

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

CÁSSIO KEISUKE YAMAUCHI
2022524
CASSIO5504@HOTMAIL.COM

PAULO SÉRGIO ÁVILA JÚNIOR
2022664
PIERAQUARA@GMAIL.COM

RAISSA AYUME N. HIGA
2022680
RAISSA.HIGA@GMAIL.COM

**PROJETO DE CAIXA DE MÚSICA PROGRAMÁVEL POR FAIXA DE
PAPEL**

TRABALHO DE OFICINAS DE INTEGRAÇÃO 1

CURITIBA
2019

CÁSSIO KEISUKE YAMAUCHI
2022524
CASSIO5504@HOTMAIL.COM

PAULO SÉRGIO ÁVILA JÚNIOR
2022664
PIERAQUARA@GMAIL.COM

RAISSA AYUME N. HIGA
2022680
RAISSA.HIGA@GMAIL.COM

PROJETO DE CAIXA DE MÚSICA PROGRAMÁVEL POR FAIXA DE PAPEL

Apresentado como trabalho da matéria Oficinas
de Integração 1.

Orientador: Gustavo Benvenuto Borba, Ronnier Frates Rohrich

CURITIBA
2019

1 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao grupo 7 (Juliana M. Ferreira, Karen D. P. Ribeiro e Misael R. da Costa) pela ideia do uso de sensores de refletância e a Gabriel Theodoro por nos fornecer alguns materiais utilizados neste trabalho.

RESUMO

ÁVILA JÚNIOR, P. S.; HIGA, R. A.; YAMAUCHI, C. K. *Projeto de caixa de música programável por faixa de papel*. Relatório de Oficinas de Programação, 2019.

Neste trabalho foi desenvolvida uma caixa de música programável que toca um teclado eletrônico baseado na entrada obtida a partir de uma faixa de papel pintada. Apresentamos em relatório uma breve introdução para explicar o nosso objetivo e justificá-lo, depois passamos pelos componentes que compõem o hardware e software usados no projeto, explicando o papel de cada um deles, para então reportar os resultados do projeto e realizar uma discussão em cima das dificuldades e soluções encontradas ao longo do desenvolvimento.

Palavras-chaves: caixa, música, programável, papel, decorativo.

ABSTRACT

ÁVILA JÚNIOR, P. S.; HIGA, R. A.; YAMAUCHI, C. K. *Projeto de caixa de música programável por faixa de papel*. Relatório de Oficinas de Programação, 2019.

In this work we have developed a programmable music box that uses a set of mechanical fingers to play an electronic keyboard based on input obtained from a strip of paper. We firstly present our objectives and explain our motives for said objectives on the Introduction chapter. Then, we go over the Hardware and Software components we have used to finally report our results and discuss over the difficulties and solutions we found during development.

Key-words: box, music, programmable, paper, decorative.

SUMÁRIO

1	AGRADECIMENTOS	2
2	INTRODUÇÃO	6
2.1	OBJETIVO	6
2.2	JUSTIFICATIVA	7
3	HARDWARE	8
3.1	ARDUINO	8
3.2	DEDOS	9
3.3	TECLADO	10
3.4	LEITOR	10
4	SOFTWARE	12
4.1	ARDUINO IDE	12
4.2	PROTEUS	15
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
5.1	ESTADO FINAL DA CAIXA	17
5.2	CAPACIDADE	17
5.3	DIFICULDADES E SOLUÇÕES	17
6	CONCLUSÃO	19
	 APÊNDICES	 20
	APÊNDICE A – CÓDIGOS.....	21
A.1	CÓDIGO DO CONJUNTO DEDOS/TECLADO/SENSORES	21
A.2	CÓDIGO DO MOTOR DE PASSOS	24
	APÊNDICE B – LINKS PARA OS DATASHEETS E SITES DOS COM- PONENTES E DO SOFTWARE.....	27
B.1	ARDUINO UNO	27
B.2	OSEPP™ ARDUINO PLUS	27
B.3	SERVOMOTOR SG90	27
B.4	CHAVE FIM DE CURSO KW11-3Z-5	27
B.5	SENSOR DE REFLETÂNCIA TCRT5000.....	27
B.6	MOTOR DE PASSO 28BYJ-48	28
B.7	ARDUINO IDE	28
B.8	PROTEUS	28

2 INTRODUÇÃO

Este projeto foi feito durante as aulas de Oficinas de Integração 1 dentro do curso de Engenharia de Computação da UTFPR por alunos do terceiro período.

2.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é desenvolver um projeto de maneira a explorar os usos de um microprocessador do tipo Arduino Uno em um item funcional. Foi escolhido desenvolver uma caixa de música composta por três partes que funcionam sinergicamente: uma espécie de teclado eletrônico, com o controle dos tons das teclas realizado pelo arduino, um conjunto de "dedos" capazes de pressionar as teclas do teclado, também controlado pelo arduino, e um conjunto de sensores de refletância com uma pequena esteira de papel implementada por um *step-per* (motor de passos), que serve para ler as faixas de papel onde é realizada a programação da caixa de música, organizados do modo apresentado pela figura 1.

