

---

# RELATÓRIO DE PROVA DE APTIDÃO PROFISSIONAL



Curso de Técnico de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos

VENDUINO

Março de 2019

Tomás de Sousa Tunes Lopes

Nº216444, Turma 118

Professor orientador: Rui Penacho

Professor coadjuvante: Ana Rita Coelho

---



# Índice

<b>Introdução</b>	<b>5</b>
▶ A IDEIA	5
▶ OBJETIVO	5
▶ BREVE EXPLICAÇÃO DO PROJETO	5
<b>Arduino - O que é?</b>	<b>6</b>
<b>Disciplinas utilizadas no projeto</b>	<b>7</b>
PROGRAMAÇÃO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS	7
ARQUITETURA DE COMPUTADORES	7
MATEMÁTICA	7
FÍSICO-QUÍMICA	7
PORTUGUÊS	7
<b>Linguagens de Programação Utilizadas</b>	<b>8</b>
C++	8
<b>Programas Utilizados / IDE</b>	<b>9</b>
ARDUINO IDE	9
BRACKETS	9
FRITZING	10
VISUAL STUDIO CODE	10
MACOS TERMINAL	11
ADOBE PHOTOSHOP	11
ADOBE LIGHTROOM	12
FINAL CUT PRO X	12
PAGES	13
KEYNOTE	13
<b>Etapas do Projeto</b>	<b>14</b>
MATERIAIS UTILIZADOS	15
TESTE DE BOTÕES E SERVOS	16
TESTE DE INFRAVERMELHOS E SERVOS	19
TESTE DE LCD	22

TESTE DO “COIN ACCEPTOR”	25
TESTE DO KEYPAD	28
PROTÓTIPO	31
CONSTRUÇÃO DA CAIXA	32
ELECTRÓNICA DO PROJETO	34
<b>Projeto Final (Galeria de fotos)</b>	<b>36</b>
<b>Funcionamento do Programa</b>	<b>42</b>
FRONT-OFFICE	42
BACK-OFFICE	47
<b>Custo de fabrico da máquina</b>	<b>50</b>
<b>TimeLine das Tarefas</b>	<b>51</b>
<b>Dificuldades ao longo do projeto</b>	<b>52</b>
<b>Conclusão</b>	<b>54</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>55</b>
<b>Fontes de pesquisa</b>	<b>56</b>

## INTRODUÇÃO

Para o meu projeto de Prova de Aptidão Profissional (PAP), no âmbito do Curso de Técnico de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos na Escola Profissional de Artes, Tecnologias e Desporto, criei a máquina "VENDUINO".

### ► A ideia

Decidi fazer um projeto em Arduino porque tinha curiosidade em aprender uma tecnologia associada a micro-controladores. Pedi a uma amiga uma sugestão de projeto e estávamos ao pé de uma máquina de venda automática, ela sugeriu-me desenvolver este projeto.

### ► Objetivo

O objeto deste projeto consiste numa máquina de venda automática, que utiliza um micro-controlador Arduino, a que chamei de VENDUINO (Vending + Arduino).

### ► Breve explicação do projeto

Ao iniciar a máquina, apenas temos de definir o stock de cada produto e esta fica pronta a ser usada, bastando ao utilizador inserir moedas (apenas aceita moedas de um único valor) e escolher o produto que quer. O preço de cada produto pode ser consultado na máquina carregando no botão correspondente a esse produto, e para o alterar temos que alterar o ficheiro dos preços.

Este projeto pode ser usado para explicar como funciona esta tecnologia associada a micro-controladores, mas espero que também sirva para despertar em colegas do mesmo curso, ou até de cursos diferentes, interesse e vontade de aprender mais sobre este tema.

## ARDUINO - O QUE É?

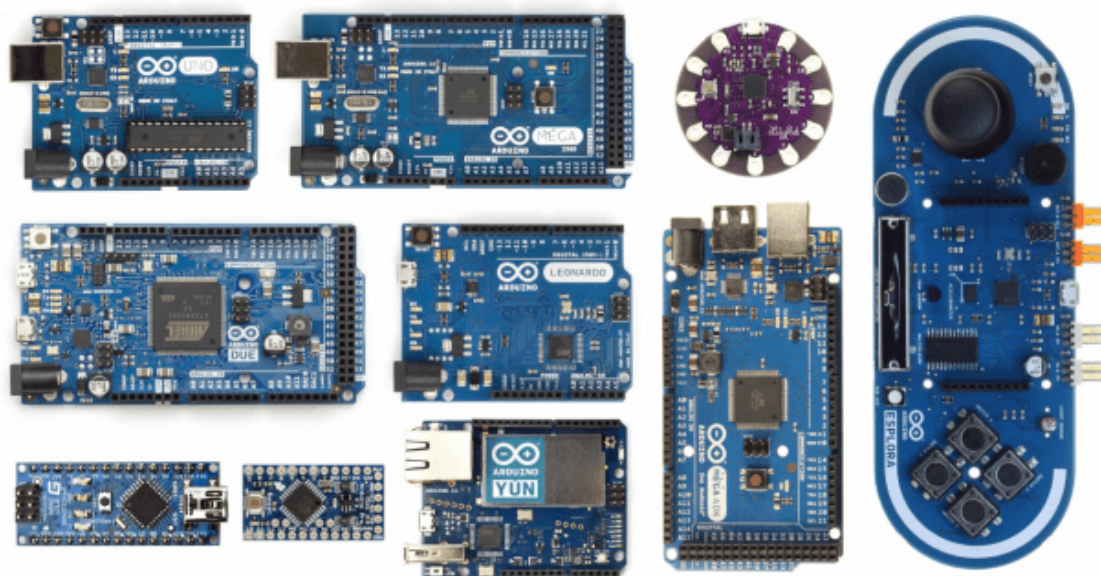
O Arduino foi criado em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis.

O objetivo desta criação era elaborar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, funcional e fácil de programar, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores. Além disso, foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico.

Assim, foi criada uma placa composta por um micro-controlador Atmel, circuitos de entrada/saída, e que pode ser facilmente conectada a um computador e programada através de um IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizando uma linguagem baseada em C++, sem a necessidade de equipamentos extras além de um cabo USB.

Depois de programado, o micro-controlador pode ser usado de forma independente, ou seja, você pode colocá-lo para controlar um robô, as luzes da sua casa ou a temperatura do ar condicionado sem nunca mais ter de mexer no mesmo.

Existem vários tipos de placas Arduino e todas elas têm as suas especificações quanto ao microprocessador instalado, quantidade de entradas, saídas, formato, etc..



## DISCIPLINAS UTILIZADAS NO PROJETO

### **Programação de Sistemas Informáticos**

Disciplina da área técnica lecionada pelo Professor Lino Luís no 1º e 2º ano e, pelo Professor Tomás Lima no 3º ano. Foi a disciplina onde aprendi as bases de toda a programação e onde aprendi a programar em “C” e, sendo esta a base do “C++”, foi uma disciplina que me ajudou bastante a aprofundar os conhecimentos.

### **Arquitetura de Computadores**

Disciplina da área técnica lecionada pelo coordenador do curso, Professor Rui Penacho, onde aprendi a trabalhar com circuitos elétricos.

Nesta disciplina também foi lecionado um módulo de edição de fotografia, leccionado pela Professora Sara Roncon, onde obtive conhecimentos de como editar imagem e desenhos vetoriais através da utilização de software especializado da Adobe.

### **Matemática**

Disciplina lecionada pela Professora Ana Rita Coelho onde pude adquirir conhecimentos matemáticos que posteriormente utilizei no meu programa, e que me auxiliaram no meu raciocínio ao longo da realização da PAP.

### **Físico-Química**

Disciplina lecionada pela Professora Isabel António onde aprendi a trabalhar com circuitos elétricos mais detalhadamente, e onde aprendi as formulas que utilizei para o calculo de voltagens.

### **Português**

Disciplina lecionada pela Professora Ana Paula Felgueiras que me deu conhecimentos linguísticos e me auxiliou na escrita deste relatório.

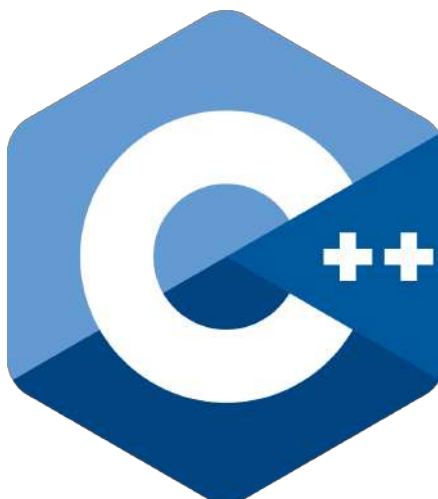
## LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO UTILIZADAS

### C++

C++ é uma linguagem de programação multi-plataforma, multi-paradigma e de nível médio, isto é, combina características de linguagens de alto e baixo níveis, baseada na linguagem de programação C. Esta linguagem foi desenvolvida na década de 80 e o objetivo do seu desenvolvimento foi melhorar uma versão do núcleo Unix. Outro dos objetivos foi expandir os recursos da linguagem C (daí a analogia “++” que remete para incremento, expansão) e, no início, chamava-se “C with Classes”. Para se desenvolver esta linguagem de programação foram acrescentados elementos de outras linguagem de vários níveis, na tentativa de criar uma linguagem com elementos novos, sem trazer problemas para a programação. Atualmente, é uma das linguagens de programação mais utilizadas.

Algumas curiosidades sobre o C++:

- É uma linguagem que suporta múltiplos paradigmas;
- É uma linguagem que dá liberdade ao programador de escolher as opções, mesmo sendo a opção errada;
- É uma linguagem em que muitos códigos podem ser transferidos para C facilmente, pois o C++ foi criado para ter compatibilidade com o C;
- É uma linguagem em que não é necessário um ambiente de desenvolvimento muito potente para o desenvolvimento de C++.

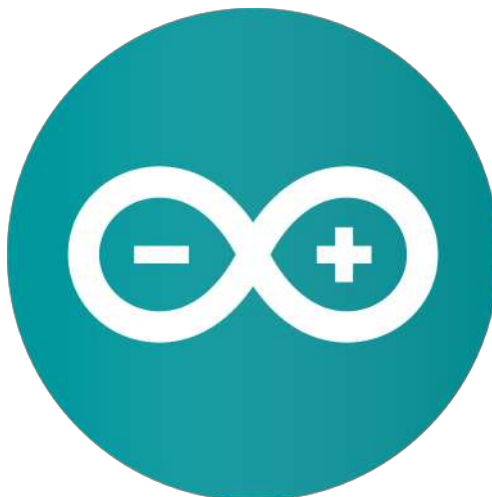




## PROGRAMAS UTILIZADOS / IDE

### **Arduino IDE**

O Arduino IDE é uma aplicação de plataforma cruzada, escrito na linguagem de programação Java. É usado para escrever e fazer upload de programas para a placa Arduino. Usei este programa para fazer o upload do código para a placa Arduino.



### **Brackets**

O Brackets é um editor de código fonte com foco principal no desenvolvimento Web. Criado pela Adobe Systems, é um software livre e de código aberto e está escrito em JavaScript, HTML e CSS. Usei este programa para escrever o código do projeto por ser bastante simples e organizado de usar.



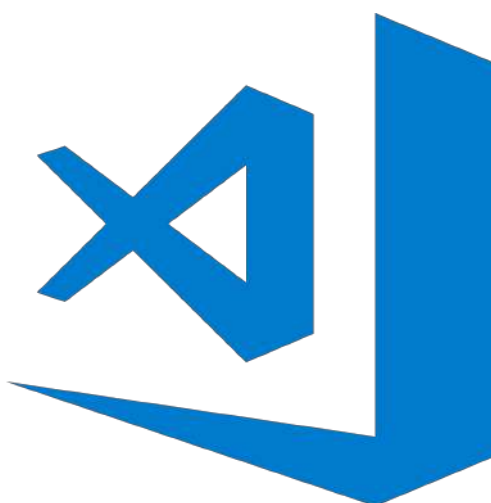
## **Fritzing**

O Fritzing é um programa para desenvolver software CAD para projetos de hardware electrónico e está escrito em C++. Usei este programa para fazer o esboço dos circuitos do projeto.



## **Visual Studio Code**

O Visual Studio Code é um editor de código-fonte desenvolvido pela Microsoft para Windows, Linux e macOS. Este editor inclui suporte para depuração, controle Git incorporado, realce de sintaxe, complementação inteligente de código, snippets e refatoração de código. Usei este programa para detetar erros do código.



## **MacOs Terminal**

O MacOS Terminal é o equivalente à linha de comandos no Windows. Ambos são programas baseados em texto, que têm como objectivo visualizar, manipular e manusear ficheiros (arquivos) no computador, equivalente ao Finder (no MacOS) ou ao Explorador de Ficheiros (no Windows), mas sem interface (ambiente) gráfico. Foi a aplicação que usei para ler os dados recebidos pelo Arduino e para mostrar o Serial Monitor.



## **Adobe Photoshop**

O Adobe Photoshop é um software para edição profissional de imagens digitais desenvolvido e comercializado pela Adobe Systems. Usei este programa para fazer uma edição mais complexa das fotografias deste relatório.



## **Adobe Lightroom**

O Adobe Lightroom é um software criado pela Adobe Systems para Mac OS X e Microsoft Windows, desenvolvido para a edição rápida e armazenamento de fotografias digitais. Usei este programa para fazer uma edição rápida das fotografias deste relatório.



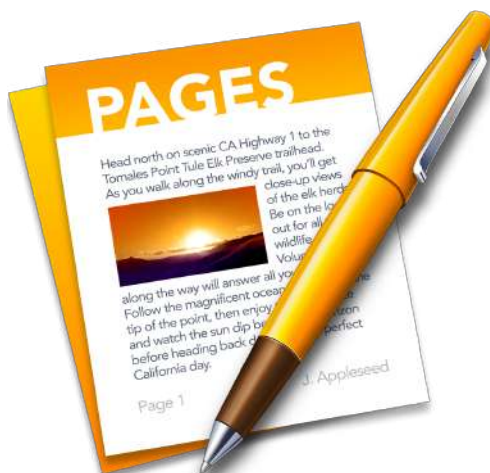
## **Final Cut Pro X**

O Final Cut Pro é um software profissional de edição de vídeo, não linear, desenvolvido pela Apple Computer para o seu sistema operacional, Mac OS X. Usei este programa para editar os vídeos da apresentação.



## Pages

O Pages é uma aplicação de edição de textos que está incluído no pacote “iWork” da Apple Inc. e está disponível exclusivamente para o Mac OS e o iOS. Usei este programa para elaborar este relatório.



## Keynote

O Keynote é um programa de computador destinado à criação e apresentação de slides que está incluído no pacote “iWork” da Apple Inc. e está disponível exclusivamente para o Mac OS e o iOS. Usei este programa para fazer a apresentação.



## ETAPAS DO PROJETO

Iniciei este projeto a testar individualmente cada um dos componentes da máquina, para perceber como é que cada um funcionava e aprender a usar a linguagem de programação “C++” para os controlar individualmente.

