

# Sistema de Controle de Nível de Tanques e Irrigação Automática

Igor Theotônio  
Instituto de Computação  
Universidade Federal de Alagoas  
Maceió, Brasil  
icat@ic.ufal.br

Marcos Vinícius Costa  
Instituto de Computação  
Universidade Federal de Alagoas  
Maceió, Brasil  
mvsc@ic.ufal.br

**Resumo**—O artigo descreve a implementação de um sistema de controle de nível de tanques e irrigação automática realizado com Arduino Genuíno Uno, construído como projeto final para as disciplinas de Instrumentação Eletrônica e Microcontroladores e suas aplicações do curso de Bacharelado em Engenharia de Computação - IC/UFAL.

**Palavras-chave**—arduino, sensores, bomba hidráulica, irrigação, nível

## I. INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias e civilizações, diversos temas que outrora ignorados estão aparecendo com força total nas discussões cotidianas e pensar em sustentabilidade foi ponto de partida na concepção do projeto.

Uma das maiores fontes de desperdício de água no planeta é a agricultura, sendo responsável por mais de 70% do consumo de água do planeta [1]. Desta forma, o intuito do projeto representado na figura 1 é demonstrar alternativas financeiramente viáveis para diminuição do uso de água na agricultura de maneira simples, bem como demonstrar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de instrumentação eletrônica e microcontroladores.

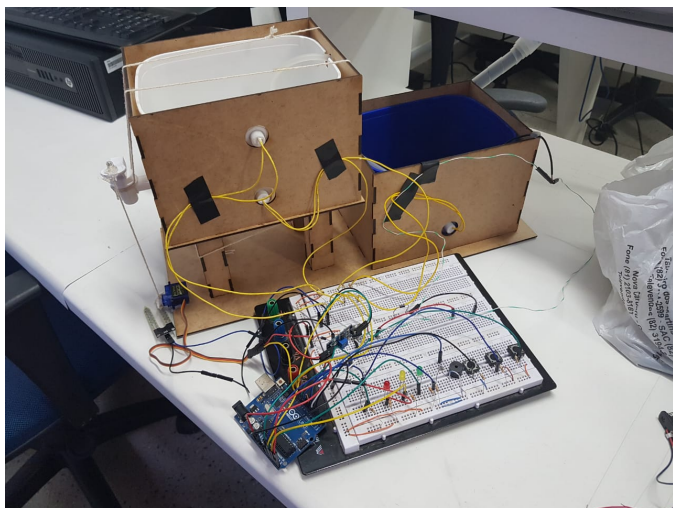


Figura 1. Protótipo

Pensando nisso, o sistema projetado analisa a umidade do solo em questão, o nível de água nos tanques e a luminosidade

do ambiente controlando assim a abertura da torneira e o funcionamento da bomba como forma de otimizar o gasto de água e energia.

## II. CONSTRUÇÃO DO MODELO

### A. Materiais Utilizados

Para elaboração deste projeto, foi necessário uma série de materiais de modo geral (sendo eles eletrônicos ou não) para que os diversos requisitos fossem atendidos e o protótipo aqui desenvolvido se assemelhe e considere o mais fielmente possível uma situação no mundo real.

Dentre a lista de materiais utilizados, podemos citar o uso de sensores para medição de nível de água, umidade do solo e luminosidade do ambiente; atuadores para movimentação de água entre os recipientes e controle de vazão de água para irrigar uma planta, diversos outros elementos eletrônicos simples como um transistor TIP122, resistores, diodos, leds e botões para o controle e entendimento dos sinais do sistema; e também madeira, duas vasilhas de plástico e uma torneira de filtro para a montagem do protótipo físico.

1) *Descrição dos Sensores:* Para um acompanhamento preciso de cada situação passível de acontecer referente aos modos de operação do sistema de irrigação, foram necessários o uso de três tipos de sensores diferentes, onde cada um aplicado em uma parte diferente do projeto contribuiu para o funcionamento como um todo. Os sensores utilizados para implementação<sup>1</sup> do sistema foram de nível, umidade e luminosidade. A seguir serão abordados cada um desses sensores de forma mais detalhada, assim como suas especificações e casos de uso.

