

Irrigação em ambientes domésticos a partir de interconectividade da Internet das Coisas

Diego Pedro Marques¹, Rogério Antônio Casagrande¹

¹Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) – Criciúma – SC – Brasil

diegomarques@unesc.net, roc@unesc.net

Abstract. *Growing plants in domestic environments proved to be a way to stay connected to nature, even indoors. But taking care of these plants became a difficult task. This issue comes from the limited time available to take care of the plants. The aim of this research to create a prototype of irrigation system based on the concept of the Internet of Things, where it is possible through a mobile application connected to a cloud server to monitor irrigation information in real time. The system collects irrigation data through a humidity sensor implanted in a potted plant, and through these data it was possible to identify whether the soil needed irrigation or not. The results were satisfactory, with precision in the data collected, keeping the plant always irrigated when necessary.*

Resumo. *O cultivo de plantas em ambientes domésticos mostrou-se uma forma de se manter conectado à natureza, mesmo que dentro de casa. Porém o cuidado com essas plantas tornou-se uma tarefa difícil. Boa parte desse problema advém do pouco tempo disponível para cuidar das plantas. Esta pesquisa tem por objetivo criar um protótipo de sistema de irrigação baseado no conceito da Internet das Coisas, onde é possível através de uma aplicação móvel conectada a um servidor na nuvem para monitorar as informações da irrigação em tempo real. O sistema coleta os dados da irrigação por meio de um sensor de umidade do solo implantado em um vaso com planta, e através desses dados é possível identificar se o solo precisava ou não de irrigação. Os resultados foram satisfatórios, obtendo-se uma boa precisão nos dados coletados e, mantendo a planta sempre irrigada quando necessário.*

1. Introdução

Para quem pensa que as plantas dentro de casa são apenas para deixar o ambiente mais agradável e receptivo, não devem nem imaginar os efeitos reanimadores que elas trazem para a saúde e o bem-estar. Nas últimas décadas, foi comprovado que estar exposto a ambientes naturais, faz com que tenhamos certos benefícios emocionais, físicos e mentais [Marques 2019]. Mesmo reconhecendo que este convívio é positivo para o ser humano, hoje em dia é possível observar que as pessoas não desfrutam desses ambientes com frequência, pois certos impedimentos como a urbanização, a falta de tempo para o cultivo e cuidados necessários que são exigidos, a falta de informações sobre irrigação e equipamentos adequados para a adaptação, fazem com que o contato com esse ambiente seja mínimo [Luiz et al. 2019].

A irrigação é uma técnica que tem como propósito fornecer água de forma controlada para a planta, em quantidade suficiente e no momento apropriado. [Rocha et al. 2014]. Na instalação de um sistema de irrigação, precisa-se de um conhecimento tendo

em vista à cultura a ser irrigada para que tenha um máximo de rendimento com o menor consumo de água, buscando o uso mais eficiente da água a ser utilizada [Pereira 2014]. A eficiência de irrigação é estabelecida como a relação entre a quantidade total utilizada pelo sistema para atender essa necessidade e a quantidade de água requerida pela cultura. Quanto menor o desperdício de água correspondente ao escoamento superficial, evaporação, deriva e drenagem, resultará em maior eficiência de irrigação de um sistema [Lima et al. 1999]. Um ponto importante para se adquirir informações relacionadas à eficiência do uso da água é a avaliação do sistema de irrigação, que consiste em analisar perdas durante a distribuição de água, comportamento do sistema como a vazão, pressão, entupimento, etc., e a necessidade de manutenção [Santos et al. 2016].

Hoje em dia, a Internet das Coisas (IoT) deixou de ser uma “ideia” e passou a ser aplicada em diversos projetos práticos. A irrigação inteligente através da IoT e métodos analíticos, busca impulsionar a irrigação de precisão, visando sistemas complexos de controle em tempo real [Togneri et al. 2020]. Segundo Atzori et al. (2010), a Internet das Coisas (IoT) é um conceito que está ganhando cada vez mais espaço no moderno cenário das telecomunicações sem fio. A caracterização deste conceito é a existência difundida de uma variedade de coisas ou objetos ao nosso redor, como etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID), sensores, atuadores, telefones celulares, etc. Onde é possível a interação desses objetos por meio de esquemas de endereçamento, a fim de alcançar objetivos comuns. O paradigma da IoT tem como propósito, tornar os objetos do cotidiano em máquinas para receber ou enviar informações conforme determinadas condições [Junior e Moreno 2016]. Essas informações são interligadas entre usuários ou até mesmo entre outros objetos, proporcionando a criação de um ecossistema e trazendo diversos benefícios como, processamento otimizado, eficiência de custo e o aumento de produtividade [Marino et al. 2017].

