

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul

CAMPUS CANOAS

020346 – Sistemas micro controlados

Professor Ricardo Balbinot

Relatório de Construção

Sumário

Introdução	4
Materiais e Custos	6
Cronograma	7
Curva E Analise Do Processo De Secagem Nas Frutas	8
Definição de Secagem	8
Vantagens da secagem.....	8
Método de Secagem	8
Testes em Casa.....	9
Resultado De Cada Fruta Por Tempo	9
Início Da Construção Do Protótipo.....	10
Iniciação Da Programação	13
Menu	14
Funções e Comandos	18
Considerações Finais	30
Referências	31

Sumário de Figuras

Figura 1- imagem lateral do Sketchup	10
Figura 2- imagem do projeto de cima sem tampa.....	11
Figura 3 – Grafico de aquecimento	12
Figura 4- Gráfico de resfriamento.....	12
Figura 5- esquema elétrico	26
Figura 6- caixa montada e com a caixa de circuito.....	26
Figura 7- Fruta sofrendo o processo de secagem	27
Figura 8-Fruta pronta e desidratada.....	28
Figura 9-Aplicativo do celular	29

Introdução

O presente trabalho tem como objetivo apresentar de forma detalhada todos os estudos feitos e processos para a construção do projeto de máquina secadora de frutas usando controle arduino, projeto desenvolvido para a disciplina de sistemas micro controlados módulo dois do professor Ricardo Balbinot e para a disciplina de projetos do professor Claudio Fernandes.

Segundo a sociedade brasileira de endocrinologia e metabologia (2011), “Hoje no Brasil sofremos com os maus hábitos alimentares, levando a uma taxa de obesidade maior que 52% nos homens e de 44% nas mulheres”. Por causa desses números tão altos, algumas medidas precisavam ser tomadas para melhorar a situação, com isso o surgimento e o grande consumo de frutas secas no país podem ser notados. Observou-se, então, um possível espaço para a criação de um protótipo com uso do Arduino, pois mesmo com esse crescimento do consumo o preço das frutas secas ainda é extremamente alto, passando de R\$8 a cada 100 gramas. Ainda assim segundo o Jornal do Mercado (2012) “frutas secas preparadas comercialmente podem conter dióxido de enxofre, que pode provocar asma em indivíduos suscetíveis, sendo adicionado para manter a cor e o sabor prejudicados pela oxidação”.

O conceito do projeto é, de forma automatizada, que o usuário consiga produzir em casa suas frutas secas sem o uso de processos químicos que podem deixar substancias nocivas nas frutas, assim também diminuindo o custo das mesmas.

A execução envolve o uso de um microcontrolador Arduino sendo programado para receber dados de leitura de sensores de temperatura, controlar a temperatura e iluminação de uma estrutura, exibir informações em um painel LCD, guardar informações sobre diferentes processos para diferentes frutas e possuir uma interface para dispositivos móveis.

A estrutura será construída a partir de uma caixa de isopor. A mesma contará com uma lâmpada de 75 Watts (que será acionada a partir da placa Arduino por um shield relé), uma grade com certa altura em relação à lâmpada.

A placa Arduino utilizada é a versão MEGA, pela maior quantidade de pinos. O sensor de temperatura LM35 será utilizado por sua precisão ao indicar temperaturas adequada para a proposta (a variação chega a, no máximo, 1.5°C). A iluminação será feita por uma lâmpada de LED pela sua característica de baixo consumo de energia, e o seu acionamento será feito com um shield de relé para Arduino. Para exibir as informações, será usado um LCD de 16x4 posições, que exibirá a hora atual utilizando o módulo RTC DS3231 (versão comum de um relógio em tempo real para Arduino), a temperatura ambiente a partir de um sensor posicionado fora da estrutura, opções de processos para secar diferentes frutas estruturadas em um menu intuitivo e simples, agendamento para horários determinados e tempo restante para finalizar o procedimento. Para que o usuário possa utilizar dispositivos móveis para controlar o protótipo, o módulo ESP8266 será utilizado como um intermediário, que conectará a placa Arduino a uma rede Wi-Fi, enquanto algumas ações poderão ser feitas utilizando um smartphone com sistema Android conectado a essa mesma rede.

Descrevendo de forma mais sucinta, a placa Arduino irá ser conectada a vários sensores e tomará decisões sobre os parâmetros (temperatura e tempo) corretos que deverão ser utilizados a partir da vontade do usuário, que poderá interagir com o programa por uma pequena tela ou por uma interface para celular.

Materiais e Custos

A partir da proposta idealizada e construção da lógica de o que queremos que a secadora de frutas usando o micro controlador arduino tenha como suas respectivas funções principais foi possível a confecção de uma lista prévia de materiais a serem utilizados no projeto. Também foi possível estipular um custo inicial para o projeto como é possível analisar na (Tabela-1).

Componentes	Custos
1x Caixa de isopor com capacidade de 50 litros	R\$ 50,00 (Mercado livre)
1x Placa de madeira	R\$10,00 (madeira)
1x Tampa de vidro	R\$15,00 (Estimativa)
1x Grade de metal	R\$15,00 (Mercado livre)
1x Resistência de forno Fischer	R\$19,90 (Mercado livre)
2x Cooler 120x120mm	R\$ 20,00 (Kabum)
1x Cooler 20x20mm	R\$ 5,00 (Mercado livre)
1x Arduino MEGA	R\$50,00 (Mercado livre)
2x Sensor LM35	R\$4,90 (Baú da eletrônica)
1x Lâmpada LED	R\$10,90 (Kabum)
2x Modulo Shield Relé 1 Canal 5v Arduino	R\$6,50 (Mercado livre)
1x LCD 16x4	R\$40,00 (Mercado livre)
1x Módulo ESP8266	R\$26,90 (Mercado livre)
1x RTC DS3231	R\$19,90 (Mercado livre)

Tabela 1- componentes e custos

O custo total previsto inicialmente do projeto foi de R\$ 310,00, os preços foram analisados no dia nove de março de 2018 em sites especializados em componentes e eletrônicos, e as partes da estrutura nas suas respectivas lojas especializadas. Não foi levada nenhuma margem de erro na estima do preço estimado, ou seja, este preço não leva em consideração a queima de componentes.

Cronograma

Como o projeto da Secadora de frutas usando micro controlador arduino é um projeto desenvolvido para as disciplinas de sistemas micro controlados II e a disciplina de Projetos o tempo para o desenvolvimento do protótipo da máquina foi de 26 de fevereiro de 2018 à 27 de agosto de 2018 aproximadamente um semestre. A evolução da construção do projeto devia ser entregue de forma quinzenal explicando cada novo processo desenvolvido neste período, conforme a (Tabela 2) é possível ver o número da quinzena e o que os autores do projeto proporião entregar.

Quinzena	Proposta evolução
1°	Entrega de relatório de pesquisa sobre tempo e temperaturas utilizados para secar determinadas frutas e entrega de projeto da estrutura em software 3D (AutoCad, Google Sketchup, etc).
2°	Estrutura de código (protótipo de funções), leitura de sensores e controle básico da resistência de aquecimento pronto, e relatório de montagem inicial.
3°	Exibição de informações de temperatura no display e menu em fase de testes e debug.
4°	Montagem da estrutura finalizada e estrutura de alarme
5°	Menu funcionando completamente e começo da preparação do relatório final.
6°	Montagem do LCD na estrutura, leitura do RTC e exibição de tempo no display.
7°	Controle de iluminação da estrutura e utilização do módulo ESP8266 para trocar dados entre a placa e outro dispositivo via Wi-Fi.
8°	Funcionamento do desidratador para quantidades de uma fruta.
9°	Perfis de pelo menos 6 frutas e preparação da apresentação final.
10°	Funcionamento por comandos enviados de um smartphone Android.
11°	Produção de um guia de utilização para usuários que não possuem conhecimentos e conferências no relatório final.
12°	Funcionamento total da proposta inicial de projeto.