Etapas de construção do projeto:

- Materiais Utilizados
- Teste de Botões e Servos
- Teste de Infravermelhos e Servos
- Teste de LCD
- Teste do “Coin Acceptor”
- Protótipo
- Construção da Caixa da Máquina
- Electrónica do Projeto

## Materiais Utilizados

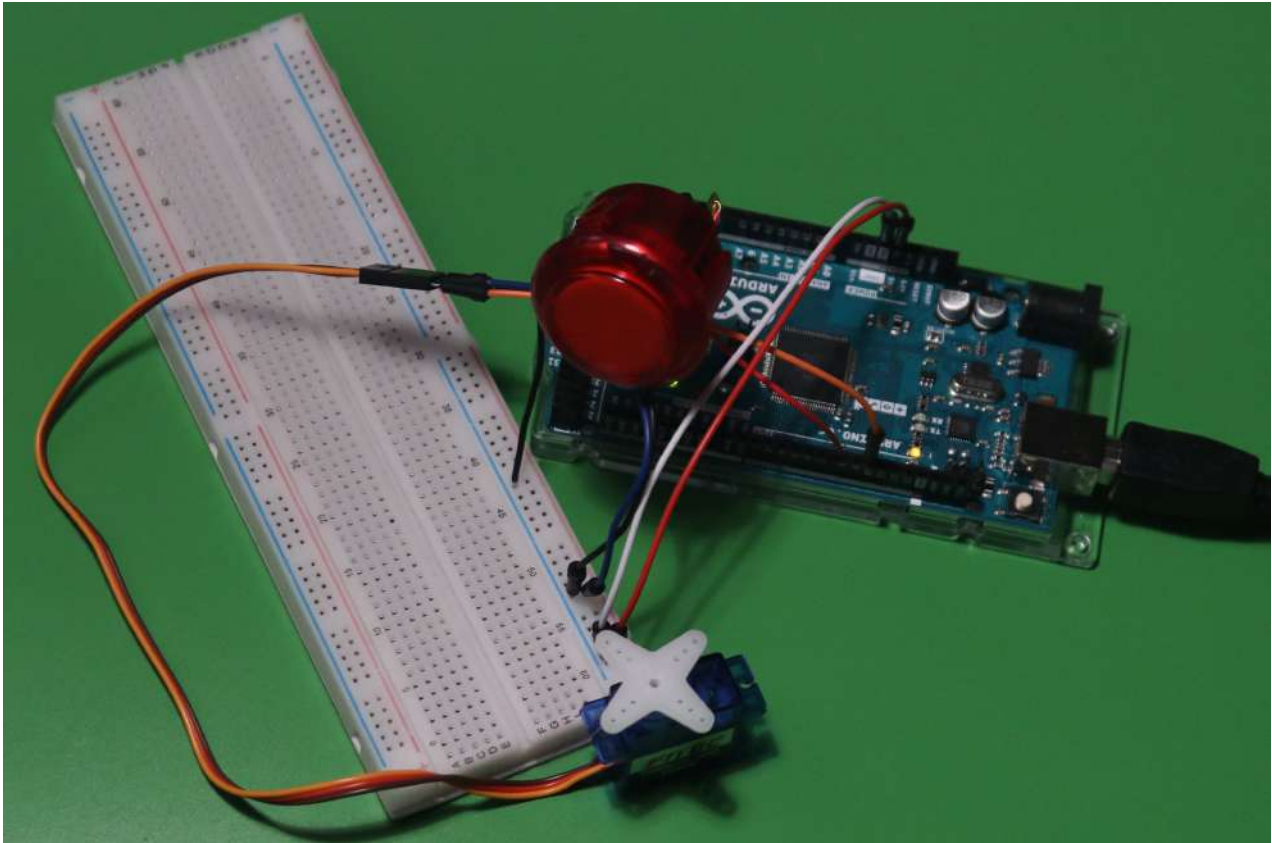
Neste projeto utilizei vários materiais para a construção da parte electrónica e para a construção da caixa.

### Materiais utilizados:

- Arduino Mega 2560 R3 **x 1**
- Botão **x 5**
- Sensor Infravermelho **x 1**
- Breadboard **x 1**
- Ecrã LCD 20x4 **x 1**
- Servo 360° **x 4**
- Servo 180° **x 1**
- Leds RGB 1m **x 1**
- Interruptor **x 1**
- Keypad **x 1**
- Coin Acceptor **x1**
- Fio Unifilar
- Madeira MDF (Caixa)
- Arame
- Acrílico

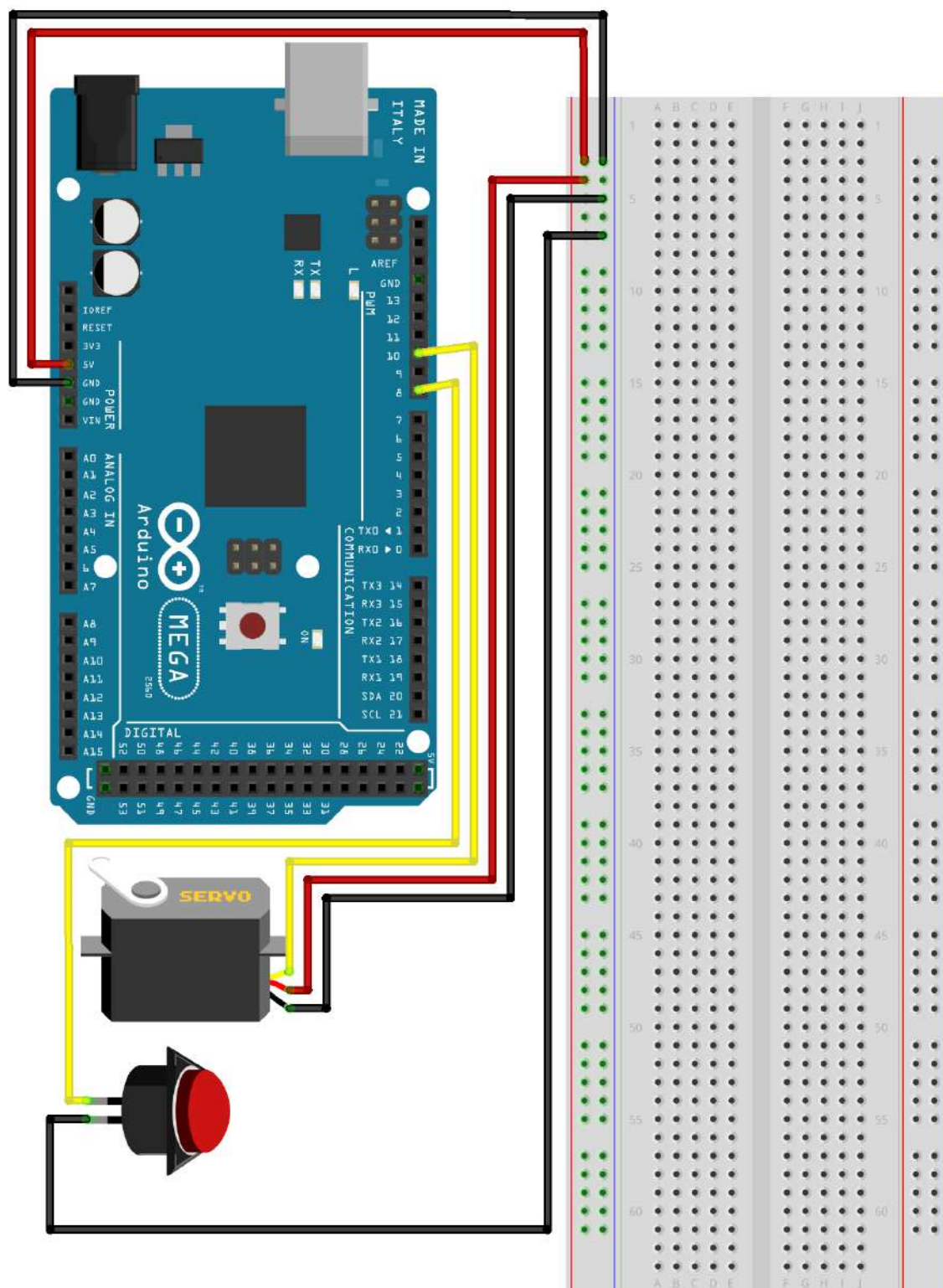
## Teste de Botões e Servos

Nesta etapa foram ligados os cliques do botão ao Programa, colocando o servo a rodar sempre que este é pressionado.





## CIRCUITO:



## CÓDIGO:

```
#include <Servo.h>

Servo servo;

#define button 8

void setup() {

  pinMode(button, INPUT_PULLUP);

}

void loop() {

  while (true) {

    if (digitalRead(button) == LOW) {

      servo.attach(10);

      servo.writeMicroseconds(1950); // start

      delay(500);

      servo.writeMicroseconds(1450); // stop

      delay(500);

      servo.detach();

      break;

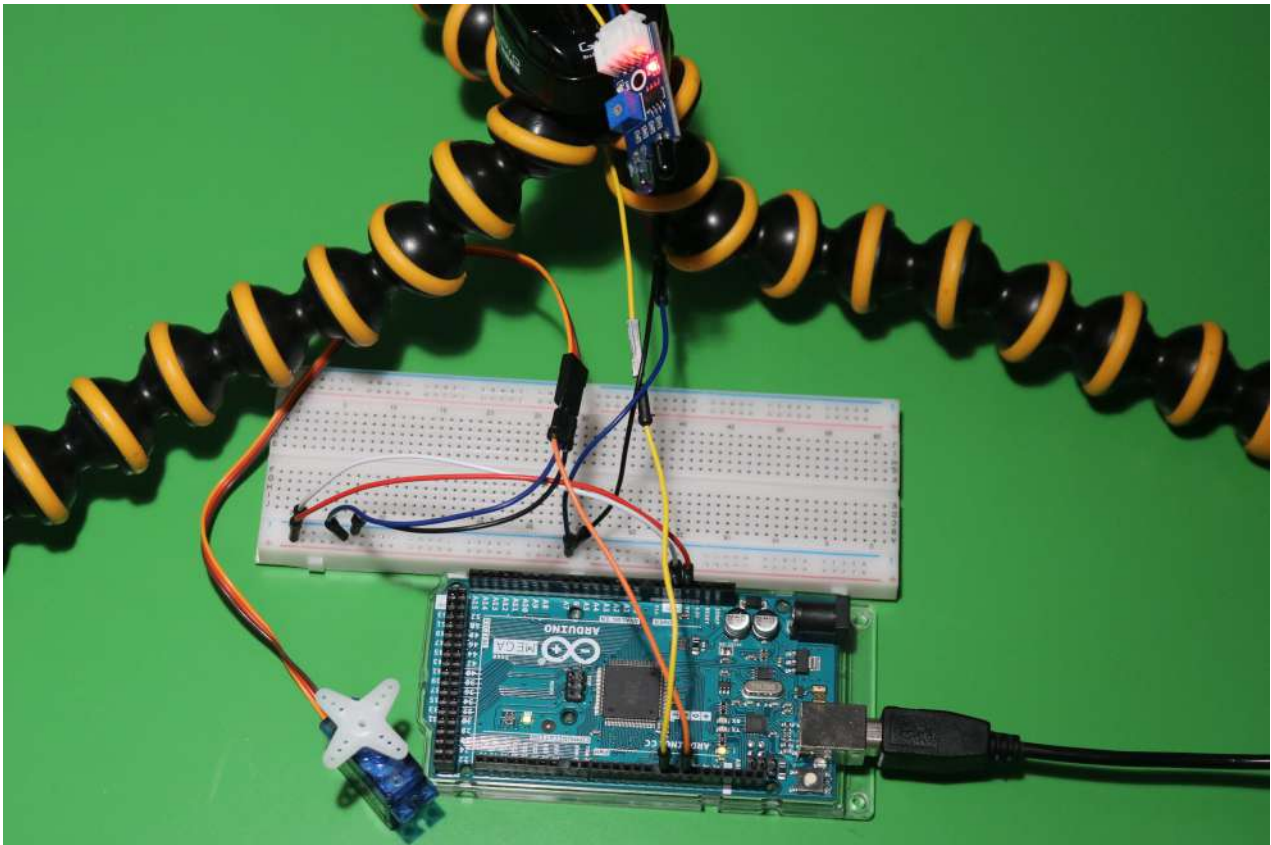
    }

  }

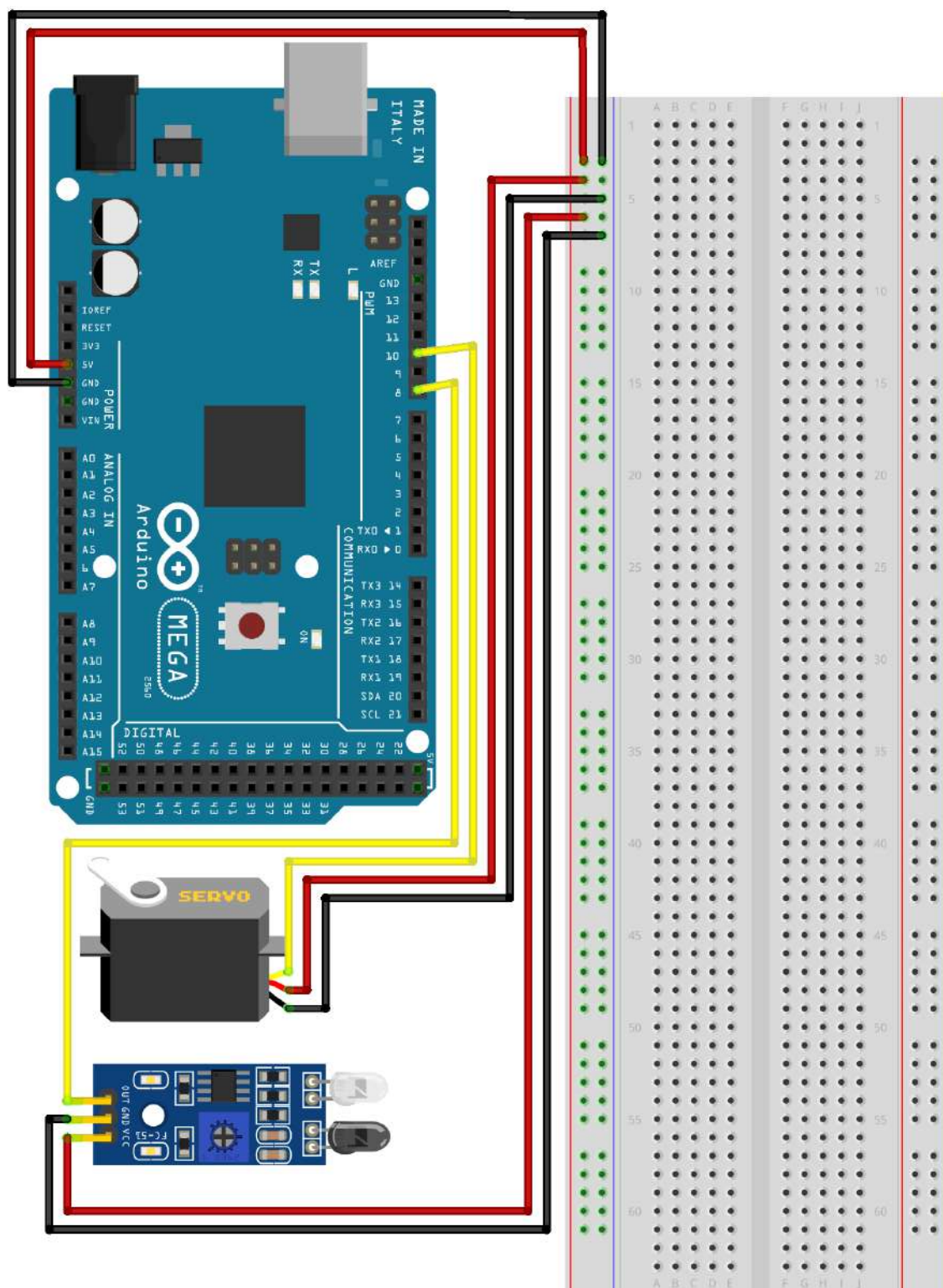
}
```

## Teste de Infravermelhos e Servos

Nesta etapa foram ligados os sinais enviados pelo Infravermelho ao Programa, colocando o servo a rodar sempre que é pressionado.