A Internet das coisas está permitindo controlar os sistemas de forma remota através da internet. Podendo controlar os sensores que são usados em vários projetos, inclusive em sistemas de irrigação [Seti Patricio et al 2018]. Assim, pode-se evitar os erros humanos ocasionados durante a operação do sistema. A IoT é a área emergente que influenciou outras áreas e as tornou tão eficientes. A inclusão de novas redes de sensores e outros tipos de comunicações, está permitindo o desenvolvimento da IoT de forma mais inteligente, com boa identificação e detecção precisa [Magalhães et al. 2020]. Depois de adicionada a computação em nuvem e o conceito de IoT, ocorreram várias mudanças nas tecnologias em redes de computadores e na tecnologia móvel [Nageswara Rao e Sridhar 2018].

A pesquisa de De Andrade (2020), consiste em analisar o desenvolvimento de fungos em ambientes controlados e não controlados, viabilizando a produção em condições de crescimento natural por meio de manipulação do ambiente sem depender de região ou dos eventos climáticos. Para isso, foi criada uma estufa automatizada, utilizando sensores e atuadores, e o conceito de Internet das Coisas, para otimizar a produção, se baseando nos dados coletados da estufa ao servidor. O sistema de irrigação mostrou-se bastante eficaz e de pouca manutenção. O trabalho desenvolvido por Dos Santos (2020), visa a criação de um protótipo de uma estufa agrícola para o cultivo de hortaliças. O projeto aplica os conceitos de Internet das Coisas em uma estufa microcontrolada, em conjunto com diversos componentes de hardware e software, para o controle e monitoramento através de uma aplicação *web*.

A implementação de IoT está transformando totalmente a forma como se relacionam os objetos que estão ao nosso redor. Existem algumas tarefas que por serem repetitivas tornam-se cansativas e a IoT pode contribuir no processo. Um exemplo seria

a aplicação da IoT voltada para o uso doméstico. Baseando-se no conceito de Internet das Coisas, o presente trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um modelo de irrigação autônomo para plantas em residências, cujo monitoramento é feito por uma aplicação *mobile*, conectado a um servidor na nuvem. Esse acompanhamento permite visualizar os resultados gerados pela irrigação em tempo real.

2. Materiais e Métodos

Esta pesquisa é aplicada e de base tecnológica. Desenvolveu-se um protótipo de sistema de irrigação autônomo, cuja finalidade é monitorar a irrigação de plantas em ambientes domésticos. Para isso, foram utilizados sensores para coletar informações do solo, possibilitando o acionamento de uma válvula de vazão de água, realizando a irrigação quando necessário. Essas informações são armazenadas em tempo real em um servidor na nuvem e disponibilizadas para o acesso em um aplicativo móvel, viabilizando o acompanhamento e o controle sobre o sistema e a irrigação. A arquitetura do protótipo pode ser visualizada na Figura 1.

