

# *Sistema de Irrigação Modular - SIM*

Leonardo de Holanda Bonifácio\*, Ana Caroline Alves Amaro†

Programa de Graduação em Engenharia Eletrônica, Faculdade Gama

Universidade de Brasília

Gama, DF, Brasil

\* e-mail: leohb2@gmail.com

† e-mail: acarolineamaro@gmail.com

**Abstract**—*Raspberry Pi* is a board that facilitates the implementation of intelligent systems, objects, things connected to the network. The project aims to use a *Raspberry Pi 3* to control a modular irrigation system, where a real-time survey is made to identify according to soil moisture, the need for irrigation to be performed or not. We will use some modules to achieve the goal of modular automated irrigation.

**Resumo**—*Raspberry Pi* é uma placa que facilita a implementação de sistemas inteligentes, objetos ligados à rede. O projeto visa utilizar uma *Raspberry Pi 3* para controlar um sistema de irrigação modular, onde é feito um levantamento em tempo real para identificar de acordo com a umidade do solo, a necessidade da irrigação ser realizada ou não. Utilizaremos alguns módulos para alcançar o objetivo da irrigação automatizada modular.

**Index Terms**—*Raspberry Pi, Soil Moisture, Automation.*

## I. INTRUÇÃO

A agricultura irrigada é o ramo da atividade humana que mais consome água, sendo a ela atribuída o uso de 70 % da água disponível nas diversas atividades [1]. Durante muitos anos, a população vem usando os recursos naturais de maneira desgovernada e sem se preocupar com as consequências que podem ocorrer ao meio ambiente devido a esse mau uso. Nos últimos anos, o Brasil enfrenta uma crise hídrica que requer comprometimento social no que diz respeito ao uso racional da água [2].

O manejo de irrigação representa os procedimentos utilizados para se irrigar as plantas com uma quantidade correta de água antes que o teor de água no solo diminua a ponto de causar dificuldades para as raízes absorverem as quantidades de água que a planta necessita para manter seu desenvolvimento sem restrições. Em outras palavras, para manejar adequadamente a irrigação, deve-se utilizar parâmetros que possam auxiliar na determinação de quando irrigar e das definições de parâmetros para o quanto de água deve ser aplicada na irrigação [3].

A agricultura tem crescido bastante e devido aos longos períodos de seca durante o ano, a tentativa de suprir a falta de chuva e garantir um produto de melhor qualidade tem feito com que o uso de métodos de irrigação sejam cada vez mais difundidos nos meios rurais, necessitando assim de um maior monitoramento no gasto da quantidade de água que pode ser desperdiçada se não houver um controle mais adequado.

A automação se faz necessária não somente pela possibi-

lidade de diminuição dos custos com a mão de obra, mas principalmente por necessidades operacionais. [4]O manejo da irrigação realizado sem o controle do conteúdo de água do solo pode resultar em insucesso da atividade agrícola, reduzindo a produtividade das culturas, aumentando os custos de produção pelo maior uso de energia, desperdício de nutrientes, doenças e demais gastos acarretados por irrigações excessivas ou deficitárias. Dessa forma, o monitoramento das condições de solo e clima durante o desenvolvimento da planta, aliado ao conhecimento sobre a cultura, permite aplicar com mais precisão a quantidade requerida, bem como o momento correto [5].

Com o intuito de melhorar a eficiência dos sistemas de irrigação e diminuir o gasto de água, tanto em aplicações residenciais quanto rurais, esse trabalho apresenta um sistema modular de irrigação automatizada sem fio com a plataforma *Raspberry Pi 3*. Com o auxílio de diversos sensores como por exemplo sensor de umidade do solo e o sensor ultrassônico, o módulo adapta-se a componentes externos, possui baixo custo de produção comparado a sistemas existentes no mercado e é mais sustentável do que sistemas convencionais. Uma das vantagens da tecnologia é que ela pode ser programada remotamente e reduz a necessidade de mão-de-obra.

## II. OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é fornecer uma solução tecnológica de automação agrícola de baixo custo direcionada para atender o pequeno e o médio produtor que possua alta eficiência e baixo consumo de água, utilizando uma plataforma *Raspberry Pi 3* conectada a módulos de monitoramento de umidade, distância, e ativação de carga, com sistema de controle via conexão WiFi, pelo aplicativo *Blynk*.

Para atingir o objetivo geral, têm-se como objetivos específicos o controle dos módulos separadamente, integração com aplicativo *Blynk* e refinamento do projeto para funcionamento pleno.

