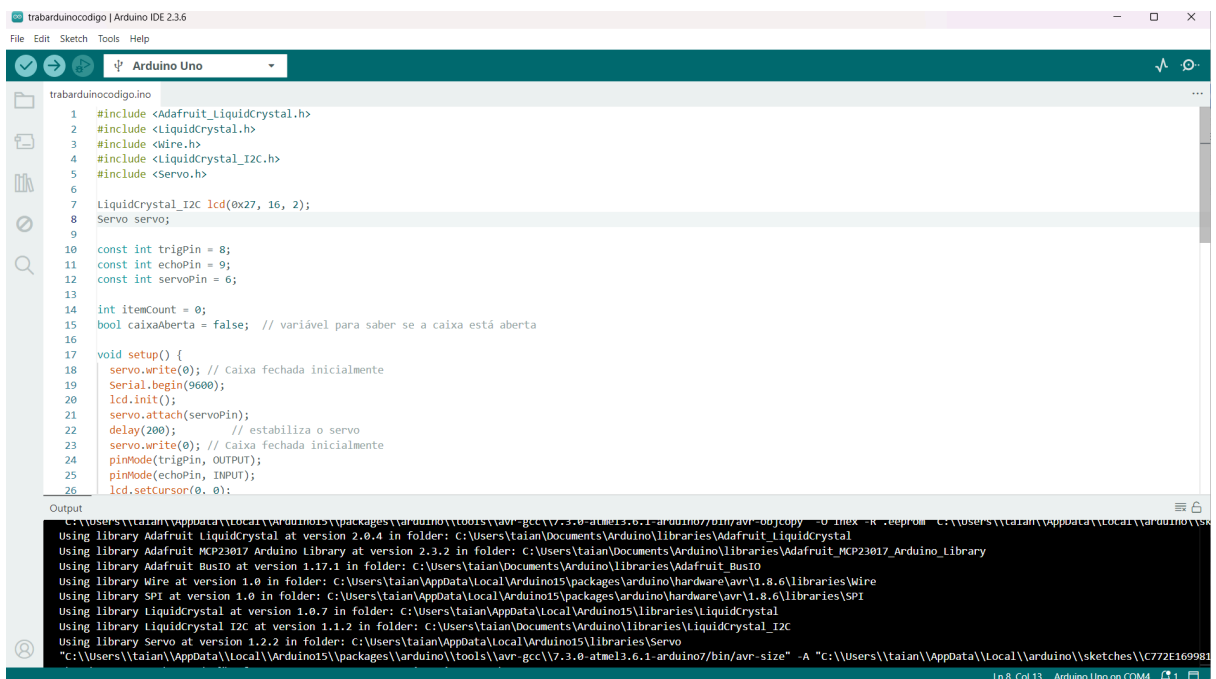


Figura 1 – Código desenvolvido e compilado na plataforma Arduino

Código da simulação feito na plataforma Arduino:

```
#include <Adafruit_LiquidCrystal.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Servo.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
Servo servo;
```

```

const int trigPin = 8;
const int echoPin = 9;
const int servoPin = 6;

int itemCount = 0;
bool caixaAberta = false; // variável para saber se a caixa está aberta

void setup() {
    servo.write(0); // Caixa fechada inicialmente
    Serial.begin(9600);
    lcd.init();
    servo.attach(servoPin);
    delay(200); // estabiliza o servo
    servo.write(0); // Caixa fechada inicialmente
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Itens: 0");
}

void abrirCaixa() {
    servo.write(90); // abrir
    delay(500);
}

void fecharCaixa() {
    servo.write(0); // fechar
    delay(500);
}

void loop() {
    long duration;
    int distance;
    digitalWrite(trigPin, LOW); delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH); delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    duration = pulseIn(echoPin, HIGH, 30000); // 30 milissegundos (timeout)
    distance = duration * 0.034 / 2;

    if (distance > 5 && distance < 100) {
        // Se detectar objeto e a caixa estiver fechada, abre
        if (!caixaAberta) {
            abrirCaixa();
            caixaAberta = true;
            itemCount++;
            lcd.setCursor(0, 0);
        }
    }
}