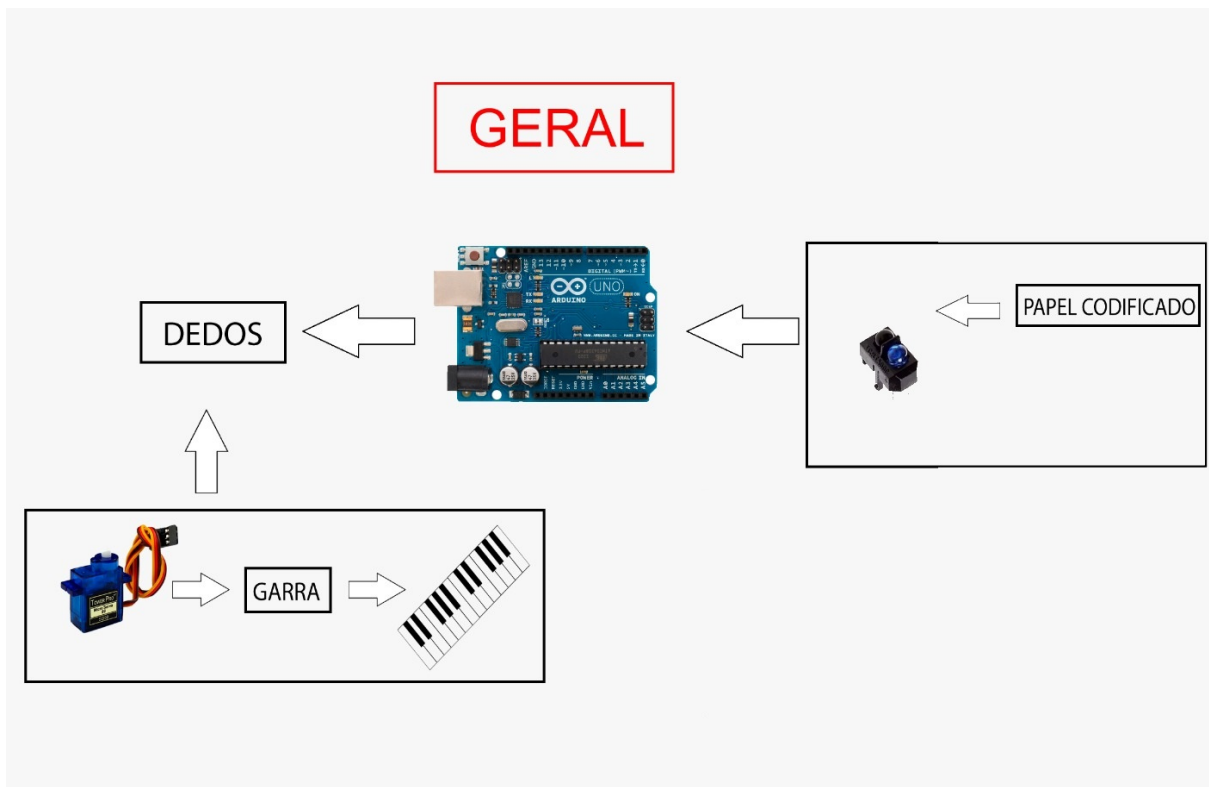


Figura 1 – Ilustração do Projeto

A divisão do tempo foi feita conforme a figura 2.