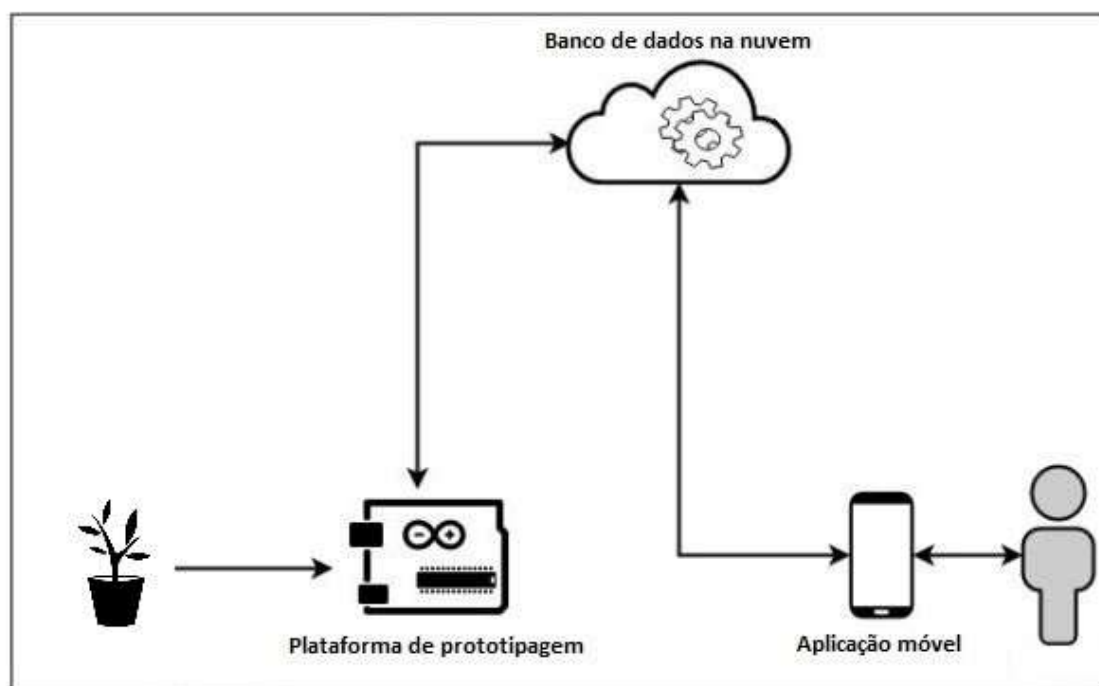


Figura 1. Arquitetura do protótipo

2.1 Desenvolvimento do Protótipo

Para o desenvolvimento do protótipo, utilizou-se uma placa controladora WeMos D1 R1 com módulo WiFi ESP8266EX integrado, que dispõe de onze pinos digitais de I/O e apenas uma entrada analógica. A sua dimensão é de 70x53x12mm, e conta com a alimentação externa entre 9V e 24V. Para coletar as informações de umidade do solo utilizou-se um sensor capacitivo de umidade do solo, revestido por uma camada anticorrosiva, tornando-o mais resistente. Sua dimensão é de 22x102x7mm e tensão de operação é de 3,3V. Para o acionamento da irrigação, utilizou-se um módulo Relé 5V 2 Canais, de dimensão 51x38x20mm e tensão de operação de 5VDC. Sua principal função no circuito é aplicar cargas de 12V nos terminais de uma Válvula de vazão solenoide Água 12VDC do tipo NC (normalmente fechada) de dimensões 85x53x42mm, deixando a válvula aberta para a passagem de água. Para conectar a placa controladora ao sensor e

atuadores, utilizou-se uma Protoboard 400 pinos, onde foram adicionados LEDs difusos 5mm verde e vermelho com resistores de 150ohms. A Figura 2 apresenta a ligação entre os componentes.

