

Sistema de irrigação por gotejamento no tomateiro

Gabriel Soares Freitas Caetano

*Faculdade de Tecnologia de Pompeia - Shunji Nishimura -
gabrielsfc30399@outlook.com*

José Antonio Zanguetin

Faculdade de Tecnologia de Pompeia - Shunji Nishimura - zezanguettin@gmail.com

Luiz Carlos Querino Filho

Faculdade de Tecnologia de Pompeia - Shunji Nishimura

Faculdade de Tecnologia de Garça - luiz.querino@fatec.sp.gov.br

Resumo

O presente trabalho tem por finalidade desenvolver e avaliar um sistema inteligente de baixo custo que articule agricultura e tecnologia. Em paridade, as duas áreas de abrangência combinam-se aqui por meio da “Internet das coisas” (IoT) operando na irrigação localizada em lavouras de tomate. O projeto desenvolvido trata-se de um sistema de reconhecimento de espaço, que exerce sua função por meio de sensores instalados em canteiros produtores. Estes sensores capturam dados e transforma-os em informação, analisando-as e auxiliando o agricultor na tomada de decisão, sem que o mesmo se preocupe com os manejos básicos da produção. Além de otimizar o tempo gasto para irrigação, os sensores determinam a capacidade de absorção de água no solo, tornando este um processo mais assertivo. Como benefício, destacam-se: aumento da produtividade; organização das informações obtidas durante cada processo realizado na lavoura; diminuição dos riscos na produção e a redução dos gastos abusivos com irrigação, insumos e energia. Juntas, as vantagens dispostas pelo sistema de IoT na irrigação do tomateiro garantem o desenvolvimento sadio das plantas e dos frutos, exigindo apenas recursos necessários à produção.

Palavras-chave: IoT. Tomateiro. Manejos Básicos. Água. Irrigação.

Drip irrigation system in tomato crop

Abstract

This work aims to develop and evaluate a low cost intelligent system that merges agriculture and technology. These two areas are combined with the Internet of Things (IoT), operating in irrigation in tomato crops. The developed project deals with a space recognition system through sensors which are installed in the crops. These sensors capture data and transform it into information, analyze it and help the farmer to make a decision, without worrying about the production basic management. In addition to optimizing the time spent on irrigation, the sensors determine the water absorption capacity in the soil, making this process more assertive. Some benefits are: increased productivity; organization of information obtained during each process carried out in the crop; risks reduction in production and decreased expenses with irrigation, inputs and energy. The advantages provided by the IoT system in tomato crop irrigation guarantee the healthy development of plants and fruits, requiring only resources which are necessary for production.

Keywords: IoT. Tomato Crop. Basic Management. Water. Irrigation.

1 Introdução

A irrigação configura-se como uma etapa de extrema importância para a agricultura, pois aumenta consideravelmente a eficiência da lavoura. Com a função de suprir as culturas com a quantidade necessária de água e no momento certo, uma boa irrigação deve considerar as condições de relevo, solo, clima e da cultura instalada. As variáveis citadas são informações relevantes, uma vez que cada cultura possui uma fisiologia diferente, isto é, cada tipo de planta requer uma quantidade específica de água, que também podem variar de acordo com o estágio de desenvolvimento de cada uma.

Além disso, convém avaliar que, com o aumento crescente da população mundial, a exigência de que a agricultura atual seja inovadora e com técnicas de produção bem planejadas e eficientes vem aumentando com o decorrer do tempo. Em síntese, a principal exigência do mercado diz respeito à uma agricultura que propicie o máximo de aumento na produtividade das culturas, ao passo que busque agredir minimamente o meio ambiente.

