

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CURSO SUPERIOR BACHAREL EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

**SABRINA GOBBI SCALDAFERRO**

**USO DE SENSORES DE BAIXO CUSTO PARA MANEJO DE IRRIGAÇÃO NA  
PRODUÇÃO DE CRISÂNTEMOS CULTIVADOS EM VASO**

Colatina  
2021

SABRINA GOBBI SCALDAFERRO

**USO DE SENSORES DE BAIXO CUSTO PARA MANEJO DE IRRIGAÇÃO NA  
PRODUÇÃO DE CRISÂNTEMOS CULTIVADOS EM VASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Engenharia Agrônômica do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. D.Sc. Robson Prucoli Posse

Colatina

2021

(Biblioteca Professor Elias Minassa do Instituto Federal do Espírito Santo – Bibliotecária Débora do Carmo de Souza)

S281u Scaldaferrro, Sabrina Gobbi.

Uso de sensores de baixo custo para manejo de irrigação na produção de crisântemos cultivados em vasos / Sabrina Gobbi Scaldaferrro – 2021.

42 f.; il. ; 30 cm

Orientador: Robson Prucoli Posse

TCC (graduação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Curso Superior Bacharel em Agronomia.

1. Cultivar puritan. 2. Lâmina de água. 3. Umidade. 4. Arduino. 5. Aplicativo de celular. I. Scaldaferrro, Sabrina Gobbi. II. Posse, Robson Prucoli. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título

CDD 635.93399



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CAMPUS ITAPINA  
Rodovia BR-259, Km 70, Zona Rural, Colatina, CEP 29709-910Tel  
(27) 3723-1221 Fax (27) 3723-1244

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTORA: Sabrina Gobbi Scaldaferrro

ORIENTADOR: Robson Prucoli Posse

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do componente curricular de Trabalho de Conclusão de Curso, para obtenção do grau de Agrônomo pelo Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus Itapina*.

**ROBSON PRUCOLI** Assinado de forma digital  
**POSSE:08317939** por ROBSON PRUCOLI  
**707** POSSE:08317939707  
Dados: 2021.03.18 18:58:21  
-03'00'

---

Robson Prucoli Posse  
Presidente da Banca Examinadora

---

(Res. 1/2020, Art. 19, § 3º)

Alexandre Gomes Fontes  
Membro

---

(Res. 1/2020, Art. 19, § 3º)

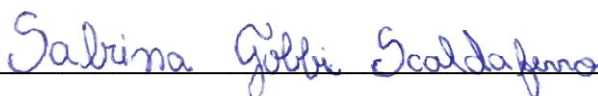
Bianca de Barros  
Membro

Colatina (ES), 11 de março de 2021.

## DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que este Trabalho de Conclusão de Curso pode ser parcialmente utilizado, desde que se faça referência à fonte e ao autor.

Colatina, 11 de março de 2021.

A handwritten signature in blue ink, reading "Sabrina Gobbi Scaldaferrro", is written over a horizontal line.

Sabrina Gobbi Scaldaferrro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, autor e princípio de todas as coisas, que sempre me abençoou e iluminou, mostrando-me o caminho certo a seguir, e que me guiou incontáveis vezes como um Pai que segura na mão de uma criança pequena passando segurança. Agradeço a Ele toda benção, toda luz, toda proteção, todo direcionamento e todos os livramentos.

Agradeço aos meus pais, Ailton Scaldaferro e Auxiliadora Aparecida Gobbi Scaldaferro, produtores rurais, que sempre me incentivaram nos estudos e sempre me deram suporte, orando por mim, acreditando e acompanhando cada passo.

Agradeço ao meu orientador, professor Doutor Robson Prucoli Posse, pela oportunidade que me concedeu de ingressar na pesquisa científica e tecnológica, pela grande contribuição na minha formação acadêmica, pelo empenho e pela dedicação durante a realização deste trabalho.

Agradeço aos amigos que conheci durante a graduação, em especial a Sophia Machado Ferreira da Silva pelo companheirismo e apoio fornecidos durante o andamento deste projeto e desde o início da graduação, visto que foi ela que me apresentou ao professor Doutor Robson Prucoli Posse, que pouco depois se tornou meu Orientador. Agradeço de forma especial também a Victor Barcelos Lacerda por toda paciência e suporte técnico para os ajustes no software referente a esta pesquisa. Agradeço também a Gabriel Fornaciari, que por vezes me auxiliou, visto que foi o outro bolsista desta pesquisa, atuando mais na parte de campo. Agradeço ainda a Inês de Moura Trindade e a Regiane Lima Partelli, pela companhia e apoio na realização deste projeto.

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro.

Agradeço a todos os professores e servidores do IFES – Campus Itapina, que durante a graduação, de uma forma ou de outra, contribuíram positivamente para o bom andamento de um curso de qualidade.

Buscai em primeiro lugar  
O Reino de Deus e a sua Justiça  
E todas estas coisas  
Vos serão dadas em acréscimo.  
Mateus 6, 33.

## RESUMO

Atualmente todos estão buscando comodidade, e no campo não é diferente: o produtor quer ter acesso a informações de seus plantios na palma da mão. Visando isso, foi desenvolvido um aplicativo de celular para o monitoramento da umidade do solo no intuito de implantar tecnologias para facilitar e aprimorar os processos de produção de crisântemo em vaso. Para determinar a umidade ideal, o experimento contou com 6 tratamentos (níveis de irrigação), correspondendo a 50%, 75%, 100%, 125%, 150% e 175% da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), determinada através de seis lisímetros de drenagem, com 20 repetições por tratamento. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado. Durante as irrigações as umidades dos substratos foram monitoradas através de sensores (sonda modelo FC-28) e para a determinação da temperatura e umidade do ar foi usado o sensor DHT22. Os sensores coletavam os dados e enviavam para o Arduino ESP8266, que por sua vez, enviava as informações para o serviço de armazenamento de dados e, posteriormente, para o aplicativo de celular. O objetivo deste experimento foi desenvolver um aplicativo para o sistema Android, que realizasse leituras em tempo real dos dados coletados por sensores de baixo custo, conectados a arduinos, para monitorar de forma remota a umidade dos substratos de crisântemo produzidos em vaso. O tratamento com reposição diária de 175% da ET<sub>c</sub> apresentou o melhor desenvolvimento das plantas de crisântemos cultivar Puritan, e alcançou melhor umidade do substrato (0,35 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>). Tanto a placa Arduino quanto o aplicativo demonstraram estabilidade no monitoramento dos dados, mas os sensores (sondas modelo FC-28) não apresentaram boa durabilidade no decorrer do experimento.

**Palavras chave:** cultivar Puritan, lâmina de água, umidade, arduino, aplicativo de celular.



## ABSTRACT

Nowadays everyone is looking for convenience, and in the field it is no different: the producer wants to have access to information about his plantations in the palm of his hand. To that end, a cell phone application was developed to monitor soil moisture in order to implement technologies to improve and enhance the production processes of chrysanthemum in pots. To determine the ideal humidity, the experiment had 6 treatments (irrigation levels), corresponding to 50%, 75%, 100%, 125%, 150% and 175% of the crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>), determined through six drainage lysimeters, with 20 repetitions per treatment. The experimental design adopted was completely randomized. During irrigation, the substrate humidity was monitored by sensors (probe model FC-28) and the DHT22 sensor was used to determine the air temperature and humidity. The sensors collected the data and sent it to the Arduino ESP8266, which in turn, sent the information to the data storage service and, later, to the cell phone application. The objective of this experiment was to develop an application for the Android system, which would perform real-time readings of the data collected by low-cost sensors, connected to Arduinos, to remotely monitor the humidity of the pot-produced chrysanthemum substrates. The treatment with daily replacement of 175% of the ET<sub>c</sub> showed the best development of the chrysanthemum plants cultivar Puritan, and reached a better humidity of the substrate (0.35 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup>). It was concluded that both the Arduino board and the application demonstrated stability in monitoring the data, but the FC-28 sensors did not show good durability during the experiment.

Keywords: cultivate Puritan, water blade, moisture, arduino, mobile app.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	9
3. METODOLOGIA.....	12
3.1. MANEJO DOS CRISÂNTEMOS .....	12
3.2. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO DE CELULAR.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
4.1. RESULTADO DA INFLUÊNCIA DAS LÂMINAS.....	19
4.2. HARDWARE PARA O MONITORAMENTO .....	25
4.3. ELABORAÇÃO DO SOFTWARE E RESULTADOS .....	26
5. CONCLUSÃO .....	36
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo brasileiro de flores e plantas ornamentais é feito, em sua maioria, a céu aberto (cerca de 67,0%), sendo em média, 29,0% em estufas e 4,0% em tela, onde as espécies mais cultivadas no País, de acordo com o destino, são as flores de corte (rosas, crisântemos, gérbera, astromélias, áster, tango, gypsophila, lírios e lisiantos) e as plantas em vasos (orquídeas, kalanchoe, crisântemos e antúrios) (BRAINER, 2018).

Segundo informações do Anuário do Agronegócio Capixaba (2019), o cultivo de flores no Espírito Santo tem se mostrado uma atividade com grande potencial e uma alternativa de geração de renda às famílias que vivem no meio rural, sendo que no Estado, dezessete municípios se destacam pela produção de flores, que ocupa uma área de 163 hectares, e, além disso, a atividade gera mais de oito mil empregos em toda a cadeia produtiva, movimentando mais de R\$ 10 milhões por ano. Em relação ao Norte do Espírito Santo, a produção está localizada no Litoral Norte Espírito-Santense e Noroeste Espírito-Santense (BRAINER, 2018).

Como afirma Ferreira (2009), o crisântemo é uma planta herbácea perene cultivada como anual, de porte ereto, com altura entre 0,50 m a 1,00 m, de folhas verdes lobuladas dispostas ao longo das hastes, e as flores são decorativas e de diferentes formatos. A cultivar Puritan apresenta uma inflorescência de tamanho grande, de coloração branca com pétalas compostas (FARIAS *et al.*, 2003).

Um ponto que se deve levar em consideração é a disponibilidade hídrica. O manejo da irrigação no cultivo de flores é relevante, especialmente em ambiente protegido, onde a produção depende exclusivamente da água da irrigação (PIROLI *et al.* 2019). O principal objetivo do manejo hídrico adequado está na contribuição às respostas das plantas quanto à qualidade final do produto e à produtividade (MENEGAES *et al.* 2017).