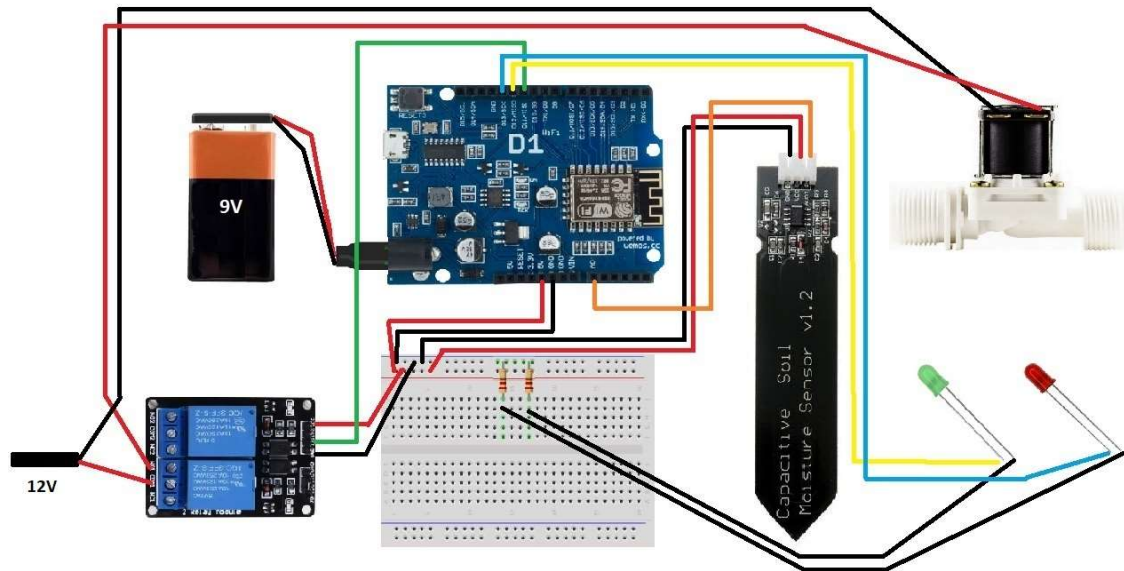


Figura 2. Circuito eletrônico do protótipo

A programação foi desenvolvida no ambiente de programação do Arduino IDE, versão 1.8.13. Foram utilizadas três bibliotecas para auxiliar na programação, são elas, ESP8266WiFi.h versão 2.3.0, FirebaseArduino.h versão 1.0 e FirebaseJson na versão 2.3.13. As bibliotecas ESP8266WiFi.h e FirebaseJson foram disponibilizadas pelo gerenciador de bibliotecas do próprio Arduino IDE. Já a biblioteca FirebaseArduino.h obteve-se pelo Github. Dadas as especificações, a biblioteca ESP8266WiFi.h estabelece a conexão a uma rede Wi-Fi. A biblioteca FirebaseArduino.h simplifica a conexão com o banco de dados Firebase de clientes do Arduino. E o FirebaseJson armazena e atualiza (edita) os dados vindos de clientes no formato JSON do servidor Firebase.

Para o armazenamento dos dados, utilizou-se o banco de dados na nuvem NoSQL da Google, o Firebase. Esta plataforma foi escolhida por oferecer os serviços que o projeto carece e um plano de uso gratuito (Plano Spark). O Firebase disponibiliza diversas ferramentas para o desenvolvimento de projetos, e para desenvolver a funcionalidade do banco de dados foi utilizada a ferramenta Realtime Database, que permite o armazenamento de dados do tipo JSON, onde faz a sincronização em tempo real com os clientes conectados.

Na realização da estrutura do projeto, utilizou-se uma caixa de madeira de dimensões 230x170x95mm, onde foram colocados os componentes (Placa controladora, sensor e atuadores) fixos com parafusos no interior da caixa. Na parte externa, foi criado um reservatório de água utilizando um pote plástico com capacidade de 1L, apoiando-se em quatro pilares de madeira contendo uma altura de 32cm. Um cano é ligado horizontalmente da base do reservatório a um vaso de planta.

Um sensor de umidade foi implantado em um vaso com uma planta, precisamente perto da raiz. A ideia era que o sensor coletasse os dados da situação do solo em tempo real (valores entre “0” e “1024”), e repassasse essas informações para a placa

controladora, onde seria possível através da programação, indicar se o solo está úmido ou não, sendo o valor “800” inicialmente fixo para todos os tipos de plantas, sendo capaz de ser modificado de acordo com a necessidade do plantio. O valor “800” foi definido após testes para encontrar o valor mais seco do solo (valor “1024”), e o valor de solo úmido considerado ideal para o cultivo da planta (valor “800”). Caso o valor fosse maior ou igual a “800”, a placa controladora acionaria o módulo relé, que por sua vez passa a acionar a válvula solenoide, liberando a vazão de água disponibilizada por um reservatório. Então, a água é lançada em uma quantidade mínima de 50ml de água, onde é feita uma verificação pelo sistema a cada dez segundos coletando novos dados até chegar a um valor menor que “800”. Logo após, a placa controladora desativa a irrigação e passa a monitorar novamente a umidade daquele solo.

