

**HORTA VERTICAL COM IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA****VERTICAL HORTA WITH AUTOMATIC IRRIGATION**Antonio Jarbas da Silva Veiga<sup>1</sup>Gustavo Kimura Montanha<sup>2</sup>**RESUMO**

Os fatores tempo, espaço e conforto sugerem alternativas para obtenção de pequenas hortas e jardins e uma das alternativas que está presente nos dias de hoje é o desenvolvimento de canteiros verticais e irrigados de forma automática. A partir desses projetos, pode-se obter alimentos saudáveis mesmo em residências com limitação de espaço. O objetivo do trabalho foi desenvolver um protótipo de horta vertical com sistema automatizado de irrigação. Foram utilizados como principais componentes uma placa de *Arduíno*, sensores, estrutura de madeira, canos de PVC e atuações de solenoides programados para irrigar os canteiros no tempo e na quantidade que as plantas necessitarem. Após a implantação do protótipo, verificou-se que o sistema atuou de forma correta e permitiu o desenvolvimento de diferentes culturas na produção saudável de verduras, legumes e temperos.

**Palavras-chave:** Agricultura de precisão. Automação. Canteiros verticais.

**ABSTRACT**

The factors time, space and comfort, suggest alternatives for obtaining small gardens and gardens and one of the alternatives that is present these days is the development of vertical beds and irrigated automatically. From these projects healthy food can be obtained even in residences with limited space. The objective of the work was to develop a prototype vertical garden with automated irrigation system. The main components used were an Arduino board, sensors, wood structure, PVC pipes and solenoid actuations programmed to irrigate the beds in the time and in the quantity that the plants need. After the implantation of the prototype, it was verified that the system acted correctly and allowed the development of different cultures in the healthy production of vegetables, vegetables and seasonings.

**Keywords:** Precision agriculture. Automation. Vertical beds .

---

<sup>1</sup> Graduando em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Av. José Ítalo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP. CEP 18606-855.email: jarbas\_veiga@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente na Faculdade de Tecnologia de Botucatu, gmontanha@fatecbt.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

No decorrer da história, a importância da agricultura na economia faz surgir novos métodos de cultivo para suprir as necessidades do ser humano. Nesse contexto, o uso da tecnologia é fundamental para que estes métodos sejam colocados em prática. Atualmente, com a evolução tecnológica, aumento na demanda de cultivos familiares e advento da agricultura de precisão, o ser humano tem desenvolvido alternativas de cultivo de acordo com as suas necessidades, levando em consideração fatores decorrentes da rotina de trabalho, escassez de tempo, limitação de espaço e a verticalização das habitações.

Uma tendência na agricultura moderna é a denominada agricultura de precisão que basicamente utiliza princípios de automação aplicados aos processos de cultivo das espécies em questão, sendo um sistema de gestão que leva em conta a variabilidade espacial com o objetivo de obter um resultado sustentável social, econômico e ambiental (BERNARDI et al., 2014).

Segundo Sighieri e Nishnari (2010), a automação possibilita melhorias em qualidade do produto e aumento em quantidade da produção, facilitando e viabilizando o projeto de cultivo tanto em pequena ou larga escala.

Através da plataforma *Arduíno*, baseada em linguagem C, Algoritmos e da Lógica de programação, pode-se criar sistemas autônomos para facilitar o desenvolvimento das plantações. A ferramenta Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar, sendo destinado a qualquer pessoa que faça projetos interativos (ARDUINO, 2018).

Para Stein et al. (2009), um algoritmo é definido como uma sequência de etapas computacionais que transformam dados de entrada em dados de saída, sendo uma ferramenta para resolver um problema computacional bem especificado.

Deitel e Deitel (2011) definem a linguagem C como uma linguagem independente de hardware de fácil acessibilidade, onde as aplicações escritas podem ser executadas em uma grande variedade de sistemas computacionais com pouca ou nenhuma modificação, isto é, possui portabilidade, sendo vantajoso em relação a existência de sistemas dos mais diversos. Deitel e Deitel (2011) definem também que, todos os sistemas C são constituídos geralmente de três partes: o ambiente, a linguagem e a *C Standard Library*.

A intensificação no uso de sensores no setor da agricultura pode trazer muitos benefícios para o desenvolvimento de novos projetos e protótipos, acarretando melhor

eficiência no processo produtivo, incluindo o processo de controle e gerenciamento de recursos hídricos das culturas.