- Sensor de luminosidade (fotoresistor LDR): usado para verificar se os níveis de luminosidade estão adequados para irrigação, ou seja, nem podem estar muito elevados, o que indicaria um elevado nível de raios solares emitidos, ou nem muito baixos o que indicaria a noite, que não são consideradas bons momentos para irrigação [2].

A sigla significa Light Dependent Resistor, em português Resistor Dependente de Luz, que como o próprio nome diz, se trata de um resistor cuja resistência varia conforme a quantidade de luz que incide sobre ele como

<sup>1</sup>Código: [https://github.com/viniciuscostass/sistema\\_irrigacao](https://github.com/viniciuscostass/sistema_irrigacao)

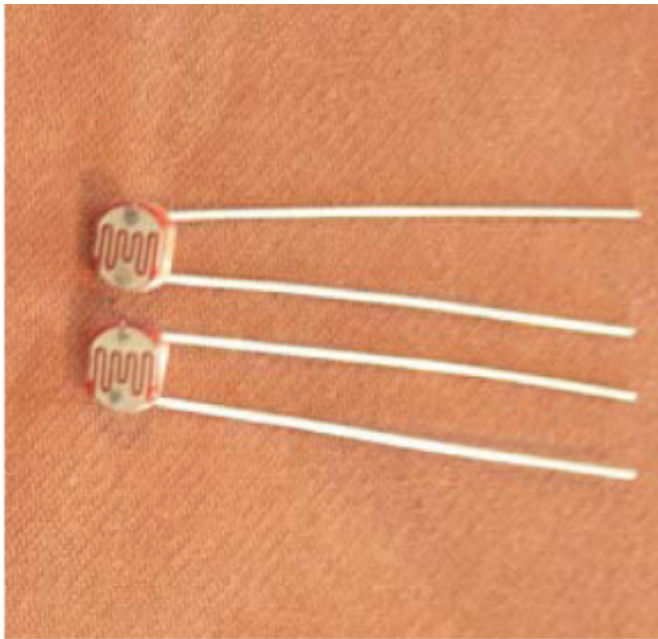


Figura 2. Sensor de luminosidade

observamos na figura 2. Essa variação ocorre de forma inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a intensidade de luz menor será a resistência, portanto maior será a tensão medida em seus terminais [3].

O sensor trabalha em ambientes com uma faixa de temperatura entre  $-30^{\circ}$  e  $70^{\circ}\text{C}$ , sua resistência pode atingir  $1\text{M}\Omega$  quando a luminosidade emitida chega a 0 lux, apresentando comportamento linear em um gráfico Luminosidade x Resistência, podendo apresentar um erro aleatório de 0,1 como observado na figura 3. Com essas características e um baixo custo, se fez um equipamento essencial para o desenvolvimento do protótipo em questão.

- Sensor de nível: equipamento muito simples de ser usado como apresentado na figura 4, bastante utilizado em aplicações reais como caixas d'água, reservatórios, tanques etc. Seu funcionamento consiste na movimentação de uma pequena bóia com um ferrite que, quando a água faz ela flutuar, os dois terminais dos fios passam a ter contato (de modo semelhante a um reed switch) [5].

Dessa forma, para saber se o líquido chegou a nível desejado é necessário apenas saber se o circuito está aberto ou fechado, uma vez que esse sensor se comporta como uma chave de modo que se a bóia estiver mais próxima da haste, o contato estará fechado. Caso contrário, o sensor se comportará de forma análoga a uma chave aberta.

Esse sensor trabalha a uma tensão e corrente máximas de, respectivamente, 24V e 50mA, sendo totalmente compatível com o Arduino, e portanto, uma boa opção a ser utilizada no protótipo desenvolvido.

Vale lembrar que seu modo de atuação depende da forma como foi instalado, em que especificamente para