A deficiência hídrica conforme KELLING (2014) afeta negativamente as variáveis de crescimento e de desenvolvimento de cultivares de crisântemo. Diante disso a irrigação se torna essencial para a produção de crisântemo, exigindo seu manejo de forma correta.

É essencial buscar novas tecnologias que tornem o manejo de irrigação mais efetivo e preciso. O controle da umidade do solo é uma das condições mais importantes para uma formação adequada das plantas e para o alto rendimento de quase todas as culturas, e, pesquisas recentes mostraram que a utilização da irrigação automatizada monitoradas por sensores de umidade podem economizar em até 80% de água (ALVES, 2020). Sendo assim, monitorar a umidade dos substratos durante as irrigações, usando sensores de baixo custo, é uma forma de implantar tecnologias a fim de conseguir realizar um manejo da irrigação mais efetivo e facilitado.

Em uma pesquisa realizada por Mendes *et al.* (2020) os autores reconhecem que a umidade adequada em substratos, dentre diversos fatores, é essencial para o correto desenvolvimento de mudas, sendo de interesse o conhecimento da umidade máxima, também chamada de umidade de capacidade de campo, e, afirmam também que os métodos existentes para a determinação de umidade são onerosos para o monitoramento diário, desse modo, os sensores de umidade de baixo custo são alternativas que podem fornecer leituras rápidas e seguras.

Sensores são dispositivos eletrônicos que captam informações do ambiente e as transformam em sinais elétricos que podem ser interpretados pelo Arduino (CAPELLI, 2014). Na pesquisa realizada por Alves (2020) o autor afirma que os sensores de umidade do solo fazem parte dos métodos indiretos de medição, pois atuam no monitoramento da variação de propriedades físicas do solo para estimar o volume de água contido nele. Alves (2020), diz ainda que sensores de umidade do solo são equipamentos que determinam indiretamente a umidade no solo em determinado instante, podendo auxiliar os projetos de irrigação, de modo que os agricultores possam irrigar suas culturas com as quantidades certas de água, evitando os desperdícios com energia elétrica e água.

Sobre a plataforma embarcada Arduino, Oliveira (2019), afirma que esta consiste em uma placa de circuito impresso usada para controlar vários tipos de equipamentos, podendo executar várias tarefas de acordo com a necessidade e imaginação do desenvolvedor. Além de o arduino possuir um microcontrolador capaz de desenvolver inúmeros projetos, este também é caracterizado por possuir hardware e software de fácil utilização e compatível com diversos sistemas operacionais como

afirma Cunha & Rocha (2015), e vale lembrar que, existem arduinos que possuem comunicação com a internet através de WiFi.

No intuito de fazer um controle da irrigação eficiente em crisântemos produzidos em vasos monitorando a umidade do solo e, fazendo o uso da plataforma de prototipagem arduino, na qual se pode conectar um sensor e que ainda há possibilidade de conexão ao WiFi, pode-se ir além e pensar em comodidade: desenvolver um aplicativo de celular para o monitoramento remoto utilizando o programa de código aberto App Inventor (GOOGLE, 2021). Aplicativos desenvolvidos nesta plataforma, de hardware e software de fonte aberta, e caracterizada pelo baixo custo, conforme descrito por Cunha & Rocha (2015), são capazes de utilizar as informações fornecidas pelos sensores instalados nos vasos, informando sobre as condições de umidade. Baseado nestes dados o produtor consegue monitorar e tomar a decisão da hora correta de repor a lâmina de água no solo.

Na literatura são raros os trabalhos com uso de sensores de baixo custo para manejo da irrigação em flores cultivadas em vaso no Brasil. São raros também trabalhos sobre aplicativos para monitoramento da umidade de substratos. Visto isso, pesquisas desta natureza, que indicam o momento ideal de realizar a irrigações, são fundamentais para aumentar a base de dados disponíveis sobre o assunto. Visto isso, o objetivo deste experimento foi desenvolver um aplicativo para o sistema Android, que realizasse leituras em tempo real dos dados coletados por sensores de baixo custo, conectados a arduinos, para monitorar de forma remota a umidade dos substratos de crisântemo produzidos em vaso.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Nos últimos anos, segundo Moreira & Bento (2018), o setor de flores e plantas ornamentais tem passado por grande avanço no mercado nacional, sendo este setor um dos segmentos do agronegócio que mais cresce na atualidade. Os mesmos autores continuam dizendo que a região Sudeste do Brasil concentra a maior parcela dos produtores desse mercado, com cerca de 53,3% do total, seguido da região Sul e Nordeste, que juntas são responsáveis por cerca de 40% (MOREIRA & BENTO, 2018).

GAFFORELLI (2019) apresentou uma estimativa de crescimento para a floricultura, com expectativa de aumento de 12% na produção de plantas verdes em vasos, 7% para as plantas com flores em vasos, 4% para espécies para jardinagem, e 2% para as flores de corte; segundo GAFFORELLI (2019) são cerca de 15.600 ha de área cultivada no país com plantas ornamentais, o que coloca o Brasil no oitavo lugar entre os maiores produtores de plantas ornamentais do mundo.

A floricultura era uma atividade que se restringia somente no Sudeste, mais especificamente no Estado de São Paulo, mas atualmente, esse setor vem se expandido para outras regiões do país, e possui grande potencial socioeconômico, gerando emprego principalmente para pequenos produtores (DINIZ, 2018).

O sucesso de uma cultura está no manejo de irrigação combinado com a correta utilização de substratos, acarretando no uso eficiente da água, logo, quando se trata do cultivo de espécies ornamentais, além das características já citadas, as condições edafoclimáticas também contribuem de maneira relevante para o correto funcionamento da fisiologia vegetal da planta, e por esse motivo uma das melhores opções quanto ao cultivo de espécies ornamentais em vasos é ser realizado em casa de vegetação, conforme afirma Netto (2018).

A irrigação se destaca como um dos principais tratamentos culturais necessários para a produção de plantas ornamentais em vasos, principalmente em cultivos protegidos, pois o fornecimento de água à planta se dá exclusivamente por meio da irrigação; logo a quantidade de água disponível no solo é de extrema importância, já que está relacionada com o desenvolvimento vegetativo e a produtividade da cultura, e, conclui que quando se conhece a quantidade de água necessária a ser fornecida às plantas, é possível garantir um manejo racional da mesma, reduzindo custos, evitando desperdício ou sua falta, sendo ainda possível, melhorar a qualidade do produto final (MARQUES *et al.*, 2017).

Determinar a lâmina de água a ser aplicada e a frequência com a qual se aplicará, são fatores relevantes para se evitar a redução de rendimento, que poderá ser ocasionada tanto pelo excesso, quanto pelo déficit de água em uma cultura, e, objetivando não interferir no desenvolvimento de uma espécie, a água perdida através do processo de evapotranspiração, deverá ser reposta às plantas por meio

de precipitação e/ou irrigação, de maneira que as raízes da cultivar possam retirar do solo a quantia de água a qual necessitam para o seu correto desenvolvimento (GIRARDI *et al.*, 2016).

A determinação da umidade do solo é essencial para estudos de movimento e disponibilidade de água no solo, sendo fundamental em várias situações na agricultura e é imperativa para definir o momento de operações mecanizadas e controlar o correto manejo da irrigação (BUSKE *et al.*, 2014).

A importância da umidade no solo em sistemas agrícolas bem como o seu monitoramento é, segundo Souza (2019), fundamental, principalmente em regiões em que a disponibilidade de água se torna restritiva, porém, a mudança de sistema de irrigação se não acompanhada de evolução no monitoramento e manejo da irrigação não gerará os efeitos esperados na economia de água. Esperidião *et al.* (2019) disse que atualmente o agricultor já tem ao seu dispor equipamentos de alta performance e tecnologia, que os auxiliam a produzir mais e melhor com menos tempo e recursos, porém para alguns agricultores essas tecnologias não são acessíveis devidos ao alto custo dos equipamentos. Sensores de umidade do solo com boa precisão, normalmente, são de elevado custo. Portanto, verifica-se a necessidade de desenvolvimento de sensores que tenham boa precisão na determinação indireta da umidade do solo e que possibilitem a união a sistemas automatizados de registro (RATTS *et al.*, 2018).

Com intuito de conhecer a umidade do solo sem investir muito alto, Gomes (2016) desenvolveu um sensor de baixo custo para monitoramento remoto da umidade do solo e obteve resultados positivos. Desta mesma forma Caravieri & Ortega (2014), desenvolveram um sistema Wi-Fi de controle de irrigação de orquídeas utilizando sensores arduino para determinação da umidade dos vasos, viabilizando o manejo da cultura.

Cunha & Rocha (2015), usaram o Arduino num projeto de irrigação em agricultura familiar, visando o baixo custo, e apresentaram o mesmo como uma plataforma embarcada, constituído por hardware e software ambos de fonte aberta, possibilitando criar inúmeros projetos independentes de controle, monitoramento, interatividade, simplesmente conectando-o a um computador ou rede e assim

receber e enviar dados do Arduino para os dispositivos que estiverem interligados a ele.

A tecnologia foi e continua sendo essencial a evolução do Agro, principalmente pelo desenvolvimento de software que fazem o total gerenciamento da produção do agricultor, facilitando o acesso e controle apenas pelo aplicativo do celular; essas inovações tecnológicas têm gerado mais informações em tempo real, causando maiores influências nas tomadas de decisões em campo (ESPERIDIÃO *et al.*, 2019). Devido ao intenso deslocamento do profissional ligado às atividades agropecuárias, o acesso a informações de forma prática e rápida, em tempo real, por meio de dispositivos móveis, se faz cada vez mais necessário (ALVES *et al.*, 2016).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. MANEJO DOS CRISÂNTEMOS**

A pesquisa foi realizada em estufas na área experimental do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, localizado no município de Colatina, norte do Estado do Espírito Santo, região de abrangência da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), que se caracteriza por apresentar como coordenadas geográficas 19° 32' 22" de latitude Sul e 40° 37' 50" de longitude Oeste, em uma altitude de 71 metros, segundo dados de aparelho GPS. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região foi classificado como Tropical Aw, a região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas.

O experimento foi realizado no período de 08 de abril de 2018 a 06 de julho de 2018. O estudo foi executado em uma estufa experimental no setor de horticultura do IFES - *Campus* Itapina, com dimensões lineares de 25 m x 5m e 3 m de altura, protegida por filme plástico transparente e tela de polipropileno de cor preta, com 50% de sombreamento. Os experimentos foram realizados na cultura do crisântemo cv. *Puritan* (figura 01).