Para Molin et al. (2015), uma das grandes vantagens das ferramentas de sensoriamento em Agricultura de Precisão é a capacidade de coletar, dentro de uma mesma área, uma grande quantidade de dados mais precisos do que as permitidas pelas técnicas tradicionais de amostragem.

Atualmente, a restrição de espaço e tempo das pessoas dificultam o cultivo de verduras, legumes e temperos em suas residências. Com o uso de ferramentas de tecnologia da informação, sensores e linguagens de programação é possível propor sistemas cada vez mais independentes que permitam o controle e o gerenciamento das diferentes demandas para o desenvolvimento das culturas.

O objetivo do trabalho foi desenvolver um protótipo de horta vertical com sistema automatizado de irrigação que se adeque às limitações de tempo e espaço dos usuários.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Material utilizado**

O desenvolvimento do trabalho iniciou-se com o levantamento bibliográfico em revistas, livros, sites de empresas e entrevistas com profissionais da área para aprofundamento do tema proposto. Posteriormente, foram analisados os recursos e tecnologias a serem utilizados para o desenvolvimento do protótipo.

O material utilizado foi adquirido a partir da recomendação de fornecedores e docentes atuantes no Ensino Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

Para a execução da IDE, foram utilizados um notebook com configuração de 1TB de armazenamento interno, 4GB de memória RAM e processador Intel Core i5 com o Sistema Operacional Windows 10.

#### **2.1.1. Estrutura do projeto**

Para desenvolvimento da estrutura do protótipo, responsável pela alocação de todos os componentes, foram utilizados: Para a parte frontal e traseira 6 tábuas 170mm x 480mm x 20mm, já para as laterais 6 tábuas 150mm x 190mm x 20mm, para o fundo 3 tábuas 190mm x

480mm x 20mm. Para o suporte foram utilizadas 2 tábuas 1400mm x 100mm 20mm, 10 ganchos com bucha S10 (10mm), 3 tábuas 48mmx 100mm x 20mm.

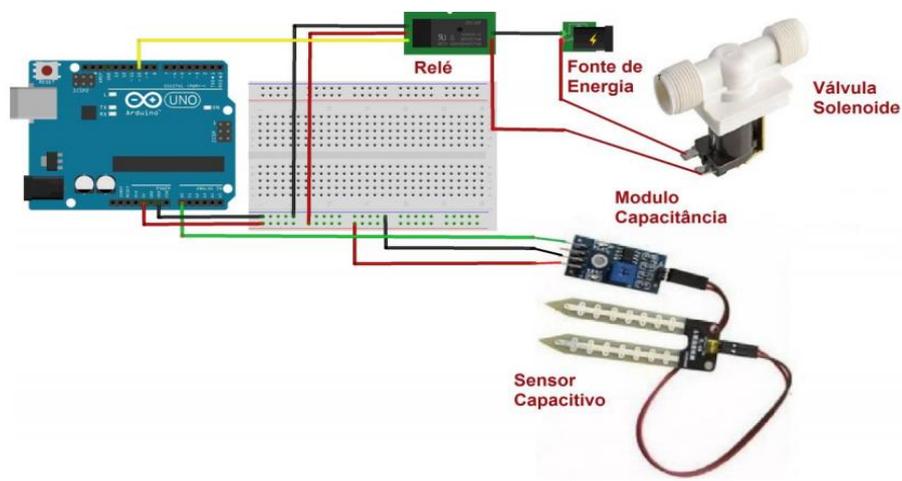
Para o restante do sistema, foram elencados os seguintes itens: parafusos para madeira 60mm, 3 suportes em formato “u”, 3 luvas de PVC ½”, 3 metros de cano de PVC (Policloreto de polivinila) ½”, 3 T’s de PVC ½”, 1 cano de 200mm e 3 canos de 400mm. Já para o armazenamento de água para o sistema de irrigação, foi utilizado um reservatório de plástico com capacidade de 5 litros.

Inicialmente foram montadas 3 caixas que serviram de canteiro com medidas de 480mm x 170mm x 150mm. Após isso, as caixas foram fixadas em 3 tábuas de madeiras para dar sustentação, sendo duas laterais e uma superior. Após a estrutura do canteiro ser concluída, foram fixados os canos nas laterais com as derivações dos canos de irrigação, seguido da instalação do reservatório de água na extremidade superior do cano. Também foram colocados terminais de PVC de ½” nas extremidades terminais do sistema de irrigação.