## CIRCUITO:



## CÓDIGO:

```
#include <Servo.h>

Servo servo;

#define ir 8

void setup() {

    pinMode(ir, INPUT_PULLUP);
}

void loop() {

    while (true) {

        if (digitalRead(ir) == LOW) {

            servo.attach(10);

            servo.writeMicroseconds(1950); // start

            delay(500);

            servo.writeMicroseconds(1450); // stop

            delay(500);

            servo.detach();

            break;

        }

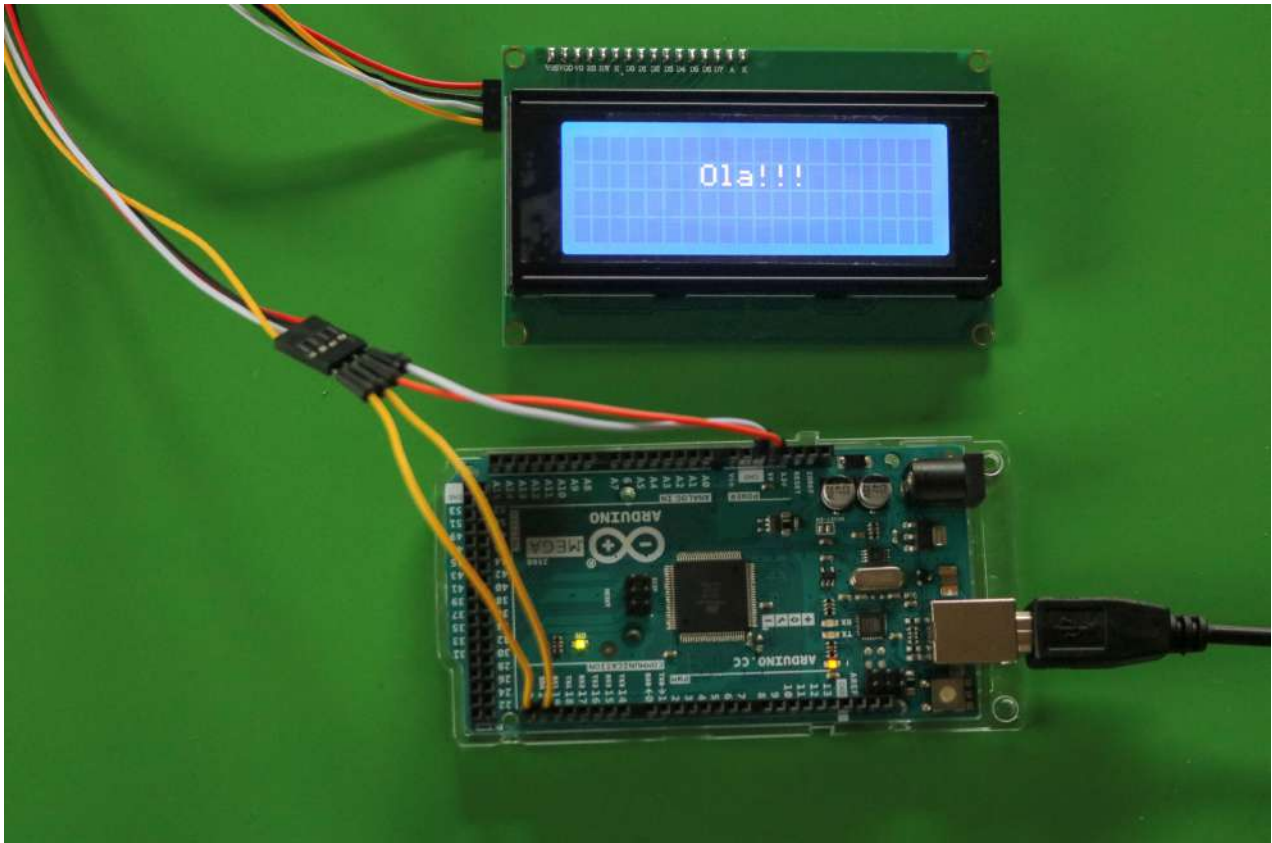
    }

}
```

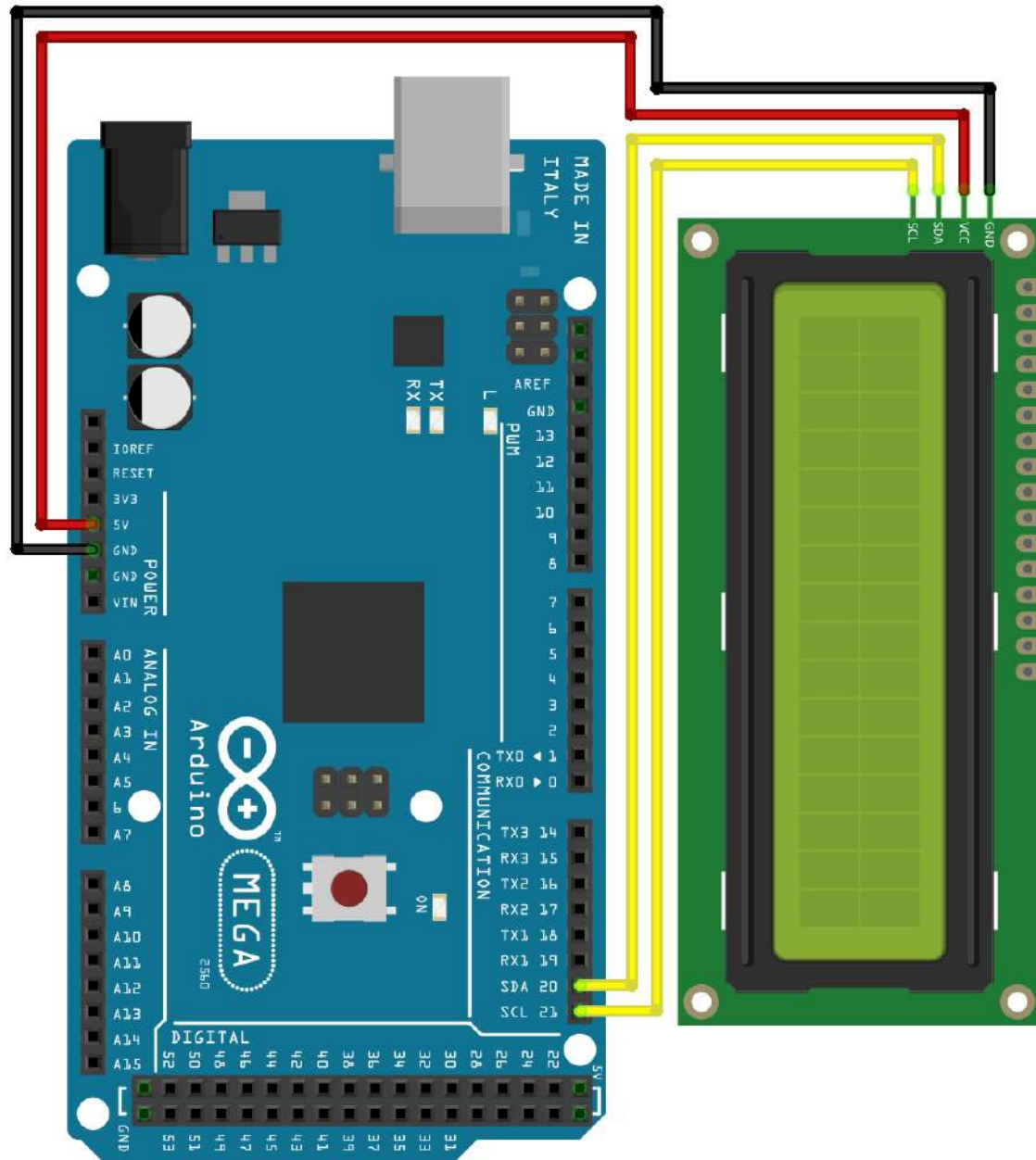


## Teste de LCD

Nesta etapa foi conectado o LCD ao Programa e, desta forma, o texto é enviado para o LCD.



## CIRCUITO:



## CÓDIGO:

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <Wire.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0 ,4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);

void setup() {

  lcd.begin(20,4);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(7, 1);

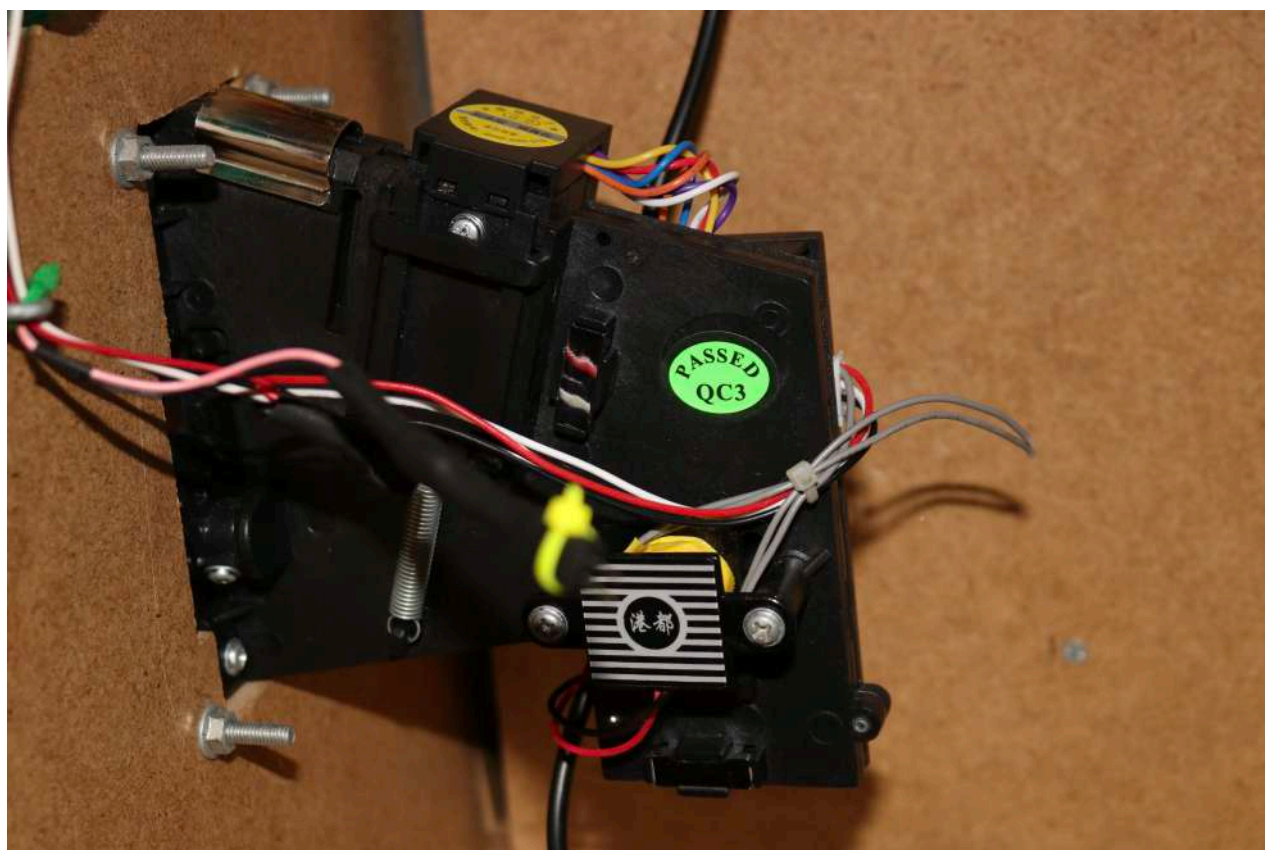
  lcd.print("Ola!!!");

}
```

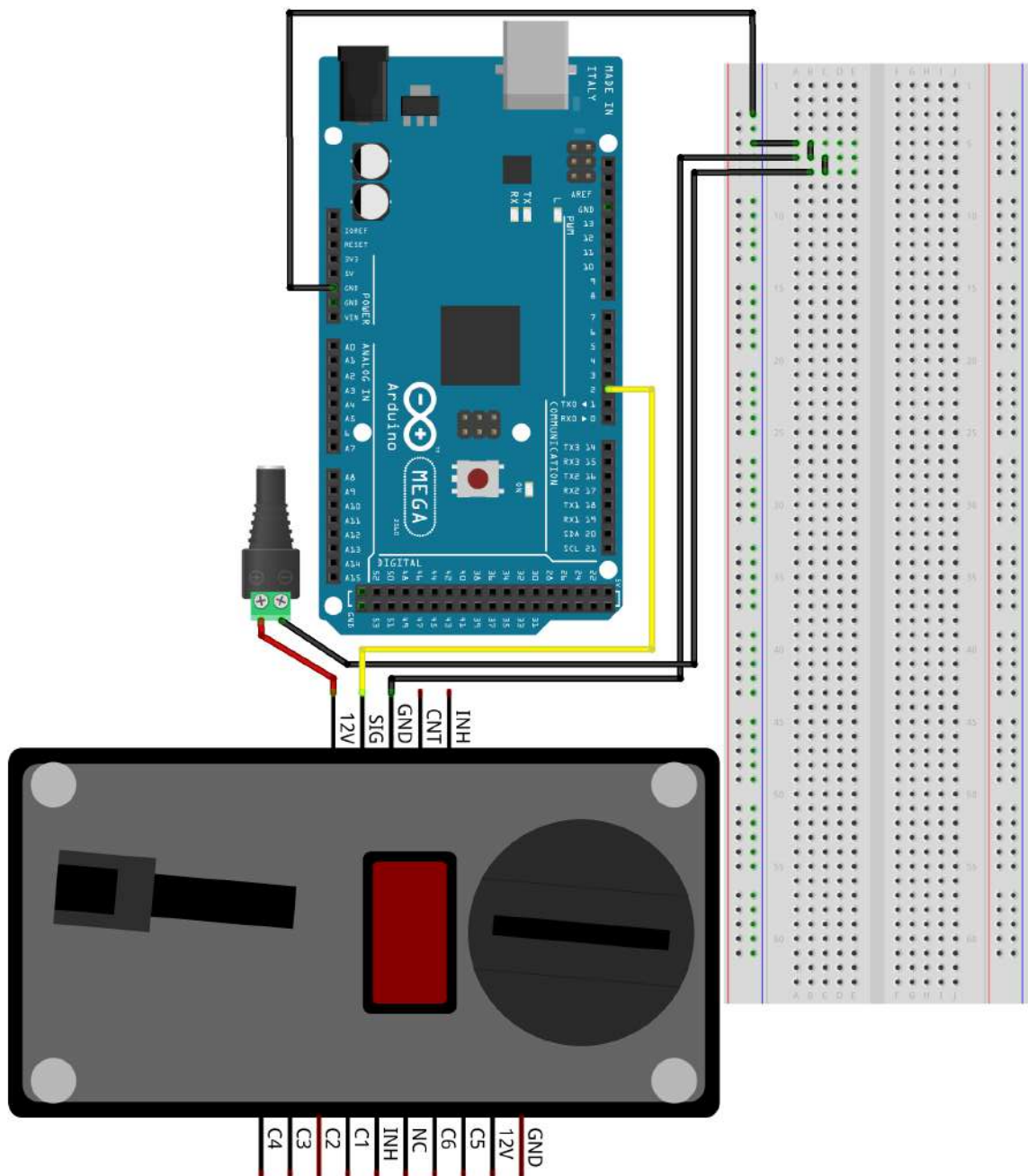


## Teste do “Coin Acceptor”

Nesta etapa foi usado o “Coin Acceptor”. Para funcionar, começamos por ligar o positivo e o negativo do “Coin Acceptor” a um conversor DC Barrel Jack e na ranhura lateral introduzimos a moeda que queremos que a máquina aceite. Nesta etapa também se ligaram os sinais enviados pelo Coin Acceptor ao programa para que cada vez que se introduz uma moeda o programa a reconheça.



CIRCUITO:



## CÓDIGO:

```
const byte coinDetector = 2;

float banca;

void setup() {

    Serial.begin(9600);

    pinMode(coinDetector, INPUT);

}

void loop() {

    static unsigned long prevCoinMillis = 0;

    static float coinValue = 0;

    unsigned long currentMillis = millis();

    if((currentMillis - prevCoinMillis >= 50) && (digitalRead(coinDetector) == HIGH)) {

        prevCoinMillis = currentMillis;

        banca += 0.5;

        Serial.print(banca);

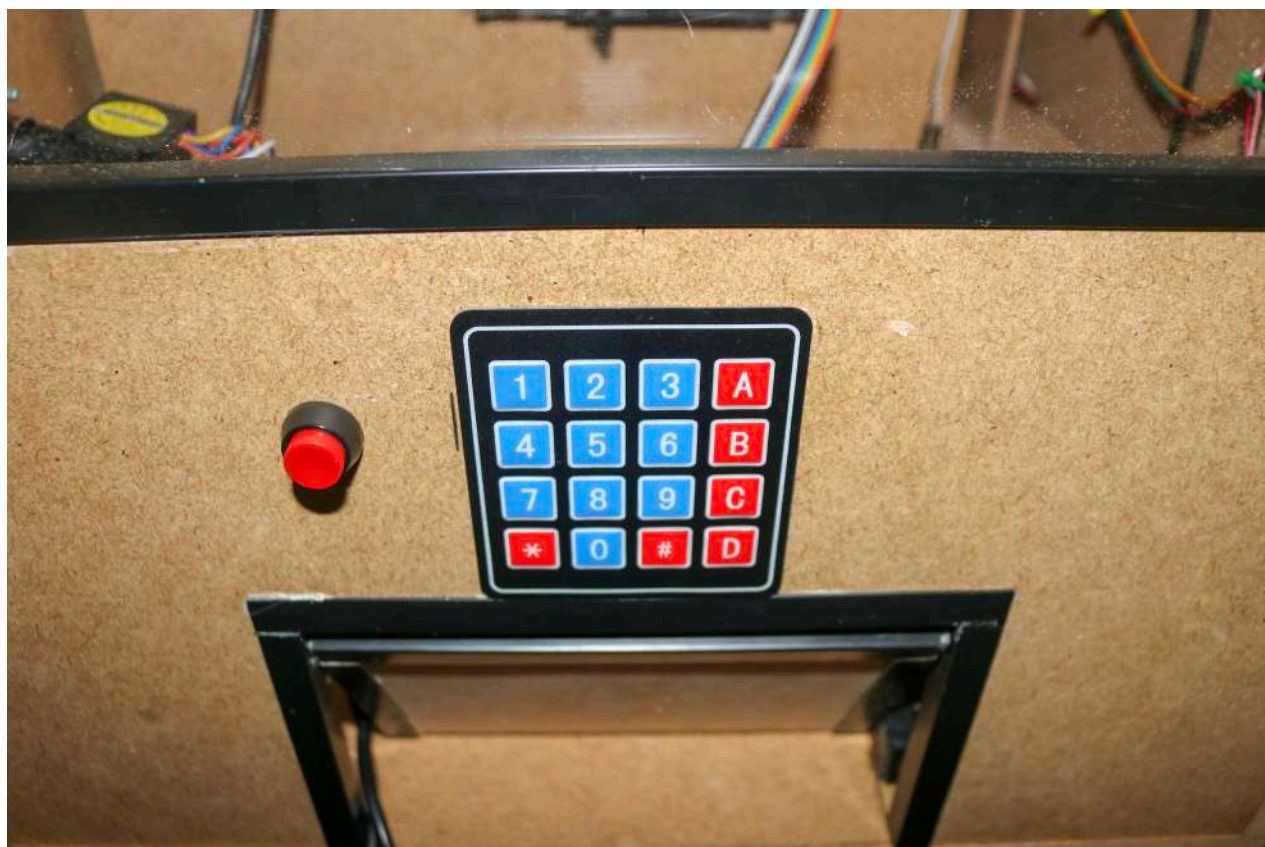
        Serial.println("€");

    }

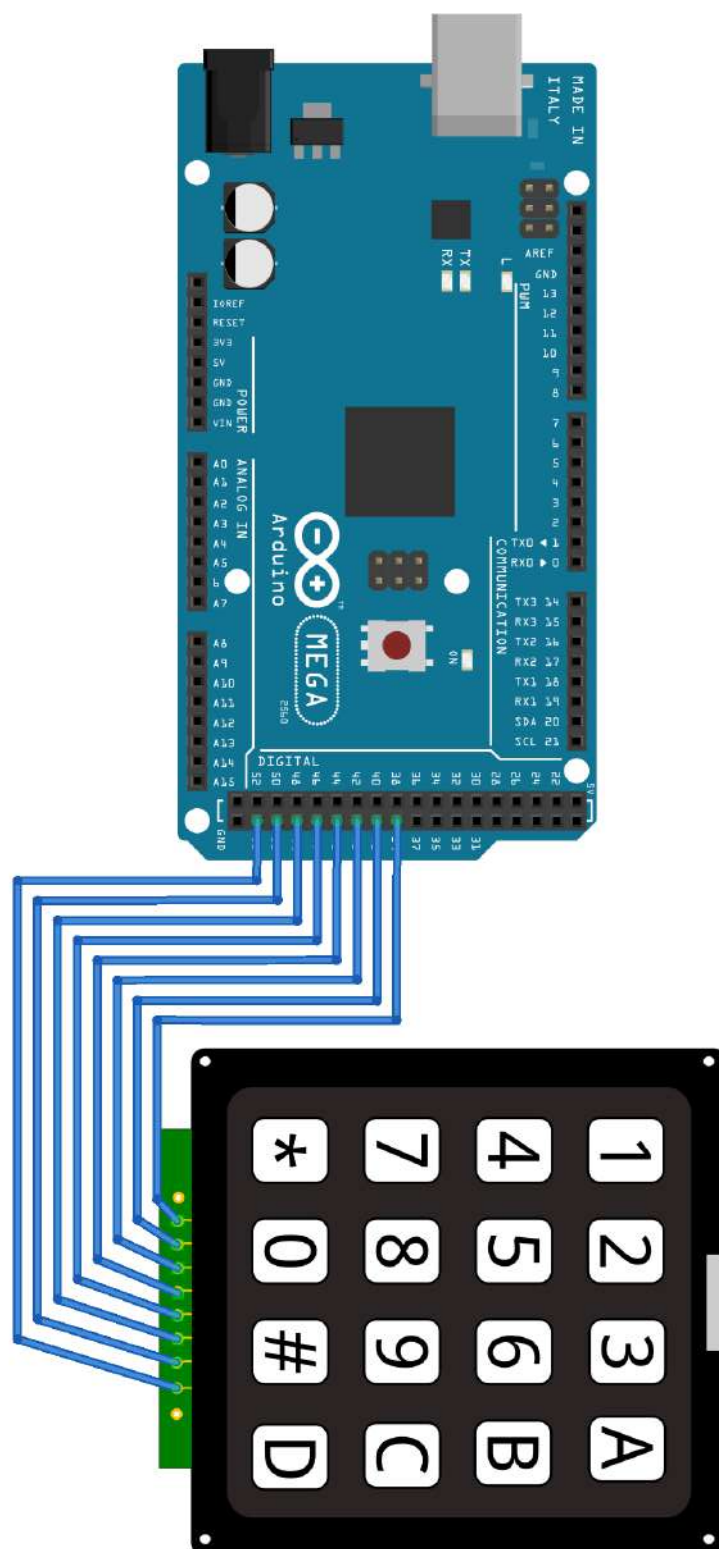
}
```

## Teste do Keypad

Nesta etapa foi usado o "Keypad". Para que o programa consiga detectar qual a tecla do "Keypad" pressionada foi necessário verificar como ligar os sinais enviados pelo mesmo ao programa.



## CIRCUITO:





## CÓDIGO:

```
#include <Keypad.h>

const byte ROWS = 4;

const byte COLS = 4;

char keys[ROWS][COLS] = {{'1','2','3','A'}, {'4','5','6','B'}, {'7','8','9','C'}, {'*','0','#','D'}};

byte rowPins[ROWS] = {37, 39, 41, 43};

byte colPins[COLS] = {45, 47, 49, 51};

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );

void setup(){

  Serial.begin(9600);

}

void loop(){

  char key = keypad.getKey();

  if (key){ //Mostra qual a tecla que foi pressionada

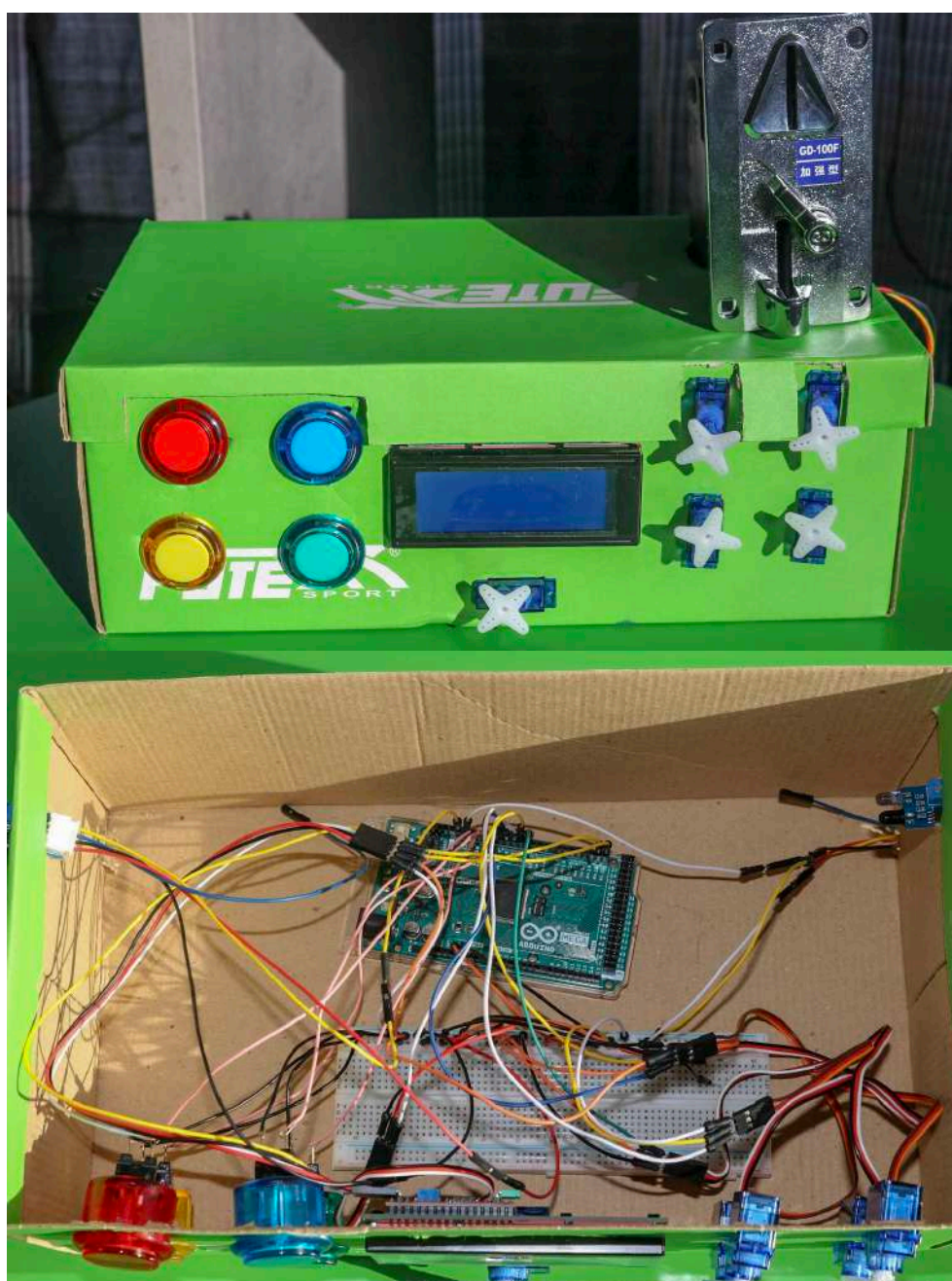
    Serial.println(key);