## Illuminance Vs. Photo Resistance

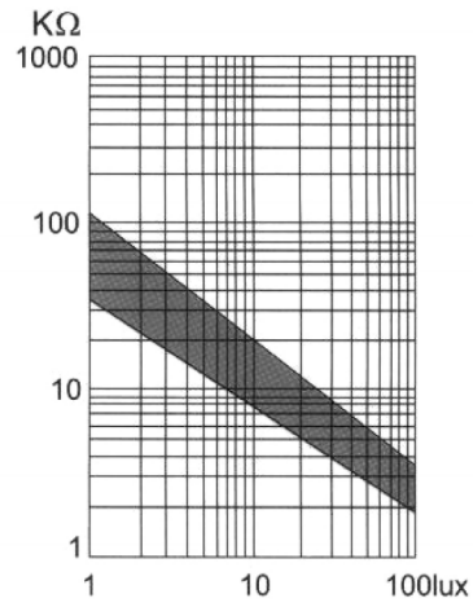


Figura 3. Luminosidade x Fotoresistência



Figura 4. Sensor de nível

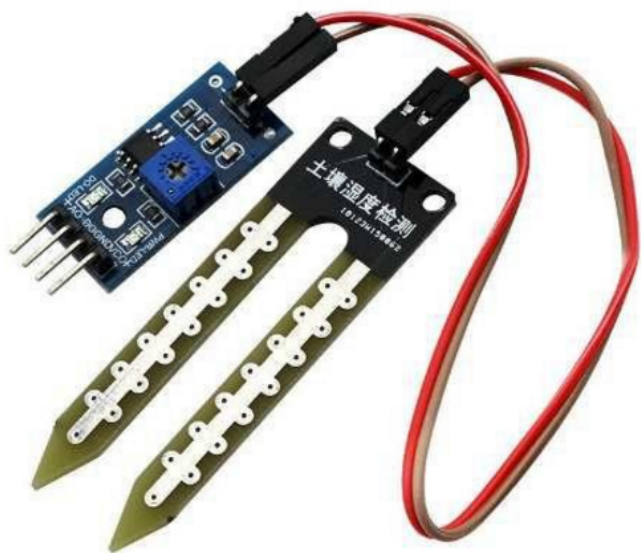


Figura 5. Sensor de umidade do solo

este projeto, um dos três sensores foi instalado de forma invertida pelo fato de se localizar em uma área muito próxima a base inferior do recipiente, permitindo então uma maior margem de trabalho para sua medição.

- Sensor de umidade: é uma sonda que mede o nível de umidade da terra. A partir desse dispositivo é que será verificado se a plantação estará necessitando de água ou não, sendo este o responsável por atuar diretamente no servomotor, abrindo ou fechando a torneira para controlar a passagem de água do recipiente para a terra.

Este sensor é composto por um componente receptor e comparador de sinal e a sonda que fica enterrada na terra, captando variações de umidade no local, e pode operar de forma analógica ou digital, sendo a forma analógica se comportando de forma linear em relação a quantidade de água presente no meio. Na forma digital a operação é realizada em conjunto com o comparador (LM393), de maneira que é especificado apenas com sinais altos ou baixos se o meio contém sinais de umidade ou não. Usando essa forma de abordagem, que foi adotada para este projeto, é possível controlar apenas como chave (ON/OFF) se a torneira vai ser acionada [4].

O princípio de funcionamento é simples. Como mostrado na figura 5, o módulo possui duas hastes com dois longos contatos cada. Trata-se de um sensor cuja resistência elétrica varia de acordo com a umidade do solo. Assim, quanto mais úmido estiver o solo, menor a resistência do sensor. Quanto mais seco, maior a resistência do sensor. Se a saída for digital, ela apresenta nível alto quando o solo estiver seco, e nível baixo caso contrário.

Para este tipo de saída, um potenciômetro é utilizado para controlar a sensibilidade do sensor, ou seja, quanto

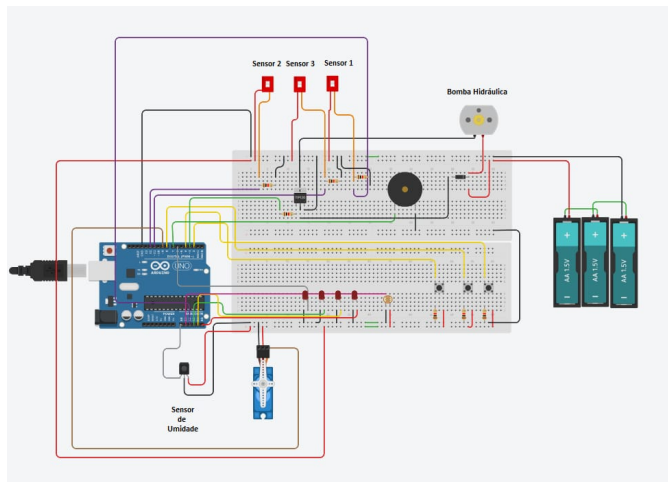


Figura 6. Representação do circuito

de umidade é necessária para concluir que o solo está úmido. A saída analógica pode variar de 300mV à 700mV em solo úmido, 700mV à 950mV em solo encharcado, e 0 a 300mV em solo seco.