### 2.1.2. Circuito do projeto

Para a montagem do circuito, foi utilizado uma placa Arduino modelo Uno R3, 03 sensores de umidade HL-69 – higrômetro, 3 solenoides 12V DC “½” 180° alimentados com tensão de 12vcc fornecida pela bateria, kit de *Jumpers* (condutores elétricos), painel fotovoltaico com tensão de 5vcc, uma bateria 12vcc 7A, um display 16x12 com adaptador I2C, um bloco de relé com 4 relés, dois sensores de nível, uma bomba de água, conectores para motor de aeg, conector elétrico de derivação e condutores (Figura1).

Figura 1 – Circuito do projeto

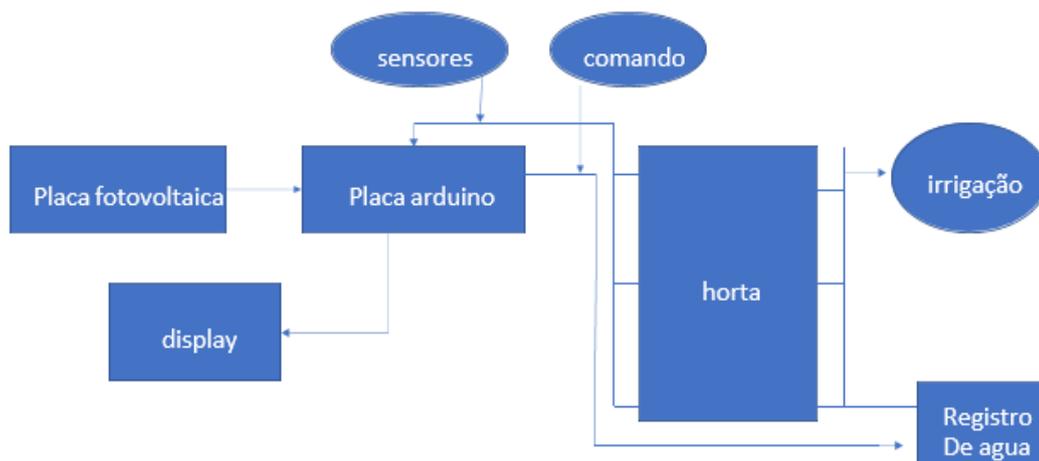


A montagem do circuito foi elaborada conectando a alimentação à protoboard com a finalidade de distribuí-la para os componentes interligados no circuito. Os componentes também foram conectados às suas respectivas entradas e saídas digitais e analógicas diretamente na placa Arduino.

## 2.2 Metodologia

Para a realização do projeto, foi elaborado um fluxograma contendo todos os componentes eletrônicos e físicos para representar a metodologia utilizada conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do projeto



Fonte: Próprio Autor, 2019.

O sistema de medição do higrômetro trabalha pelo método eletrométrico, isto é, o higrômetro usa capacitância para medir a umidade do solo, por meio do uso de dielétrico calculando a diferença de potencial (MARKUS, 2001).

O método de medição adotado para o projeto foi o de coleta de amostragem referente ao sistema, onde os dados recolhidos pelo sensor de umidade são generalizados para cada canteiro (CORREA, 2003).

### **2.2.1. Programação**

Para o desenvolvimento da programação, foi utilizada uma IDE, Integrated Development Environment, que se trata de um conjunto de ferramentas integradas que auxiliam na construção e implementação de programas (GOLDMAN, 2006). Utilizou-se da IDE Arduíno versão 1.8.5 para a implementação do código do protótipo.