Figura 01: Crisântemo variedade Puritan cultivados em vaso.



Fonte: próprio autor.

Durante todo o período do trabalho as condições climáticas externas foram registradas por uma estação climatológica da marca ONSET<sup>®</sup>, instalada próxima ao experimento.

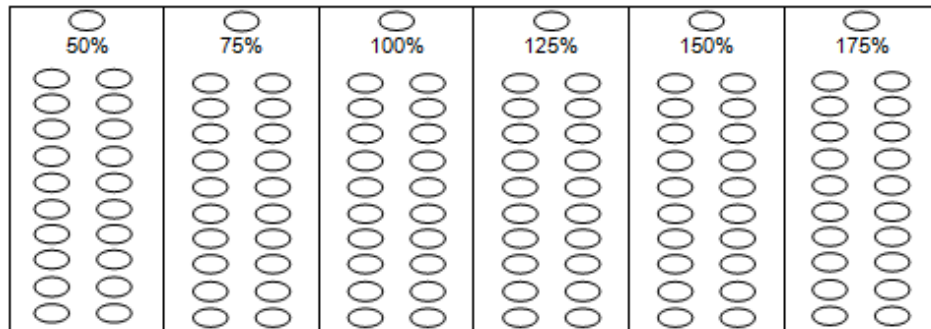
O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos (níveis de irrigação), correspondendo a 50%; 75%; 100%; 125%; 150% e 175% da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), determinada através de seis lisímetros de drenagem (figura 02). Os tratamentos foram compostos por 20 vasos, onde cada vaso representará uma unidade amostral, totalizando 126 vasos incluindo os lisímetros (figura 03). Foram usados sensores conectados a arduino para o monitoramento da umidade do substrato.

Figura 02: Lisímetro de drenagem montado através dos vasos de crisântemo.



Fonte: próprio autor.

Figura 03: seis tratamentos com 20 vasos cada, e seis lisímetros de drenagem.



Fonte: próprio autor.

As mudas de crisântemo foram plantadas em vasos plásticos número 13, com diâmetro superior de 13 cm, diâmetro do fundo de 9,3 cm e altura de 9,4 cm, no dia 09 de abril de 2018. Estes vasos foram previamente preenchidos na proporção de 30% de Latossolo (horizonte B) e 70% substrato plantmax Hortaliças HT (capacidade de retenção de água de 150%, pH de 5,8, densidade de 450 kg m<sup>-3</sup> e condutividade elétrica de 1,5 mS cm<sup>-1</sup>) homogêneos e umedecidos. Realizou-se análise de solo antes. Cada vaso possuiu quatro mudas cada, espaçadas igualmente ao redor do vaso (figura 04).

Figura 04: quantidade de quatro mudas por vaso.



Fonte: próprio autor.

Os vasos foram dispostos sobre tijolos de cerâmica no dia 10 de maio de 2018 (figura 05). No 14º dia após este transplante para os tijolos de cerâmica, dia 10 de

maio de 2018, quando as plantas apresentaram em torno de 06 folhas desenvolvidas, foi realizado o pinch (retirada do ápice) para beneficiar o desenvolvimento de hastes laterais e os vasos então foram conduzidos sobre tijolos de cerâmica no espaçamento de 0,4 m, para evitar o contato com o solo. No 52º dia após o plantio nos vasos, dia 31 de maio de 2018, foi realizado o desbaste dos botes florais, deixando apenas o botão principal de cada haste, com o objetivo de obter flores maiores e de maior qualidade.

Figura 05: disposição dos vasos nos tijolos de cerâmica.



Fonte: próprio autor.

Para aplicação da lâmina de água foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento autocompensante, utilizando-se um gotejador por vaso com vazão de 1,3 litros por hora, em um sistema automatizado com 2 pulsos diários, que foi programado diariamente, por meio da aplicação, as 7:00h da manhã, de um volume conhecido em cada vaso, e após a drenagem completa da água nos mesmos, era determinado o volume drenado, obtendo-se o volume armazenado, que corresponderia a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), conforme mostrado na Equação 01.

$$ET_c = \frac{\text{Volume aplicado (L)} - \text{volume drenado (L)}}{\text{área do vaso (m}^2\text{)}} \quad (01)$$

Cada canal do controlador foi direcionado para um tratamento correspondente, sendo que, para se calcular o tempo de irrigação considerou-se o volume (litros por vaso) em função da área da superfície do vaso ( $m^2$ ), do nível do tratamento e da vazão do gotejador ( $L \text{ hora}^{-1}$ ), onde essas informações foram dispostas em equações numa planilha de Excel desenvolvida pelo orientador deste projeto.

Ao final do experimento, dia 06 de julho de 2018 (88 dias após o plantio), foram realizadas avaliações de altura das plantas (usando uma régua), diâmetro do caule (usando um paquímetro digital), matéria fresca e matéria seca da parte aérea e do sistema radicular (usando balança digital e estufa de secagem por 72 horas a  $65^\circ\text{C}$ ), diâmetro floral (usando uma régua) e matéria fresca e matéria seca das flores (usando também uma balança digital e estufa de secagem por 72 horas a  $65^\circ\text{C}$ ). As análises não destrutivas foram realizadas em cinco vasos por tratamento, em intervalos de 14 dias, e as destrutivas em três vasos por tratamento, escolhidas ao acaso, para determinação da melhor lâmina de irrigação.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância à 5% de probabilidade utilizando o software R. Quando significativos, pelo teste F, foram ajustados modelos de regressão para demonstrar a influência das lâminas aplicadas nos tratamentos no desenvolvimento do crisântemo.

### **3.2. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO DE CELULAR**

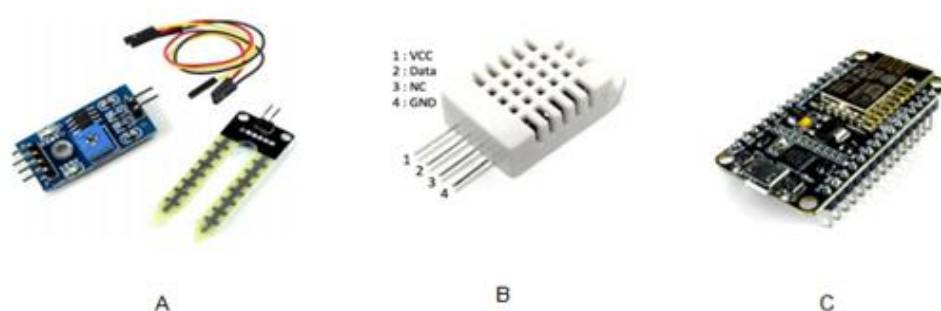
Durante as irrigações, a umidade do substrato foi monitorada através de sensores FC-28 (Figura 06A), que foram instalados nos vasos e ligados a arduinos, estando presentes em três vasos de cada tratamento; e, para a determinação da temperatura e umidade do ar foi usado sensores DHT22 (Figura 06B), instalados em aberturas feitas nos recipientes donde estavam cada arduino. Para a programação dos sensores e a realização do monitoramento da temperatura do ar, umidade do ar e umidade do solo, usou-se o software de código aberto arduino (IDE), versão 1.8.5.

Os sensores de umidade do solo (FC-28) foram instalados nos vasos para o monitoramento da umidade do solo, realizando leituras de monitoramento em intervalos de 5 minutos. Os sensores de umidade do ar e temperatura (DHT22) foram instalados dentro de recipientes, em aberturas, fixados de forma a ficarem

voltados para o meio externo. A placa arduino utilizada foi ESP8266 NodeMCU (Figura 06C), que é acoplada com a função WiFi. Próximo aos vasos de crisântemos nos quais estavam os sensores FC-28 estava a placa ESP8266 NodeMCU, dentro de recipiente fechado (para proteção contra areia e água), e conectada ao sensor de umidade do solo através de fios jumpers, apropriado para o trabalho com arduinos.

Também conectado a placa ESP8266 NodeMCU, estava o sensor de umidade do ar e temperatura, DHT22, este localizado dentro de um recipiente fechado – local em que se localizava a placa ESP8266 NodeMCU - mas saindo por uma pequena abertura do recipiente (feita propositalmente) tendo contato com o meio externo ao recipiente, para poder captar a umidade relativa do ar e a temperatura.

Figura 06: Sensor de umidade de solo FC-28 (A), sensor de temperatura e umidade do ar DHT22 (B) e placa ESP8266 NodeMCU (C).



Fonte: **A:** Fernandes, 2017; **B:** ROBOCORE, 2021; **C:** ROBOCORE, 2021.

Os dados referentes à umidade do solo foram coletados do substrato pelos sensores FC-28, e recebidos pela plataforma de prototipagem Arduino bem como os dados de umidade do ar e temperatura (sensor DHT22), e, enviados para roteador WiFi e Ethernet, que é responsável por enviá-los através desta conexão para o celular do produtor com tecnologia Android, através de um aplicativo, deixando-o informado sobre a situação atual do substrato. O aplicativo para o monitoramento remoto foi criado utilizando o programa de código aberto *App Inventor* (Google, 2021), como pode ser visto na figura 07.

Figura 07: esquema completo da rede usada no projeto.



Fonte: próprio autor.

As variações de temperaturas, umidade do ar e umidades do substrato captada pelos sensores, foram coletadas e enviadas pela placa ESP8266 NodeMCU via WiFi, para a plataforma Firebase e, pelo aplicativo desenvolvido pelo *App Inventor*, foi possível monitorar as variações de temperatura, umidade do ar e umidade do substrato.

O Firebase é um serviço de armazenamento e compartilhamento de dados do Google focado na internet das coisas e desenvolvimento de aplicativos/sistemas que não tenham servidores próprios para lidar com o armazenamento das informações que eles gerenciam. O Firebase Realtime Database é um banco de dados hospedado na nuvem. Os dados são armazenados como JSON (formato de arquivo, JavaScript Object Notation) e sincronizados em tempo real com todos os clientes conectados.