Curva E Analise Do Processo De Secagem Nas Frutas

Definição de Secagem

Secagem é uma operação de transferência de massa envolvendo a remoção de umidade (água) ou outro solvente de um sistema sólido ou semi-sólido. Líquidos podem ser removidos de sólidos mecanicamente através de prensas ou centrífugas e por vaporização térmica. O termo *secagem* se refere apenas a este último - a remoção mecânica de umidade é geralmente denominada *desidratação mecânica*.

Vantagens da secagem

Determinadas propriedades nutritivas do alimento podem ser perdidas, principalmente as vitaminas, em processos como tratamento térmico, com tudo ainda é possível encontrar muitas vantagens e atribui-las ao processo de desidratação.

- 1- Aumenta a vida útil do produto
- 2- O alimento desidratado é nutritivo apesar das possíveis perdas de nutrientes, o valor alimentício do produto concentrasse na casa da perda de água.
- 3- Facilidade no transporte e comercialização pois o alimento seco é leve compacto e suas qualidades permanecem inalterados por longos períodos de tempo.
- 4- O processo de secagem é econômico. Os secadores semi-industriais têm baixo custo, a mão de obra não necessita ser especializada e o produto desidratado tem baixo custo de armazenagem.
- 5- Redução das perdas pós colheita.

Método de Secagem

O método que será utilizado para a secagem das frutas nas receitas da máquina é uma mescla de informações retiradas dos relatórios de pesquisas da Embrapa mais os testes realizados em casa formando uma relação entre a quantidade de água nas frutas que sofrerão o processo de desidratação e secagem.

Para todas as frutas a temperatura da estufa será sempre a mesma, a temperatura dentro do sistema aquecido sempre se manterá entre 110 e 135 °C, a diferença para cada desidratação específica estará no tempo.

Testes em Casa

Para testar o tempo e secagem de frutas em casa ligamos o forno na temperatura de 180 °C. AS frutas foram dispostas em duas bandejas com grade em uma estava, maçã, kiwi e ameixa e na outra abacaxi, tomate e banana.

Após isso as frutas foram colocadas no forno então segui o padrão de deixar as frutas por 20 minutos no forno e abrir o forno durante 1 minuto para sair o vapor. As frutas foram cortadas com espessura de 0,4 centímetros reguladas pelo ralador. O tempo necessário para obter o melhor resultado de secagem das frutas pode ser estudado na (Tabela 3).

Resultado De Cada Fruta Por Tempo

FRUTAS	TEMPO NO FORNO
ABACAXI	3h e 10 min
AMEIXA	2h e 20 min
BANANA	2h e 50 min
KIWI	2h e 20 min
MAÇA	2h e 20 min
TOMATE	3h e 10 min

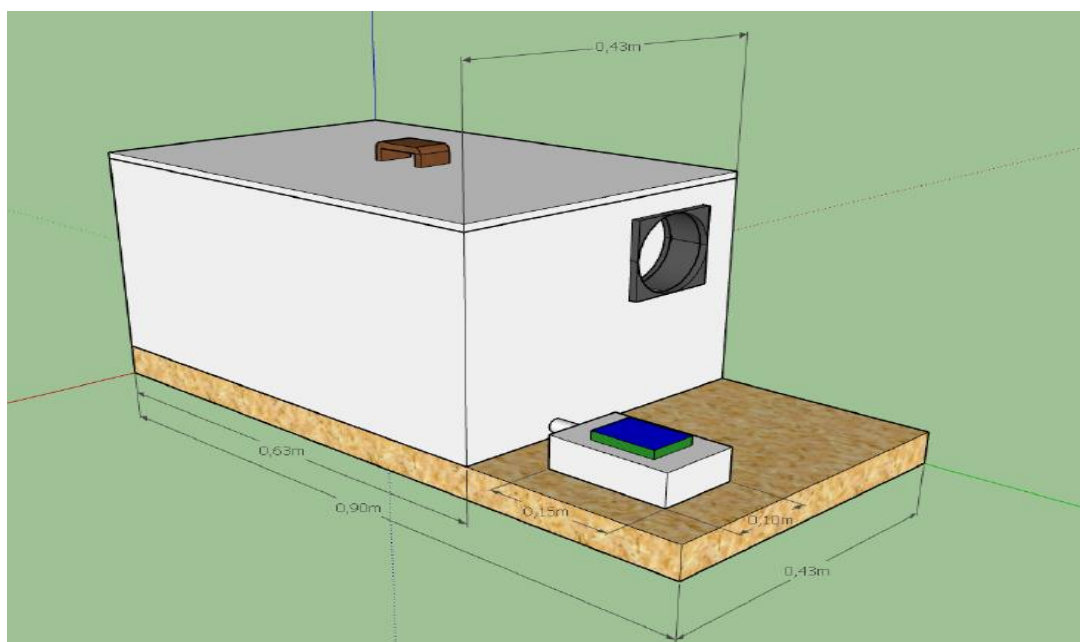
(Tabela 3)

Os resultados encontrados neste período de secagem e temperatura foram plenamente satisfatórios servindo de base para a construção da nossa estufa, entretanto levando em consideração a temperatura 50°C mais elevada mistura de diversas frutas com diferentes quantidades de água em sua composição na mesma forma de secagem.

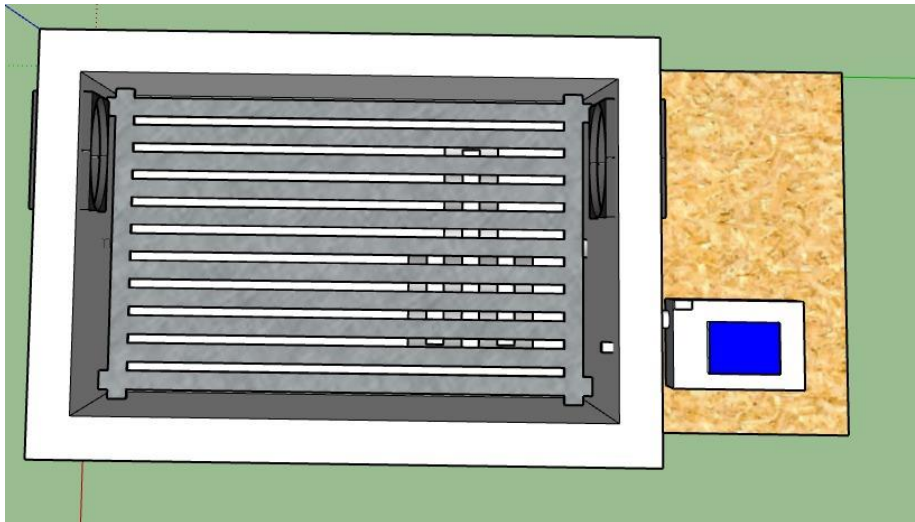
Início Da Construção Do Protótipo

A primeira parte envolvendo a construção da estufa foi sua idealização na prancheta de desenho, delimitando através de esboços as primeiras ideias para as medidas aproximadas necessárias para a base de MDF (Medium Density Fiberboard), a caixa de isopor aonde se encontra a lâmpada de responsável pelo aquecimento a grade de sustentação da forma e a forma, a caixa de madeira que se encontra o circuito montado na protoboard o arduino e o esp8266. Foram usadas dimensões reais levando em consideração as medidas encontradas comercialmente.

Para a construção de um modelo 3D do projeto pensado em desenho foi usado o programa de software livre Google Sketchup que é uma plataforma CAD (Desenho auxiliado por computador) de fácil uso, que opera num ambiente em 3D. Ele possibilita os usuários criarem desde esboços até projetos com precisão de forma fácil e tridimensionais. Assim foi arquitetado o projeto de forma 3D como mostra a (figura1) com as medidas imaginadas, tendo todos os ângulos de visão do projeto como a (figura 2) onde é possível ver o projeto de um ângulo de cima, simulando o que seria a principal visão de um usuário do protótipo.