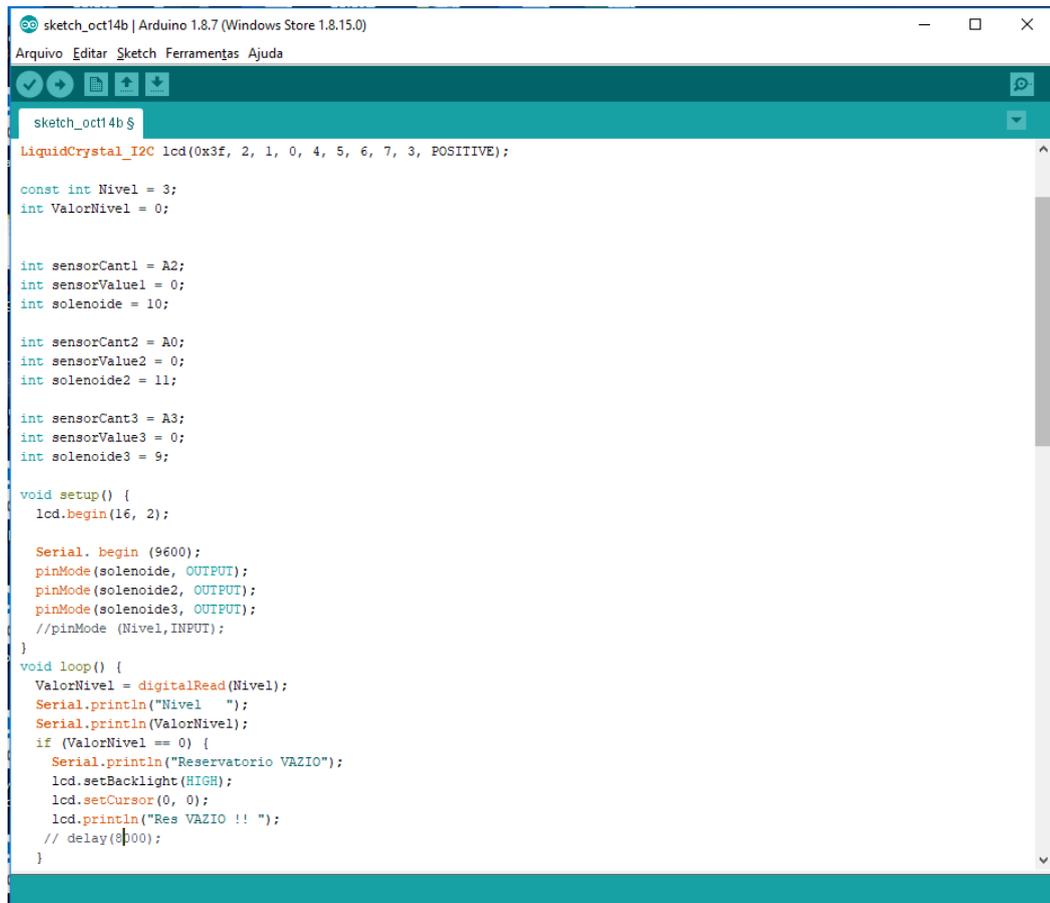
A IDE armazenou suas rotinas diretamente no microcontrolador ATmega328P, que utilizou a memória EEPROM, que trata-se de um tipo de memória elétrica não volátil somente leitura (ARDUINO, 2018).

A linguagem de programação utilizada (*Arduíno*) possui sua sintaxe baseada nas linguagens de programação C e C++. As estruturas foram divididas em funções básicas, de *setup* e *loop*.

A função *loop* foi responsável por atribuir os valores às variáveis, executar os cálculos e apresentar as informações, bem como realizar o acionamento do sistema de irrigação nos intervalos em que os valores de umidade estivessem menores que o valor desejado.

A função *setup* teve como função realizar a inicialização dos dispositivos conectados à placa Arduíno Uno R3. O processo de desenvolvimento do sistema contou com a programação dos dispositivos de entrada e saída, conforme ilustrados na Figura 3.

Figura 3 – Implementação do sistema



```

sketch_oct14b | Arduino 1.8.7 (Windows Store 1.8.15.0)
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sketch_oct14b $
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);

const int Nivel = 3;
int ValorNivel = 0;

int sensorCant1 = A2;
int sensorValue1 = 0;
int solenoide = 10;

int sensorCant2 = A0;
int sensorValue2 = 0;
int solenoide2 = 11;

int sensorCant3 = A3;
int sensorValue3 = 0;
int solenoide3 = 9;

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);

  Serial.begin(9600);
  pinMode(solenoide, OUTPUT);
  pinMode(solenoide2, OUTPUT);
  pinMode(solenoide3, OUTPUT);
  //pinMode (Nivel, INPUT);
}

void loop() {
  ValorNivel = digitalRead(Nivel);
  Serial.println("Nivel ");
  Serial.println(ValorNivel);
  if (ValorNivel == 0) {
    Serial.println("Reservatorio VAZIO");
    lcd.setBacklight(HIGH);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.println("Res VAZIO !! ");
    // delay(8000);
  }
}

```

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Na Figura 2, é possível identificar as funções de *setup* e *loop* para o controle dos dispositivos, a declaração das variáveis e portas utilizadas pelos dispositivos. Verifica-se que no método *setup* é realizada a inicialização dos componentes do sistema, os solenoides.