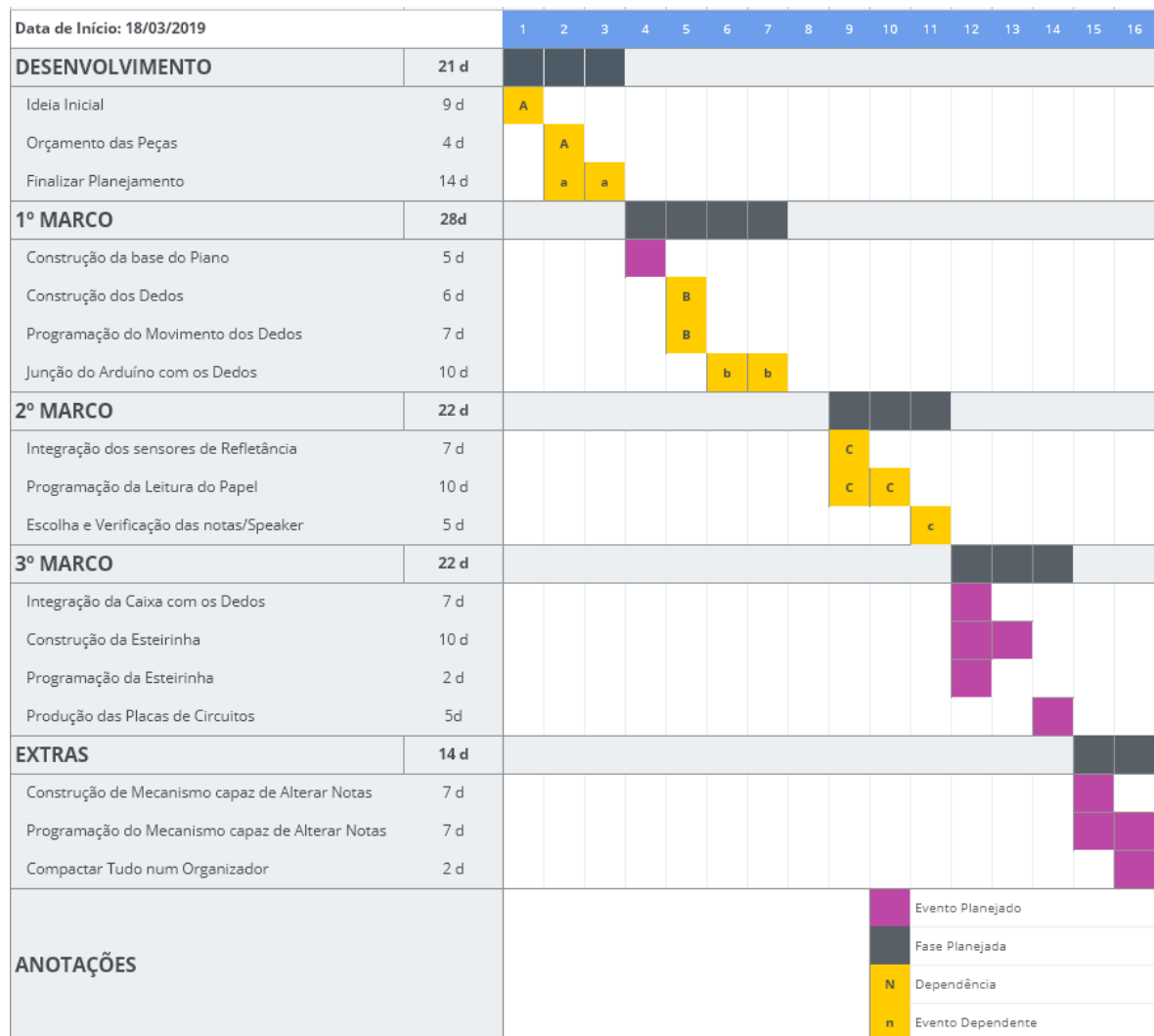


Figura 2 – Diagrama de Gantt

2.2 JUSTIFICATIVA

Foi escolhido trabalhar com uma caixa de música por conta de sua relativa simplicidade teórica mas considerável complexidade mecânica. Era esperado que a partir deste trabalho fosse possível compreender um pouco mais o processo de desenvolvimento de um projeto dentro do ambiente da engenharia, atendendo assim os objetivos da matéria de Oficinas de Integração 1.

3 HARDWARE

O hardware é, efetivamente, a maior parte do projeto. O Arduino, os dedos, o teclado e o leitor são todos compostos quase inteiramente por hardware, com software aparecendo apenas no Arduino. Inquestionavelmente a parte mais complexa do projeto, os circuitos montados não são extremamente complexos mas tem uma certa fragilidade que torna absolutamente necessário o uso de cautela na sua montagem.

3.1 ARDUINO

Foi utilizado o Arduino Uno (figura 3) como microprocessador principal e o OSEPP™ Arduino Plus (figura 4) para controlar o motor de passo. Ambos estão amplamente documentados no site do Arduino e no site da OSEPP™, com vários recursos disponíveis.

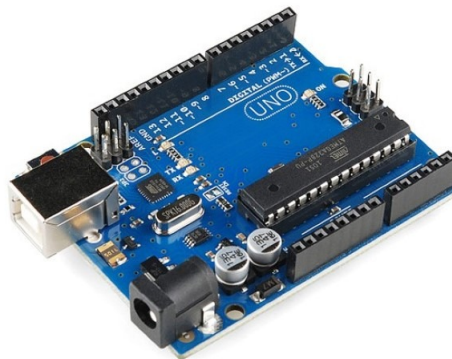


Figura 3 – Arduino Uno

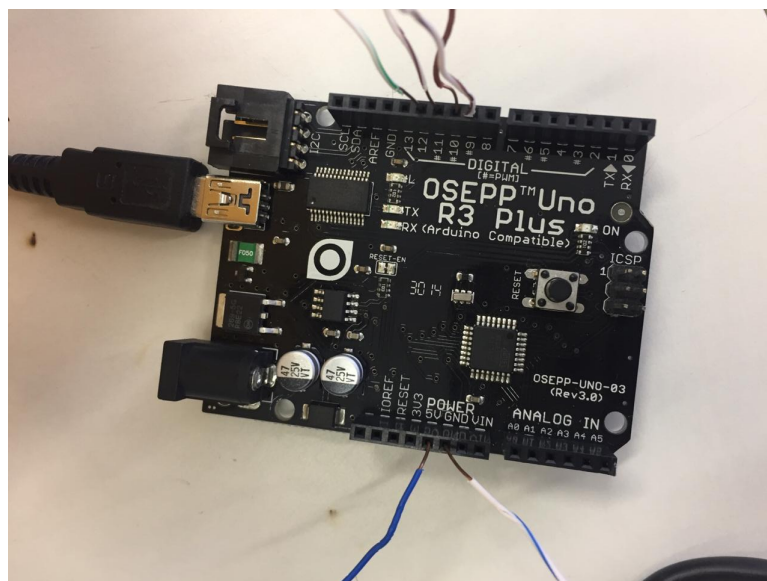


Figura 4 – OSEPP™ Arduino Plus

3.2 DEDOS

Os dedos são compostos por uma base de Lego™, um servomotor Tower Pro 9g SG90 por dedo e por uma estrutura modelada de Durepoxi™, conforme a figura 5.

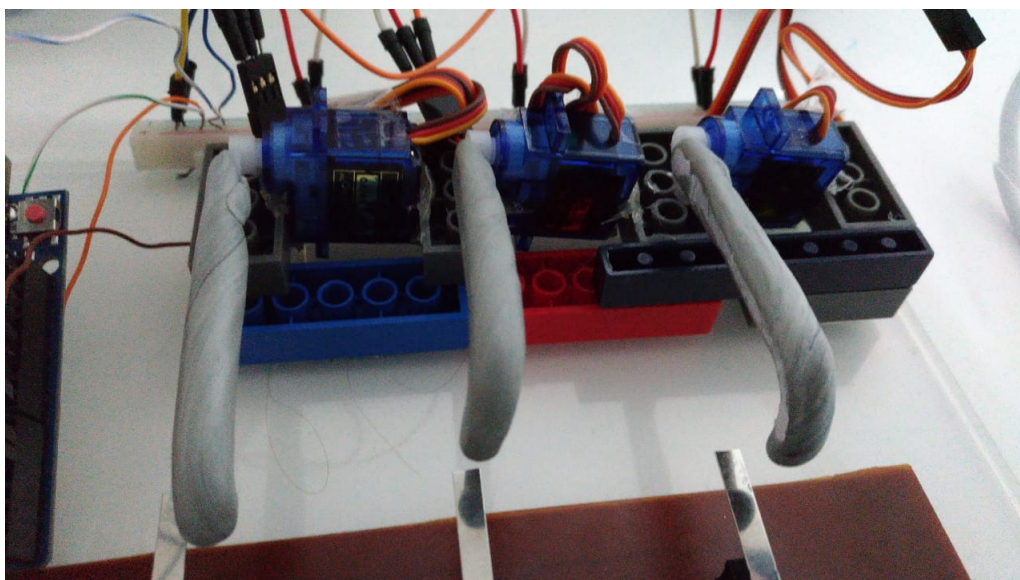


Figura 5 – Dedos

Eles são controlados pelo arduino principal com base no input recebido do leitor, de modo a se moverem quando a faixa de papel estiver pintada e retornar às suas posições iniciais quando não estiver.