O MIT *App Inventor* é uma plataforma online e gratuita, de código aberto para desenvolvimento de aplicativos Android. Tal plataforma foi criada pelo Google, e é mantida por MIT (Massachusetts Institute of Technology). Tal plataforma é muito usada, pois converte a complexa linguagem de codificação baseada em texto, em blocos de construção visuais; para a programação não necessita haver um avançado conhecimento em programação, pois é bastante simples e didático. A interface gráfica simples possibilita a criação de um aplicativo básico e totalmente funcional dentro de um curto período de tempo. O *App Inventor* consiste em uma página web onde os aplicativos são projetados por meio do encaixe de blocos lógicos disponíveis em diversas línguas, inclusive em português. Os testes podem ser realizados por um emulador, disponível na própria plataforma, ou utilizando

diretamente o celular. A parte gráfica do aplicativo é montada em uma aplicação própria da página web, também através de sistemas disponibilizados que permitem edição e configurações, à escolha do projetista.

A criação do aplicativo no *App Inventor* é dividida em duas partes, a parte “Designer”, em forma de imagem, onde são adicionados os componentes do aplicativo e montado seu design, ou seja, sua aparência, e, a parte “Blocos” onde será feita a programação do aplicativo.

O próximo passo foi a elaboração de um sketch na IDE (ambiente de desenvolvimento integrado) do arduino (Arduino.CC), que se trata de um espaço para programação, através de códigos próprios, da placa arduino a ser usada no projeto, que no caso, foi a placa ESP8266 NodeMCU.

O desenvolvimento desta pesquisa permite ao produtor, manejar o seu sistema de irrigação de forma automática e barata, monitorando em tempo real pelo aplicativo a umidade dos vasos, afim da tomada de decisão, optando pelo período ideal de se iniciar e parar a aplicação da lâmina. Isso impacta diretamente na precisão e eficiência do sistema, evitando o desperdício de água, reduzindo os custos com mão de obra e aumentando a produtividade e qualidade das flores. Tudo isso proporciona aos produtores de crisântemo uma maior lucratividade com a cultura.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. RESULTADO DA INFLUÊNCIA DAS LÂMINAS**

Avaliou-se a altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC), matéria fresca da parte aérea (MFPA) e matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria fresca do sistema radicular (MFR) e matéria seca do sistema radicular (MSR), diâmetro floral (DF), matéria fresca das flores (MFF) e matéria seca das flores (MSF), conforme explícito abaixo.

A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) média diária registrada pelos lisímetros (100% ET<sub>c</sub>) durante o período foi de 7,00 mm, conforme pode ser observado na Tabela 01.

Tabela 01: Lâmina média diária, volume médio diário e lâmina total aplicada durante o período de produção.

Tratamentos (% ETC)	Lâmina média de água aplicada (mm dia <sup>-1</sup> )	Volume médio de água aplicado (ml dia <sup>-1</sup> )	Lâmina total durante o ciclo (mm)
50	3,50	46,55	196
75	5,25	69,83	294
100	7,00	93,11	392
125	8,75	116,38	490
150	10,5	139,66	588
175	12,25	162,95	686

Fonte: Fornaciari, 2020.

Não é interessante utilizar um mesmo valor médio de consumo da cultura, na irrigação, durante todo o ciclo da cultura, pois isto tende a gerar desperdício de água na fase vegetativa, e por consequência aumentar a ocorrência de pragas e doenças, além de gastos desnecessários com energia para irrigação bem como reposição de nutrientes lixiviados, e causa ainda um déficit hídrico na fase de florescimento, o que reduz a qualidade final do produto.

Na tabela 02, da análise de variância, é possível visualizar o efeito linear positivo significativo para todas as características avaliadas e quadrático para as características, matéria seca da parte aérea e altura da planta ( $p < 0,05$ ), em resposta a aplicação das lâminas de água.

Tabela 02: Análise de regressão para as variáveis de crescimento do crisântemo Puritan em vasos, conduzido em estufa agrícola, Colatina – ES, 2018.

	MFPA	MSPA	MFR	MSR	DF	MSF	DC	AP
Efeito linear	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*
Efeito quadrático	0.082 <sup>NS</sup>	0.019*	0.549 <sup>NS</sup>	0.534 <sup>NS</sup>	0.690 <sup>NS</sup>	0.323 <sup>NS</sup>	0.645 <sup>NS</sup>	0.04*
Efeito cúbico	0.083 <sup>NS</sup>	0.153 <sup>NS</sup>	0.451 <sup>NS</sup>	0.850 <sup>NS</sup>	0.831 <sup>NS</sup>	0.602 <sup>NS</sup>	0.270 <sup>NS</sup>	0.268 <sup>NS</sup>
Desvios de regressão	0.028*	0.167 <sup>NS</sup>	0.154 <sup>NS</sup>	0.199 <sup>NS</sup>	0.410 <sup>NS</sup>	0.736 <sup>NS</sup>	0.636 <sup>NS</sup>	0.299 <sup>NS</sup>
CV (%)	15.28	14.86	16.85	17.8	9	21.03	21.33	11.25

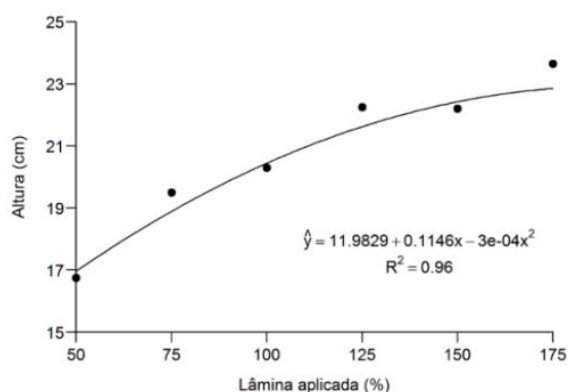
\*: Significativo em 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>: Não significativo.

Fonte: Fornaciari, 2020.



Pelo modelo de regressão quadrático ajustado, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,96, a maior resposta estimada em relação à altura das plantas (AP) de crisântemo ocorreria, segundo derivação da fórmula, na lâmina de 191%, com 22,92 cm de altura (Figura 08), isso porque as lâminas avaliadas ficaram aquém. Tal valor condiz com a altura mínima de 18 cm e máxima de 30 cm das plantas de crisântemo, apresentados pela Veiling Holambra (2020) para plantas cultivadas em vasos de número 13. Para a característica altura da planta, apenas a lâmina aplicada correspondente a 50% da ETc apresentou resposta inferior ao valor mínimo (18cm) estabelecido pela Veiling Holambra (2020).

Figura 08: Variação da altura da planta (AP) em resposta às diferentes lâminas de irrigação na produção de crisântemo Puritan em vasos, conduzidos em estufa, Colatina/ES, 2018.



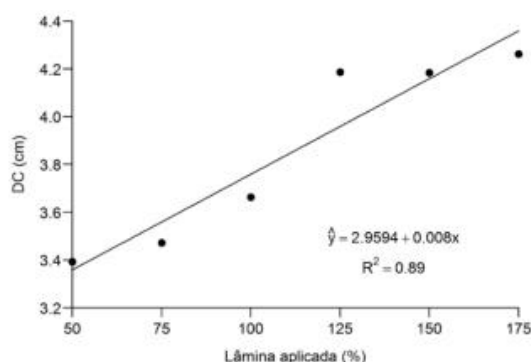
Fonte: Fornaciari, 2020.

O valor da maior altura, estimada pela regressão, representa um aumento 12,13% no crescimento das plantas quando se compara a reposição de 100% ETc e de 35,14% na reposição da metade desta (50% ETc), evidenciando que há um estímulo no crescimento das plantas com o aumento das lâminas de irrigação.

Sobre o diâmetro do caule, o padrão de qualidade estipulado pela Veiling Holambra (2020) ressalta a firmeza e boa sustentação das hastes das plantas de crisântemo em vasos, podendo-se assim, inferir a importância das plantas apresentarem caules com diâmetros maiores, visto que, apresentam por consequência melhor sustentação. Por isso, o volume da maior lâmina aplicada no experimento não foi suficiente para ocasionar respostas negativas quando o excesso hídrico é aplicado.

O modelo linear para o diâmetro do caule foi o que apresentou o melhor ajuste e significância a 5% de probabilidade em função da resposta as diferentes lâminas aplicadas, com valor de  $R^2$  de 0,89 (Figura 09).

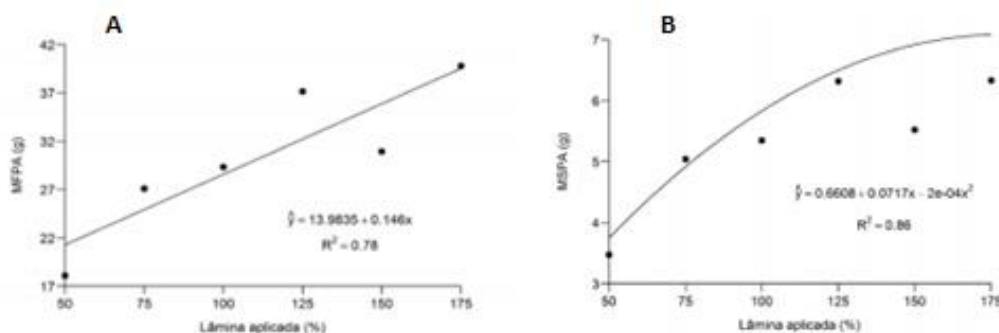
Figura 09: Variação do diâmetro do caule (DC) em resposta às diferentes lâminas de irrigação na produção de crisântemo Puritan em vasos, conduzidos em estufa, Colatina/ES, 2018.



Fonte: Fornaciari, 2020.

O aumento das lâminas de irrigação também proporcionou um acréscimo considerável na matéria fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA) das plantas. A matéria fresca (Figura 10A) da parte aérea apresentou regressão com comportamento linear e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,78, enquanto a matéria seca (Figura 10B) da parte aérea apresentou como melhor ajuste uma polinomial quadrática com  $R^2$  de 0,86, ambas significativas a 5% de probabilidade.

Figura 10: Variação da matéria fresca da parte aérea (MFPA) (A) e matéria seca da parte aérea (MSPA) (B) de crisântemo Puritan cultivados em vasos, conduzidos em estufa, em resposta à diferentes lâminas de irrigação, Colatina/ES, 2018.