2) *Custos Envolvidos*: Fazendo um levantamento dos custos gerados pelos principais elementos do protótipo desenvolvido, é possível ter uma noção de que um projeto desse porte pode ser implementado com um custo relativamente baixo, sendo assim viável para uma futura aplicação no mercado. Segue abaixo na tabela I os valores dedicados aos materiais mais relevantes aqui utilizados.

Tabela I  
CUSTOS DO PROTÓTIPO

Material	Custo Unitário (R\$)	Quantidade	Custo Total (R\$)
Mini bomba hidráulica	20,00	1	20,00
Sensor horizontal de nível	18,90	3	53,70
Sensor de umidade de solo	9,40	1	9,40
Torneira de filtro	5,00	1	5,00
Servo motor	18,90	1	18,90
Estrutura em MDF	50,00	1	50,00
Outros componentes	20,00	1	20,00
Total			181,00

### B. Esquemático do Circuito

Uma representação virtual simples do circuito montado no protótipo está na figura 6. Infelizmente não haviam 100% dos componentes necessários para a montagem virtual e por isso foi feita uma adaptação na representação dos sensores de nível que estão representados como chaves (já que assim funcionam), os LEDs que estão todos da mesma cor e o sensor de umidade que está representado como um receptor infravermelho, apenas pela necessidade dos três pinos.

### C. Modelo da Estrutura em Madeira

A ideia geral por trás da estrutura em madeira é construir com o menor custo uma estrutura visualmente interessante,



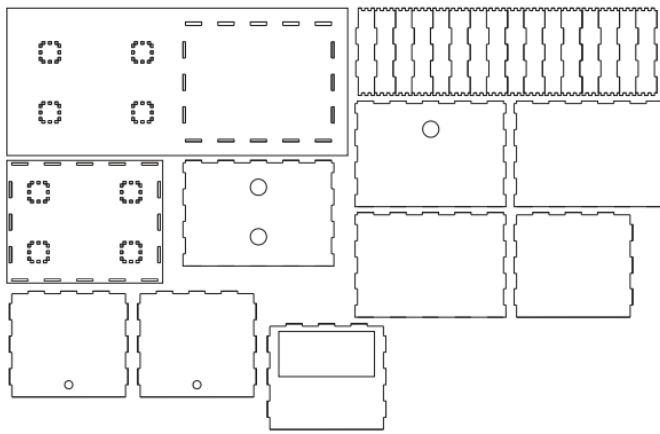


Figura 7. Modelo para corte a laser em MDF

funcional e com baixo custo. Por esse motivo, como podemos ver na figura 7 foi projetada como uma estrutura inferior com duas passagens circulares, um para passagem do pequeno tubo acoplado à minibomba e outro para o sensor de nível e uma estrutura superior no mesmo formato com três passagens circulares para o tubo da minibomba e dois sensores e uma retangular para torneira de filtro. O reservatório superior está apoiado em quatro pilares e todo o modelo foi projetado para se encaixar perfeitamente, aumentando a estabilidade e a precisão e diminuindo a necessidade do uso de cola.

### III. FUNCIONAMENTO DO MODELO

O protótipo apresentado foi projetado para funcionar em dois modos de operação, sendo um deles baseado nas respostas dos sensores e o outro possibilitando operação humana aliada às respostas de alguns dos sensores. Para fins de explicação do funcionamento do modelo, consideraremos o sensor de nível do compartimento inferior como sensor de nível 01 e os sensores de nível inferior e superior do compartimento superior como sensores de nível 02 e 03 respectivamente.

Também, vale ressaltar a presença de 4 LEDs, 3 botões e 1 buzzer, onde temos um LED branco responsável por indicar o modo de operação do sistema (aceso = manual), um LED vermelho que indica o nível do reservatório inferior (aceso = baixo), um LED amarelo que indica o funcionamento da bomba (aceso = funcionando) e um LED verde que indica o nível do reservatório superior (aceso = cheio). Já o buzzer, é acionado com o nível baixo do reservatório inferior.