  }

}
```

## Protótipo

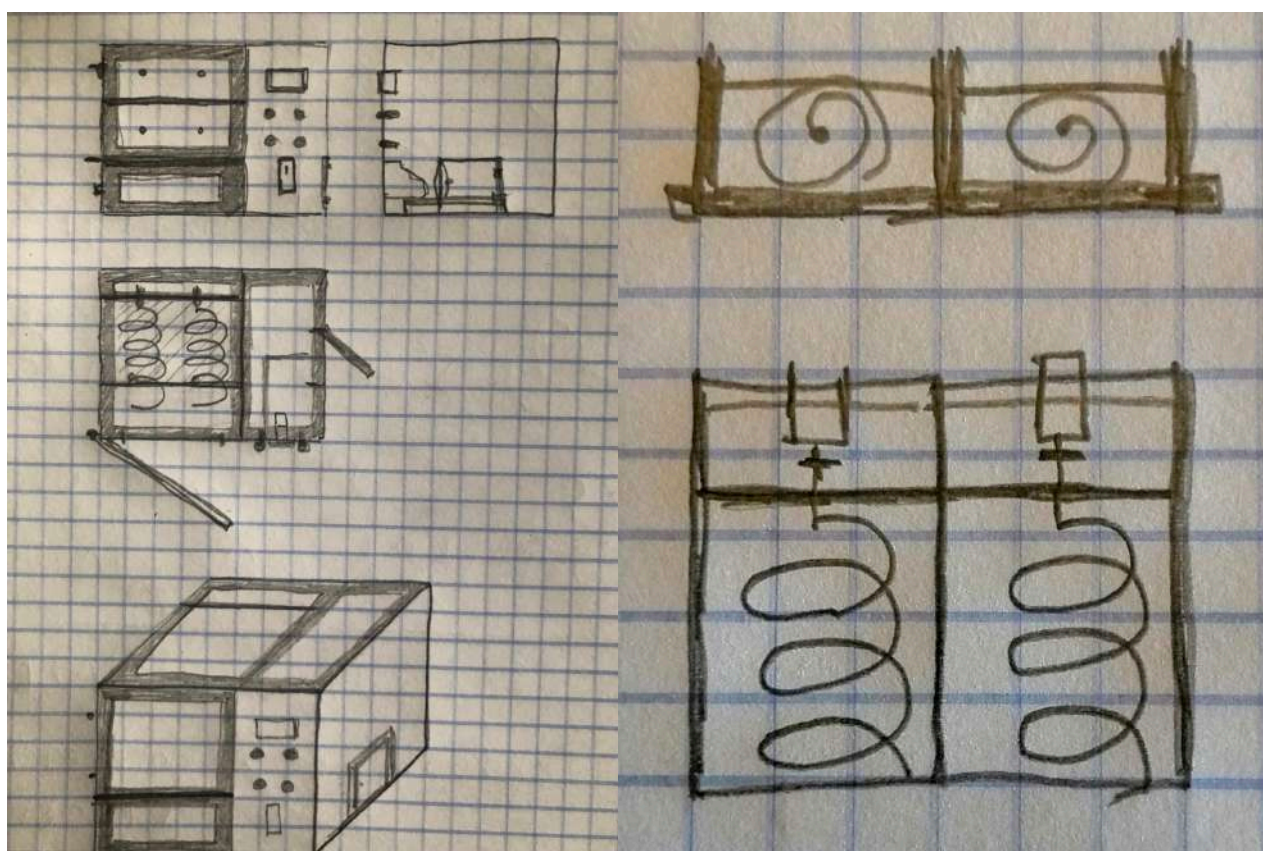
No Protótipo foram conectados os circuitos elétricos e montados todos os componentes numa caixa de sapatos para testar se tudo funcionava corretamente. Nesta fase do projeto ainda não tencionava usar um "Keypad" por isso, o mesmo não está presente no Protótipo. No entanto, estão presentes os Infravermelhos que não foram usados no projeto final uma vez que optei pelos sinais emitidos pelo "Coin Acceptor", pois desta forma era sempre exato, algo que não acontecia com os Infravermelhos.



## Construção da Caixa

Para a construção da caixa da máquina foi feito um esboço da caixa e das prateleiras e, depois a mesma foi construída em Madeira MDF seguindo esse esboço.

### ESBOÇO:





## CAIXA EM CONSTRUÇÃO:

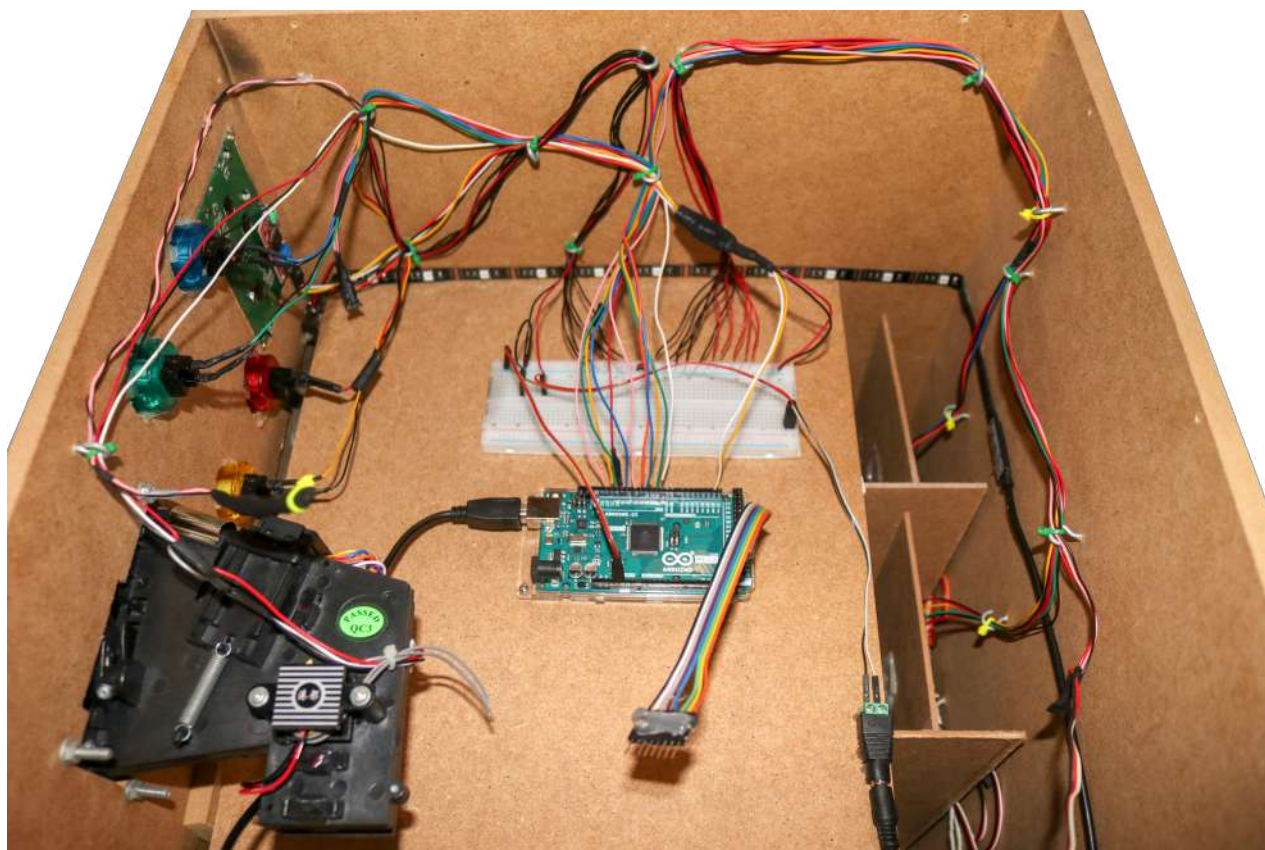


## GAVETA EM CONSTRUÇÃO:

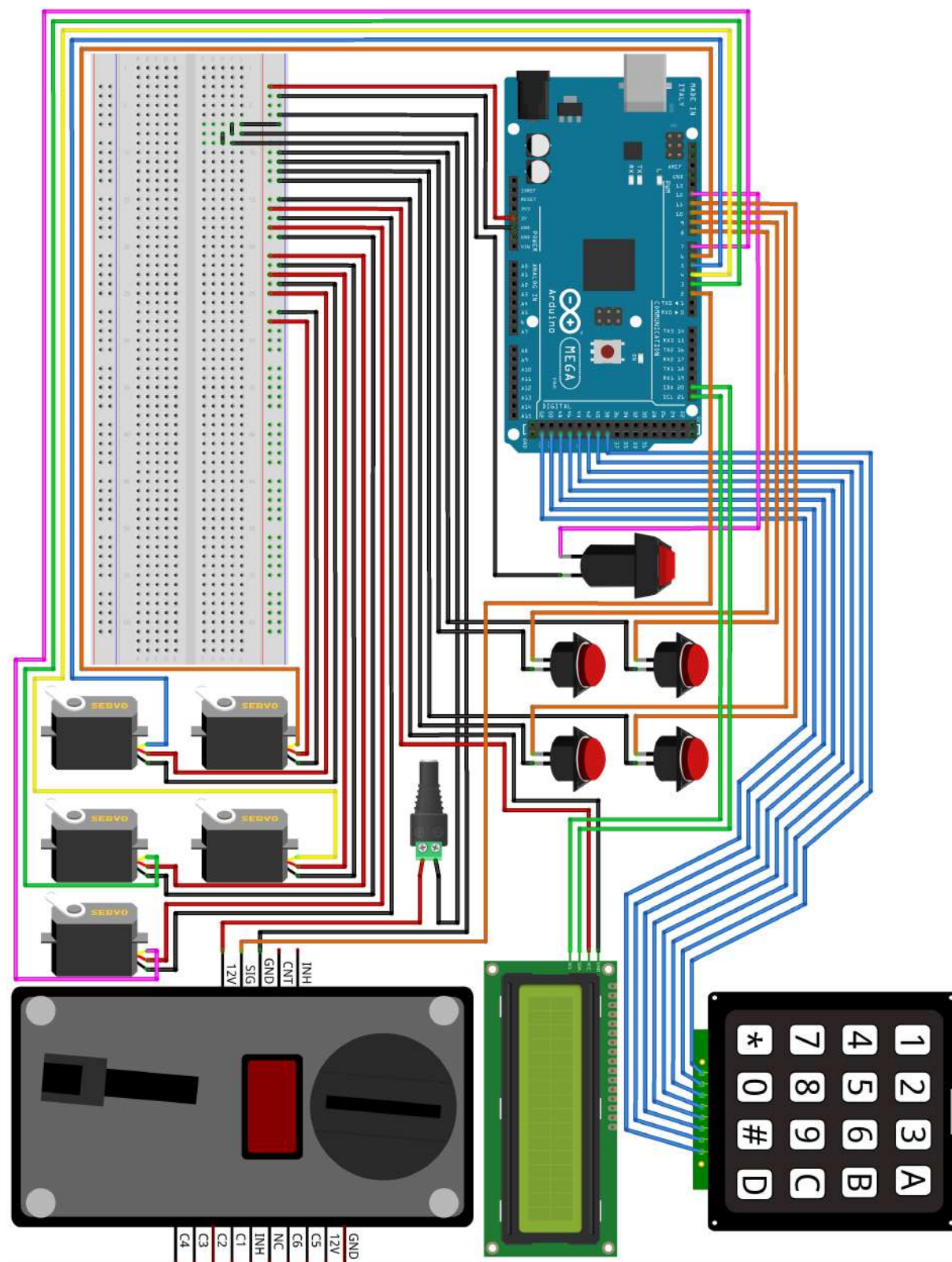


## **Electrónica do Projeto**

Os componentes do Arduino foram todos ligados utilizando unifilar e fios jumper. Utilizei uma breadboard para auxiliar na ligação dos cabos positivos e negativos dos componentes e assim não terem que ser soldados. Apenas foram soldados os cabos de Data, e depois revestidos com um tubo termo retrátil para proteger de possíveis curtos-circuitos.



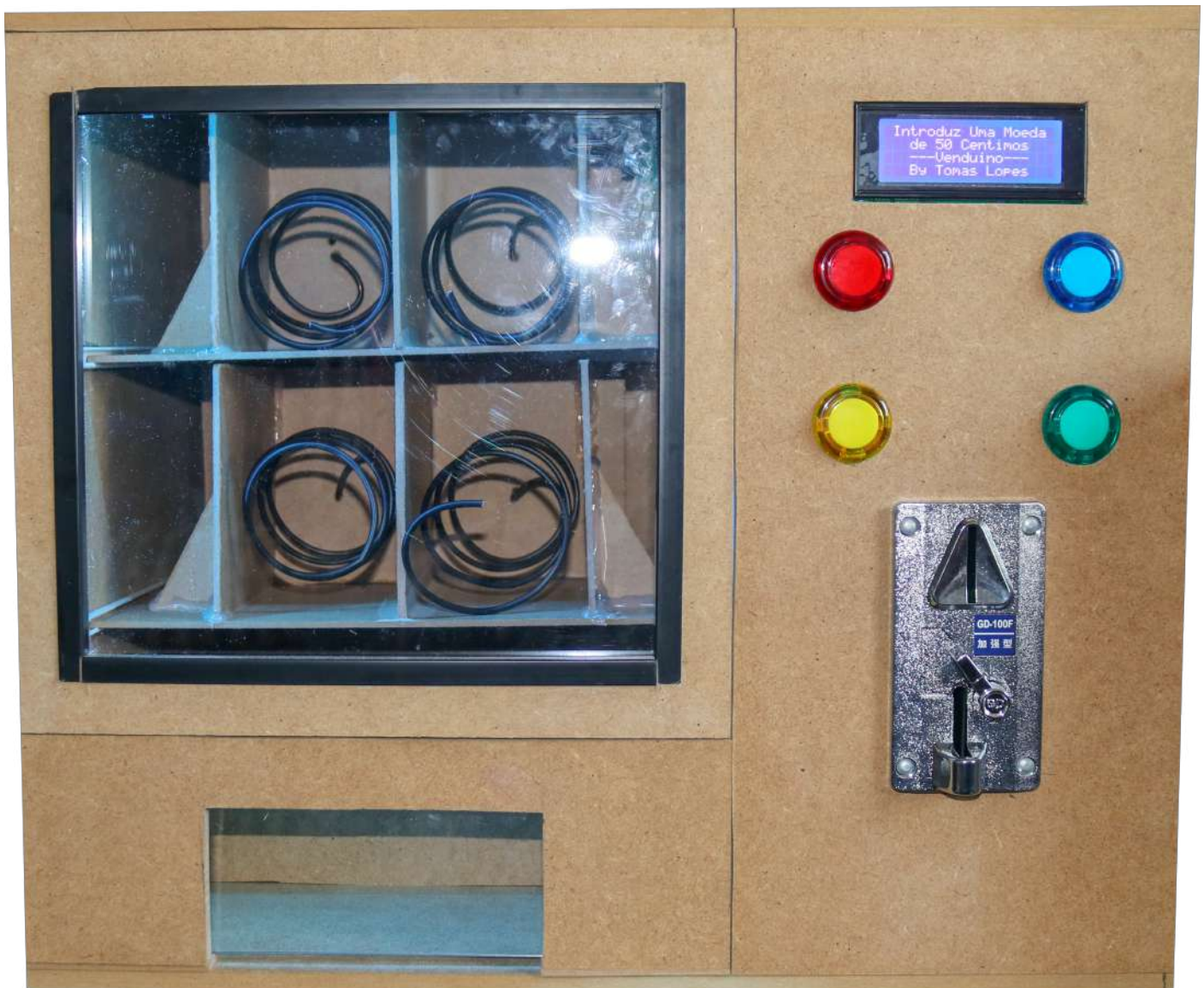
## CIRCUITO:





PROJETO FINAL (GALERIA DE FOTOS)

FRENTE:

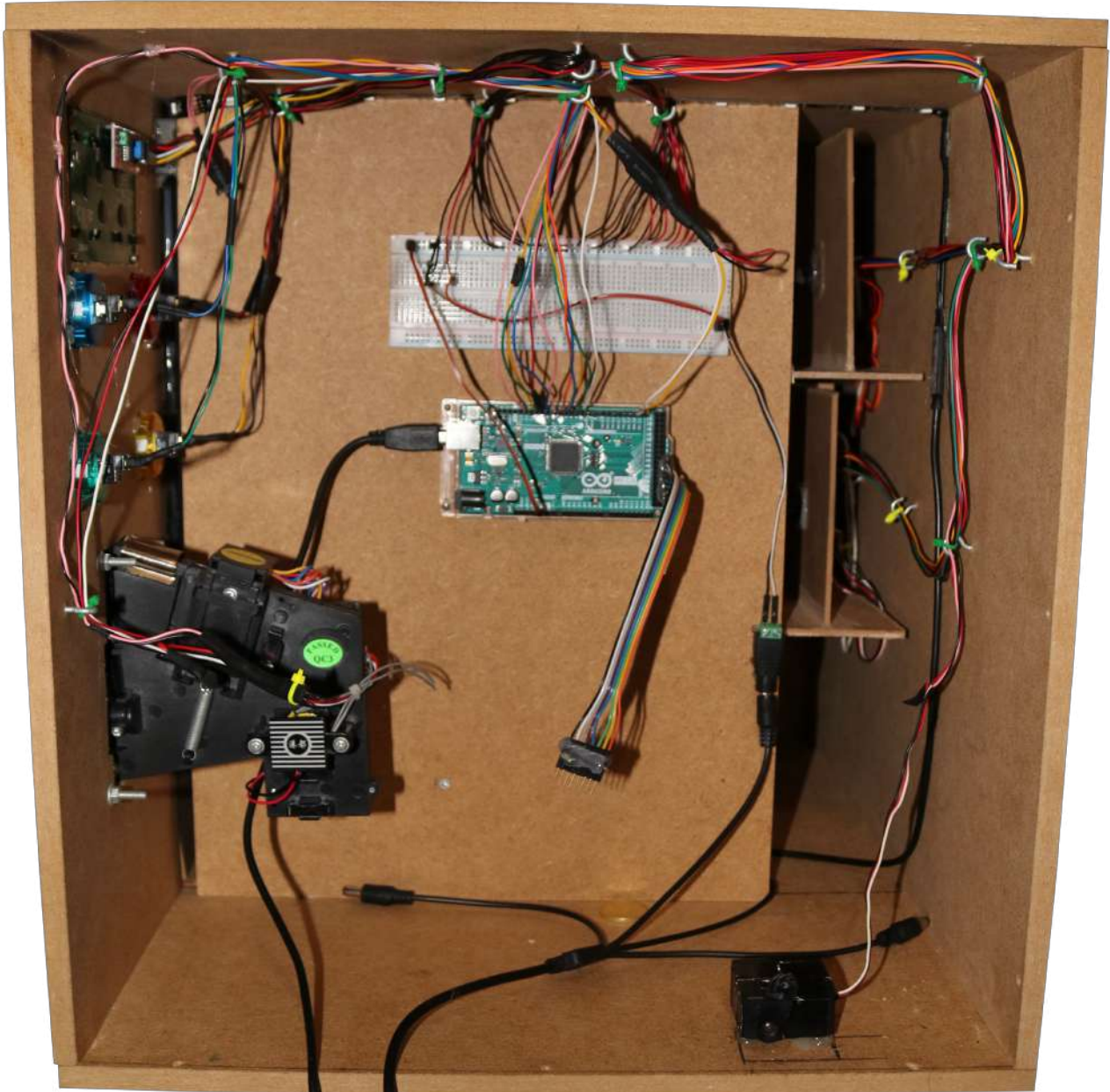


## LATERAL:

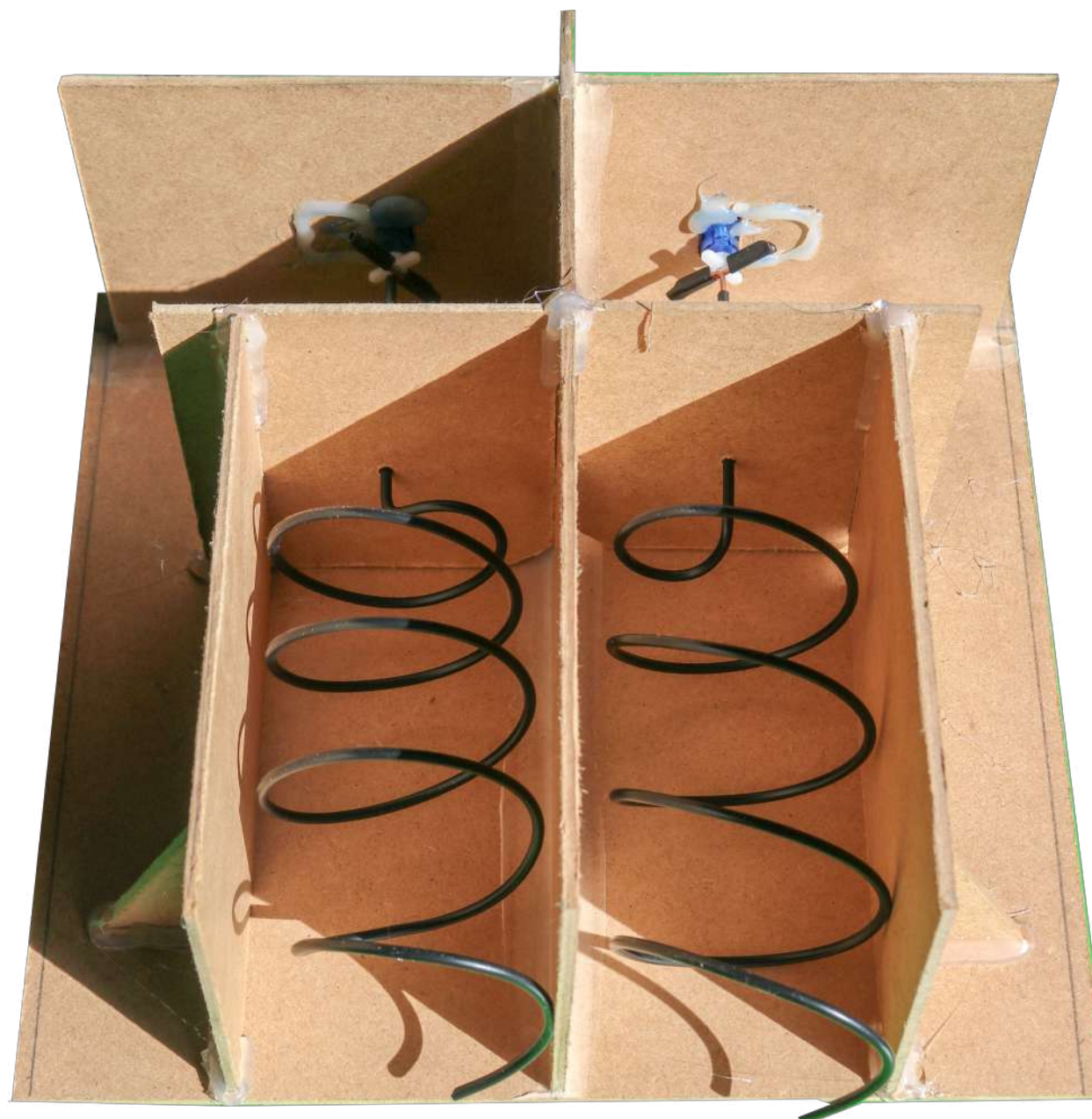




LATERAL (DESCOBERTA):

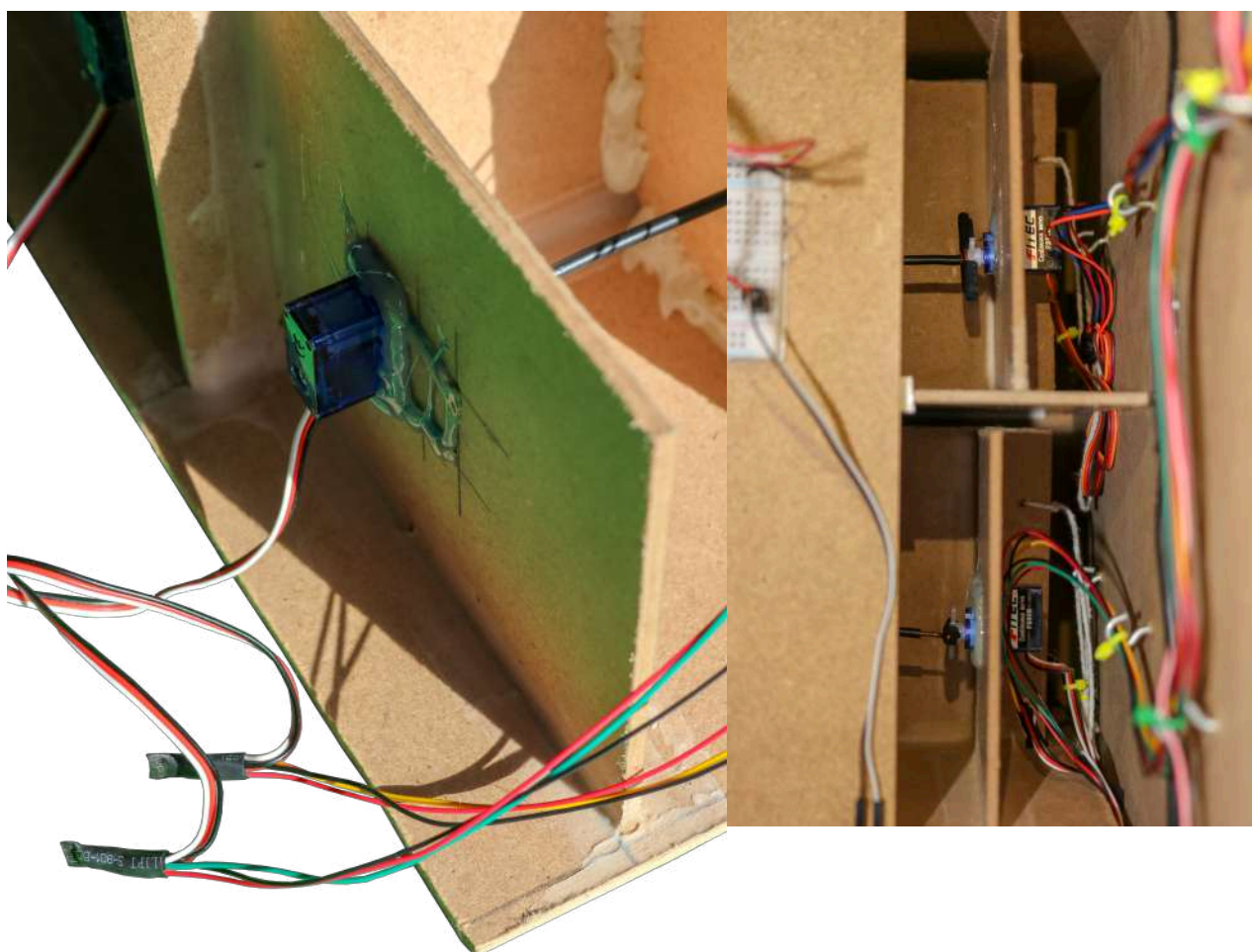


GAVETAS:





## MOTOR:





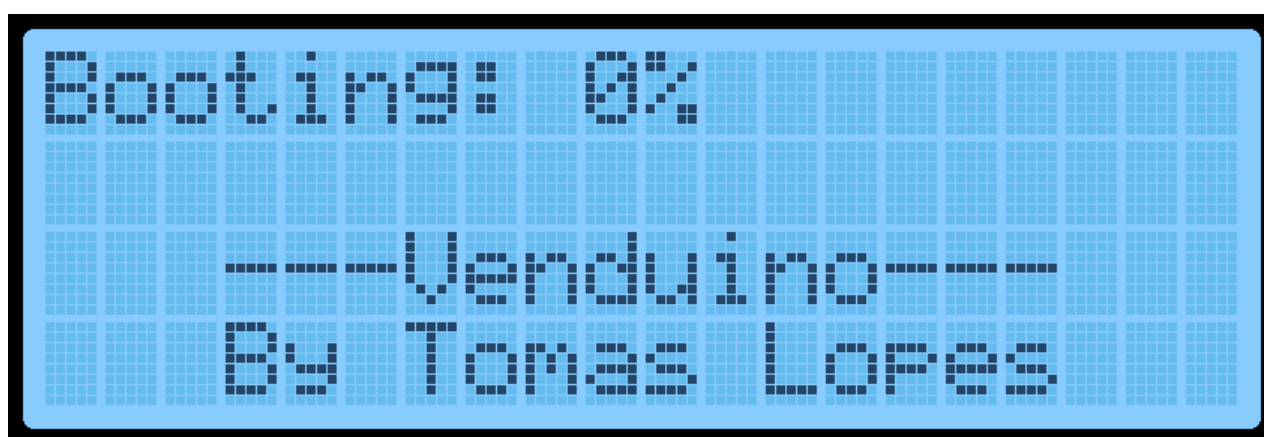
## BOTÃO PARA O MODO DE ADMINISTRADOR:



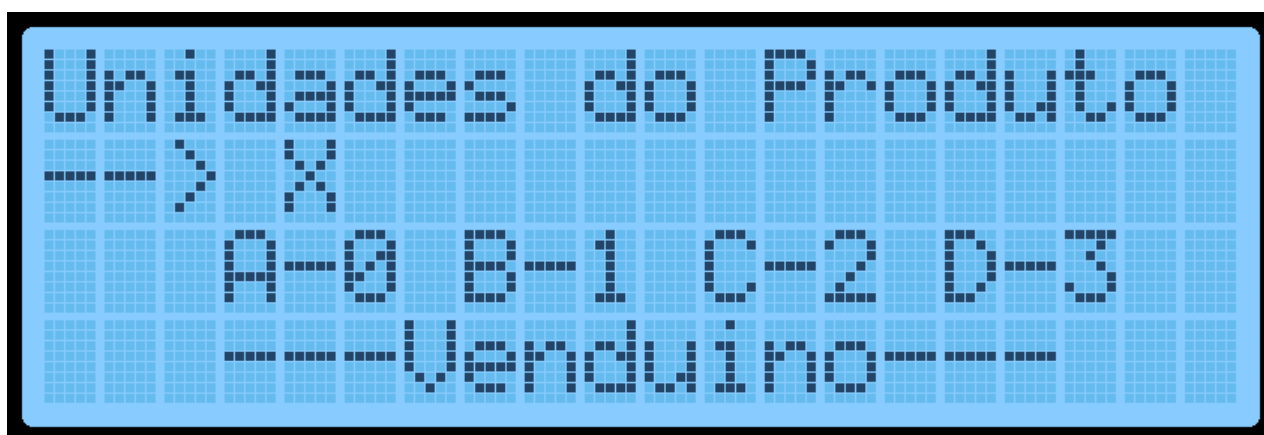
## FUNCIONAMENTO DO PROGRAMA

## FRONT-OFFICE

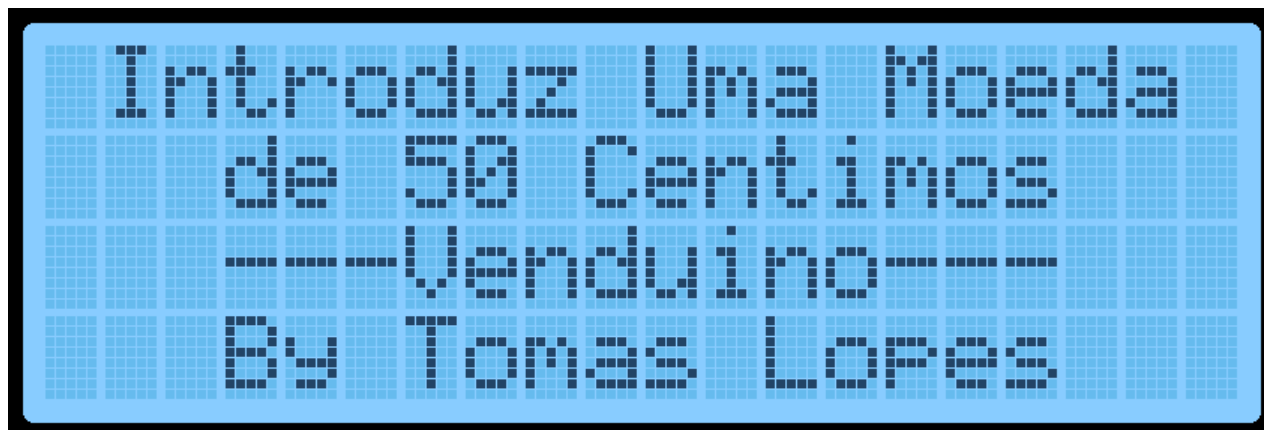
Ao iniciar o Arduino o programa vai fazer uma animação de preparação (contagem crescente de 0% a 100%) enquanto todos os componentes se ligam individualmente.



Após isso, o programa vai pedir para se definir o stock de cada um dos produtos da máquina (X = stock do produto).



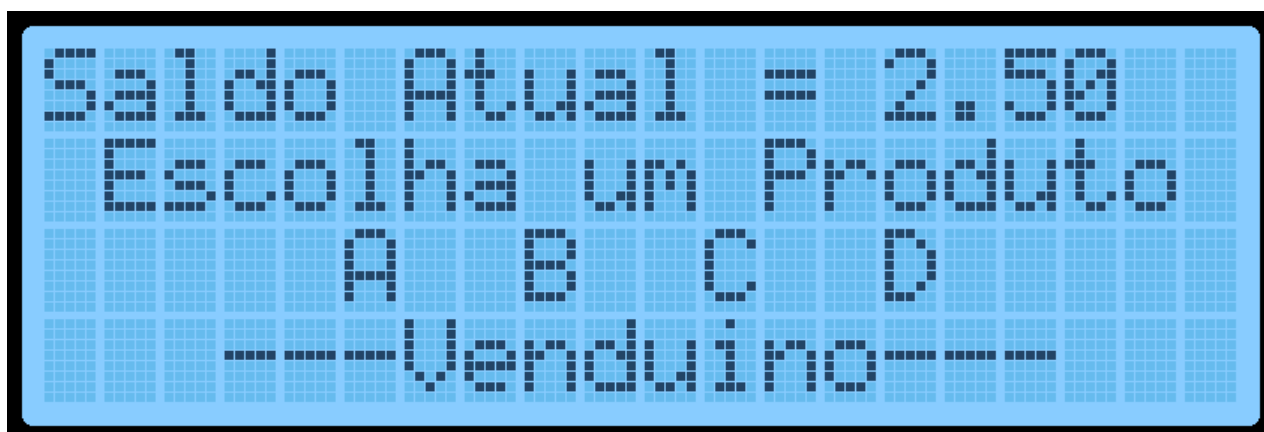
A partir deste momento o programa entra no ecrã principal do loop infinito.



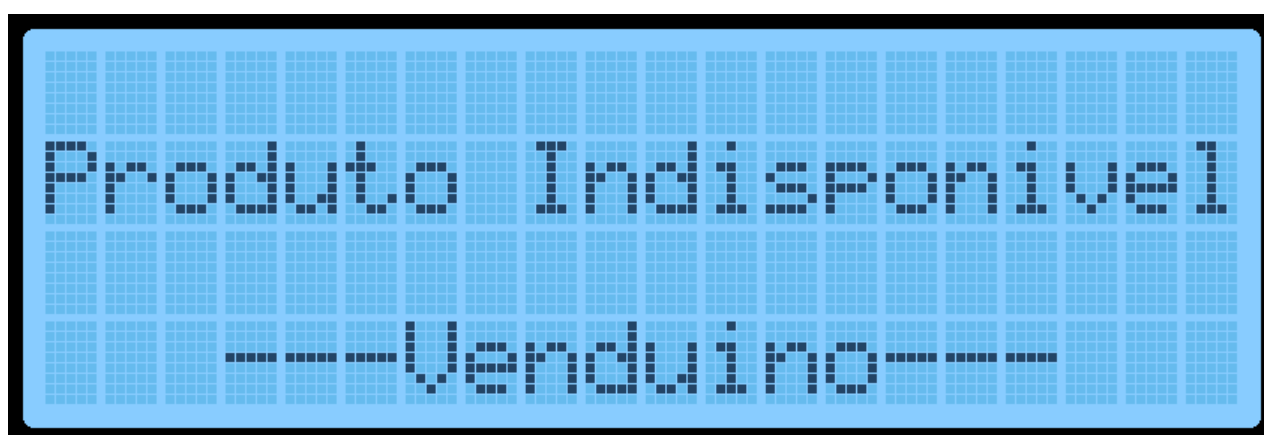
Se algum botão de seleção de produto for carregado sem que nenhuma moeda tenha sido introduzida, o ecrã vai mostrar o preço desse produto e avisa que a máquina não dá troco.



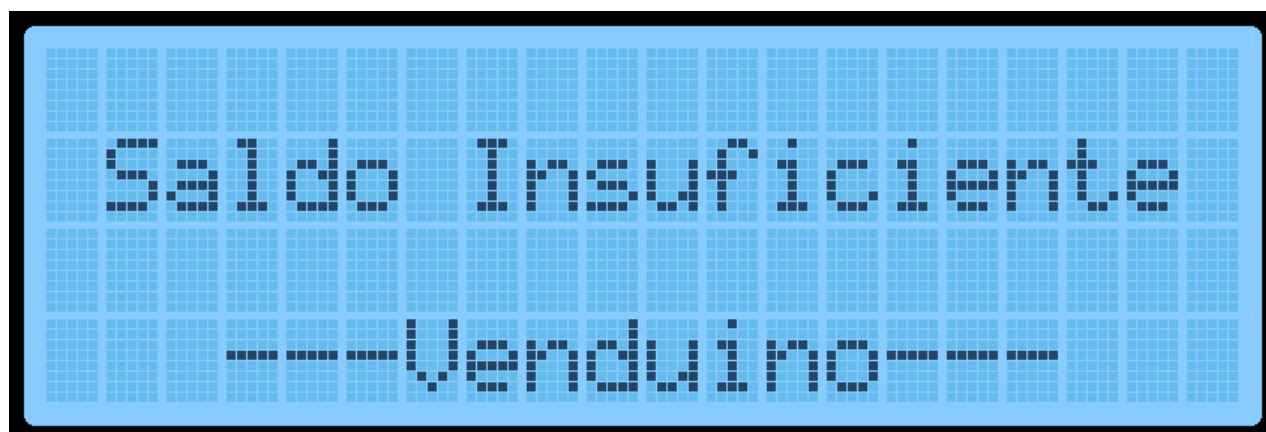
Se definirmos que a máquina aceita moedas de 50 cêntimos, cada vez que o utilizador introduz uma moeda desse valor (rejeita as moedas de outros valores) o saldo (Saldo Atual) vai aumentando em 0.50 €. Temos no ecrã a indicação do Saldo Atual e é pedido para se escolher um produto.



Quando o utilizador carrega no botão do produto desejado o programa vai verificar no stock se tem esse produto disponível e se não tiver vai mostrar o aviso: "Produto Indisponível".



Se o produto desejado se encontrar disponível, o programa vai verificar se o utilizador introduziu dinheiro suficiente e se não tiver saldo vai mostrar o aviso: “Saldo Insuficiente”.

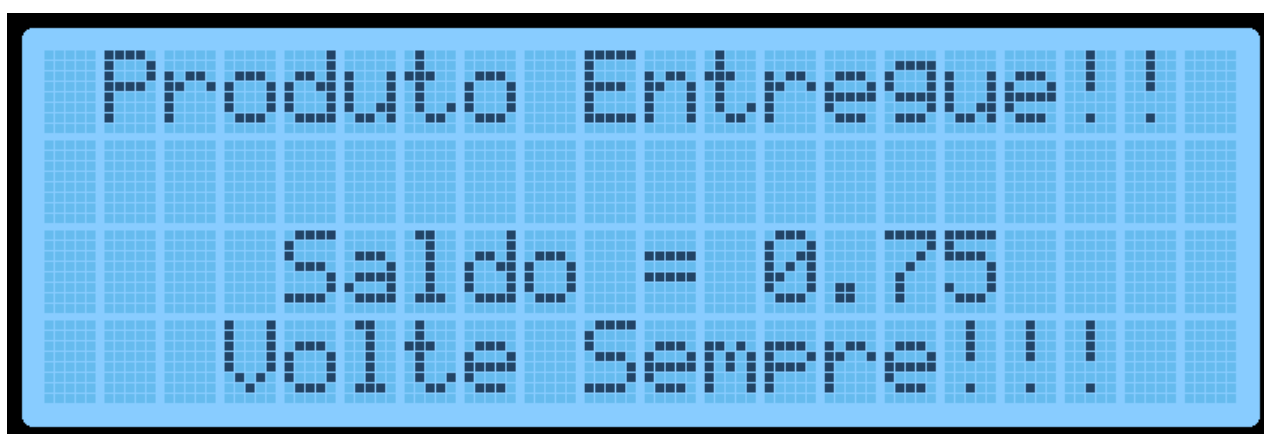


Se houver stock suficiente do produto desejado e se o utilizador tiver introduzido o saldo necessário, o programa faz girar o servo do produto desejado e vai indicar que o produto está a ser entregue: “Entregando”.

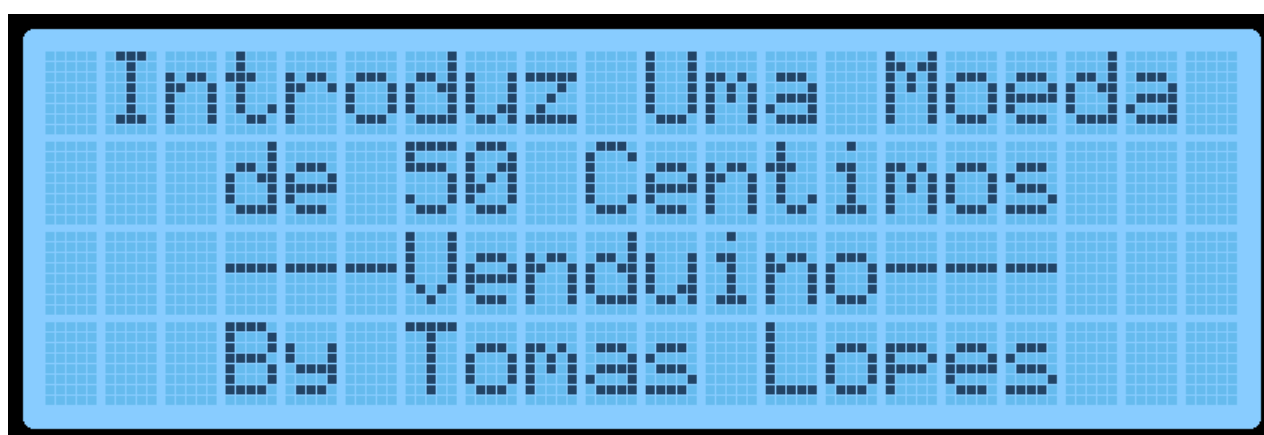


Após a entrega do produto, o programa retira 1 unidade ao stock desse produto.

No ecrã aparece a indicação de “Produto Entregue” e a indicação do saldo restante mas, como a máquina não dá troco, o programa faz uma animação de contagem decrescente do saldo até 0.00€.



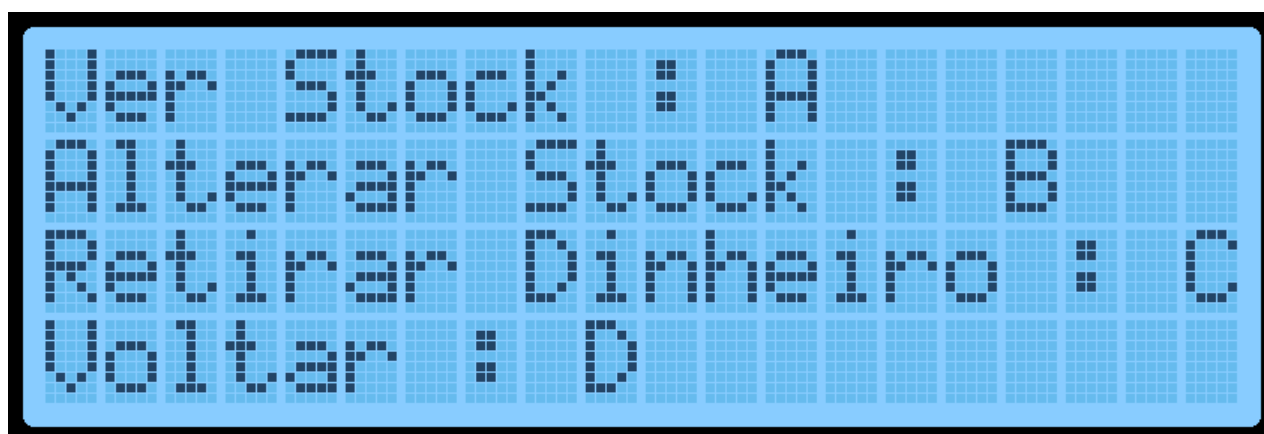
Após a contagem decrescente chegar a 0.00 €, a máquina vai voltar ao início do programa e voltamos ao ecrã inicial.



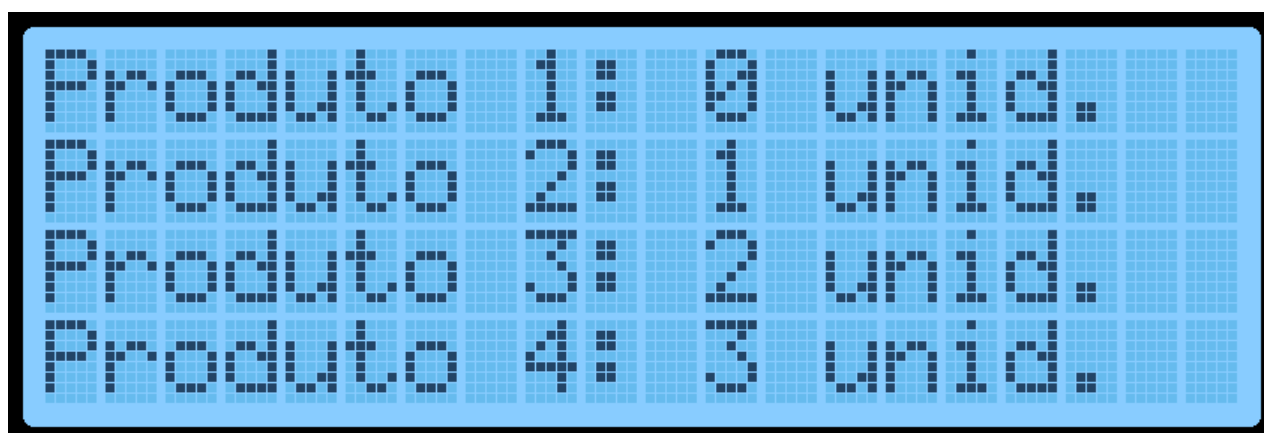
## BACK-OFFICE

Na parte lateral da máquina existe um botão vermelho que serve para aceder ao Menu de Administrador. Para que este botão esteja ativado é necessário ligar um interruptor que se encontra no interior da máquina mas, só quem tem a chave para a abrir é que tem acesso a esse interruptor.

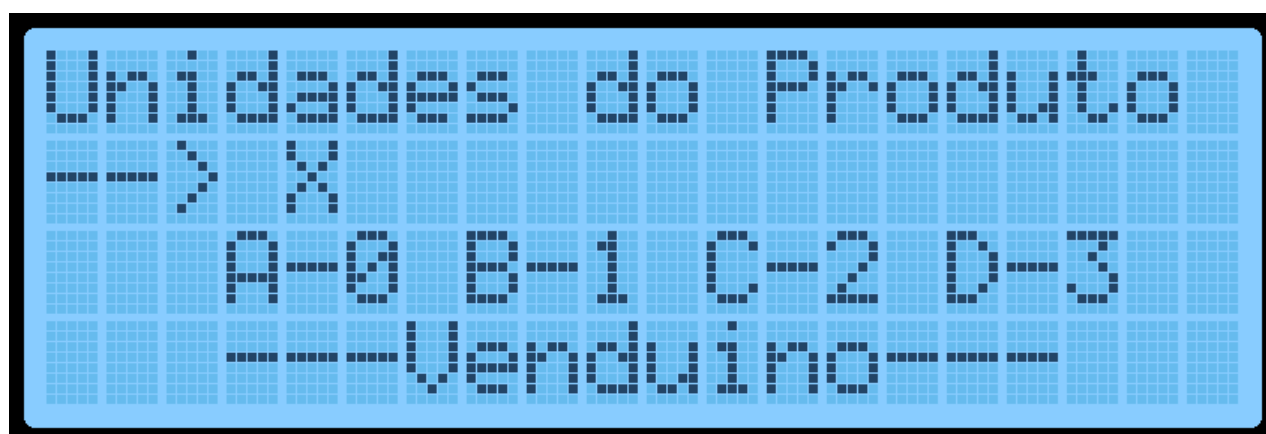
Quando o botão vermelho está ativo, ao carregarmos acedemos ao Menu de Administrador, onde é possível escolher as opções usando um Keypad.



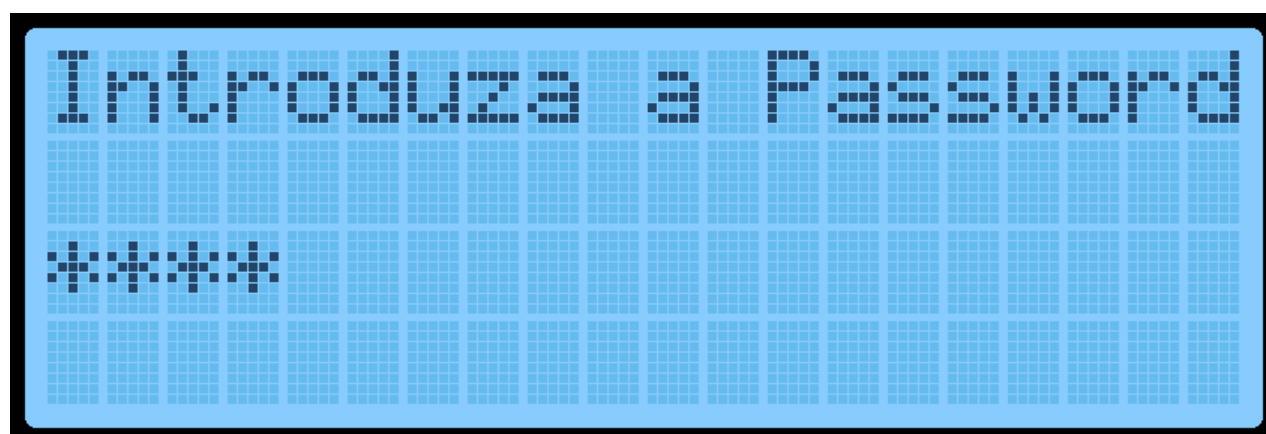
Na primeira opção do Menu ("Ver Stock") é mostrado o stock atual de cada um dos produtos existentes na máquina.



Na segunda opção do Menu (“Alterar Stock”) o Administrador pode alterar o stock de cada um dos produtos existentes na máquina.