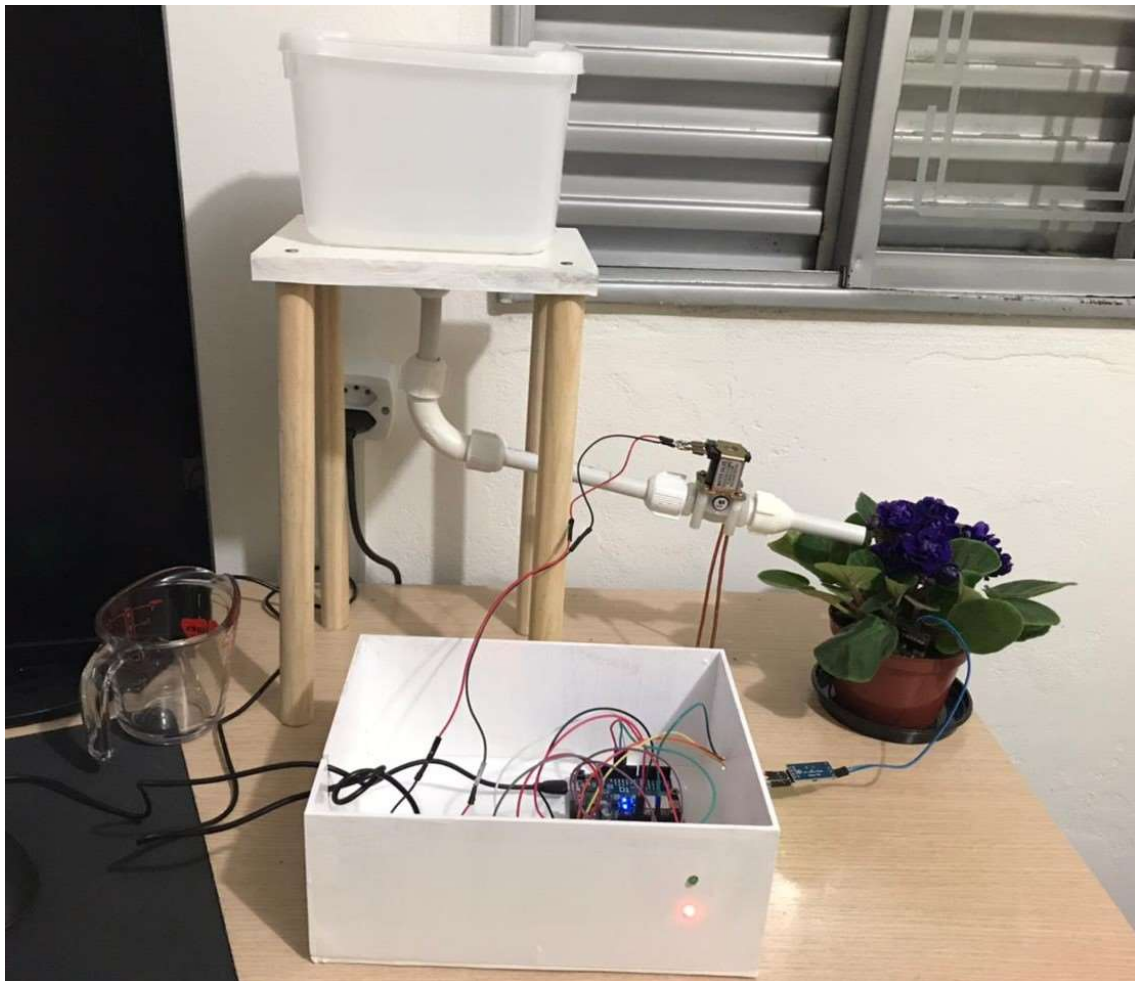


Figura 3. Sistema de irrigação

2.2 Desenvolvimento da Aplicação Móvel

Para controle e monitoramento do sistema, foi desenvolvida uma aplicação móvel usando a ferramenta MIT App Inventor disponível gratuitamente pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Essa ferramenta é voltada para a construção de aplicativos Android e oferece um assistente para a conexão com o Firebase. Permite utilizar uma programação baseada em blocos, que conta com o método de *drag-and-drop* (arrastar e soltar) onde determina como a aplicação deve se comportar. A Figura 4 representa a montagem dos blocos de programação da aplicação.