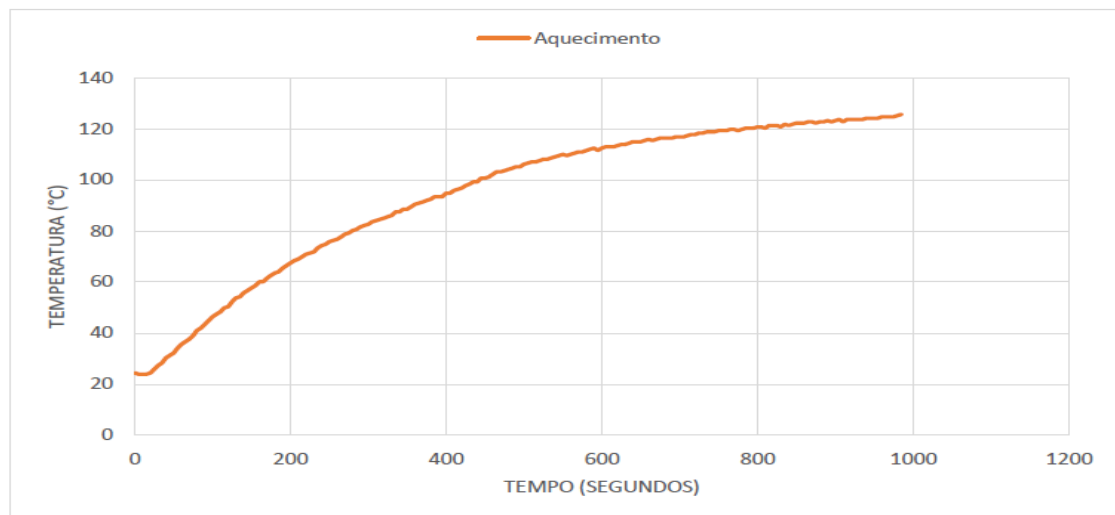
(figura 1- imagem lateral do Sketchup)



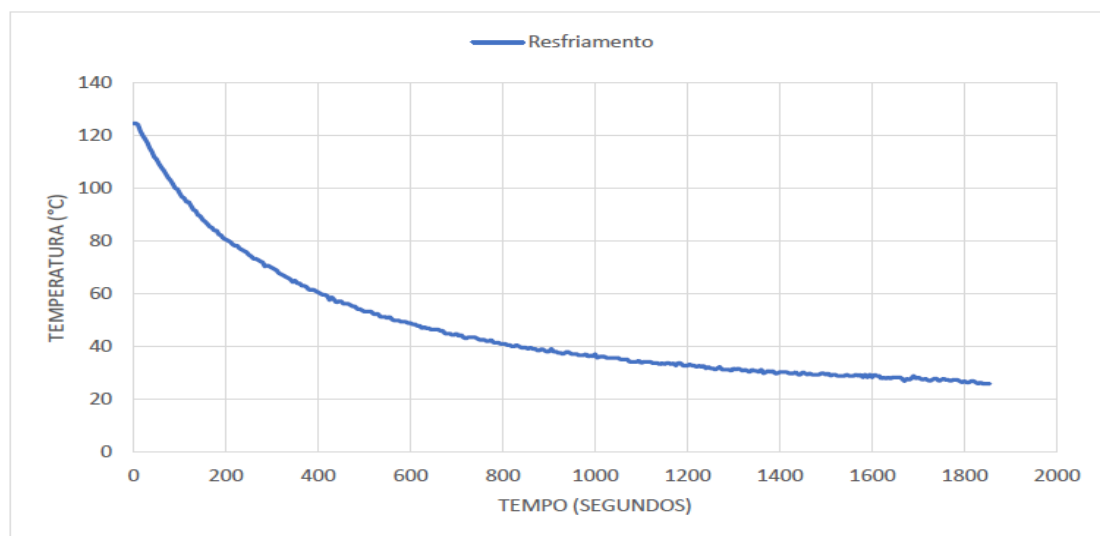
(figura 2- imagem do projeto de cima sem tampa)

Para a montagem da estrutura inicial do protótipo foi usado uma caixa de isopor de 25 litros revestida de papel alumínio, o revestimento da caixa tem a importante função de proteger que o material da caixa aguarde a temperatura elevada que se encontra dentro da caixa. Sem o revestimento o poliestireno expansivo começa a derreter aos 85°C , entretanto com o revestimento de alumínio foi possível chegar a 135°C passando da temperatura de 125°C que é a temperatura ideal para a secagem das frutas.

A lâmpada de 75 Watts (W) tem o suporte fixado no fundo da caixa com uma saída para ligação de energização, em primeiro teste a lâmpada foi ligada diretamente na tomada 110V (posteriormente ela é ligada e controlada pelo relé para controle de temperatura) para comprovar que seu aquecimento é o suficiente para o projeto. Com um programa simples de leitura de temperatura para o sensor LM35 foi possível desenhar um gráfico da curva de aquecimento dentro da caixa, o gráfico foi feito a partir da leitura da temperatura de cinco em cinco segundos assim resultando em um gráfico exponencial de aquecimento como mostra a (figura 3), usando o mesmo programa foi possível também construir a curva de resfriamento (figura 4) que contribuiu para o entendimento do efeito Joule na máquina.



(Figura 3 – Gráfico de aquecimento)



(figura 4- Gráfico de resfriamento)

A partir da análise do gráfico de aquecimento obtido, foi possível perceber q nos primeiros 600 segundos (10 minutos) a temperatura variou drasticamente de 22°C à aproximadamente 110°C, após os 600 segundos a temperatura “estabiliza” demorando mais 360 segundos (6 minutos) para variar mais 15°C e chegar a temperatura de 125°C que é a ideal para a secagem das frutas.

O gráfico de resfriamento nos mostra um dado essencial para a continuação do projeto, a perda de calor acontece de forma lenta mesmo com a perda de aproximadamente 65°C em 400 segundos (6 minutos e 40 segundos) a temperatura estabiliza e demora aproximadamente 1800 segundos (30 minutos) para voltar a temperatura ambiente.

Iniciação Da Programação

A lógica usada para o desenvolvimento do programa do micro controlador Arduino Mega 2560 consiste em dividir o controle em pequenos blocos de funções específicas, assim cooperando para um melhor entendimento do código como um todo, também facilitando o encontro de problemas na programação enquanto a sketch era desenvolvida.

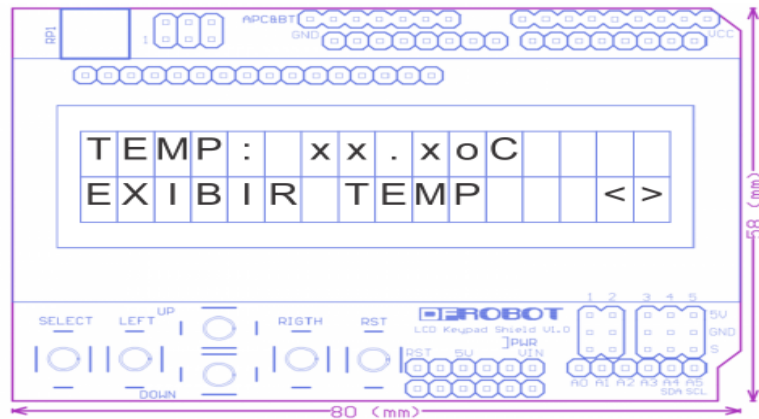
A divisão dos blocos foi feita conforme a necessidade daquilo que se precisava então cada bloco trabalha de forma livre conectadas que pela função menu e sendo chamadas pela função loop (função do próprio software). A função tem como objetivos controlar os sensores principais como por exemplo a setagem do RTC e o controle de temperatura dentro da caixa a partir das medidas do sensor de temperatura LM35 e o controle da resistência que aquece a secadora de frutas a partir de um shield relé que liga a lâmpada quando necessário e a desliga quando a temperatura ultrapassa os 125°C, e também o alarme de início ou fim do processo de secagem das frutas onde um buzzer trabalha como uma “buzina” e aviso.