3.3 TECLADO

O teclado é formado por um circuito com um speaker de 8 ohm e por dedos controlados por chaves fim de curso KW11-3Z-5 que devem ser apertadas pelos dedos para ativar o speaker, como ilustrado na figura 6.

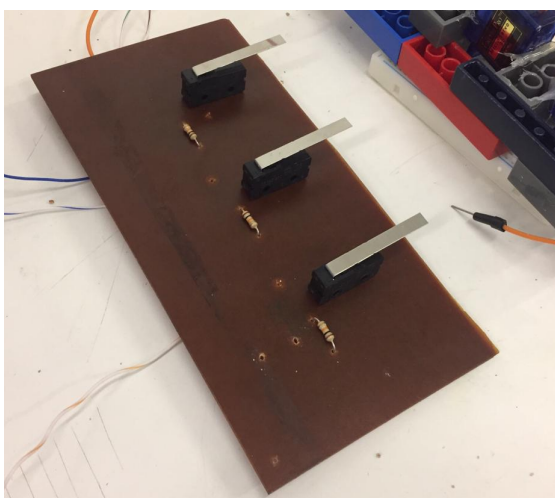


Figura 6 – Teclado

O tom do speaker é controlado pelo arduino, de modo que é possível tocar $4 \times 3 = 12$ sons, onde 3 é o número de dedos e 4 são os estados possíveis das duas últimas áreas da faixa de papel (estados possíveis são explicados na seção de Software).

3.4 LEITOR

O leitor (figura 7) é formado por um motor de passo 28byj-48 que puxa uma folha de papel sobre vários sensores de refletância tcr5000, lendo e enviando as informações contidas na faixa de papel ao arduino.

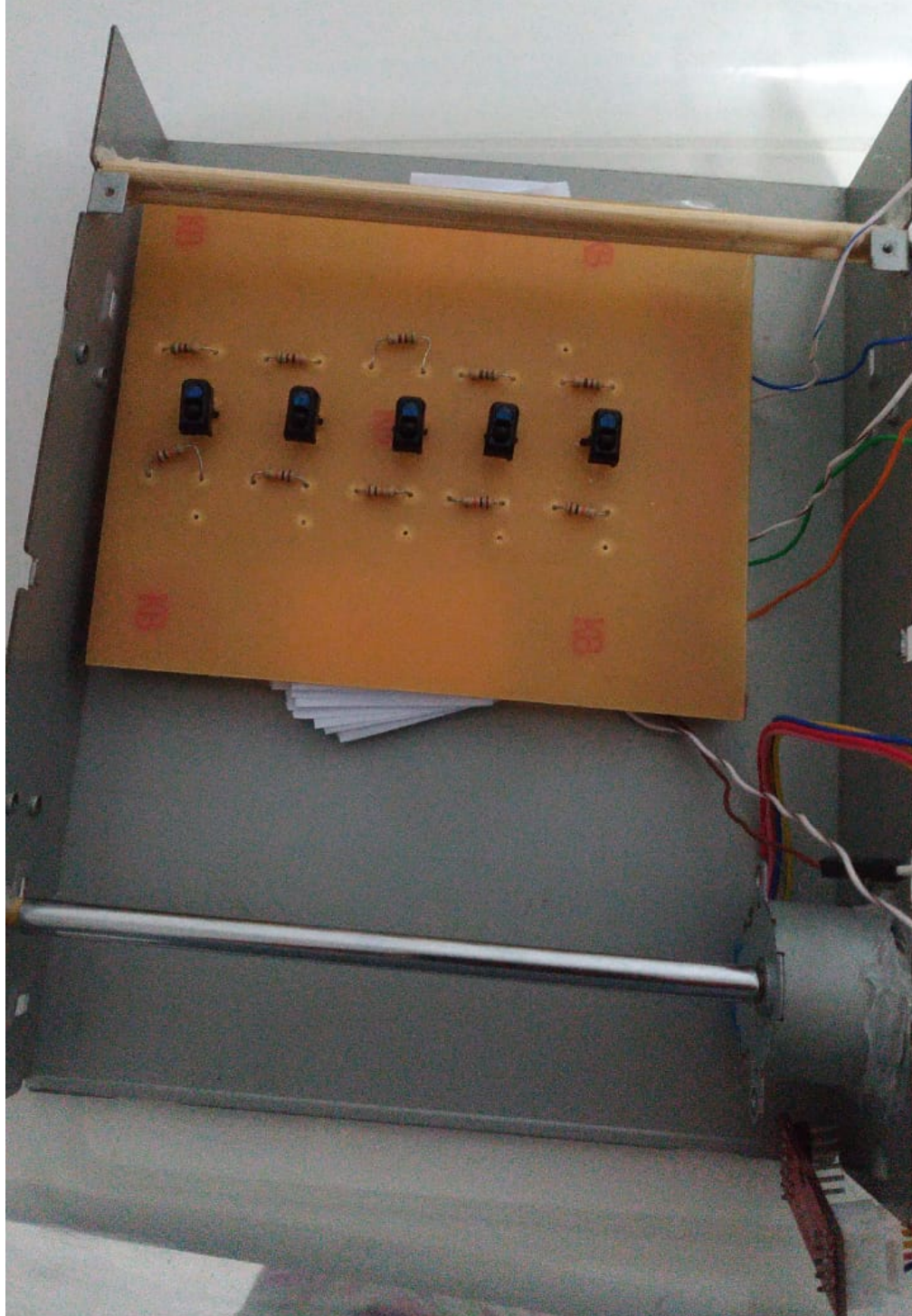


Figura 7 – Leitor

4 SOFTWARE

Foi utilizado software para controlar os componentes da caixa de música (os dedos e o motor de passo), receber o input dos sensores, controlar o tom do speaker e desenhar os circuitos. O código utilizado em junção ao arduino é consideravelmente simples, requerindo apenas um nível básico de compreensão e algumas visitas rápidas à referência do Arduino.