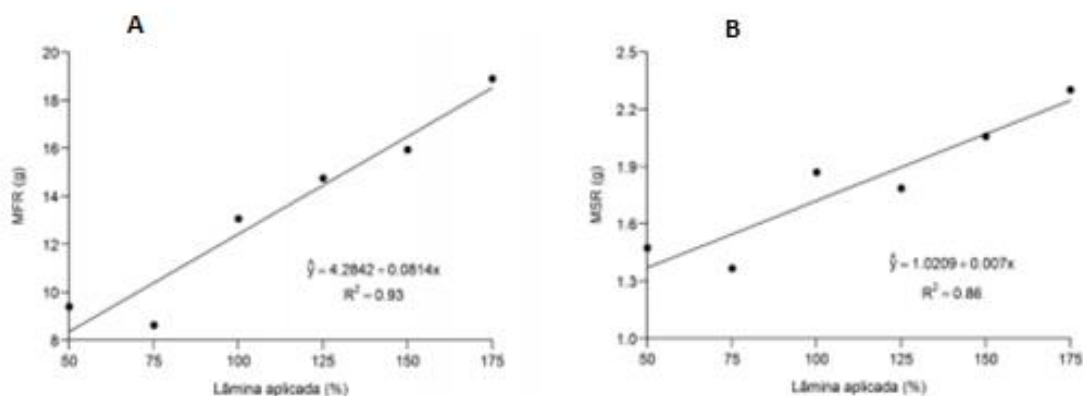


Fonte: Fornaciari, 2020.

Tanto a MFPA quanto a MSPA apresentaram tendência positiva de incremento com o aumento das lâminas aplicadas pelos tratamentos em questão. No entanto, observa-se que, na matéria seca da parte aérea este aumento tende a uma estabilização, alcançando a sua máxima resposta na lâmina de 179,25mm com 7,1g.

Quanto ao sistema radicular, percebe-se que, tanto a matéria fresca quanto a matéria seca radicular apresentaram modelos de regressões lineares ajustados, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de 0,93 e 0,86, respectivamente (Figura 11A e 11B).

Figura 11:Variação da matéria fresca da raiz (MFR) (A) e matéria seca da raiz (MSR) (B) de crisântemo Puritan cultivados em vasos, conduzidos em estufa, em resposta às diferentes lâminas de irrigação, Colatina/ES, 2018.



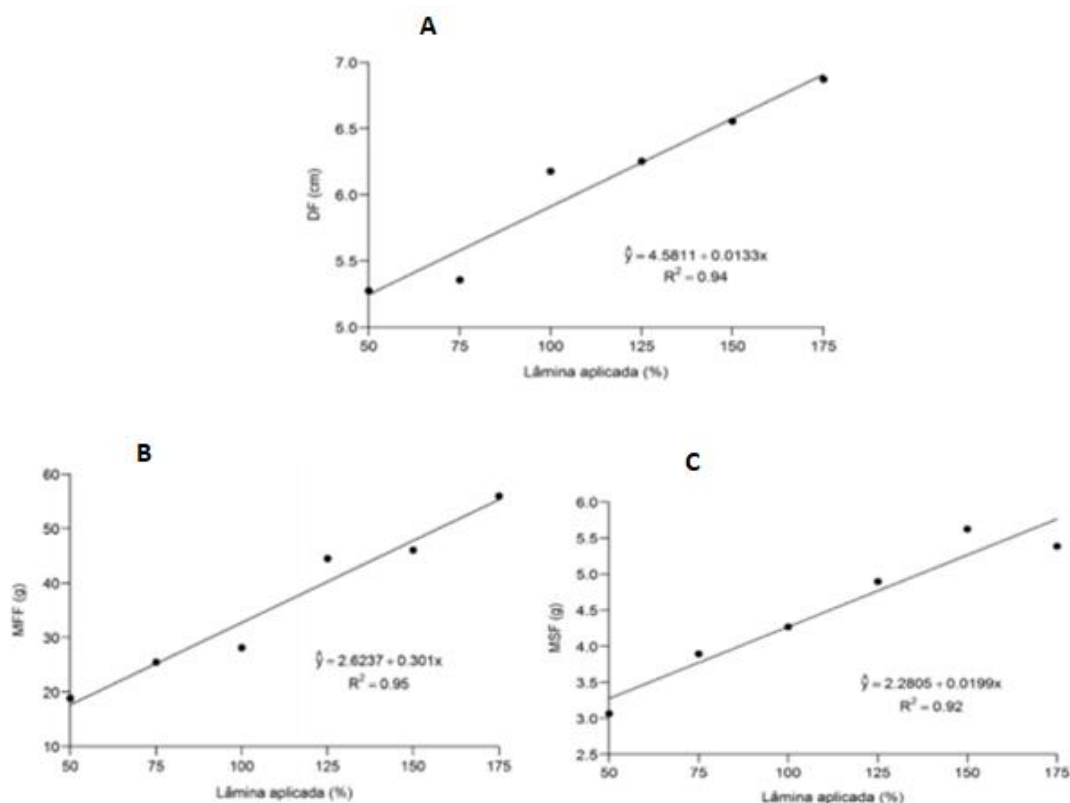
Fonte: Fornaciari, 2020.

Com base nos modelos, observa-se que o maior ganho estimado da massa seca da raiz (MSR) foi encontrado quando se repôs 175% da ETc diária, apresentando peso de 2,25g na raiz. Isso representa um incremento de 30,50 % quando se repõe 100% da ETc total diária e de 62,76% quando se repõe metade da lâmina evapotranspirada pela cultura (50%ETc). O comportamento linear crescente em ambas as massas (fresca e seca) do sistema radicular, demonstram que tais fatores são influenciados positivamente pelo aumento da irrigação.

As flores também apresentaram respostas positivas com o aumento das lâminas aplicadas. Observa-se um comportamento linear crescente para o diâmetro (DF), matéria fresca (MFF) e matéria seca das flores (MSF), apresentando  $R^2$  de 0,94,

0,95 e 0,92, respectivamente (Figura 12A, 12B e 12C). Quanto mais água aplicada, maior foi a resposta das plantas em relação ao diâmetro das flores.

Figura 12: Variação do diâmetro da flor (DF) (A), da matéria fresca (MFF) (B) e matéria seca (MSF) (C) das flores de crisântemo Puritan cultivados em vasos, conduzidos em estufa, em resposta à diferentes lâminas de irrigação, Colatina/ES, 2018.



Fonte: Fornaciari, 2020.

As flores alcançaram melhor desenvolvimento nas lâminas de reposição de 175% da ETc diária, atingindo 5,76 g de matéria seca e 6,9 cm de diâmetro das flores. Ou seja, as flores cresceram 34,9% em peso e 16,95% em diâmetro em relação a reposição de 100% da ETc. Além disso, as flores apresentaram maior uniformidade de abertura, o que é favorável para a comercialização.

As reposições diárias de 175% da evapotranspiração diária da cultura, que corresponde a 12,25 mm, apresentaram os melhores resultados para todos os parâmetros avaliados.

## 4.2. HARDWARE PARA O MONITORAMENTO

A disposição dos sensores de umidade de solo FC-28 fixados nos vasos pode ser visualizada na Figura 13.

Figura 13: Sensores instalados nos vasos de crisântemos para monitoramento da umidade do substrato.



Fonte: próprio autor.

Para proteger o circuito contra areia e água, a placa ESP8266 NodeMCU ficou dentro de recipiente fechado, estando conectada ao sensor de umidade do solo através de fios jumpers, apropriado para o trabalho com arduinos, conforme pode ser visualizado no modelo da figura 14. Também conectado por fios jumpers estava o sensor de umidade do ar e temperatura, DHT22, este localizado dentro do recipiente fechado – local em que se localizava a placa ESP8266 NodeMCU - mas saindo por uma pequena abertura do recipiente (feita propositalmente) tendo contato com o meio externo ao recipiente, para poder captar a umidade relativa do ar e a temperatura. A figura 14 mostra um recipiente com a placa ESP8266 NodeMCU no seu interior e é possível visualizar o sensor DHT22 que fixado dentro do recipiente possuindo acesso ao meio externo.

Figura 14: Recipiente que comportou o circuito, fechado e aberto.



Fonte: próprio autor.

O circuito se mostrou estável, bem como todas as suas conexões. O circuito foi alimentado por corrente alternada, que é aquela que chega às tomadas.

No entanto, a frequência de operação fez com que os sensores FC-28 apresentassem, em curto tempo de operação no campo, oxidação de suas hastes, quando em contato com o solo, comprometendo as leituras (Figura 15).

Figura 15: Sensor de umidade do solo que sofreu oxidação da haste de leitura.



Fonte: próprio autor.

Verificou-se no projeto em questão que a metodologia e a forma de monitoramento dessa variável é viável, entretanto, há a necessidade de buscar novos sensores de umidade do solo, mais resistentes, constituídos por outros materiais para maior longevidade do equipamento no campo, e estáveis nas leituras, sem comprometer a qualidade, permanecendo de baixo custo.

### **4.3. ELABORAÇÃO DO SOFTWARE E RESULTADOS**

Precisou-se desenvolver um aplicativo para celular com tecnologia Android, e para isso usou-se a plataforma *MIT App Inventor*; para o armazenamento de dados na nuvem usou-se a plataforma Firebase, mais precisamente Firebase Realtime Database por ser banco de dados; a programação do arduino placa ESP8266 NodeMCU, que estava no campo fazendo as leituras por meio dos sensores, foi feita na IDE (ambiente de desenvolvimento integrado) do programa 'arduino.CC'. Após

todos estes passos conforme descritos abaixo, conseguiu-se ter acesso as variáveis monitoradas: temperatura, umidade do ar, e, umidade do solo.

Para o desenvolvimento do aplicativo para Android, foi utilizado a plataforma online *App Inventor*, que é acessível pelo endereço <ai2.appinventor.mit.edu>(Figura 16).