A função mais importante que tem o papel crucial no código é a de controle do menu, uma função ordenada por máquinas de estado que tem como seu objetivo principal controlar as opções de ação do usuário, a partir do aperto dos botões do shield LCD escolhendo assim a função a ser executada. Por este princípio a função menu se torna uma função de conexão, pois assim após a seleção da opção acontece o chamamento da função necessária para realizar aquilo que foi pedido.

Também há a inicialização das bibliotecas necessárias para alguns específicos sensores e componentes que precisam de bibliotecas específicas para serem especializados por exemplo o RTC o LCD

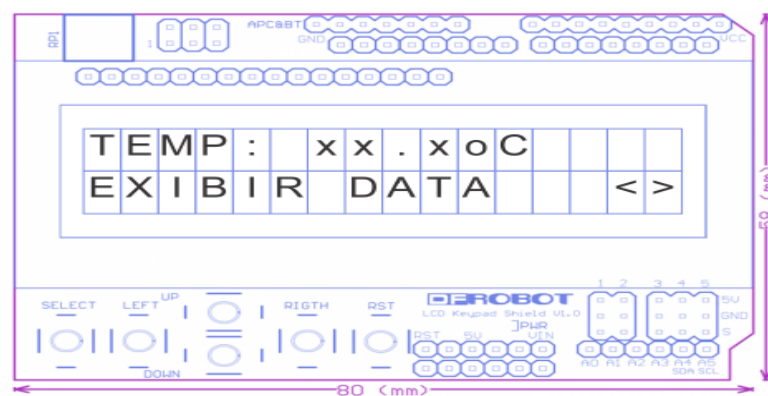
Menu

O menu é simples e intuitivo, funcionando com base na pressão dos botões do shield keypad do LCD. O usuário pressiona os botões LEFT e RIGHT para escolher uma opção (que é exibida na linha de baixo do LCD) e pressiona o botão SELECT para selecionar a mesma. Quando o código é iniciado, é exibido a temperatura na linha de cima e as opções na de baixo.

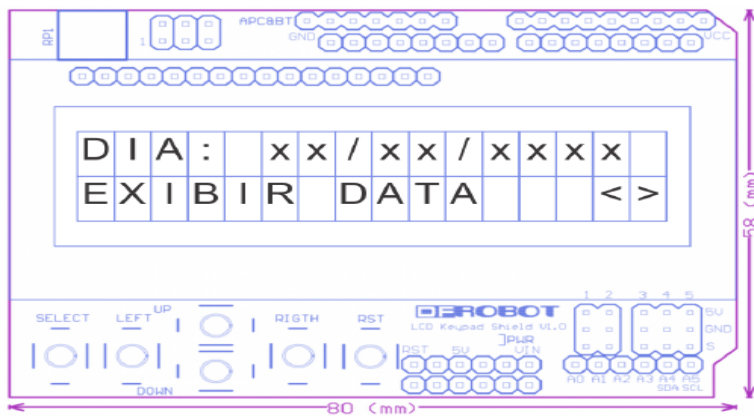


LCD quando o código é iniciado pela primeira vez. xx.x é usado para representar a temperatura pois a mesma será obtida de uma leitura do sensor LM35 no interior da caixa, então o mesmo é um valor variável.

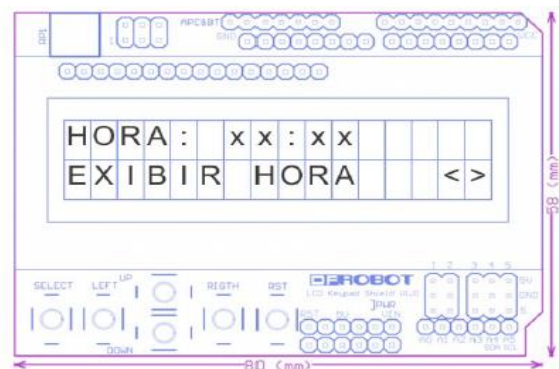
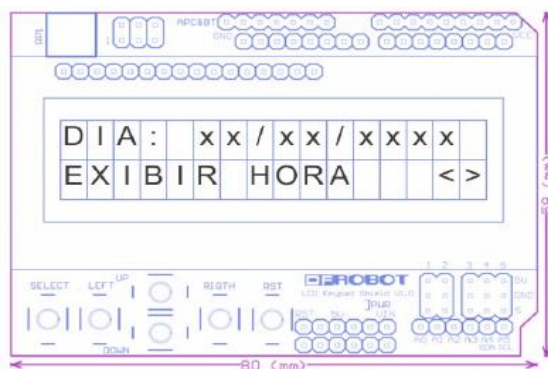
Quando o usuário pressionar a tecla RIGHT o menu mostrará a próxima opção na tela o LCD.



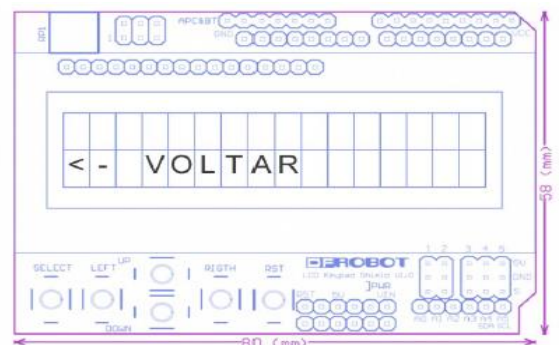
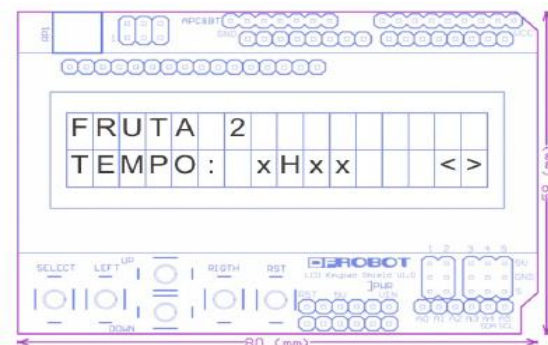
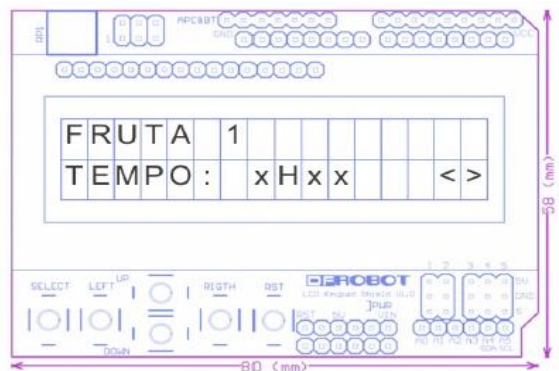
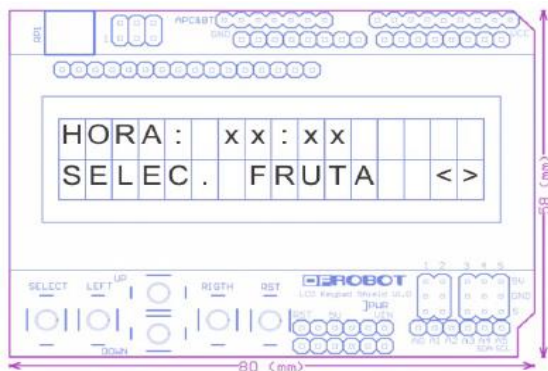
Quando o usuário pressiona a tecla SELECT do shield keypad do LCD, a opção escolhida por ele aparece na primeira linha