## III. JUSTIFICATIVA

Segundo estudo realizado em 2015 [12], diversas regiões do país apontaram que o déficit hídrico está entre os principais causadores de quebra na produtividade. Contudo, o resultado

das lavouras também sofre influência de outros fatores como: solo, ambiente, qualidade da semente, nutrição, além de pragas e doenças.

Na cultura da soja, uma pesquisa mostrou que a quebra de produtividade – avaliada em diferentes regiões do país – variaram consideravelmente e que grande parte delas é oriunda do deficit hídrico (73,8%), enquanto o manejo inadequado representou 26,8% da quebra geral da produtividade. Na cana-de-açúcar, retratou que a ausência de água na quantidade ideal representou 75,6% da quebra na média nacional. Já o manejo agrícola foi responsável por 24,4%. No entanto, foram observadas diferenças entre as regiões, sendo que no Nordeste o deficit hídrico respondeu por aproximadamente 86% das quebras, ao passo que no Sul do país as maiores quebras foram causadas por fatores relacionados ao manejo agrícola e à ocorrência de geadas [13]. Esses resultados evidenciam um ponto fundamental para o alcance da máxima produtividade nos grãos: a importância de manter um fluxo de água constante durante todo o ciclo dos cultivos. Esse fator deve ser fortemente considerado quando o objetivo é extrair todo potencial das plantas.

O deficit hídrico é responsável por grande parte das quebras de produtividade nas principais culturas do país, e pode ser solucionado por meio da adoção de tecnologias como o SIM. Neste sistema, o produtor conta com a melhor gestão do recurso natural e a garantia de que a planta está recebendo a quantidade ideal de água para seu desenvolvimento.

#### IV. REQUISITOS

Para realização do projeto, será necessário o desenvolvimento de uma interação hardware-software que atenda às tarefas propostas. Alguns requisitos a considerar:

- Relé para ativação de carga da bomba d’água;
- Sensor de umidade do solo para controlar necessidade de irrigação;
- Canos distribuidores de água;
- Reservatório de água e da planta;
- Autonomia de alimentação: visto que o projeto envia dados de sensores com frequência alta, o sistema necessita de fonte constante de tensão, tanto para alimentar a *Raspberry* quanto os módulos utilizados;
- Distância da *Raspberry* ao *modem*: para que a conexão com a internet seja estabelecida e o envio de dados seja concretizado, o microcontrolador deve estar no alcance do roteador. Caso contrário, será necessária uma outra forma de conexão, como um módulo GSM.

#### V. DESCRIÇÃO DE HARDWARE

Como o foco do projeto é o processamento de dados, sua realização visa o aprendizado das funções de processamento. Dessa forma, a parte do hardware é relativamente simples. Será usada para a elaboração do projeto a *Raspberry Pi 3* e alguns módulos externos. A priori, serão usados 3 módulos:

para ativação da bomba de água, um módulo relé. Para saber o nível de água do reservatório, um sensor ultrassônico. Por fim, um sensor de umidade do solo que será usado como forma de decisão para irrigação. Para os próximos pontos de controle, poderão ser adicionados sensor de temperatura e umidade do ar e uma lâmpada ultravioleta ativada pelo relé.

#### VI. DESCRIÇÃO DE SOFTWARE

Inicialmente, utilizaremos os módulos de detecção de umidade do solo, um sensor ultrassônico e um relé. Eles foram testados individualmente e abaixo pode-se observar o progresso atual.

##### A. Relé

O relé, que teve seu surgimento em torno do século XIX [7], possui um funcionamento relativamente simples: funciona como um interruptor eletromecânico, que tem como vantagem que os contatos que acionam o circuito de carga estão completamente isolados do circuito de comandos, inclusive podendo trabalhar com tensões diferentes entre circuitos de comando e circuitos de carga. Até agora, um programa em linguagem C foi implementado. Nele, a carga é ativada com um *push button*. Futuramente, a carga (bomba d’água) será ativada pela *Raspberry* de acordo com a umidade do solo. O código pode ser visto no final do relatório.