O método *loop*, em seguida, conteve a programação padrão do sistema, efetuando a leitura do nível de umidade do solo por meio do sensor higrômetro e verificação da necessidade de irrigação a partir dos intervalos de valores predefinidos na função condicional *if*. Os canteiros foram tratados de forma independente para realizar sua verificação e irrigação, e declarados pelas variáveis “canteiro1”, “canteiro2” e “canteiro3”.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 ilustra a estrutura física do protótipo desenvolvido, alocando os canteiros em posição vertical já preenchidos com solo e sem as espécies cultivadas.

Figura 4 – Estrutura física



Fonte: Próprio Autor, 2019.

O ciclo de desenvolvimento das espécies cultivadas na horta e seus resultados cronológicos são apresentados na Tabela 1.

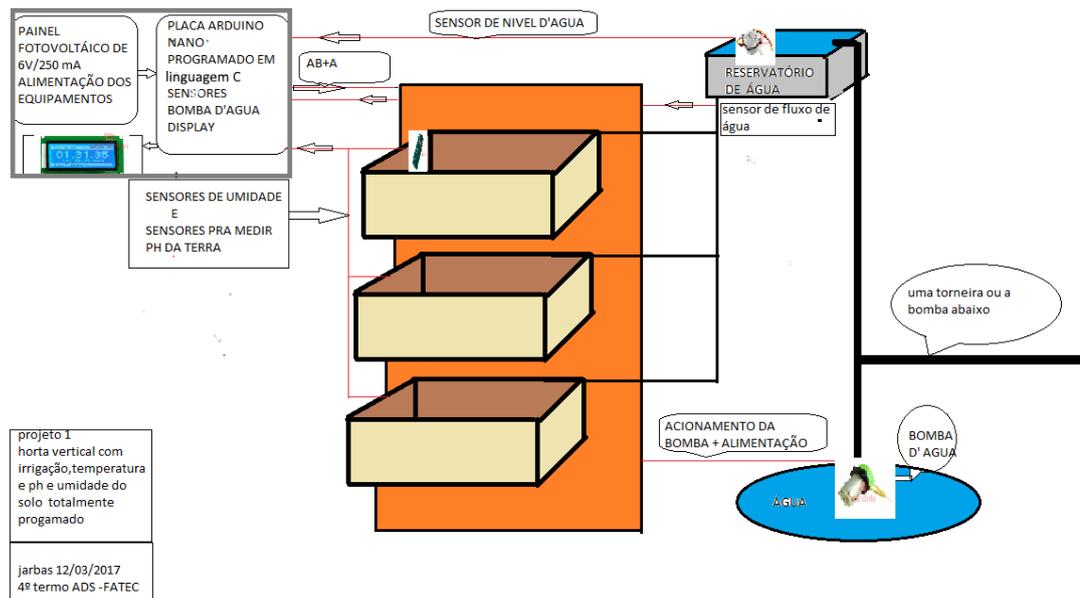
Tabela 1 – Resultados cronológicos do cultivo

<b>Montagem dos canteiros</b>	<b>Período</b>
Preparação	set/2018
Plantio de mudas	out/2018
1º acompanhamento e manutenção do equipamento	nov/2018

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Após a conclusão da montagem da estrutura associada ao circuito eletrônico, é possível visualizar o sistema completo ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Diagrama em bloco



Fonte: Próprio Autor, 2019.

É importante ressaltar que, no período de produção, observou-se que o painel fotovoltaico de 5VCC e 200mA não foi capaz de produzir carga suficiente para carregar a bateria por completo, pois possuía pouca amperagem. A partir desta constatação, o painel de 5VCC e 200mA foi substituído por um novo painel de 5VCC e 500mA.

A Figura 6 apresenta o protótipo com as espécies cultivadas, antes da instalação dos componentes hidráulicos (A) e depois da instalação (B).