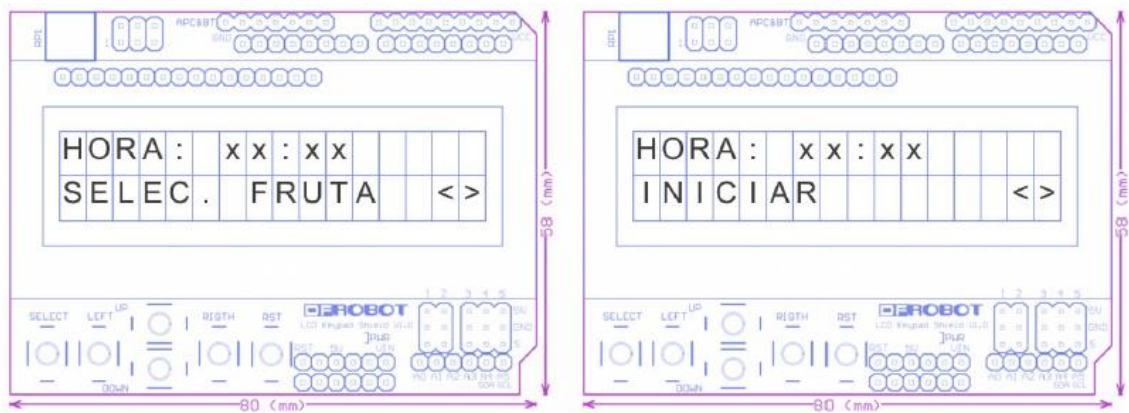
As opções do menu são: “exibir temperatura a”, “exibir data”, “exibir hora”, “selecionar fruta” e “iniciar processo”.



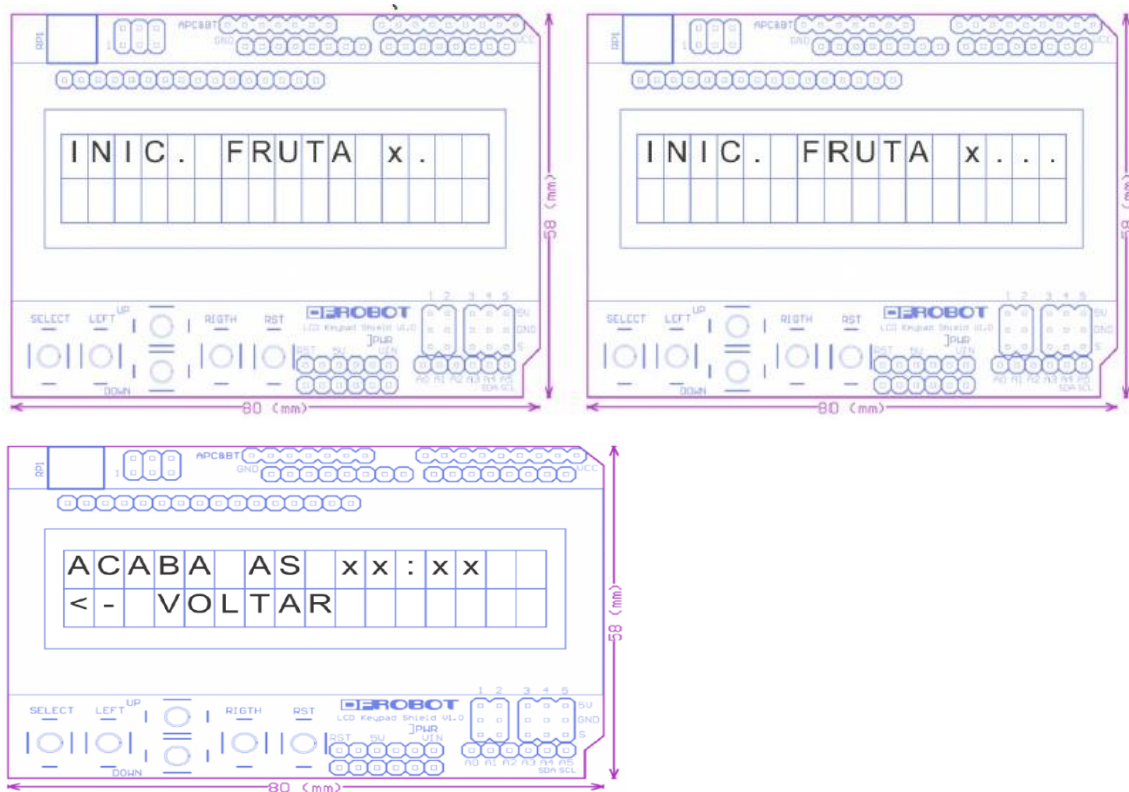
Quando é selecionada a opção “selecionar fruta”, o menu muda para outra máquina de estados, para receber um valor para a variável “fruta” e exibe as opções em duas linhas, com o nome da fruta e tempo de preparo.



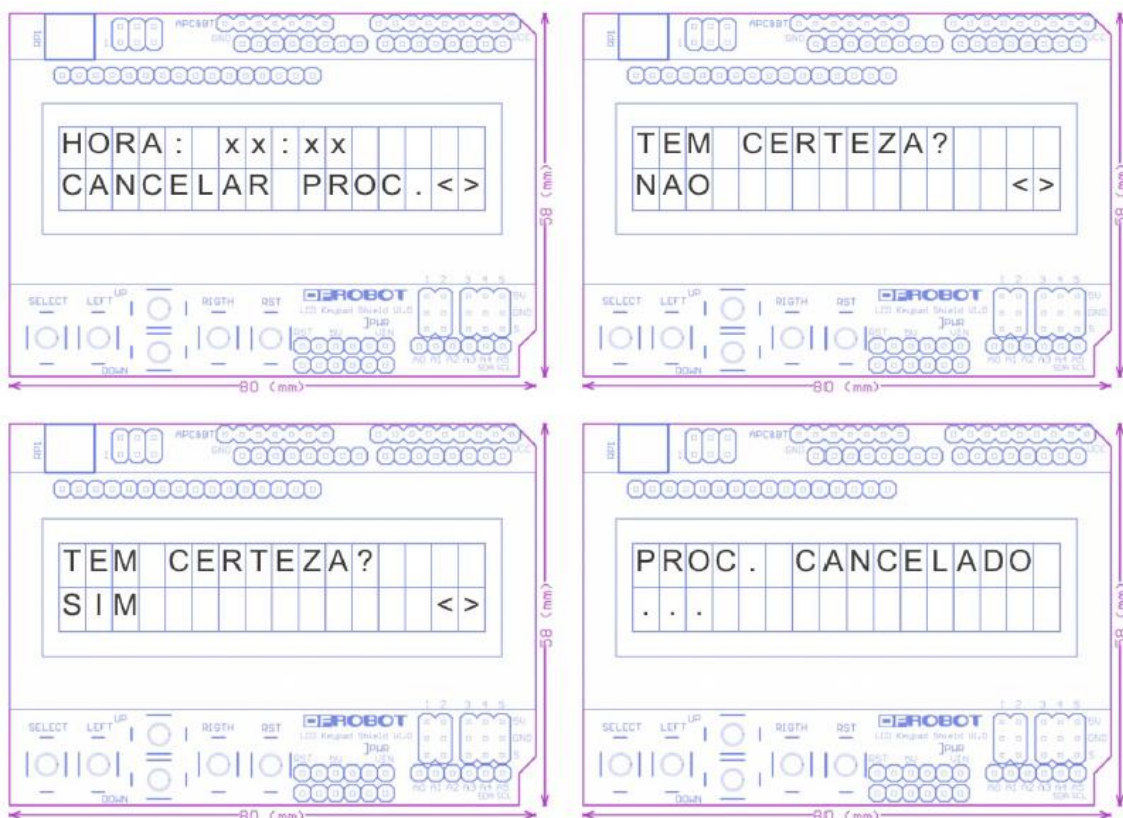
O usuário pode selecionar uma fruta ou ir para a tela que diz “voltar” para sair desse menu. Se nenhuma fruta for selecionada, o processo será feito com uma fruta “padrão” definida no código.