O funcionamento pode ser verificado pela imagem:

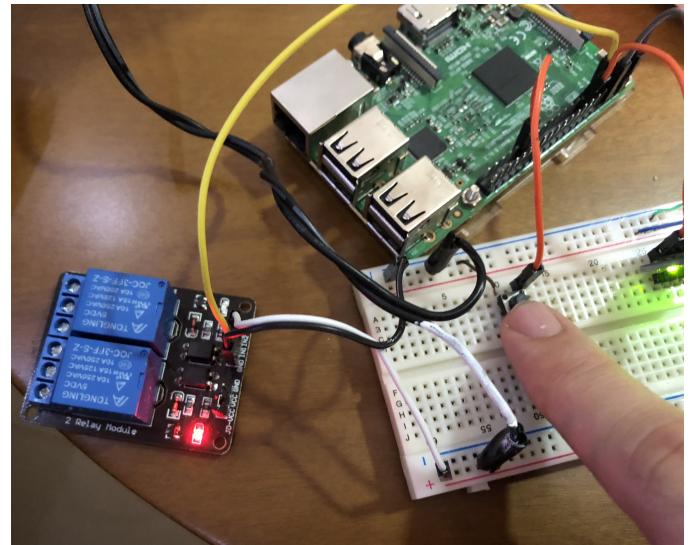


Figura 1. Módulo relé em funcionamento.

##### B. Umidade do Solo

Será usado também o módulo do sensor de umidade do solo, feito para detectar as variações de umidade no solo, tendo seu funcionamento da seguinte forma: quando o solo está seco a saída do sensor fica em estado alto, e quando úmido em estado baixo. O módulo já foi programado em C. Deve-se ter cuidado com a calibração de sensibilidade do sensor, visto que, devido

a falta de portas ADC na *Raspberry*, teremos apenas uma saída digital.

A montagem do sensor de umidade realizando as conexões necessárias à *Raspberry Pi* pode ser observado a seguir:

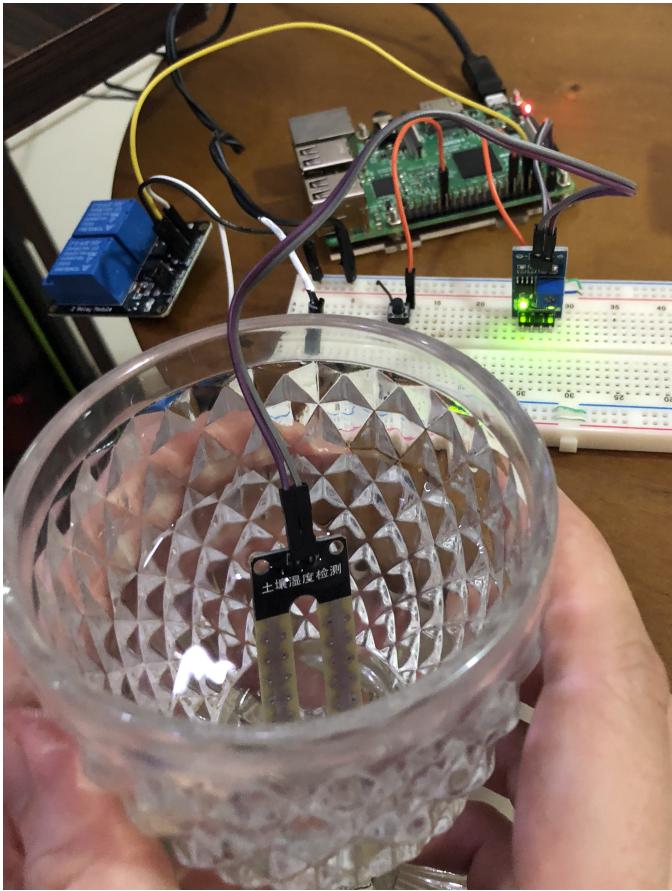


Figura 2. Módulo sensor de umidade e solo.

A resposta no terminal pode ser vista na Fig. 3.

#### C. Sensor Ultrassônico

O sensor de distância ultrassônico é capaz de medir distâncias com precisão razoável. O programa executado faz a calibração do sensor e retorna a distância apenas uma vez. Se fez necessário o uso de um regulador de tensão para o módulo, pois sua saída é de 5 V e as *GPIOs* da *Raspberry* são de 3.3 V. Para o projeto final, o código deve ser passado para linguagem C.