Na terceira opção do Menu (“Retirar Dinheiro”), vai ser pedido ao administrador para introduzir a Password de acesso.





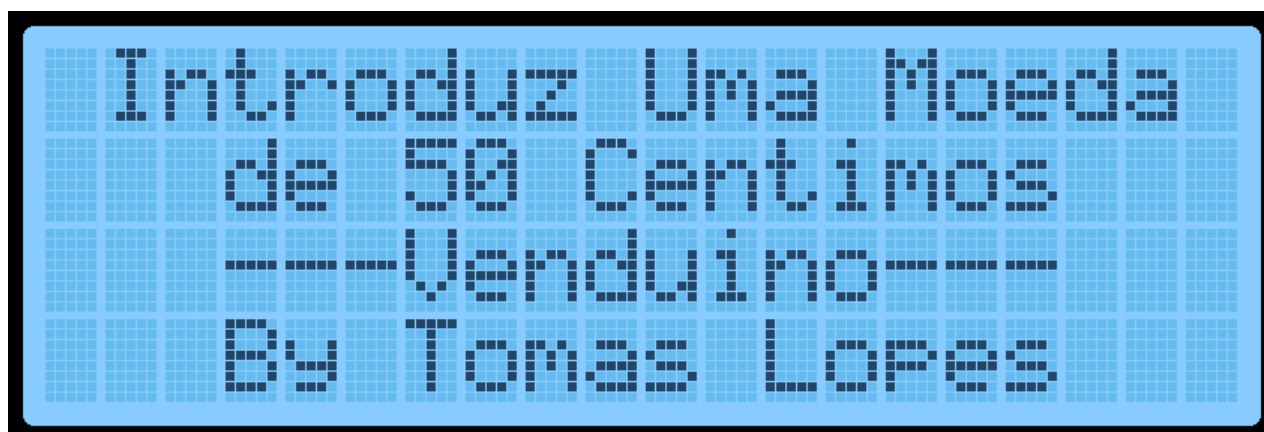
Se a Password introduzida estiver incorreta, aparece uma mensagem a indicar que a mesma está incorreta (“Incorreto”) e o programa volta ao início.

Se a Password introduzida estiver correta, o programa faz rodar o servo da porta do dinheiro, destrancando a porta, o que permite que se retire o dinheiro existente no interior da Máquina.

Para trancar de novo a porta, basta voltar a pressionar o botão vermelho que se encontra na parte lateral da máquina.



Quando a porta se tranca, o programa volta de novo ao início e voltamos ao ecrã inicial.



## CUSTO DE FABRICO DA MÁQUINA

Produto	Qtd	Custo por Unid.	Custo Total
Arduino Mega 2560 R3	1	45,45 €	45,45 €
Botão Arcade	5	4,67 €	23,35 €
Breadboard	1	10,27 €	10,27 €
Ecrã LCD 20x4	1	15,60 €	15,6 €
Servo 360°	4	6,15 €	24,6 €
Servo 180°	1	12,50 €	12,5 €
Leds RGB 1M	1	18,7 €	18,7 €
Interruptor	1	0,75 €	0,75 €
Keypad	1	3,5 €	3,5 €
Coin Acceptor	1	22 €	22 €
Fio Unifilar	-	-	25 €
Madeira MDF (Caixa)	-	-	7,5 €
Arame	-	-	2 €
Acrílico	-	-	4 €
Extras	-	-	60 €
<b>TOTAL</b>			<b>275,22 €</b>

## TIMELINE DAS TAREFAS

Tarefas Executadas Durante a PAP	Duração
Recolha de Informação e Material de Estudo	6/10/2018 - 13/10/2018
Testes de Aprendizagem	13/10/2018 - 13/11/2018
Desenvolvimento do Código Protótipo	13/11/2018 - 27/11/2018
Testes do Protótipo	27/11/2018 - 27/12/2018
Construção da Caixa	27/12/2018 - 27/01/2019
Desenvolvimento do Código Final	27/01/2019 - 27/02/2019
Ligação Eléctrica do Projeto	27/02/2019 - 02/03/2019
Testes Finais	02/03/2019 - 04/03/2019

## DIFICULDADES AO LONGO DO PROJETO

Ao longo deste Projeto senti diversas dificuldades uma vez que nunca tinha trabalhado com tecnologias associadas a micro-controladores e nunca tinha aprendido, ou utilizado, a linguagem de programação “C++”.

Numa fase inicial, tive de aprender a conectar circuitos elétricos e decidir que voltagem (V) utilizar (3V, 5V ou 12V) para cada um dos componentes. Acabei por decidir utilizar 5V para tudo, excepto para o Coin Acceptor que necessita de 12V para funcionar.

Em relação aos servos, tive que os ligar e desconectar individualmente sempre que os queria usar (usando os métodos “attach” e “detach”), pois utilizam muita energia e o Arduino não conseguia fornecer energia suficiente, e eu não queria ter de usar uma fonte de alimentação externa.

Foi preciso medir a velocidade e duração da rotação dos servos necessária para fazer cair o produto.

Tive que aprender como registar a password, e como a usar como código, juntamente com o Keypad.

Inicialmente a minha ideia era ter um sensor de Infravermelhos preso ao Coin Acceptor através de uma estrutura metálica que construí mas, após pesquisa, verifiquei que o Coin Acceptor já tinha incorporado um detetor de moedas. Decidi utilizar o detetor incorporado do Coin Acceptor e não o sensor de Infravermelhos, pois é mais preciso, uma vez que sempre que uma moeda passa deteta voltagem em vez de movimento, logo não há erros. Com o sensor de Infravermelhos, se uma moeda cair e saltar, o sensor registará mais uma moeda.

Tive também de aprender a fazer loops dentro do loop principal, pois havia funções que necessitavam de loops.

Em relação ao motor que tranca a porta, foi preciso desmontá-lo e fazer uma estrutura metálica para o tornar mais resistente a intrusos que tentem forçar a abertura da porta. Assim, com esta estrutura que criei, ao tentarem forçar a porta, a mesma é praticamente impossível de abrir.

Também adicionei um interruptor ao botão da porta, o qual soldei como medida de segurança. Este botão elimina a possibilidade de alguém conseguir chegar à password ou mexer no menu de Administrador pois, para este botão ser ativado é necessário abrir a porta da frente usando uma chave e só depois se consegue aceder ao interruptor.

## CONCLUSÃO

Através deste projeto tive a oportunidade de aprender uma nova tecnologia e, futuramente, pretendo aprofundar os meus conhecimentos em IOT (Internet of things, em português: Internet das coisas). Ambiciono saber mais sobre esta tecnologia, como funciona e como pode ser usada para melhorar a vida das pessoas no seu dia-a-dia. Imagino diversas utilizações, como por exemplo, casas automatizadas ou carros com piloto automático para prevenção de acidentes rodoviários.

Este projeto só foi possível de realizar com os conhecimentos adquirido ao longo destes 3 anos em que estudei na EPAD, nomeadamente nas disciplinas de programação de sistemas informáticos, matemática e físico-química.