```

```

        lcd.print("Itens: ");
        lcd.print(itemCount);
        Serial.print("Distancia: ");
        Serial.println(distance);
    }
} else {
    // Se não detectar objeto e a caixa estiver aberta, fecha
    if (caixaAberta) {
        delay(1000);
        fecharCaixa();
        caixaAberta = false;
    }
}

delay(100);
}

```

3.2 SIMULAÇÃO

A simulação do projeto foi realizada utilizando o software Tinkercad, uma ferramenta voltada para o desenvolvimento e teste de circuitos eletrônicos. Essa simulação permitiu montar virtualmente todo o sistema, testar o comportamento dos sensores, do servo motor e do display LCD, além de validar o funcionamento lógico do código sem a necessidade de montagem física (Figura 2). Esse ambiente foi fundamental para ajustar distâncias, tempos de resposta e garantir a confiabilidade do projeto antes da implementação prática.

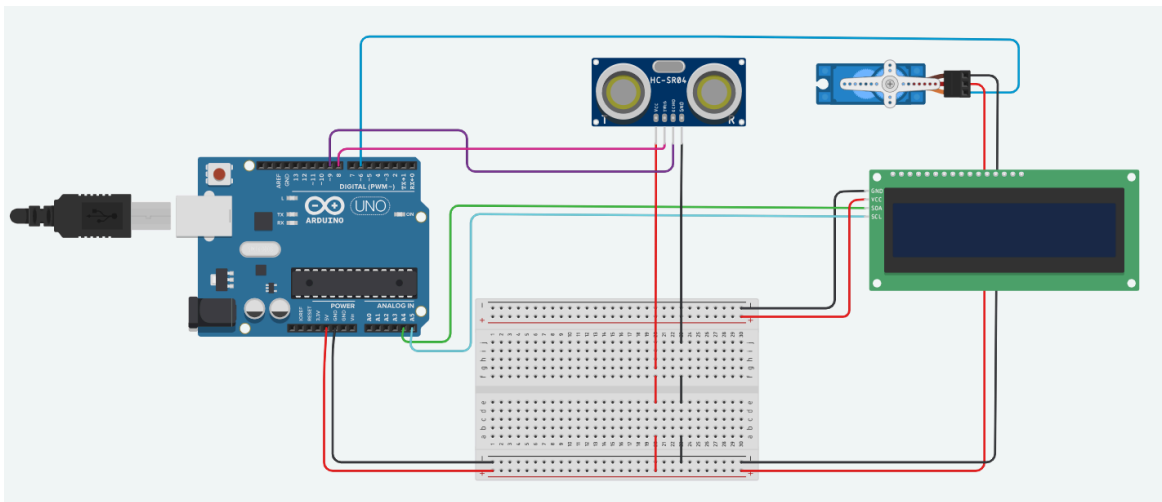


Figura 2 – Circuito simulado na plataforma Tinkercad

Quando o sensor detecta um objeto entre 5 cm e 100 cm de distância, a tampa da caixa é aberta por meio de um servo motor, simulando a entrada de um item na caixa. Ao mesmo tempo, um display LCD I2C exibe a quantidade de itens detectados, incrementando a cada nova abertura. A distância medida pelo sensor também é impressa no Monitor Serial, permitindo acompanhar os valores em tempo real (Figura 3).

Após a abertura, o sistema espera que o objeto se afaste. Assim que o sensor deixa de detectar a presença do objeto, o servo motor fecha a tampa automaticamente após 1 segundo. Com isso, a caixa retorna ao estado de espera, pronta para detectar o próximo item.

A integração entre os componentes foi bem-sucedida, comprovando que o código está funcional e o sistema atende aos objetivos definidos.