Escolhendo iniciar, o menu exibirá que o processo está sendo iniciado no LCD e com um aviso sonoro. Abaixo a tela de informação:

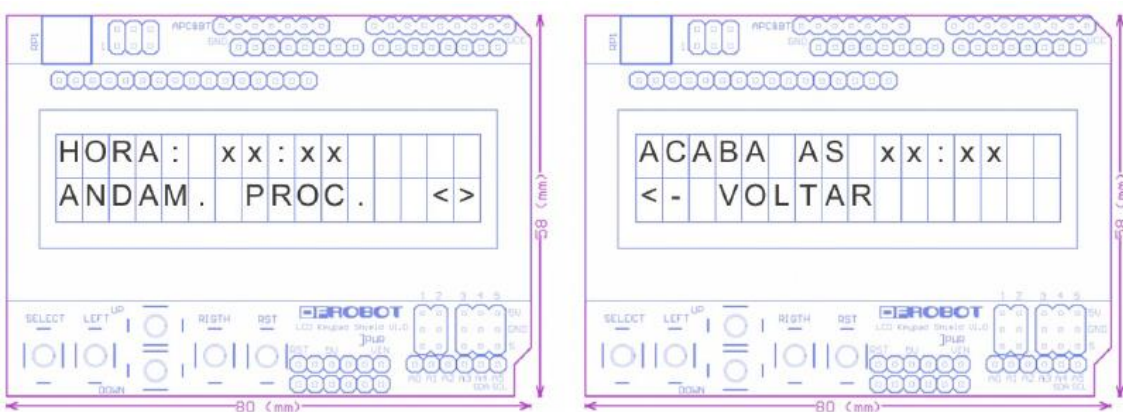


Se o usuário pressionar SELECT nesta tela, ele será mandado de volta para o menu. A opção de “selecionar fruta” será trocada pela opção “cancelar processo, mas se o usuário clicar nela será exibida uma tela de confirmação para encerrar o processo em andamento.



Usuário selecionar “NAO” o menu volta ao início e se selecionar “SIM” a tela de processo cancelado aparece e qualquer processo que estiver sendo feito na caixa será parado.

Última opção, “andamento do processo” é exibida quando há um processo em andamento no lugar da opção iniciar, e mostra a hora que o processo em andamento será finalizado.



Funções e Comandos

Embora a função menu seja a função de ligação pois nela as decisões são tomadas pelo usuário os comandos são executados a partir da chamada de outras funções de controle assim construindo o código de forma clara e sucinta dividindo suas atribuições.

A primeira função que é preferível salientar é a função sensores, nesta função seu primeiro comando é a leitura do sensor de temperatura LM35 e calcular a temperatura interna da secadora de frutas, também será feita a leitura da temperatura externa (temperatura do ambiente) a partir do sensor RTC, assim como também como o tempo cronológico também pelo sensor RTC, desta forma esta função irá ler as horas e armazenar em uma variável especial e a variável é convertida para o modelo desejado que seja exibido para o usuário no display LCD como podemos perceber no código.

```
void sensores() { //Função que faz as leituras dos sensores de temperatura interno e externo
    analogRead(sensorTemp);
    delay(1);
    tempInt = ((analogRead(sensorTemp) * (5.0 / 1023.0)) / 0.01);
    dataehora = rtc.getDateTime();
    String dia = " ";
    String mes = " ";
    String ano = " ";
    dia = dataehora.day;
    mes = dataehora.month;
    ano = dataehora.year;
    if (dia.toInt() < 10)
        dia = '0' + dia;
    if (mes.toInt() < 10)
        mes = '0' + mes;
    data = dia + '/' + mes + '/' + ano;
    String horas = " ";
    String minutos = " ";
    String segundos = " ";
    horas = dataehora.hour;
    minutos = dataehora.minute;
```

```

segundos = dataehora.second;
if (horas.toInt() < 10)
    horas = '0' + horas;
if (minutos.toInt() < 10)
    minutos = '0' + minutos;
if (segundos.toInt() < 10)
    segundos = '0' + segundos;
hora = horas + ':' + minutos + ':' + segundos;
rtc.forceConversion();
tempExt = rtc.readTemperature();
}

```

Outra função com grande importância tem o controle da desidratação, nesta função irá acontecer o cálculo de qual o tempo necessário para a fruta escolhida pelo usuário para passar pelo processo de secagem ficar pronta, ela recebe o tempo do RTC e pega o tempo estipulado pelo código assim calculando o horário no qual o processo de secagem se dará por completo e a fruta poderá ser retirada.

```

void desidrata1() { // Função que calcula o horário em que o processo acaba

```

```

    String tFruta = " ";

```

```

    horaAcaba = hora;

```

```

    sensores();

```

```

    switch (fruta) {

```

```

        case KIWI:

```

```

            tFruta = tKiwi;

```

```

            break;

```

```

        case ABACAXI:

```

```

            tFruta = tAbacaxi;

```

```

            break;

```

```

        case MACA:

```

```

            tFruta = tMaca;

```

```

            break;

```

```

        case AMEIXA:

```

```

            tFruta = tAmeixa;

```

```

            break;

```

```

        case TOMATE:

```

```

            tFruta = tTomate;

```

```

            break;

```

```

        case BANANA:
            tFruta = tBanana;
            break;
    }

    String a = " ";
    String b = " ";
    String c = " ";
    String d = " ";

    a = tFruta[0]; a = a + tFruta[1];
    b = tFruta[3]; b = b + tFruta[4];
    c = hora[0]; c = c + hora[1];
    d = hora[3]; d = d + hora[4];
    int e = a.toInt() + c.toInt();
    int f = b.toInt() + d.toInt();
    for (; f > 59; f = f - 60) {
        e++;
    }
    if (e > 23) {
        e = e - 24;
        diaAcaba = 1;
    }
    horaAcaba = e;
    horaAcaba = horaAcaba + ':';
    horaAcaba = horaAcaba + f;
    if (f < 10) {
        horaAcaba = e;
        horaAcaba = horaAcaba + ':';
        horaAcaba = horaAcaba + '0';
        horaAcaba = horaAcaba + f;
    }
    if (e < 10)
        horaAcaba = '0' + horaAcaba;
    }

```

Assim esse valor de tempo calculado na função anterior é passado para outra função onde o horário que é estipulado para acabar o processo de desidratação será transformado em quanto tempo falta para a acabar a secagem da respectiva fruta escolhida, assim contando de forma decrescente o tempo que é armazenado dentro de uma string para controlar o alarme e o

desligamento da resistência que aquece a caixa quando o processo for finalizado.

```
void desidrata2() { // Função que calcula quanto tempo falta para o processo acabar
    sensores();
    String a = " ";
    String b = " ";
    String c = " ";
    String d = " ";
    String e = " ";
    String f = " ";

    a = horaAcaba[0]; a = a + horaAcaba[1];
    b = horaAcaba[3]; b = b + horaAcaba[4];
    c = "00";
    d = hora[0]; d = d + hora[1];
    e = hora[3]; e = e + hora[4];
    f = hora[6]; f = f + hora[7];
    int h = a.toInt() - d.toInt();
    int i = b.toInt() - e.toInt();
    int j = c.toInt() - f.toInt();

    if (j < 0) {
        j = j + 60;
        i--;
    }
    if (i < 0) {
        h--;
        i = i + 60;
    }
    if (diaAcaba == 1) {
        h = h + 24;
        diaAcaba = 0;
    }
    if (j < 10) {
        horaFalta = j;
        horaFalta = '0' + horaFalta ;
        horaFalta = ':' + horaFalta ;
    } else {
        horaFalta = j;
        horaFalta = ':' + horaFalta;
    }
    if (i < 10) {
```

```

    horaFalta = i + horaFalta;
    horaFalta = '0' + horaFalta;
    horaFalta = ':' + horaFalta;
} else {
    horaFalta = i + horaFalta;
    horaFalta = ':' + horaFalta;
}
if (h < 10) {
    horaFalta = h + horaFalta;
    horaFalta = '0' + horaFalta;
} else {
    horaFalta = h + horaFalta;
}
}
}