Figura 6 – Resultados do cultivo

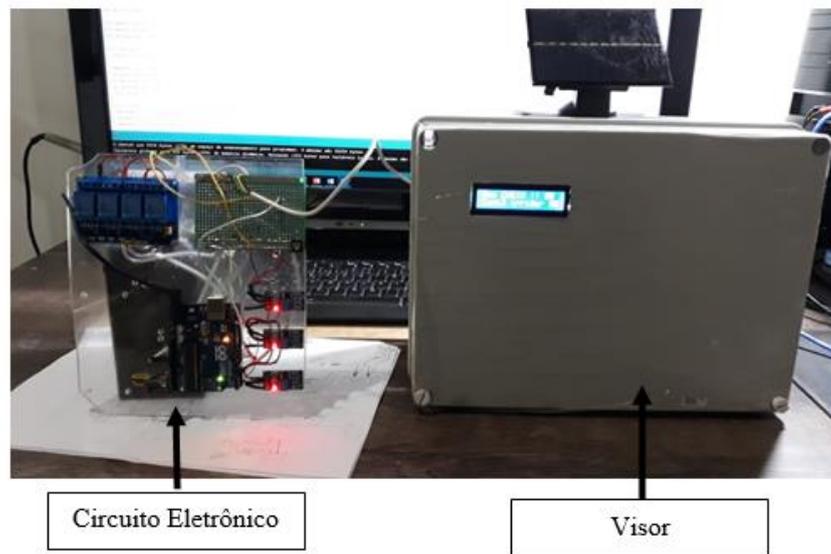


Fonte: Próprio Autor, 2019.

Observou-se um intervalo importante para verificação da irrigação completa, sendo que após a irrigação o processador aguarda 8000ms para desligar o solenoide, período calculado para fornecer valores mais precisos.

O cultivo itinerante pode servir como benefício para o usuário, uma vez que os canteiros podem ser remanejados. Os resultados do desenvolvimento do circuito do protótipo são apresentados na Figura 7.

Figura 7 – Protótipo concluído



Fonte: Próprio Autor, 2019.

A placa Arduíno Uno R3 processa as informações dos sensores, habilitando e desabilitando os conjuntos de relés conforme o nível de umidade obtido, abrindo e fechando os solenoides de irrigação para corrigir a umidade do solo. A placa também envia os sinais das informações coletadas para o display com dados sobre a umidade dos canteiros. Por fim, todo o circuito é alimentado por uma bateria de 12VCC e 7A, que é recarregada através de uma placa fotovoltaica de 5VCC 200mA.

#### 4. CONCLUSÃO

O protótipo desenvolvido realizou as tarefas pré-determinadas conforme proposto pela sua programação, comprovando a eficiência na funcionalidade conjunta de ferramentas utilizadas no projeto.

Os resultados obtidos com o protótipo desenvolvido foram satisfatórios para as medições, obtendo variações de umidade de solo de acordo com as condições climáticas e o posicionamento dos canteiros.

O protótipo desenvolvido permitiu a implantação de hortas verticais para espaços limitados e maior flexibilidade de tempo para o usuário no seu gerenciamento, uma vez que todos os processos foram automatizados. O protótipo desenvolvido pode, em trabalhos futuros, ser melhorado com a ampliação do uso de novos componentes para seu gerenciamento e controle.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO **Open-source Electronic Prototyping Platform Enabling Users to Create Interactive Electronic Objects**. 2018. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>>. Acesso em 18 out. 2018.

BERNARDI et al. **Agricultura de Precisão: Resultados de um novo olhar**. 1. ed. Brasília. Embrapa, 2014.

CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e estatística**. 2. ed. Belo Horizonte. PUC Minas Virtual, 2003.

DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. **Como programar em C**. 6. ed. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2011.

GOLDMAN, A.; KON, F.; SILVA, P. J. S. **Introdução à Ciência da Computação com Java e Orientação a Objetos**. 1. ed. São Paulo. IME-USP, 2006.

MARKUS, O. **Circuitos Elétricos: Corrente Contínua e Corrente Alternada**. 3. ed. São Paulo. Editora Érica LTDA, 2001.

MOLIN et al. **Agricultura de Precisão**. 1. ed. São Paulo. Oficina de Textos, 2015.

SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. **Controle Automático de Processos Industriais: Instrumentação**. 2. ed. São Paulo. Edgard Bluncher LTDA., 2010.

STEIN, et al. **Algoritmos: Teoria e Prática**. 3. ed. Rio de Janeiro. Elsevier Editora LTDA., 2012.