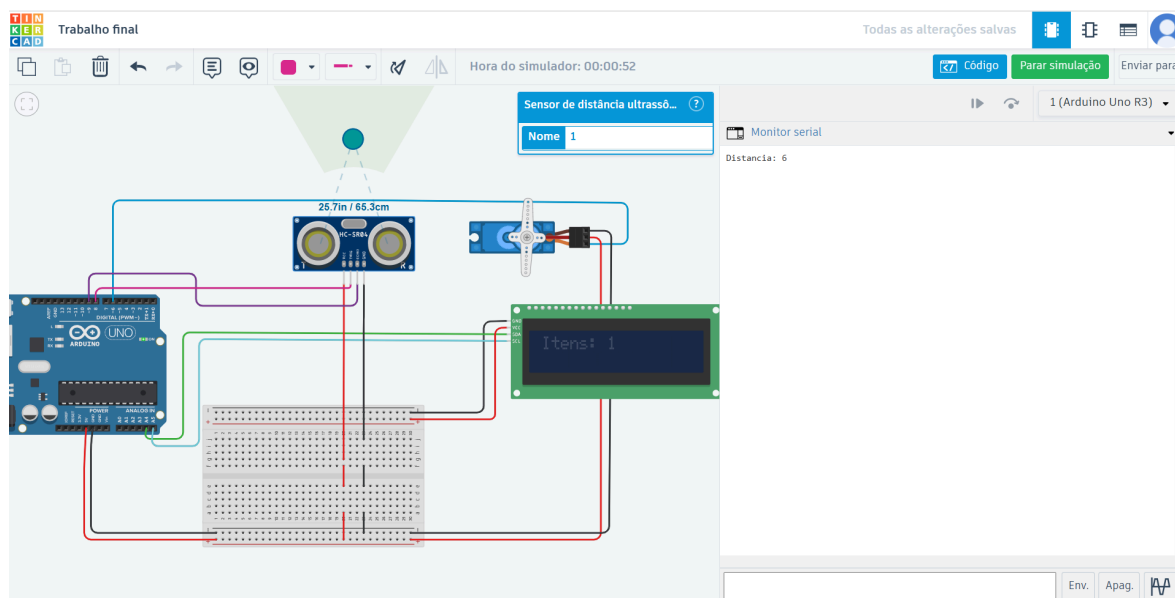


Figura 3 – Demonstração da simulação com objeto detectado pelo sensor, distância mostrada no Monitor Serial e tampa da caixa aberta (servo)

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste projeto proporcionou uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos sobre microcontroladores, sensores, atuadores e protocolos de comunicação em sistemas embarcados. A implementação de um sistema automatizado de contagem de objetos demonstrou, de forma clara e funcional, como é possível integrar diferentes periféricos como o sensor ultrassônico, o servo motor e o display LCD em uma única solução controlada por um microcontrolador Arduino.

A utilização de protocolos simples e eficientes, como o I²C para o LCD e a comunicação serial UART para depuração, mostrou-se adequada para garantir a estabilidade e confiabilidade do sistema. Durante o processo de simulação no ambiente Tinkercad, foi possível testar, ajustar e validar cada etapa do funcionamento do sistema, desde a detecção da presença de objetos até o controle físico da caixa e a exibição dos dados. Este projeto evidencia como soluções simples, bem integradas e corretamente aplicadas podem gerar sistemas automatizados eficientes, reforçando os conhecimentos adquiridos em aula.

5 REFERÊNCIAS

- [1] SANTIAGO, João Felipe Amaral. **Comunicação Serial**. GitHub. 2025. Disponível em: https://github.com/JaoIndio/Docencia_Microcontroladores/blob/master/ComunicacaoSerial.pdf. Acesso em: 19 jun 2025.
- [2] SOUZA, Fábio. Embarcados. **Arduino – Comunicação Serial**. 21 jan 2014. Disponível em: <https://embarcados.com.br/arduino-comunicacao-serial/>. Acesso em: 25 jun 2025.
- [3] MONK, Simon. **Programação com Arduino: começando com Sketches**. 1a ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

APÊNDICE - APRESENTAÇÃO DO TRABALHO E SIMULAÇÃO FUNCIONANDO

Link para visualizar o vídeo:

https://youtu.be/w_FUOBQoYFM