```

A função que controla a resistência de aquecimento da secadora de frutas tem sua lógica desenvolvida de forma bastante simplificada, seu controle é feito a partir da leitura do LM35 para que a temperatura dentro da caixa não passe dos 125°C que é a temperatura ideal para secagem segundo o relatório da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), então se a temperatura ultrapassar os 125°C a resistência será desligada até a temperatura baixar e é novamente ligada. Chamando a função explicada anteriormente esta função controla também a resistência comparando o tempo que falta para a fruta acabar seu processo de secagem e quando o tempo que falta for zerado a resistência será desligada.

```

Void calor() { //Função que irá simplesmente ligar ou desligar a resistência de aquecimento
    estado = LOW;
    digitalWrite(resistencia, estado);
    if (tempInt - 10 < tempFruta) {
        estado = LOW;
    } else {
        estado = HIGH;
    }
    desidrata2();
    if ((diaAcaba == 0) && (horaFalta[0] == '0') && (horaFalta[1] == '0') && (horaFalta[3] == '0') && (horaFalta[4] == '0') &&
        (horaFalta[6] == '0') && (horaFalta[7] == '0'))
        alarme1(); // se a hora coincidir, chama a função alarme
}

```

A função para controle de alarme como principal objetivo de funcionamento zerar o valor de todas as variáveis que servem para controlar o processo das frutas, também dentro de seus objetivos o acionamento do alarme via o som do buzzer assim quando tudo estiver terminado e a função for chamada o buzzer irá apitar avisando o usuário do fim do processo e exibindo algumas informações na tela do Display LCD.

```
Void alarme1() { //Função que controla o alarme de fins de processo
    iniciar = 0;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Frutas prontas!");
    lcd.setCursor(0, 1);
    tone(buzzer, 1500);
    delay(500);
    noTone(buzzer);
    delay(500);
    lcd.print(".");
    delay(500);
    tone(buzzer, 1500);
    delay(500);
    lcd.print(".");
    noTone(buzzer);
    delay(1000);
    lcd.print(".");
    tone(buzzer, 1500);
    delay(1000);
    noTone(buzzer); //Liga e desliga o buzzer para emitir um som de frequência de 1500Hz 3 vezes
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Retire as frutas");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("<- VOLTAR");
    menu1 = 12; menu2 = 11;
}
```

As funções seguintes têm como objetivo o controle do ESP 8266 e a então serão executadas apenas quando o usuário da secadora de frutas enviar algum comando via celular. A placa ESP 8266 vai receber o comando via WiFi e passar este comando para a placa Arduino e quando o comando receber a

leitura vai aparecer uma mensagem no display LCD que vai dizer “comando aplicativo e irá aparecer qual o comando foi desejado pelo usuário e mandado via o celular o seu comando.

```
void alarme2() {  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Comando Aplicat.");  
  tone(buzzer,1500);  
  delay(500);  
  noTone(buzzer);  
  lcd.setCursor(0,1);  
}
```

A função principal para o controle via wifi da placa ESP 8266 é uma função que tem como objetivo enviar e receber os dados da placa e comparar os dados recebidos e assim fazer os ajustes necessários no programa, ou seja por esta função é possível mandar a secadora de frutas iniciar, mudar a fruta escolhida e coisas do gênero.

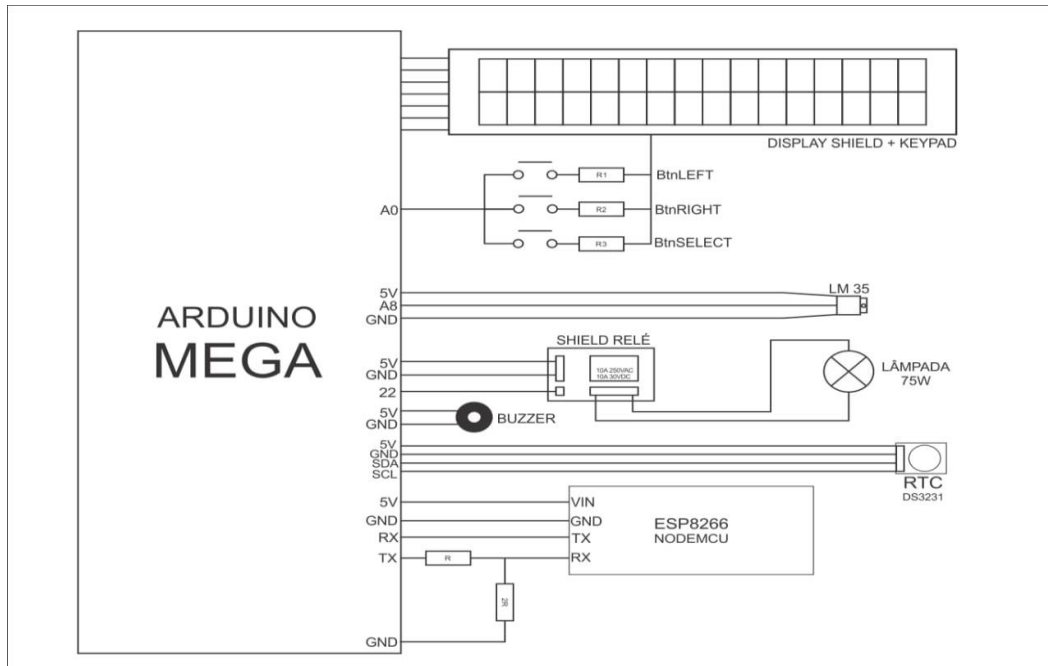
```
void nodeMCU() { // Função que trata os dados recebidos do ESP8266  
  String lido = Serial1.readString();  
  if (lido == "kiwi") {  
    fruta = KIWI;  
    Serial.print(fruta);  
    alarme2();  
    lcd.print("Fruta = KIWI");  
    delay(1000);  
  }  
  else if (lido == "abacaxi") {  
    fruta = ABACAXI;  
    Serial.print(fruta);  
    alarme2();  
    lcd.print("Fruta = KIWI");  
    delay(1000);  
  }  
  else if (lido == "maca") {  
    fruta = MACA;  
    Serial.print(fruta);  
    alarme2();  
    lcd.print("Fruta = MACÃ");  
  }  
}
```



```
    delay(1000);
}
else if (lido == "ameixa") {
    fruta = AMEIXA;
    Serial.print(fruta);
    alarme2();
    lcd.print("Fruta = AMEIXA");
    delay(1000);
}
else if (lido == "tomate") {
    fruta = TOMATE;
    Serial.print(fruta);
    alarme2();
    lcd.print("Fruta = TOMATE");
    delay(1000);
}
else if (lido == "banana") {
    fruta = BANANA;
    Serial.print(fruta);
    alarme2();
    lcd.print("Fruta = BANANA");
    delay(1000);
}
else if (lido == "iniciar") {
    menu1 = 7;
    lcd.clear();
    Serial.print("iniciando");
    alarme2();
    lcd.print("INICIAR!");
    delay(1000);
}
else if (lido == "parar") {
    lcd.clear();
    menu1 = 10;
    Serial.print("parando");
    alarme2();
    lcd.print("PARAR!");
    delay(1000);
}
else {}
}
```

Testes e Ajustes Finais

Ao terminar a montagem da caixa com o forro de alumínio e a caixa com o circuito (figura 6) montado (figura 7) foi possível fazer os testes definitivos do tempo necessário para que o processo de secagem de cada fruta, assim conseguindo definir no código a tempo que demora para ficar pronto.