Um botão é responsável por alterar o modo de funcionamento do sistema, e os outros dois ligam manualmente o servo motor (abre a torneira) e a bomba hidráulica.

#### A. Modo Automático

No modo automático a intenção é que não haja necessidade alguma de interação humana para funcionamento do protótipo, exceto para preenchimento do compartimento inferior que não está conectado a nenhum tipo de rede hidráulica.

Assim, o sensor de nível 01 é responsável por impedir o funcionamento da bomba caso não haja água em seu

reservatório, evitando assim gastos desnecessários de energia e possíveis danos à bomba hidráulica funcionando sem água.

O sensor de nível 03, por sua vez, é responsável por impedir que a água do reservatório superior transborde, ou seja, quando seu nível está alto, a bomba não ligada sob hipótese alguma.

Já o sensor de nível 02 é responsável por indicar se há ou não água suficiente para irrigação (se o nível está alto o suficiente para água sair pela torneira) e caso o nível esteja baixo demais a bomba é ligada com mais força (respeitando o sinal dos sensores de nível 01 e 03) do que caso não esteja.

Aliado ao funcionamento dos sensores de nível temos o sensor de umidade do solo, funcionando como sinal responsável pra controle do servo motor que abre e fecha a torneira de irrigação. E temos também o sensor de luminosidade (LDR) que impede a abertura da torneira quando a luz está baixa, ou seja, durante a ausência de sol, visto que a irrigação noturna pode ocasionar doenças para a planta [2].

#### B. Modo Manual

O funcionamento em modo manual respeita o funcionamento dos sensores de nível 01 e 03, isto é, é impossível ligar a bomba com o sensor 01 em nível baixo ou o sensor 03 em nível alto. Além disso, os LEDs e buzzer funcionam normalmente.

A diferença é que o sensor de umidade não é mais responsável pela abertura da torneira, nem o sinal do sensor de nível 02 responsável por acionar a bomba e nem o LDR impede o funcionamento da torneira. O operador do sistema é responsável por abrir a torneira quando quiser através de um botão e ligar a bomba quando quiser (respeitando os sensores de nível 01 e 03) através de outro botão.

### IV. DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO

A maior dificuldade enfrentada no desenvolvimento deste projeto foi relacionado a existência de dois motores no projeto (servomotor para abertura da torneira de irrigação e a bomba hidráulica), de modo que ambos requerem altos valores de corrente para o seu correto funcionamento e o Arduino é capaz de fornecer somente 50mA (sendo necessário pelo menos 200mA só para a bomba).

Em um primeiro momento, existiu a possibilidade de ligar cada componente separadamente na placa microcontroladora, sendo a bomba hidráulica com a ajuda de um diodo e um transistor TIP122, e o servomotor diretamente no Arduino, pois este possui uma biblioteca para fazer com que o motor funcione de forma adequada. Entretanto, ao tentar ligar os dois motores diretamente no sinal de 5V do Arduino, a ativação da bomba interferia diretamente no servo fazendo com que este desconsiderasse a posição angular a qual deveria estar, definida por código. Logo, foi concluído que não existe corrente suficiente para alimentação dos dois motores através apenas dos pinos de 5V, e para evitar causar danos à placa controladora, decidiu-se optar por uma fonte de alimentação externa.

A partir disso, foi possível fazer uma alimentação com uma fonte de 5V, de modo que apenas a bomba hidráulica

seria alimentada externamente. O servomotor continuaria no Arduino. Mas ainda sim o uso do transistor ainda se fazia necessário para controlar a velocidade em que a bomba atuaria ou se ela estaria desligada. O sinal da base do transistor seria gerado a partir do PWM do Arduino.

Inicialmente a estratégia correu como esperado, até que no decorrer do projeto, quando os sinais dos sensores e modos de operação da planta passaram a existir, foi verificado que ainda sim a rotação do motor influenciava no restante do circuito. O uso de diodos como foi mostrado na sessão II-B permitiu que esse problema fosse resolvido.