## VII. RESULTADOS

Até o presente ponto de controle, os resultados obtidos foram:

- Definição dos módulos a serem usados;
- Aquisição das características dos mesmos;
- Elaboração dos códigos para funcionamento individual dos módulos;

```
Arquivo Editar Abas Ajuda
agua detectada - leitura 115
agua detectada - leitura 116
agua detectada - leitura 117
agua detectada - leitura 118
agua detectada - leitura 119
agua detectada - leitura 120
agua detectada - leitura 121
agua detectada - leitura 122
agua detectada - leitura 123
agua detectada - leitura 124
agua detectada - leitura 125
agua detectada - leitura 126
agua detectada - leitura 127
agua detectada - leitura 128
agua detectada - leitura 129
agua detectada - leitura 130
agua detectada - leitura 131
agua detectada - leitura 132
agua detectada - leitura 133
agua detectada - leitura 134
agua detectada - leitura 135
agua detectada - leitura 136
agua detectada - leitura 137
```

Figura 3. Resposta do terminal ao sensor.

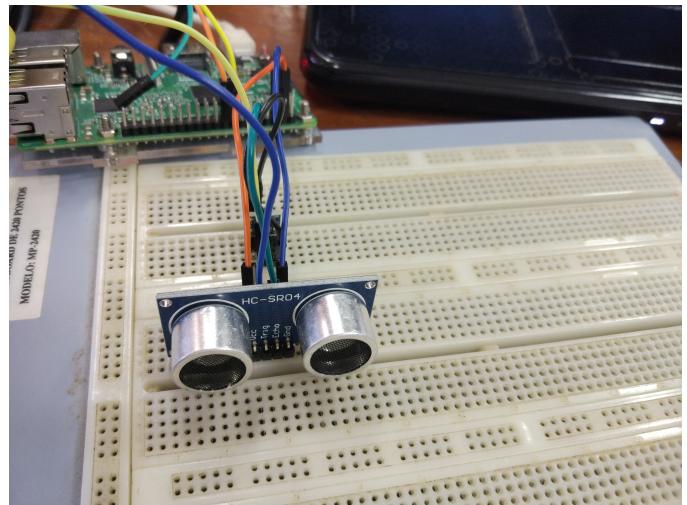


Figura 4. Sensor Ultrassônico.

- Montagem do circuito e comunicação entre os módulos e a *Raspberry Pi 3*;
- Mudança de alguns códigos para linguagem C;

Para o próximo ponto de controle, o sistema deve ser integrado e conectado ao app *Blynk* para uso remoto.

```

Arquivo Editar Abas Ajuda
Mensurando a Distancia
Aguardando o Sensor Estabilizar
A distancia eh: 3390.24 cm
pi@raspberrypi:~/Desktop/Embarcados $ python ultra.py
Mensurando a Distancia
Aguardando o Sensor Estabilizar
A distancia eh: 3390.26 cm
pi@raspberrypi:~/Desktop/Embarcados $ python ultra.py
Mensurando a Distancia
Aguardando o Sensor Estabilizar
A distancia eh: 15.86 cm
pi@raspberrypi:~/Desktop/Embarcados $ python ultra.py
Mensurando a Distancia
Aguardando o Sensor Estabilizar
A distancia eh: 3390.56 cm
pi@raspberrypi:~/Desktop/Embarcados $ python ultra.py
Mensurando a Distancia
Aguardando o Sensor Estabilizar
A distancia eh: 3390.62 cm
pi@raspberrypi:~/Desktop/Embarcados $ python ultra.py
Mensurando a Distancia
Aguardando o Sensor Estabilizar
A distancia eh: 14.8 cm
pi@raspberrypi:~/Desktop/Embarcados $ 

```

Figura 5. Sensor Ultrassônico.

### VIII. CONCLUSÃO

A proposta de projeto é a confecção de um sistema de irrigação automatizado e modular, que usasse um sensor de umidade do solo e alguns módulos para controle do fluxo de água, que atendesse algumas características para um melhor aproveitamento dos recursos hídricos e facilitasse a vida do agricultor na hora de cultivar o produto. Os sensores selecionados tiveram uma resposta rápida e eficaz para as particularidades pretendidas. Partindo dos resultados iniciais, podemos considerar que sua construção é viável e acessível para o público-alvo em questão, podendo incluir também cultivadores com um espaço de cultivo mais amplo e com um sinal estável de internet.