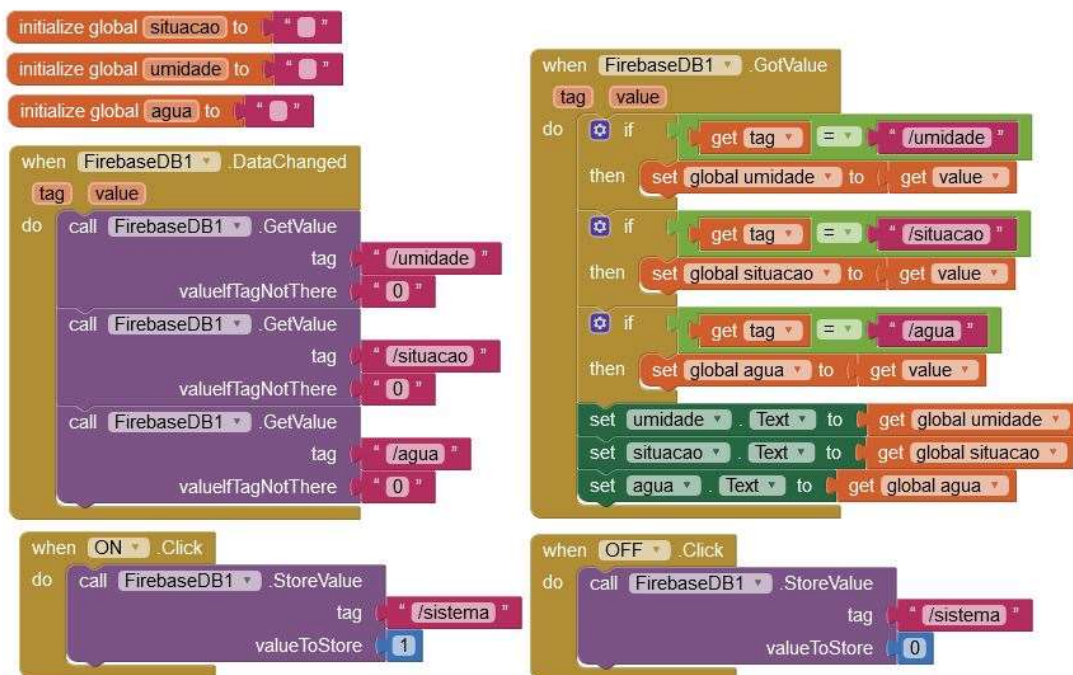


Figura 4. Montagem dos blocos da Aplicação no MIT App Inventor

Nessa aplicação foram criados blocos que tem por objetivo receber e enviar informações do servidor Firebase. Na montagem dos blocos, foram incluídos outros três pequenos blocos contendo variáveis globais, manipulados conforme as chamadas de outros blocos maiores. Foi montado um bloco para buscar os dados como umidade do solo, situação do solo (seco ou úmido) e a quantidade de água utilizada no momento, disponibilizados através do servidor, visto que esses dados são originários do sistema de irrigação. Já um outro bloco foi criado para receber essas informações armazenando-as nas variáveis e atualizando as informações na tela da aplicação. Por último, outros dois blocos foram montados cuja finalidade seria enviar dados para o acionamento ou desligamento do sistema de irrigação. Essas informações são transmitidas em tempo real, facilitando o controle e monitoramento da irrigação pela aplicação. A figura 5 apresenta as telas da aplicação móvel desenvolvida.



Figura 5. Tela da aplicação móvel

3. Resultados e Discussões

Nesse projeto, constatou-se que o sistema de irrigação proposto, teve um bom funcionamento diante do cenário proposto, sendo o usuário capaz de monitorar e controlar a irrigação das plantas. A troca de informações em tempo real entre os clientes utilizando o servidor na nuvem (serviço disponibilizado pelo Firebase) como ponto central, fez com que se utilizasse em partes, o conceito de Internet das Coisas, bem como suas vantagens.