A não disposição de elementos eletrônicos também se fez um fator importante para causa de impedimentos na implementação, principalmente no que se diz respeito à saída de água da caixa para a planta, onde o mais ideal seria a instalação de uma válvula solenóide para controlar a vazão de água destinada para irrigação. Como se tratava de um material no qual sua aquisição seria complicada, principalmente por questões de custo e tempo, adotou-se uma solução envolvendo uma torneira de filtro de água que seria puxada em sua extremidade por um barbante ligado ao servomotor para controlar a vazão de água a ser expelida.

Um outro fator que atrasou relativamente o andamento do projeto foi relacionado às grandezas envolvidas para fazer o controle do sistema, mais especificamente, luz e umidade, que por se tratarem de grandezas cujas medições não podem ser realizadas de forma trivial, apenas com equipamento específico, dificultou o processo de calibração dos sensores, fazendo com que fossem adotadas formas de medição digitais, baseadas em condições extremas para cada uma das grandezas para que assim pudesse ser analisado o comportamento do sistema como um todo.

Por fim, o fato de o projeto ter como base principal o uso de água, substância extremamente crítica em um laboratório de eletrônica fez com que os projetistas se limitassem em relação à alimentação dos atuadores, o que tornava todo o início de trabalho um processo grande para preparação da bancada de trabalho. Se fez necessário o uso de cada elemento de forma separada para evitar quaisquer danos a outros equipamentos presentes nas proximidades.

## V. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Foi possível verificar após a montagem como um todo desse projeto quais dificuldades seriam encontradas ao aplicar isso no mundo real por diversos fatores. O primeiro seria em questão da alimentação dos motores, que como visto neste documento, usando a abordagem com o Arduino se tornaria uma tarefa mais complicada visto que seria necessária a presença de fontes de alimentação externa, que a depender da fonte poderia elevar relativamente os custos com materiais para desenvolvimento.

Como se trata de um projeto de conclusão de disciplina, o fator tempo impediu que pesquisas mais avançadas em formas de como melhorar isso ou até mesmo optar por melhores soluções, visto que existem equipamentos específicos para

controle de vazão de água, que podem ser mais viáveis também no quesito consumo de energia.

Um outro problema na implantação do sistema seria referente à terra na qual seria realizada a análise de umidade. A presença de adubos ou outros aditivos pode influenciar na condutividade do meio afetando assim a calibração do sensor adotado, que passaria a enviar dados incorretos para o restante do sistema.

No entanto, de modo geral, o desenvolvimento desse projeto se apresentou de forma bastante construtiva, onde pôde-se explorar mais as capacidades do Arduino assim como seus acessórios, que em conjunto podem gerar um sistema inteligente a ser aplicado em tarefas do cotidiano.

Foi possível trabalhar bem com as limitações de hardware impostas à necessidade de baixo custo fazendo com que soluções alternativa tomassem espaço no decorrer do desenvolvimento. Um exemplo a ser citado é o uso da biblioteca do servomotor no arduino, que desabilita quaisquer tentativas de uso do Timer 1 deste mesmo componente. Foi necessário utilizar o Timer 2 que trabalha com apenas 8 bits para realizar medições de tempo na casa dos 10 segundos.

Por fim, vale ressaltar que outras pesquisas já foram realizadas na área, que podem, inclusive, serem consideradas para melhoria e ampliação do trabalho aqui desenvolvido, de modo que se torne um sistema de irrigação robusto preparado para aguentar as diversidades do mundo real e serem comercializados melhorando assim a qualidade de plantios existentes pelo país.

## REFERÊNCIAS

- [1] WALBERT, Allan. Agricultura é quem mais gasta água no Brasil e no mundo. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-agua-no-brasil-e-no-mundo>>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.
- [2] O MEU JARDIM. As 5 melhores formas de regar o jardim. Disponível em: <<https://omeujardim.com/artigos/5-melhores-formas-regar-jardim>>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.
- [3] MOTA, Allan. Sensor de Luz – Aprendendo a usar o LDR com Arduino. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-luz-com-ldr/>>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.
- [4] VIDAL, Vitor. Automação de sistema de irrigação: Sensor de umidade e válvula solenóide. Disponível em: <<http://blog.eletrogate.com/automacao-de-sistema-de-irrigacao-sensor-de-umidade-e-valvula-solenoid/>>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.
- [5] ROBOCORE. Sensor de Nível de Água. Disponível em: <<https://www.robocore.net/loja/produtos/sensor-de-nivel-de-agua.html#descricao>>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.