Futuramente pretendo melhorar este meu projeto introduzindo uma forma de detetar moedas de diferentes valores e, até mesmo aceitar moedas de diferentes câmbios, em que é possível comparar o valor atual do produto com o valor noutra câmbio, definindo na máquina o valor de conversão desse câmbio. Também pretendo adicionar na máquina um Ethernet Shield, que permite que o Arduino conecte com a Internet de modo a ser possível alterar o preço e o stock dos produtos remotamente.

Em conclusão, através da realização deste projeto aprendi a superar diversos objetivos/dificuldades autonomamente, ganhei interesse por diversas matérias que fui aprendendo/pesquisando e só assim a conclusão deste projeto foi possível. Percebi que o conhecimento adquirido ao longo destes três anos nas diversas disciplinas que compõem o curso se complementam e, todas juntas, me deram conhecimentos que permitiram a elaboração deste projeto.

## AGRADECIMENTOS

A elaboração e conclusão deste projeto só foi possível com a colaboração, apoio e motivação que recebi de algumas pessoas e, porque só assim foi possível terminar, quero expressar o meu sincero agradecimento a todos os que me acompanharam nesta etapa e me ajudaram a concluir este projeto.

A todos quero deixar um sincero Muito Obrigado mas, fica um especial agradecimento ao Professor Rui Penacho, tutor da PAP, pelo acompanhamento e apoio que me deu durante a realização deste projeto e, ao longo destes 3 anos como professor e coordenador de curso, com toda a aprendizagem que me transmitiu, muito para além das matérias que leccionou.

À nossa Diretora de turma, a Professora Ana Rita Coelho, quero agradecer em especial o apoio e incentivo a nunca desistir. Aos Professores Lino Luís e Tomás Lima deixo o meu agradecimento pelos conhecimentos transmitidos e que foram fundamentais na realização deste projeto, assim como ao restante corpo docente.

A todos os meus colegas de curso deixo os meus sinceros votos de sucesso profissional. Aos meus amigos agradeço a amizade, incentivo e companheirismo e à minha família agradeço o apoio e carinho.

Ao meu Pai agradeço todo o apoio e a preciosa ajuda que me deu na construção da caixa da máquina. À minha Mãe deixo um especial obrigado pela prioridade que sempre deu à minha formação e educação, que sempre apoiou a minha decisão em vir para este curso e que nunca permitiu que eu desistisse.

A todos os que me ajudaram a terminar este projeto, fica um MUITO OBRIGADO!



## FONTES DE PESQUISA

### Consultados em: 15/10/2018

<https://www.arduino.cc/en/Reference/Servo>

<https://www.arduino.cc/en/Reference/ServoAttach>

<https://www.arduino.cc/en/Reference/ServoDetach>

<https://www.arduino.cc/en/tutorial/button>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/pinmode/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalwrite/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalread/>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalInputPullup>

### Consultados em: 21/10/2018

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/if/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/else/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/while/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/goto/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/return/>

<https://www.arduino.cc/reference/it/language/structure/control-structure/switchcase/>

### Consultados em: 02/11/2018

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/array/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/char/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/float/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/double/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/int/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/long/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/unsignedchar/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/unsignedint/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/unsignedlong/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/time/delay/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/time/millis/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/constants/constants/>

**Consultados em: 08/11/2018**

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/sketch/setup/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/sketch/loop/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/further-syntax/define/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/further-syntax/include/>

<https://www.arduino.cc/en/Reference/LiquidCrystalPrint>

<https://www.arduino.cc/en/Reference/LiquidCrystalSetCursor>