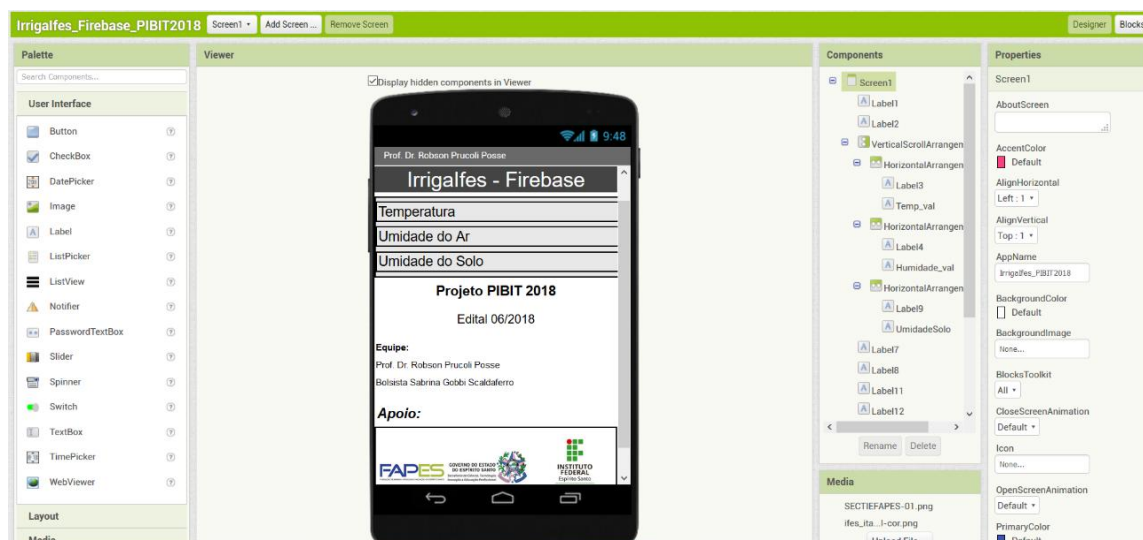
Figura 16: dados do site da plataforma online *App Inventor*.



Fonte: plataforma *APP Inventor*.

Para criar o aplicativo, inicia-se pela interface do usuário, na plataforma MIT *App Inventor*. Na Figura 17 é possível visualizar os principais elementos visíveis (caixas de texto, botões, imagens, listas) e não visíveis (sensores internos ao Smartphone, relógio, banco de dados).

Figura 17: Interface do usuário, na plataforma MIT *App Inventor*.



Fonte: próprio autor.

Para tanto, o primeiro passo é clicar em “*Projects – Start New Project*” (Projetos - Iniciar novo projeto) e depois escolher um nome, que no caso desta pesquisa foi “Irrigalfes\_PIBIT2018”. O aplicativo tem apenas uma tela. Depois de criar o projeto, o *App Inventor* abre o espaço para desenvolvê-lo. Por padrão, já existe uma tela inicial, chamada de “*Screen1*”, que é criada automaticamente pelo site a fim de ser a tela principal. A princípio, essa tela é a exibida assim que o aplicativo é executado. Não se pode definir outra tela como principal e, ao contrário das outras, é impossível excluí-la.

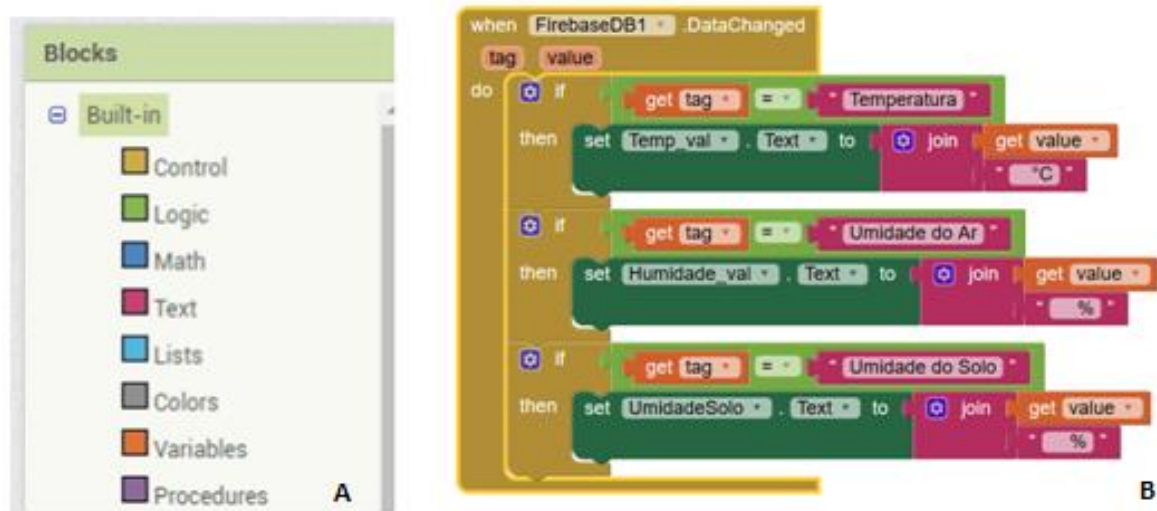
O desenvolvimento do aplicativo na plataforma MIT *App Inventor*, online e gratuita de código aberto para desenvolvimento de aplicativos Android, conforme consta na metodologia foi dividido em duas partes, e nesta ordem: “Designer” e “Blocos”, sendo a primeira responsável pela aparência do aplicativo e a segunda pela programação do mesmo. Como o *App Inventor* é baseado nos recursos de arrastar e soltar, isso permitiu uma visualização melhor do que ocorria na plataforma, o que facilitou o trabalho de pessoas não tão habituadas com esta ferramenta.

Na parte “Designer” o uso dos recursos de arrastar e soltar do *App Inventor* fez com que facilmente a tela do aplicativo fosse finalizada, bastando procurar o componente desejado na área da esquerda do ambiente, e arrastar para o espaço destinado ao aplicativo, dispondo este componente no local desejado na tela do aplicativo. Com a tela pronta, o próximo passo foi criar a lógica de funcionamento, na parte “Blocos”.

Para migrar para a tela do código, por padrão, basta clicar em “Blocos” (*Blocks*), e para voltar para a tela, basta clicar em *Designer*. Os blocos com formato de caixa aberta são correspondentes às funções (ou métodos) na maioria das linguagens de programação, uma vez que em seu interior são encaixados os comandos; A figura 18B mostra como foi o encaixe dos comandos na tela “Blocos”. É importante saber que basicamente, são pré-definidos oito tipos de *Built-ins* (Controle, Lógica, Matemática, Texto, Lista, Cores, Variáveis, Procedimento), conforme figura 18A, que é possível adicionar à lógica (tudo disponível na área esquerda da plataforma), como foi no caso desta pesquisa, onde alguns destes foram usados.



Figura 18: *Built-ins* (A), lógica utilizada para o monitoramento da temperatura, umidade relativa do ar e da umidade do solo pelo usuário (B).



Fonte: próprio autor.

Seguindo a metodologia para a criação do aplicativo, conseguiu-se organizar na forma desejada, para que ficasse bem facilitada a visualização dos dados de umidade do solo, umidade relativa do ar, e temperatura.

Depois de testar o aplicativo e certificar o seu funcionando, foi preciso exportar a versão final do aplicativo, ou seja, compilar o arquivo de instalação. A versão final do aplicativo é compilada no formato *<.apk>* (Android Package), e esta é a extensão do arquivo de instalação no dispositivo celular. Ao clicar no menu “Compilar”, são oferecidas duas opções para o download do arquivo final: ou diretamente no dispositivo (através de um QR Code que contém o link de Download), ou fazer o download do arquivo no computador (para quando se deseja ter um backup do arquivo, por segurança); mas a primeira opção é mais prática. Os testes podem ser feitos em qualquer celular com sistema operacional Android, ou no computador, com qualquer emulador de Android.

Além da elaboração do aplicativo de celular, foi necessário traçar a comunicação remota entre este e os dados coletados pelos sensores. Para isso foi necessária a existência de uma conta no Firebase, criada através do site disponível em *<firebase.google.com>* seguido da opção *<ir para o console>*, que trata-se de uma

plataforma de desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis e web, que atuou como banco de dados. Foi preciso vincular o aplicativo ao projeto do Firebase e configurá-lo para usar o serviço.

Uma vez com o aplicativo pronto, e, conta no Firebase existente, precisou-se configurar o Arduino ESP8266 NodeMCU de acordo com as configurações estabelecidas no código abaixo, afim de gerar os dados para o banco de dados no Firebase.

Código 01: Sketch do arduino ESP8266 NodeMCU, realizado na IDE.

```

/*
  Programação para Monitoramento de Ambiente e Solo
  Leitura de sensores da Temperatura do Ar, Umidade Relativa do Ar e Umidade do Solo usando
  ESP8266 nodeMCU (ESP12E)
*/

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <FirebaseArduino.h>
#include <DHT.h> //Inclui biblioteca do sensor DHT22
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <SPI.h> // Inclui biblioteca para o sensor de umidade do solo

#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22
#define DHTPIN D2 //Define do pino a ser utilizado no ESP para o sensor = GPIO4
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

#define FIREBASE_HOST "tcc-sabrina-674f2-default-rtdb.firebaseio.com" // retirar o https://
e a barra / do final do link
#define FIREBASE_AUTH "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx" //Chave secreta do FirebaseDatabase (token)
#define WIFI_SSID "REDE_WIFI_01" //Definir o SSID da rede WiFi
#define WIFI_PASSWORD "12345678" //Definir a senha da rede WiFi

int count = 0;
int us; //Declaro que é uma variavel inteira que receberá os valores de Umidade do Solo (us)

```

```

void setup() {
  dht.begin();      // inicia o modulo de Temperatura e Umidade do Ar
  Serial.begin(9600); //Configuração da UART

  Serial.println("Comunicação Iniciada \n\n");
  delay(1000);

  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);      //Inicia o WiFi
  Serial.print("Conectando...");
  Serial.print(WIFI_SSID);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println();
  Serial.print("WiFi Conectado!");
  Serial.println(WIFI_SSID);
  Serial.print("IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP()); //print local IP address
  delay(30);

  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
  delay(300);          // connecttofirebase

  Firebase.setFloat("Temperatura",0);      // Esse será o nome das variáveis que o Firebase criará em
  seu DataBase...
  Firebase.setFloat("Umidade do Ar",0);      // posteriormente lancaremos os valores para essas
  variaveis...
  Firebase.setFloat("Umidade do Solo",0);      // Os nomes das variáveis devem ser iguais tanto no
  Firebase quando no MIT App Inventor
}

```

```

void loop() {

// Firebase em caso de erro no envio dos dados *****
if (Firebase.failed())
{
  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
  Serial.println(Firebase.error());
  delay(10);
  Serial.println("Erro de Conexão com Firebase!");
  count++;
  if (count == 10) {
    count = 0;
    ESP.reset();
  }
  return;
}

else {
  Serial.println("Está Tudo Pronto!");
  delay(300); Serial.println("Está Tudo Pronto!");
  delay(300); Serial.println("Está Tudo Pronto!");
  delay(300);

// Temperature Sensor *****
float h = dht.readHumidity();    //Lendo umidade do Ar //Leitura de umidade do Ar
float t = dht.readTemperature(); //Lendo temperatura em Graus Celsius (padrão)

int umidadesolo = analogRead(A0); // umidade do solo //Leitura de Umidade do Solo
us = map(umidadesolo, 0, 1023, 100, 0);

if(!isnan(h) && !isnan(t) && !isnan(us)){
// Manda para o firebase
  Firebase.setFloat("Temperatura", t);    // Esse comando manda para o FireBase os valores das