4.1 ARDUINO IDE

O software utilizado para configurar os arduinos foi o Arduino IDE, software próprio do Arduino. O código utilizado para configurar os arduinos foi feito em dois arquivos, um para controlar o conjunto teclado/dedos/leitor e outro para controlar o motor de passo. O funcionamento do código do conjunto está brevemente descrito no fluxograma a seguir (Figuras 8) e o código em si está presente no apêndice A. O código que controla o stepper serve unicamente para fazê-lo girar constantemente e pode ser encontrado no apêndice A caso seja de interesse.

A documentação do Arduino IDE pode ser encontrada em <https://www.arduino.cc/> na seção de Software.

As notas tocadas pelo speaker são também controladas pelo arduino com base no input lido da faixa de papel pelo leitor, tocando uma nota diferente para cada disposição das áreas da faixa, conforme a figura 9. Os três primeiros espaços controlam os dedos, enquanto os dois últimos controlam o tom do speaker.

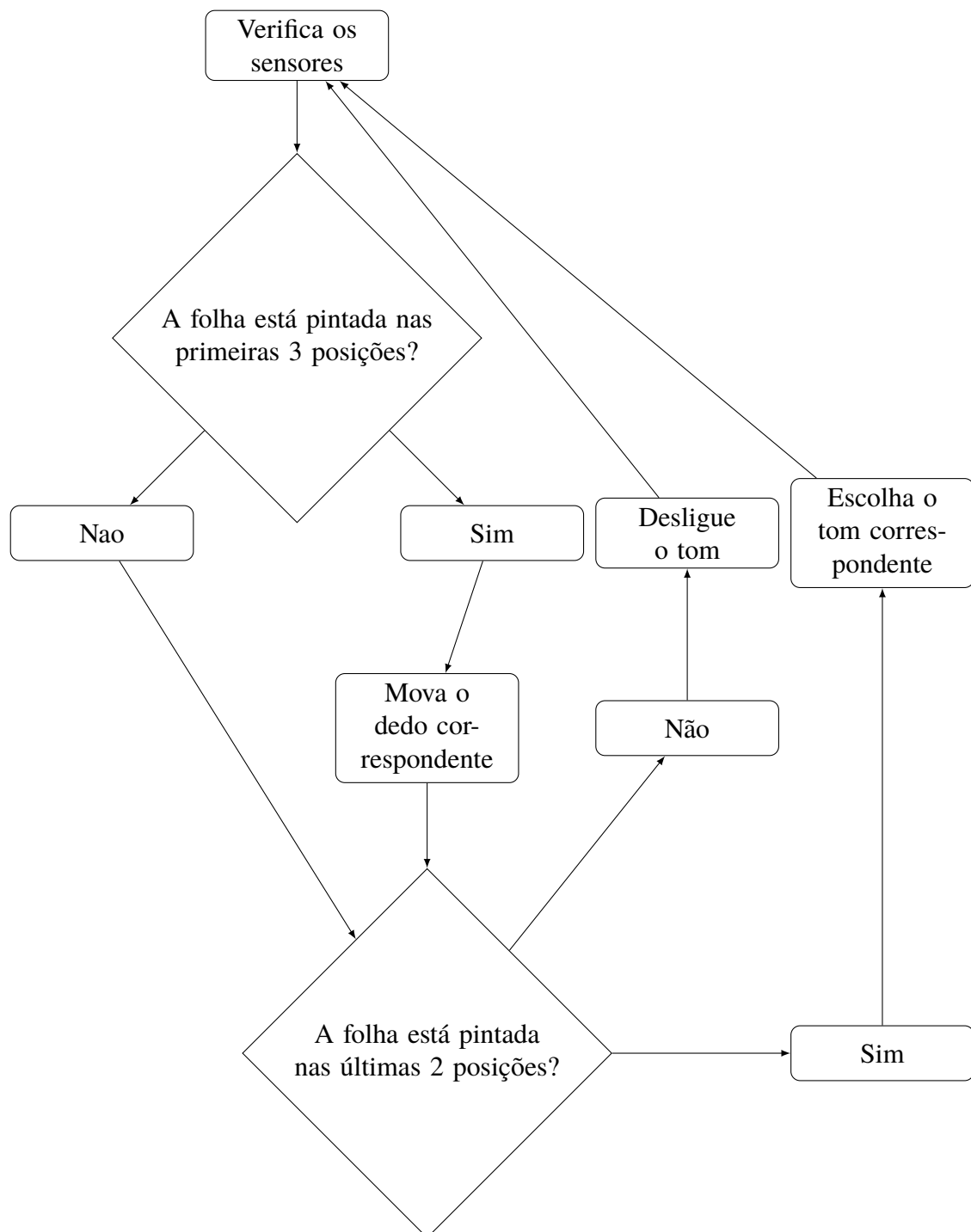


Figura 8 – Fluxograma do funcionamento do código do conjunto teclado/dedos/leitor.

					C4	262Hz
					E4	330Hz
					G4	392Hz
					C5	523Hz
					D4	294Hz
					F4	349Hz
					A4	440Hz
					D5	587Hz
					F#4	370Hz
					B4	494Hz
					E5	659Hz
					G5	784Hz

Figura 9 – Possíveis estados da faixa de papel

4.2 PROTEUS

Foi utilizado o Proteus para desenhar os circuitos dos dedos/teclado e dos sensores, estando estes desenhados nas figuras 10 e 11.