Durante o desenvolvimento do protótipo, identificou-se um problema com o módulo ESP8266 ESP-01, onde o mesmo era ligado em um Arduino UNO. O módulo apresentou problemas na parte de alimentação do componente, não podendo saber se o problema de fato era com o módulo, ou a forma como foi implementado no circuito, resultando assim, em mau funcionamento com os dados transmitidos para o servidor. Para resolver o problema, foi realizada a troca do módulo ESP8266 ESP-01 juntamente com Arduino UNO, por uma placa WeMos D1 R1 com o módulo ESP8266 integrado e com alimentação direto da placa controladora. Outro impasse que surgiu, foi com os dados coletados do sensor de umidade do solo Higrômetro. Este sensor apresentou depois de um mês de teste com solo úmido, corrosões na parte inferior do componente, causando a perda de precisão dos dados coletados, então optou-se pela troca do sensor por um outro sensor capacitivo de umidade do solo, um sensor que evita a corrosão.

Em relação a planta, foi escolhida a “Violeta” pelo fato de ser uma das mais requisitadas na decoração de residências e pelo seu baixo custo, com preços que variam de R\$ 3,50 a R\$ 7,37 [Sparano Reich e Neiva de Carvalho 2017]. Para a planta utilizada nos testes de irrigação, não se fez nenhum estudo aprofundado sobre o seu cultivo. Segundo [Ribeiro 1994], esse tipo de planta não deve estar exposto a luz direta, a água para a irrigação deve estar em uma temperatura abaixo de 21° e deve-se irrigar somente o substrato, não molhando as folhas. Para decidir qual o nível de umidade do solo necessária para a irrigação da planta, foi determinado na seguinte análise validada pelo sensor: Encontrar os dados de nível mais seco do solo, deixando-o por pelo menos 24h

sem adição de água. Logo depois o solo recebeu de forma manual a quantidade de 50ml de água, e assim, o sensor coletou os dados do solo e representou-se o valor ideal de umidade para o cultivo da planta nesse projeto. Quando o nível de umidade do solo ficasse abaixo do valor ideal, era feito o acionamento da válvula solenoide, onde se fez necessário programar um tempo de 10 segundos para que o sensor pudesse coletar novos dados e então continuar ou não a irrigação.

Uma deficiência encontrada na parte de irrigação da planta foi em relação à vazão da água. Quando a válvula solenoide era aberta, notou-se uma fraca vazão decorrente da falta de pressão da água, justificado pela baixa estrutura do reservatório, tornando a irrigação mais lenta. Mas não influenciou nos resultados obtidos pela irrigação constante.

4. Conclusão

No presente trabalho aplicou-se o conceito de Internet das Coisas em um protótipo de sistema de irrigação que possibilitou o monitoramento em tempo real através de uma aplicação móvel. O protótipo desenvolvido apresentou grande potencial, e mostrou-se eficiente como prova de conceito e como forma de estudo para a Internet das Coisas. Trata-se de um sistema simples de irrigação doméstico, utilizando hardware de baixo custo, com uma programação que pode ser ajustada facilmente para qualquer tipo de plantio.

Sabemos que o cultivo de plantas em ambientes doméstico é um desafio, pois nem sempre se consegue garantir a irrigação necessária para a planta. O que motivou a criação do protótipo, foi pelo fato de montar um ambiente natural dentro de uma residência e não se preocupar com mais uma tarefa diária. Então esse protótipo de sistema de irrigação interligado com o conceito de Internet das Coisas pode ser de grande valia, pois pelo fato de ser autônomo e ter uma estrutura pequena (economia de espaço no ambiente), não precisará se preocupar com a irrigação dessas plantas, facilitando os cuidados com a mesma.

Sugere-se para trabalhos futuros uma análise melhor do ambiente utilizando sensores de temperatura, umidade do ar e luminosidade, a fim de cruzar as informações coletadas desses sensores para determinar dados mais precisos no momento da irrigação de plantas. Sugere-se também; adicionar um componente para acionamento de uma bomba d'água para não ficar restringido somente a uma válvula solenoide. Outro ponto a destacar, seria a utilização de um sensor de fluxo de água para poder ter um controle melhor da vazão da água no sistema. Por último, sugere-se aplicar conceitos de sustentabilidade com a reutilização de água, assim como o uso de água residuária por exemplo, para a irrigação de plantas, evitando o desperdício de água e conseqüentemente resultando em maior economia e consciência ecológica.