<https://www.arduino.cc/en/Reference/LiquidCrystal>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystalCursor>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystalDisplay>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystalSerialDisplay>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystalDisplay>

<https://www.arduino.cc/en/Reference/LiquidCrystalBegin>

<https://www.arduino.cc/en/Reference/ServoAttached>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/compound-operators/compoundaddition/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/compound-operators/increment/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/compound-operators/decrement/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/compound-operators/compoundsubtraction/>

**Consultados em: 04/02/2019**

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/begin/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/print/>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/println/>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HelloWorld>

<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=378110.0>

<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=353737.0>

<https://www.youtube.com/watch?v=0zXk112FCKY>

<http://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-a-keypad-on-an-arduino/>

<https://playground.arduino.cc/code/keypad/>

<https://www.instructables.com/id/HOW-TO-use-the-ARDUINO-SERIAL-MONITOR/>

<https://learn.adafruit.com/adafruit-arduino-lesson-5-the-serial-monitor/the-serial-monitor>

<https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/lcd-tutorial/>

<https://www.arduinoecia.com.br/2014/12/modulo-i2c-display-16x2-arduino.html>

<https://www.instructables.com/id/How-to-Connect-I2C-Lcd-Display-to-Arduino-Uno/>

[https://create.arduino.cc/projecthub/Oniichan\\_is\\_ded/lcd-i2c-tutorial-664e5a](https://create.arduino.cc/projecthub/Oniichan_is_ded/lcd-i2c-tutorial-664e5a)

[http://www.electrooobs.com/eng\\_arduino\\_tut4.php](http://www.electrooobs.com/eng_arduino_tut4.php)

**Consultados em: 20/02/2019**

[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_data\\_types.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_data_types.htm)

[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_variables\\_and\\_constants.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_variables_and_constants.htm)

[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_operators.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_operators.htm)

[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_control\\_statements.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_control_statements.htm)

[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_loops.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_loops.htm)

[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_functions.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_functions.htm)

[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_time.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_time.htm)

[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_arrays.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_arrays.htm)

[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_servo\\_motor.htm](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_servo_motor.htm)

**Consultados em: 06/03/2019**

<https://pt.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>

<https://www.infoescola.com/informatica/cpp/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino\\_IDE](https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_IDE)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Bracket>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>

<https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/>

<https://www.arduinoportugal.pt/o-que-e-arduino/>

<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Fritzing>

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Studio\\_Code](https://pt.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Terminal\\_\(macOS\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Terminal_(macOS))

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_Photoshop](https://pt.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop)

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_Photoshop\\_Lightroom](https://pt.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop_Lightroom)

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Final\\_Cut\\_Pro](https://pt.wikipedia.org/wiki/Final_Cut_Pro)

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Pages>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Keynote>