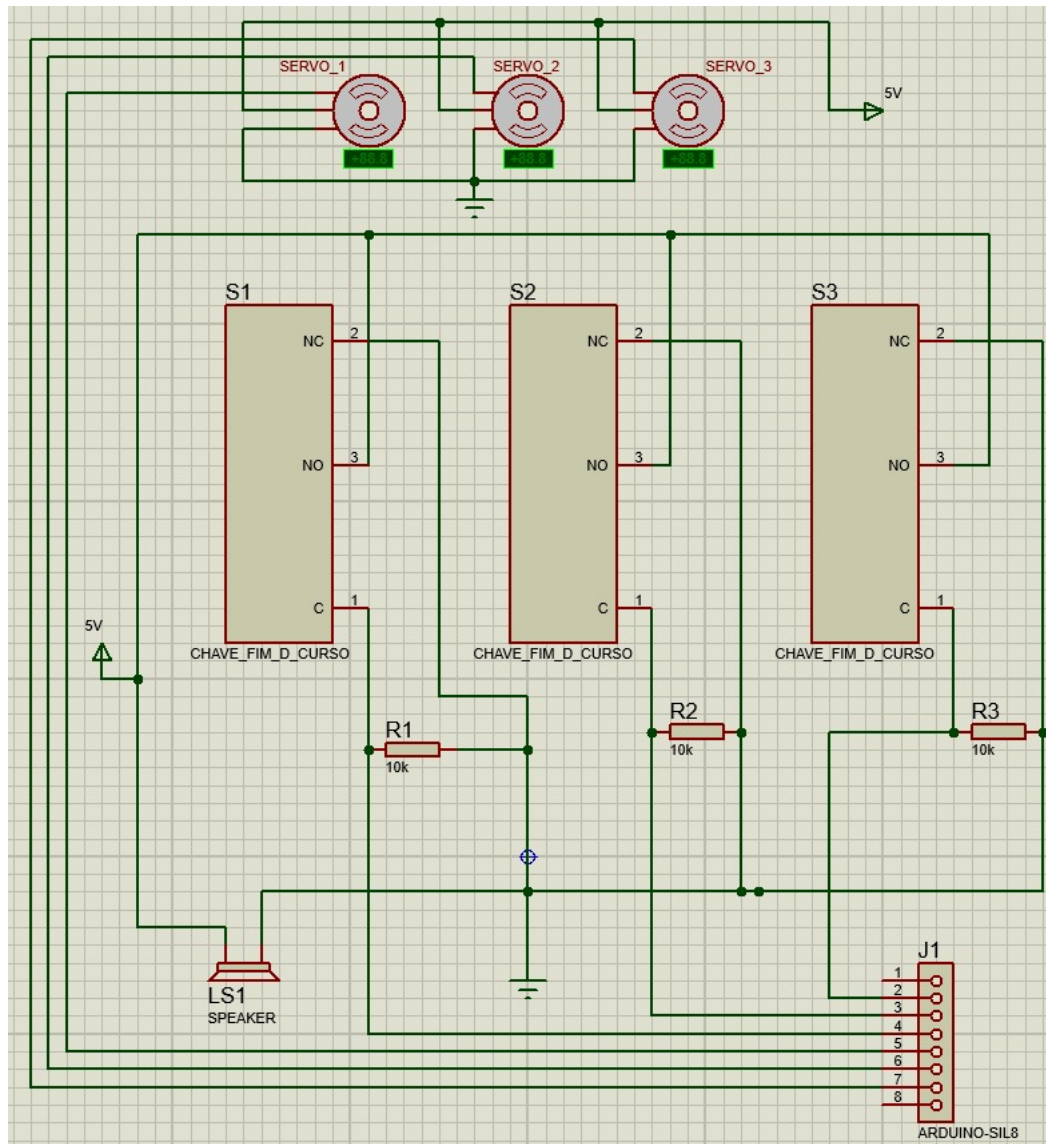


Figura 10 – Circuito dos dedos/teclado

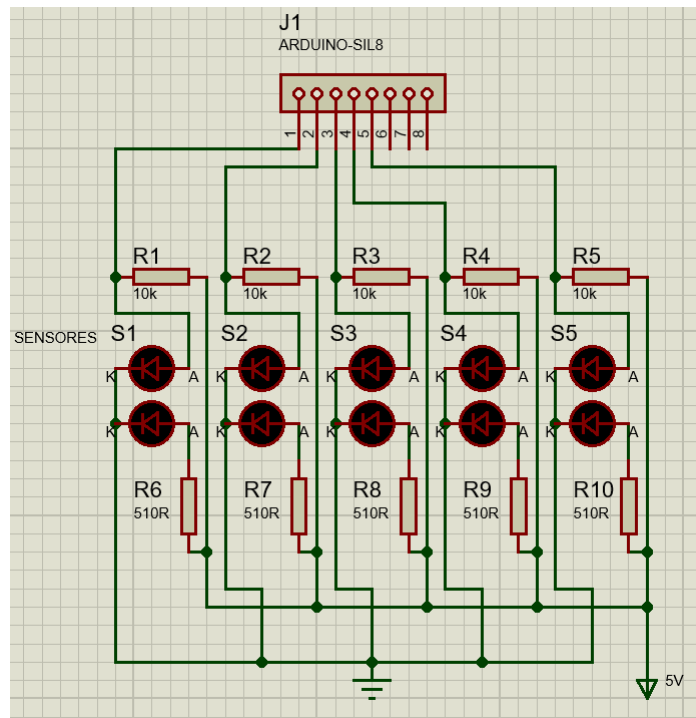


Figura 11 – Circuito dos sensores

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto foi finalizado dentro do prazo estipulado pela equipe, tendo como resultado uma caixa de música funcional.