5. Referências

- Atzori, L., Iera, A. and Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, v. 54, n. 15, p. 2787–2805.
- De Andrade, C. Mariano. (2020) "Controle de ambiente automatizado para cultivo de *agaricus bisporus*". 2020. Dissertação (bacharel) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Curso de Ciência da Computação, Criciúma-SC.
- Dos Santos, B. Schimitz (2020) "Estudo de um protótipo para controle e monitoramento em uma estufa de hortaliças baseado em Internet das Coisas e o microcontrolador ESP8266". 2020. Dissertação (bacharel) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Curso de Ciência da Computação, Criciúma-SC.
- Junior, A. A. D. J. and Moreno, E. D. (2016). SEGURANÇA EM INFRAESTRUTURA PARA INTERNET DAS COISAS - Infrastructure Security for Internet of Things. *Gestão.Org - Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, v. 13, n. 0, p. 370–380.
- Lacerda, F. and Lima-Marques, M. (2015). Da necessidade de princípios de Arquitetura da Informação para a Internet das Coisas. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 20, n. 2, p. 158–171.
- Lima, J. E. F. W., Ferreira, R. S. A. F. and Christofidis, D. (1999). O uso da irrigação no brasil. *O uso da irrigação no Brasil*, v. d, n. June, p. 1–16.
- Luiz, M. C. M., Braga, R. A. M. and Teixeira, F. G. (2019). Produtos Inteligentes para cultivo domésticos de plantas: análise crítica sobre a tecnologia embarcada em produtos. n. November, p. 4851–4865.
- Magalhães, A. M. B., Alves, J. M. and Andrade, A. (2020). SOLL: Smart Objects Linked to Learning. *XV Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação: Liberdade, Equidade e Emancipação*, p. 459–460.
- Marques, A. (2019). DESIGN , INOVAÇÃO E ESTRATÉGIAS NATURAIS : Aplicações de Princípios Biomiméticos e Biofílicos em Projetos Criativos - Vol . Projeto de Produto DESIGN , INOVAÇÃO E ESTRATÉGIAS NATURAIS : n. January 2018.
- Marino, D. R. D. M., Reis Vasconcelos, D. and Galvão Moraes, S. (2017). Jardim Inteligente IoT- JIIOT Smart Garden IoT - SMGIOT. *Revista Tecnologia*, v. 38, n. 1, p. 39–54.
- Nageswara Rao, R. and Sridhar, B. (2018). IoT based smart crop-field monitoring and automation irrigation system. *Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Systems and Control, ICISC 2018*, n. Icisc, p. 478–483.
- Pereira, J. B. A. (2014). Manual Prático de Irrigação. *EMATER-RIO, Niterói*, p. 1–29.
- Ribeiro, Wagner Luiz. Jardim & Jardinagem. 1. Ed. Brasília: EMATER-DF/EMBRAPA-SPI, 1994. 56 p.
- Rocha, F. B., Silva, R. S., Avelino, Á. M. and Costa, C. M. (2014). Plataforma De Comunicação Sem Fio Aplicada a Sistemas De Irrigação. *Holos*, v. 5, p. 269.

- Santos, M. A. L. Dos, Santos, D. P. Dos, Silva, D. S., Silva, M. D. S. and Cavalcante, P. H. S. (2016). AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO EM INHAME (*Dioscoreacayennensis* L.). *Revista Ciência Agrícola*, v. 13, n. 1, p. 7.
- Seti Patricio, T., Teixeira, M., Da Graça Mello Magnoni, M. and Rolfsen Belda, F. (2018). Internet Das Coisas (Iot): As Consequências Da Computação Ubíqua Na Sociedade. *Colloquium Humanarum*, v. 15, n. 1, p. 83–93.
- Sparano Reich, F. and Neiva de Carvalho, R. I. (2017). Comercialização de rosas, violetas e crisântemos em Curitiba-PR. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, v. 2, n. 3, p. 19.
- Togneri, Rodrigo, et. al. Advancing IoT-Base Smart Irrigation. *IEEE Internet of Things Magazine*, v. 2, n. 4, p. 20-25, dez. 2019.