```

```

variáveis que foram declaradas anteriormente....
    Firebase.setFloat("Umidade do Ar", h); // nesse caso esta mandando para o FireBase o valor de
"h" para dentro de "Umidade do Ar"...campo declarado anteriormente
    Firebase.setInt("Umidade do Solo", us); // Prestar atenção se foi declarado como Float ou como
Int a variavel... para fazer o envio correto para o FireBase
}else{
    Serial.println("Erro de Publicação");
}
//Logs na porta serial
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.println(t);
Serial.print("Umidade do Ar: ");
Serial.println(h);
Serial.print("Umidade do Solo: ");
Serial.println(us);
    delay(200);
}
delay(1000);
}/*

```

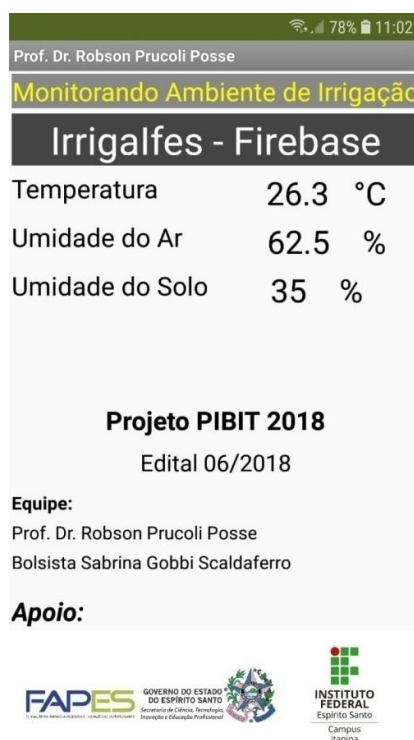
Fonte: Próprio autor.

Com o aplicativo criado, conta no Firebase ativa e sketch do arduino prontos, deu-se início a fase de monitoramento das variáveis: Temperatura, Umidade do ar e, Umidade do Solo.

Em relação ao aplicativo de celular, os dados coletados no campo chegaram até este conforme era esperado. Foi observado durante o monitoramento que a umidade mínima do substrato para o bom desenvolvimento das plantas é de  $0,26 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , sendo ideal manter uma umidade média de  $0,35 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , o que foi observado nas plantas monitoradas sob efeito da lâmina de 175% da ETc. As variações de temperaturas, umidade do ar e umidades do substrato captada pelos sensores foram enviadas pela placa Arduino Wireless ESP8266 NodeMCU via WiFi para a plataforma Firebase, e, pelo aplicativo desenvolvido pelo *App Inventor*, foi possível monitorar as variações de temperatura, umidade do ar e umidade do solo.

No exemplo da figura 19 pode-se visualizar a tela do aplicativo, com os valores de temperatura (em graus Celsius), umidade do ar (em porcentagem) e, a umidade do solo (em porcentagem).

Figura 19: captura de tela do aplicativo instalado no celular realizando o monitoramento das variáveis no campo.

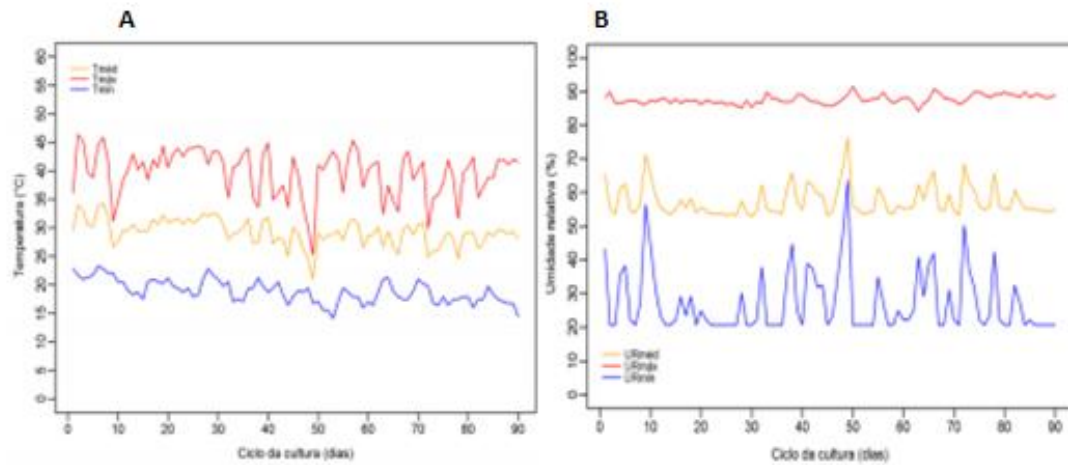


Fonte: próprio autor.

A temperatura ideal para a cultura de crisântemos varia entre 23°C e 25°C, sendo que temperaturas abaixo de 3°C e acima de 30°C podem causar danos irreversíveis, conforme explica Teixeira (2004). A temperatura do ar, no interior da estufa, alcançou valor máximo de 46,4°C, e valor mínimo de 14,1°C, com valor médio para o período de cultivo de 30,25°C (Figura 20A).

Como o crisântemo é uma planta suscetível a doenças, recomenda-se o cultivo em locais com umidade relativa do ar baixa (Teixeira, 2004). A umidade relativa máxima registrada foi de 91,5% e a mínima de 20,7%, apresentando em todo o período uma média de 57,5% (Figura 20B).

Figura 20: Valores diários das temperaturas máxima, média e mínima (°C) (A) e umidades máxima, média e mínima (%) (B) ocorridas no interior da estufa, durante o período de produção.



Fonte: Fornaciari, 2020.

O aplicativo pronto demonstrou estabilidade no monitoramento dos dados vindos do campo, permitindo ao usuário ter em tempo real informações dessas importantes variáveis estudadas (Temperatura do Ar, Umidade Relativa do Ar e Umidade do Solo).

## 5. CONCLUSÃO

O manejo da irrigação com reposição de 175% da evapotranspiração da cultura diariamente apresentou os melhores resultados para todos os parâmetros avaliados.

A umidade mínima do substrato para o bom desenvolvimento das plantas deve ser de  $0,26 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , sendo ideal manter uma umidade média de  $0,35 \text{ m}^3/\text{m}^3$ .

A placa Arduino Wireless ESP8266 NodeMCU funcionou do modo estável, transmitindo em tempo real as informações sobre a temperatura do ar, umidade relativa do ar e umidade do solo esperado.

O aplicativo demonstrou estabilidade no monitoramento dos dados vindos do campo, permitindo ao usuário ter, em tempo real, informações dos sensores.

Os sensores de umidade do solo (Sonda modelo FC-28) não são recomendados, pois oxidaram.

É necessário que ocorra a substituição dos sensores de umidade do solo (sonda modelo FC-28) por sensores de outro material, sendo estes mais resistentes e confeccionados de materiais de baixo custo, para ser acessível ao usuário.



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Bruno Godoy Segaloti. **ANÁLISE DA DURABILIDADE E EFICIÊNCIA DE SENSORES RESISTIVOS DE UMIDADE DO SOLO EM PLATAFORMA ARDUINO**. 2020. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/14859/1/TCC-%20BRUNO%20GODOY%20SEGALOTI%20ALVES.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

ALVES, Bruno José; ROMANI, Luciana Alvim Santos; OTAVIAN, Adriano Franzoni. **AGRITEMPOGIS: UM APLICATIVO PARA AUXILIAR AGRICULTORES EM PROCESSOS DE TOMADA DE DECISÃO**. In: MOSTRA DE ESTAGIÁRIOS E BOLSISTAS, 12., 2016, Campinas. Resumo expandido. Campinas: Embrapa, 2016. p. 35-41. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1065064/1/PLMostraAgritempoGIS.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2020.

**ANUÁRIO DO AGRONEGÓCIO CAPIXABA**. Espírito Santo: Revista Safra/ES, nov. 2019. Mensal. Página 21. Disponível em: <<https://en.calameo.com/read/00596062083cd3090b8c8>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. **QUANDO NEM TUDO SÃO FLORES, A FLORICULTURA PODE SER UMA ALTERNATIVA**. 42. ed. Fortaleza: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – Etene, 2018. 17 p. Banco do Nordeste. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/357/3/2018\\_CDS\\_42.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/357/3/2018_CDS_42.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2021.

BUSKE, Taise Cristine; ROBAINA, Adroaldo Dias; PEITER, Marcia Xavier; TORRES, Rogério Ricalde; ROSSO, Ricardo Benetti; BRAGA, Fabiano de Vargas Arigony. **DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO POR DIFERENTES FONTES DE AQUECIMENTO**. Irriga, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 315-324, 7 jul. 2014. Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2014v19n2p315>>. Acesso em: 15 out. 2020.

CAPELLI, Beatriz Midena. **DESENVOLVIMENTO DE UMA ESTUFA CONTROLADA E MONITORADA REMOTAMENTE**. 2014. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Escola de Engenharia de São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2014.

CARAVIERI, Fabiana PupinMasson; ORTEGA, Larissa SanitáMirinel. **CONTROLE DE IRRIGAÇÃO DE ORQUÍDEAS COM SISTEMA WI-FI RESIDENCIAL COM ARDUINO.**

Departamento de Computação – UNESP, 2014. Disponível em:

<<https://slidex.tips/download/controle-de-irrigacao-de-orquideas-com-sistema-wi-fi-fatec-jales>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

CUNHA, Kianne Crystie Bezerra da; ROCHA, Rodrigo Vilela da. **AUTOMAÇÃO NO PROCESSO DE IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR COM PLATAFORMA ARDUÍNO.** RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar,

Tupã, v. 1, n. 2, p. 62-74, jul./dec. 2015. ISSN: 2448-0452. Disponível em:

<<http://codaf.tupa.unesp.br:8082/index.php/recodaf/article/view/13/24>>. Acesso em: 02 set. 2020.

DINIZ, José Wiliam Mota. **PANORAMA DE FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS NO BRASIL.** 2018. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha - MA, 2018. Disponível em:

<<https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/2900/1/JOS%c3%89WILLIAM.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2020.