5.1 ESTADO FINAL DA CAIXA

A caixa está disposta em um *tupperware* de 43cm de largura, 30cm de comprimento e 15cm de altura, e pode ser visualizada na figura 12.

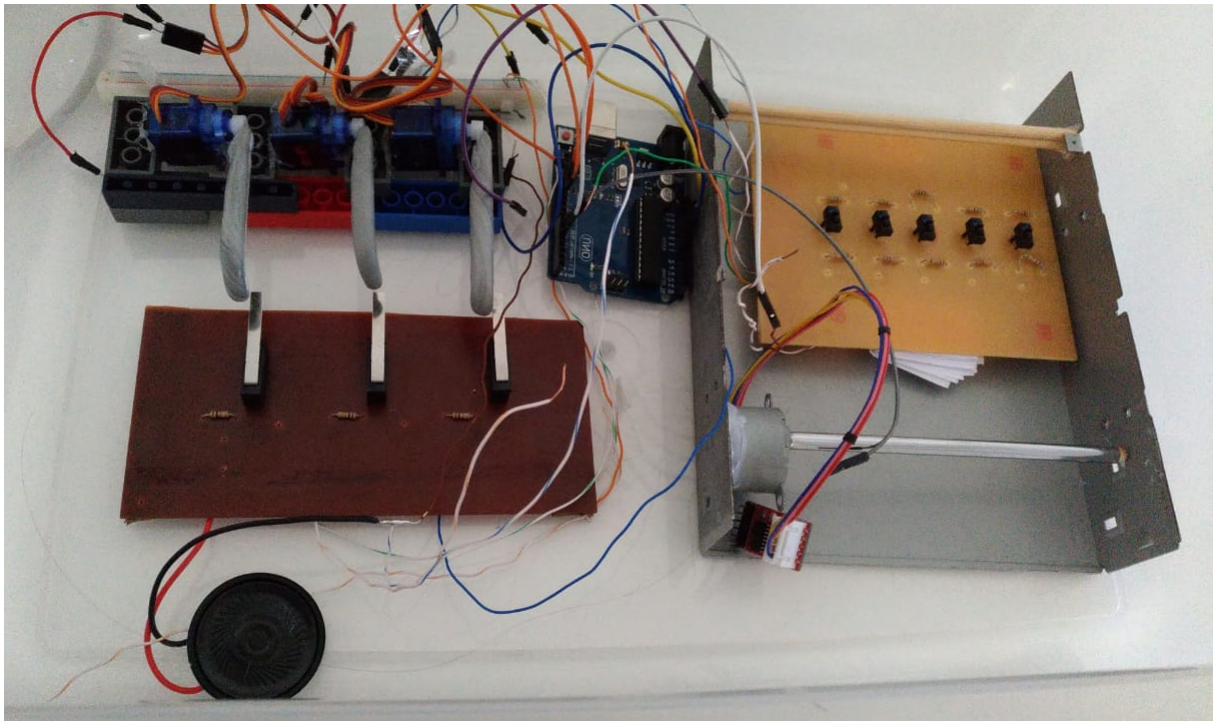


Figura 12 – Estado final da caixa

5.2 CAPACIDADE

A caixa é capaz de suportar músicas simples, de até 12 notas, sem notas simultâneas.

5.3 DIFICULDADES E SOLUÇÕES

Apesar da facilidade inicial em decidir o projeto no dia em que se iniciou o período letivo, percebeu-se que houve uma subestimação em relação ao desenvolvimento de partes do

projeto. Como foi notável já na apresentação do projeto, a construção da esteirinha foi um tópico que chamou a atenção dos docentes devido a sua construção relativamente complicada, além de diversos erros que podem acontecer durante sua operação como, por exemplo, a instabilidade do papel que poderia resultar em um dobramento e consequente rasgo do mesmo.

A partir de então, houveram pequenas alterações no projeto inicial, a fim de tornar viável a construção da ideia geral do projeto, que consiste na construção dos dedos e na capacidade que tem em tocar notas. Dentre as mudanças, destacam-se a modificação de uma esteirinha para uma estrutura que simplesmente recolhe o papel, o qual conterá as notas, e a conversão de um sistema que toca diversas notas ao mesmo tempo (extra), para um que só toca uma.

Mas fora os problemas de planejamento, houveram problemas de erros devido à jumpers, os quais foram, em sua maioria, consertados por meio da construção de placas de circuitos. Também houveram problemas relacionados à performance do motor de passos, ainda que tenha sido feita uma verificação no *datasheet* do componente, necessitando algumas horas de pesquisa para obter a performance desejada. Mas, o maiores problemas foram a organização das partes dentro do organizador que precisou que fossem feitos reajustes de jumpers, inserções de peças para controle de altura e métodos de fixação, e a estabilização do papel que foi um problema grande.

6 CONCLUSÃO

A princípio pode-se dizer que obtivemos êxito na produção do projeto, apesar das alterações que se provaram necessárias para o término no tempo estipulado deste período. Apesar de não ter sido muito difícil, a falta de experiência causou muitas complicações que poderiam ter sido evitadas. Adicionalmente, é possível afirmar que houve uma melhora no entendimento de hardware pelos integrantes do grupo e da noção de problemas que podem vir a surgir no projeto.