(Figura 5- esquema elétrico)

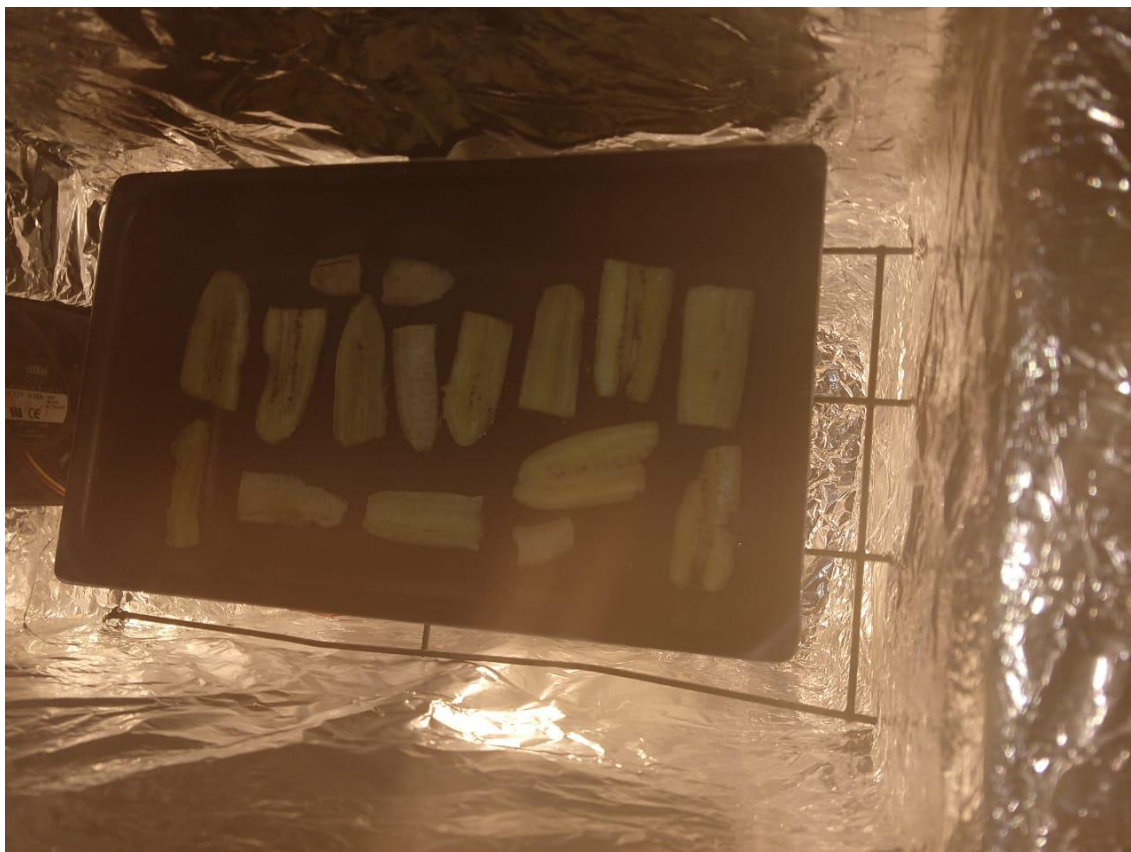


(figura 6- caixa montada e com a caixa de circuito)

Assim foi possível montar a tabela definitiva do tempo de secagem das 6 frutas definidas inicialmente no projeto.

FRUTAS	TEMPO
Abacaxi	2h e 45 min
Banana	2h e 30 min
Kiwi	2h e 45 min
Maçã	2h e 15 min
Ameixa	2h e 15 min
Tomate	3h e 00 min

O teste feito na Secadora de frutas foi com o código já em vigor, a fruta foi colocada na caixa e a caixa era aberta a cada 20 minutos para análise da fruta que estava sofrendo o processo de secagem como mostra a (figura 7).



(Figura 7- Fruta sofrendo o processo de secagem)

Os resultados foram plenamente satisfatórios chegando a uma fruta desidratada (figura 8), porém não cozida mantendo as propriedades da fruta e ainda aumentando o tempo de vida útil do alimento.



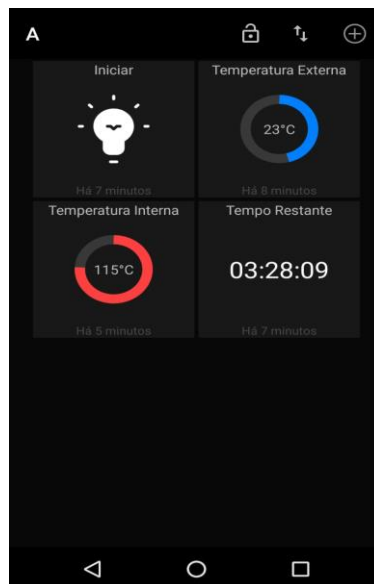
(Figura 8- fruta pronta e desidratada)

Aplicativo Do Celular

O aplicativo para celular foi desenvolvido utilizando uma plataforma chamada "MQTT Dash", disponível para download grátis na loja de aplicativos de celulares com Android.

Esta plataforma disponibiliza uma base para utilização dos recursos de troca de dados pelo protocolo MQTT com uma programação simples, e diversas ferramentas diferentes.

Criamos um botão para iniciar e parar o processo em andamento, duas barras de progresso para monitorar as temperaturas interna e externa, uma tela para visualizar quanto tempo falta para acabar o processo em andamento e um menu de múltipla escolha para selecionar frutas como mostra a (figura 9).



(Figura 9- aplicativo do celular)

O aplicativo manda as informações por "tópicos" selecionados pelo usuário, e junto com esses tópicos é mandada a informação desejada, exemplo: para controle do início, é enviado um bit '0' ou '1' com o tópico des/ini e Um servidor localizado nos EUA processa as informações e faz uma espécie de "ponte" para que as informações cheguem até a placa ESP, e o mesmo separa as informações e envia instruções para o Arduino Mega que controla o menu do projeto.

Considerações Finais

Os resultados obtidos com a finalização do projeto tanto na parte de software quanto na parte de hardware foram plenamente satisfatórios, o processo de secagem das frutas usando apenas o calor da resistência e sem aditivos químicos aumenta o tempo de vida do alimento sem dizer que é uma forma diferente e gostosa de alimentação saudável.

Os conhecimentos adquiridos ao programar os sensores e entende-los como trabalhar com eles principalmente com o RTC e o LM35 nos proporcionou um entendimento muito mais claro da disciplina e o trabalho com o módulo wifi proporcionando a aprendizagem com micro controladores mais modernos que a placa Arduino.

O desenvolvimento do protótipo da secadora de frutas abre portas para o entendimento da área e a construção de um mecanismo que pode ser produzido em uma escala maior sendo possível uso em casa ou até na indústria tendo como objetivo o aproveitamento de alimentos, uma alimentação mais saudável ou até a procura por uma fonte de renda alternativa levando em consideração a demanda de mercado e o preço estipulado da fruta seca em circulação.

Referências

COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS.
Resolução 9/78. In: ABIA. Compêndio da legislação de alimentos. São Paulo.
E. Blucher, 1973. v.1.

CORNEJO, F. E. P.; PARK, K. J.; NOGUEIRA, R. I.; MAIA, M. L. L., PONTES,
S. M.; SILVA, C. S. Manual para construção de um secador de frutas a nível do
produtor rural. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTAA, 1991. 18 p. (EMBRAPA.
CTAA. Documentos, 6).

Secagem como Método de Conservação de Frutas, Felix Emilio Prado Cornejo.
Regina Isabel Nogueira. Viktor Christian Wilberg, Rio de Janeiro, RJ 2003

NOGUEIRA, R. I.; CORNEJO, F. E. P.; PARK, K. J.; VILLAÇA, A. C. Manual
para construção de um secador de frutas. 2 ed. rev. Rio de Janeiro:
EMBRAPA-CTAA, 1997 (EMBRAPA. CTAA. Documentos, 10).