### IX. BIBLIOGRAFIA

- 1 Medici, L. O. Rocha, H. S.; Carvalho, D. F.; Pimentel, C.; Azevedo, R. A. Automatic controller to water plants. Scientia Agricola. Piracicaba. V. 67. N. 6. 2010.
- 2 Desenvolvimento de um sistema modular automatizado para controle da irrigação residencial/rural - Disponível em: <http://laica.ifrn.edu.br/projetos/desenvolvimento-de-um-sistema-modular-automatizado-para-controle-da-irrigacao-residencialrural>. Acesso em 15 de outubro de 2018.
- 3 Calbo, A. G.; Silva, W. L. C. Sistema Irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimentos. Adonai Gimenez Calbo, 2005.
- 4 Suzuki, M. A.; Hernandez, F. B. T. Automação de Sistemas de Irrigação. Curso De Capacitação Em Agricultura Irrigada, v. 1, 1999.
- 5 Batista, S. C. O. Estudo técnico e econômico de um

dispositivo visando à automação de sistemas de irrigação a partir do monitoramento do conteúdo de água no solo. 44p. Dissertação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 2012.

- 6 NETAFIM. Sistema de irrigação inteligente. Disponível: <https://www.netafim.com.br>. Acesso em 15 de outubro de 7 InfoEscola. Relé. Disponível: <https://www.infoescola.com/electronica/rele/i>. Acesso em 15 de outubro de 2018.
- 8 Irrigação: como escolher o melhor sistema para irrigar lavouras de grãos. Disponível: <https://www.agrolink.com.br/noticias/irrigacao-como-escolher-o-melhor-sistema-para-irrigar-lavouras-de-graos-405055.html>. Acesso em 15 de outubro de 2018.
- 9 Carvalho, Matheus Souza. Sensor para monitoramento de umidade do solo utilizando energia solar. Disponível: <https://www.quixada.ufc.br/wp-content/uploads/2017/03/2011-6-1-es-matheus-souza-de-carvalho.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2018.
- 10 Jannuzzi, Cristiano. Irrigação inteligente economiza água e não desperdiça. Disponível: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/irrigacao-inteligente-economiza-agua-e-nao-desperdica>. Acesso em 28 de outubro de 2018.
- 11 BATTISTI, R.; SENTELHAS, P. C. Drought tolerance of brazilian soybean cultivars simulated by a simple agrometeorological yield model. Experimental Agriculture, Cambridge, v. 51, p. 285-298, 2015.
- 12 Revista Cafeicultura. Produtividades recordes e a importância do manejo eficiente da irrigação. Disponível: <https://www.irrigacao.net/irrigacao/produtividades-recordes-a-importancia-do-manejo-eficiente-da-irrigacao/>. Acesso em 28 de outubro de 2018.
- 13 Souza Rezende, Ronaldo . Irrigação total. Disponível: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG0156711200516718.html>. Acesso em 28 de outubro de 2018.
- 14 Ricardo Marin, Fábio . Fenologia . Disponível: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG016822122006154840.html>. Acesso em 28 de outubro de 2018.

## X. CÓDIGOS

### A. Código Relé

```
#include <stdio.h>
#include <wiringPi.h>

#define botao 3
#define rele 7

int main(){
    wiringPiSetup();
    pinMode(botao, INPUT);
    pinMode(rele, OUTPUT);

    int b = digitalRead(botao);
    if(b>1){
        digitalWrite(rele,HIGH);
        printf("carga ativada");
    }
}
```

### B. Código Sensor de Umidade do Solo

```
#include <stdio.h>
#include <wiringPi.h>

#define sensor 0

int main(){
    wiringPiSetup();
    pinMode(sensor, INPUT);
    int i = 0;

    for(;;){
        if(digitalRead(sensor)<1){
            printf("agua detectada - leitura %i\n",i);
        }
        else
            printf("agua nao detectada - leitura %i\n",i);
        i++;
        delay(500);
    }
    return 0;
}
```

### C. Código Sensor Ultrassônico

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

TRIG = 23
ECHO = 24

print "Mensurando a Distancia"

GPIO.setup(TRIG,GPIO.OUT)
GPIO.setup(ECHO,GPIO.IN)
```

```
GPIO.output(TRIG,False)
print "Aguardando o Sensor Estabilizar"
time.sleep(2)

GPIO.output(TRIG, True)
time.sleep(0.00001)
GPIO.output(TRIG, False)

while GPIO.input(ECHO)==0:
    pulse_start = time.time()

while GPIO.input(ECHO)==1:
    pulse_end = time.time()

pulse_duration = pulse_end - pulse_start
distance = pulse_duration * 17150
distance = round(distance, 2)

print "A distancia eh: ",distance, " cm"
GPIO.cleanup()
```