Apêndices

APÊNDICE A – CÓDIGOS

A.1 CÓDIGO DO CONJUNTO DEDOS/TECLADO/SENSORES

```
#include "Servo.h"

Servo s1,s2,s3;
int detect=0;
//Sensores
int sen1=5; int sen2=6; int sen3=7; int sen4=8; int sen5=9;
//Teclas
int t1=1; int t2=2; int t3=3;
//Speaker
int speaker=4;
//Notas
int doh=262; int re=294; int mi=330; int fa=349; int sol=392; int la=440; int si=497;
int do5=523; int re5=587; int mi5=659; int faS=370; int sol5=784;

void setup() {
    //Sensores
    pinMode(sen1,INPUT); pinMode(sen2,INPUT); pinMode(sen3,INPUT);
    pinMode(sen4,INPUT); pinMode(sen5,INPUT);
    //Speaker
    pinMode(speaker,OUTPUT);
    //Teclas
    pinMode(t1,INPUT); pinMode(t2,INPUT); pinMode(t3,INPUT);
    s1.attach(11); s2.attach(12); s3.attach(13);
}

void loop() {
    detect=digitalRead(sen1);
    if(detect==0)
    {
        s1.write(160);
```

```

    }
    else
    {
        s1.write(175);
    }
    detect=digitalRead(sen2);
    if(detect==0)
    {
        s2.write(160);
    }
    else
    {
        s2.write(175);
    }
    detect=digitalRead(sen3);
    if(detect==0)
    {
        s3.write(160);
    }
    else
    {
        s3.write(175);
    }
    if(digitalRead(t1)==HIGH)
    {
        if(digitalRead(sen4==LOW && sen5==LOW))
        {
            tone(speaker,doh);
        }
        else if(digitalRead(sen4==HIGH && sen5==LOW))
        {
            tone(speaker,mi);
        }
        else

```

```

        {
            tone(speaker,sol);
        }
    }
else if(digitalRead(t2)==HIGH)
{
    if(digitalRead(sen4==LOW && sen5==LOW))
    {
        tone(speaker,re);
    }
    else if(digitalRead(sen4==HIGH && sen5==LOW))
    {
        tone(speaker,fa);
    }
    else
    {
        tone(speaker,la);
    }
}
else if(digitalRead(t3)==HIGH)
{
    if(digitalRead(sen4==LOW && sen5==LOW))
    {
        tone(speaker,mi);
    }
    else if(digitalRead(sen4==HIGH && sen5==LOW))
    {
        tone(speaker,sol);
    }
    else
    {
        tone(speaker,si);
    }
}
else

```

```

    {
        noTone(speaker);
    }
    delay(100);
}

```

A.2 CÓDIGO DO MOTOR DE PASSOS

```

#define STEPPER_PIN_1 9
#define STEPPER_PIN_2 10
#define STEPPER_PIN_3 11
#define STEPPER_PIN_4 12

int step_number = 0;

void setup() {
    pinMode(STEPPER_PIN_1, OUTPUT);
    pinMode(STEPPER_PIN_2, OUTPUT);
    pinMode(STEPPER_PIN_3, OUTPUT);
    pinMode(STEPPER_PIN_4, OUTPUT);
}

void loop() {
    OneStep(false);
    delay(2);
}

void OneStep(bool dir){
    if(dir){
        switch(step_number){
            case 0:
                digitalWrite(STEPPER_PIN_1, HIGH);
                digitalWrite(STEPPER_PIN_2, LOW);
                digitalWrite(STEPPER_PIN_3, LOW);
                digitalWrite(STEPPER_PIN_4, LOW);
                break;

```

```

    case 1:
        digitalWrite(STEPPER_PIN_1, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_2, HIGH);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_3, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_4, LOW);
        break;
    case 2:
        digitalWrite(STEPPER_PIN_1, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_2, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_3, HIGH);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_4, LOW);
        break;
    case 3:
        digitalWrite(STEPPER_PIN_1, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_2, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_3, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_4, HIGH);
        break;
}

} else{
    switch(step_number){
    case 0:
        digitalWrite(STEPPER_PIN_1, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_2, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_3, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_4, HIGH);
        break;
    case 1:
        digitalWrite(STEPPER_PIN_1, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_2, LOW);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_3, HIGH);
        digitalWrite(STEPPER_PIN_4, LOW);
        break;
    case 2:

```

```
digitalWrite(STEPPER_PIN_1, LOW);
digitalWrite(STEPPER_PIN_2, HIGH);
digitalWrite(STEPPER_PIN_3, LOW);
digitalWrite(STEPPER_PIN_4, LOW);
break;
case 3:
digitalWrite(STEPPER_PIN_1, HIGH);
digitalWrite(STEPPER_PIN_2, LOW);
digitalWrite(STEPPER_PIN_3, LOW);
digitalWrite(STEPPER_PIN_4, LOW);
}
}
step_number++;
if(step_number > 3){
    step_number = 0;
}}
```

APÊNDICE B – LINKS PARA OS *DATASHEETS* E *SITES* DOS COMPONENTES E DO SOFTWARE

B.1 ARDUINO UNO

Site:

<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

B.2 OSEPP™ ARDUINO PLUS

Site:

<https://www.osepp.com/electronic-modules/microcontroller-boards/105-osepp-uno-r3-plus>

B.3 SERVOMOTOR SG90

Datasheet:

http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf

B.4 CHAVE FIM DE CURSO KW11-3Z-5

Datasheet:

<http://belchip.by/sitedocs/18607.pdf>

B.5 SENSOR DE REFLETÂNCIA TCRT5000

Datasheet:

<https://www.vishay.com/docs/83760/tcrt5000.pdf>

B.6 MOTOR DE PASSO 28BYJ-48

Datasheet:

<http://robocraft.ru/files/datasheet/28BYJ-48.pdf>

B.7 ARDUINO IDE

Site:

<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

Referência:

<https://www.arduino.cc/reference/en/>

B.8 PROTEUS

Site:

<https://www.labcenter.com/>

REFERÊNCIAS

[1]Hammerslay J.; Lees-Miller J. Online L^AT_EXEditor. Overleaf; [acessado em 06 de julho de 2019]. <https://www.overleaf.com/learn>

[2]OSEPP; 201 *Starter Kit Series. Learn Arduino Basics*. Primeira Edição

[3]Bartnik N.; Arduino Tutorials/28-BYJ48. Github. [acessado em 06 de julho de 2019]. <https://github.com/N48/28BYJ-48.ino>