ESPERIDIÃO, Tamara Lima; SANTOS, Tamiris Camargo dos; AMARANTE, Mayara dos Santos. **AGRICULTURA 4.0: SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DE PRODUÇÃO.**

Pesquisa e Ação, Mogi das Cruzes, v. 5, n. 4, p. 122-132, dez. 2019. Disponível em:

<<https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/768/779>>. Acesso em: 02 set. 2020.

FARIAS, Maryzélia Furtado de; SAAD, João Carlos Cury; BÔAS, Roberto Lyra Villas.

**QUALIDADE COMERCIAL DO CRISÂNTEMO DE VASO EM AMBIENTE PROTEGIDO, CULTIVAR PURITAN, IRRIGADO SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO**

**SUBSTRATO.** Irriga, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 160-167, ago. 2003. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/328521480\\_QUALIDADE\\_COMERCIAL\\_DO\\_CRISANTEMO\\_DE\\_VASO\\_EM\\_AMBIENTE\\_PROTEGIDO\\_CULTIVAR\\_PURITAN\\_IRRIGADO\\_SOB\\_DIFERENTES\\_TENSOES\\_DE\\_AGUA\\_NO\\_SUBSTRATO](https://www.researchgate.net/publication/328521480_QUALIDADE_COMERCIAL_DO_CRISANTEMO_DE_VASO_EM_AMBIENTE_PROTEGIDO_CULTIVAR_PURITAN_IRRIGADO_SOB_DIFERENTES_TENSOES_DE_AGUA_NO_SUBSTRATO). Acesso em: 16 mar. 2021.

FERNANDES, Douglas Guilherme; PREUSS, Evandro; SILVA, TERESINHA Leticia da.

**SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROLE DE ESTUFAS PARA CULTIVO DE HORTALIÇAS.** 2017. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação,

Tecnologia da Informação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) Campus Frederico

Westphalen - RS, Santa Maria-RS, 2017. Disponível em:

<[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12958/TCCG\\_SIFW\\_2017\\_FERNANDES\\_DO\\_UGLAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12958/TCCG_SIFW_2017_FERNANDES_DO_UGLAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 18 fev. 2021.

FERREIRA, Luciana Domingues Bittencourt. **CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTIVARES DE CRISÂNTEMOS PARA VASO, EM GOIANIRA-GO**. 2009. 117 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009. Disponível em:

<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/430/1/Tese%20LUCIANA%20DOMINGUES%20BITTENCOURT%20FERREIRA.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

FORNACIARI, Gabriel. **INFLUÊNCIA DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO DE CRISÂNTEMO, CULTIVADO EM VASOS, EM ESTUFA NA REGIÃO NOROESTE DO ESPÍRITO SANTO**. 2020. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, Colatina, 2020.

GAFFORELLI, Giovane. **MERCADO DE FLORES DO BRASIL COMEMORA CHEGADA DA PRIMAVERA COM PREVISÃO DE 7% DE CRESCIMENTO**. 2019. Rádio Guaíba. Disponível em: <<https://guaiba.com.br/2019/09/22/mercado-de-flores-do-brasil-comemora-chegada-da-primavera-com-previsao-de-7-de-crecimento/>>. Acesso em: 01 set. 2020.

GIRARDI, Leonita Beatriz. **INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA IRRIGAÇÃO NO NÚMERO DE HASTES TOTAIS DE ALSTROEMERIA x HYBRIDA**. Revista interdisciplinar de ensino, pesquisa e extensão. Santa Cruz, v. 4, n. 1, 2016.

GOMES, Isabelle Cordova. **DESENVOLVIMENTO DE UM SENSOR DIGITAL DE UMIDADE DO SOLO E UNIDADE REMOTA DE MONITORAMENTO UTILIZANDO COMUNICAÇÃO SEM FIO**. 2016. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade tecnológica federal do Paraná, departamento acadêmico de informática, Pato Branco, 2016.

GOOGLE - <http://appinventor.mit.edu/explore/> - Plataforma MIT *App Inventor*. Acesso em: 20 fev. 2021.

HOLAMBRA, VEILING. **CRISÂNTEMO DE VASO**. Departamento de qualidade. São Paulo. Disponível em:<<http://veiling.com.br/uploads/padrao/crisantemo-pt-06-09-11-e-13.pdf>>. Acessado em: 20 dez. 2020.

KELLING, Cláudio Renato Schlessner. **RESPOSTA DA TRANSPIRAÇÃO E DO CRESCIMENTO FOLIAR DE CULTIVARES DE CRISÂNTEMO (*DENDRANTHEMA GRANDIFLORA* TZVELEV) À FRAÇÃO DE ÁGUA TRANSPIRÁVEL NO SUBSTRATO.** 2014. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014. Disponível em: <[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-15092014-103452/publico/Claudio\\_Renato\\_Schlessner\\_Kelling\\_versao\\_revisada.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-15092014-103452/publico/Claudio_Renato_Schlessner_Kelling_versao_revisada.pdf)>. Acesso em: 08set. 2020.

MARQUES, Patricia Angélica Alves; RICHTER, Maria Eugênia do Amaral; MORENO, María Alejandra; SANTOS, Hugo Thaner dos; SOUSA NETO, Osvaldo Nogueira de. **EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE A PRODUÇÃO DE FLORES DE LISIANTHUS.** In: I CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 1., 2017, Lisboa. Anais [...] .Lisboa: 29 Actas Portuguesas de Horticultura, 2019. p. 415-422. Disponível em: <[https://aph.aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2019/10/efeito\\_do\\_estresse\\_h%C3%ADdrico\\_sobre\\_a\\_produ%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_flores\\_de\\_lisianthus.pdf](https://aph.aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2019/10/efeito_do_estresse_h%C3%ADdrico_sobre_a_produ%C3%A7%C3%A3o_de_flores_de_lisianthus.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2020.

MENDES, João Paulo Pereira; VERSSIANI, Marco Antônio da Silva; AMARAL, Alisson Macendo; SANTOS, Maria Ângela Cruz Macêdo dos. **CALIBRAÇÃO DE Sonda de BAIXO CUSTO PARA MONITORAR UMIDADE EM SUBSTRATO COMERCIAL.** Meio Ambiente (Brasil), Arinos-MG, v. 3, n. 1, p. 89-95, 29 nov. 2020. OPEN JOURNAL SYSTEMS.

MENEGAES, Janine Farias; SWAROWSKY, Alexandre; BACKES, Fernanda Alice Antonello Londero; BELLÉ, Rogério Antonio; IZÁRIO FILHO, Hércio José. **CONSUMO HÍDRICO DE CALLA LILY SUBMETIDA AO MANEJO DE IRRIGAÇÃO VIA SOLO E TEORES DE COBRE.** Irriga, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 74-86, 30 mar. 2017. Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA. <<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2017v22n1p74-86>>. Acesso em: 09out. 2020.

MOREIRA, Miqueias de Lares; BENTO, Cíntia dos Santos. **LEVANTAMENTO DA PRODUÇÃO DE FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS NO CAPARAÓ CAPIXABA.** Anais da 30ª Semana Acadêmica do Curso de Agronomia do CCAE/UFES-SEAGRO, 2018.

NETTO, Jainara Fresinghelli. **EFEITO DA IRRIGAÇÃO E SUBSTRATO NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA ESPÉCIE *Dianthus chinensis* L.** 2018. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Pampa e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Alegrete, 2018. Disponível em: <<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riuf/3292/1/Jainara%20Fresinghelli%20Netto%20-%202018.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2020.

OLIVEIRA, Weverton Dias de. **ARDUINO: UMA FERRAMENTA DE CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA.** 2019. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Física, Universidade Federal Fluminense e Instituto do Noroeste Fluminense de Educação, Santo Antônio de Pádua, 2019. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/12495/1/TCC%20-%20Weverton%20Dias%20de%20Oliveira.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2020.

PIROLI, Jéssica Dariane; PEITER, Marcia Xavier; ROBAINA, Adroaldo Dias; RODRIGUES, Marcelo Antonio; BOSCAINI, Ricardo; RODRIGUES, Pablo Eanes Cocco. **EFICIÊNCIA TÉCNICA E ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE GÉRBERA DE CORTE EM AMBIENTE PROTEGIDO.** *Irriga*, Botucatu, v. 24, n. 3, p. 569-581, 27 set. 2019. *Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA*. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2019v24n3p569-581>>. Acesso em: 01 set. 2020.

RATTS, Leandro; LANDSKRON, Gabriel Rodrigues; MEUS, Lorenzo Dalcin; SOILO, Andrieli Vargas; ALBERTO, Cleber Maus; BEUTLER, Amauri Nelson. **DESENVOLVIMENTO E CALIBRAÇÃO DE SENSORES DE BAIXO CUSTO PARA A MEDIÇÃO DA UMIDADE DO SOLO.** In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO-SIEPE, 10., 2018, Santana do Livramento. **Anais [...]**. Santana do Livramento: Siepe, 2018. p. 1-4. Disponível em: <[https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq\\_trabalhos/18139/seer\\_18139.pdf](https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/18139/seer_18139.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2020.

ROBOCORE, Tecnologia LTDA. **PLACA ESP8266 NODEMCU (ARDUINO)**. Disponível em: <<https://www.robocore.net/wifi/nodemcu-esp8266-12-v2>>. Acesso em: 08 jan. 2021.

ROBOCORE, Tecnologia LTDA. **SENSOR DE UMIDADE DO AR E TEMPERATURA (DHT22)**. Disponível em: <<https://www.robocore.net/sensor-ambiente/sensor-de-temperatura-e-umidade-dht22>>. Acesso em: 08 jan. 2021.

SOUZA, Márcia Vieira de. **UMIDADE DO SOLO A PARTIR DE DIFERENTES METODOLOGIAS DE DETERMINAÇÃO**. 2019. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina, 2019. Disponível em: <<https://releia.ifsertao-pe.edu.br/jspui/bitstream/123456789/567/1/M%c3%81RCIA%20VIEIRA%20DE%20SOUZA.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2020.

TEIXEIRA, Alexandre Jacinto. **A CULTURA DO CRISÂNTEMO DE CORTE**. Nova Friburgo - Rio de Janeiro, EMATER-RIO, 2004. Disponível em: <[http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/frutas/A\\_cultura\\_do\\_crisantemo\\_de\\_corte.pdf](http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/frutas/A_cultura_do_crisantemo_de_corte.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2021.