Nesse sentido, o Brasil destaca-se como detentor de uma abrangente quantidade de água quando comparado com outros países. Estima-se que o país – um dos mais desenvolvidos economicamente da América do Sul - possua aproximadamente 12% da disponibilidade de água doce mundial. A distribuição desse recurso, porém, é desproporcional, sobretudo ao avaliar as dimensões continentais do Brasil. A região Norte concentra aproximadamente 80% da quantidade de água disponível no país, e concentra apenas 5% da população. Em contrapartida, as regiões litorâneas possuem um pouco mais de 45% da população, ao passo que detêm menos de 3% dos recursos hídricos disponíveis no país (ANA, 2019).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (PENA, 2020), a maior parte dos recursos hídricos mundiais são destinados à área agropecuária. A organização aponta, ainda, que de toda água usada na agricultura, cerca de 70% é exclusivamente direcionada à prática de irrigação de lavouras; um número que, no Brasil, chega a 72%. Considerando isso, dados do relatório da Rede Global de Informações Agrícolas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (GOTTEMS, 2020), estimam que, dentro de alguns anos, o Brasil deve se tornar o principal produtor mundial de soja, ultrapassando os Estados Unidos, que é visto hoje como uma das potências mais estáveis nesse setor da economia.

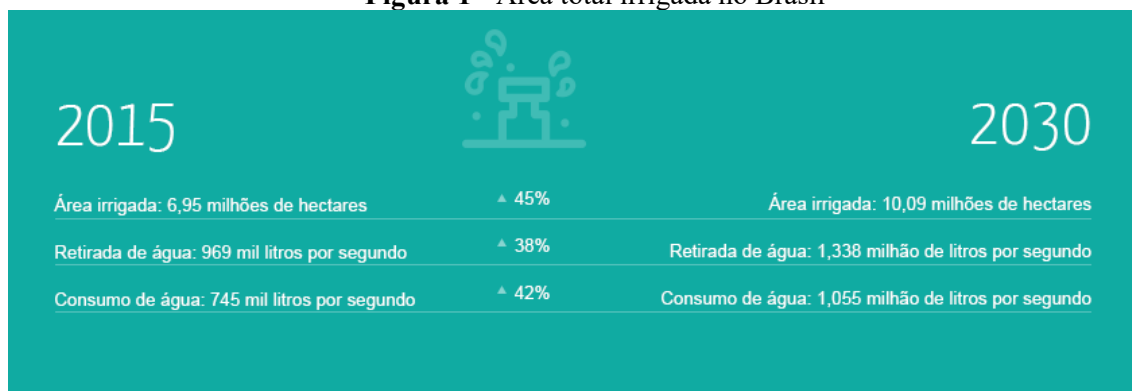
Nesse sentido esse trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de um sistema de irrigação que permitisse manter os níveis hídricos necessários para o desenvolvimento saudável da planta, elevando o desenvolvimento da lavoura ao máximo, reduzindo custos de produção e minimizando gastos abusivos de água empregada na irrigação.

2 Desenvolvimento

A agropecuária é uma das práticas que mais consomem água no mundo. No Brasil, essa prática obteve forte expansão com o apoio de políticas públicas, a partir das décadas de 1970. Mesmo utilizando uma pequena parte do seu potencial para a atividade, atualmente, o Brasil está entre os países com maior percentual de irrigação do planeta. (ANA, 2020)

Na Figura 1 pode-se observar a projeção de crescimento na área irrigada e gastos com água em 2030.

Figura 1 - Área total irrigada no Brasil



Fonte: ANA (2020).

Através de parcerias com produtores de Mogi Guaçu, a Revista HF Brasil divulgou, em junho de 2016 que o valor gasto com irrigação em lavouras de tomate representa cerca de 30,1% dos custos de produção da propriedade. Nesse sentido, o projeto que integra agricultura com tecnologia objetiva, sobretudo, garantir uma boa produção de tomates reduzindo o valor apontado acima. Para isso, a internet das coisas, ou como mais conhecida do inglês, *Internet of Things* (IoT), destaca-se como um paradigma que cresce à medida que o mundo se torna mais moderno e conectado.

O IoT utiliza tecnologias embarcadas em objetos do dia a dia e pode ser usado nos mais diversos setores. Adotar a tecnologia no campo através de Big Data e Mecanização em Agricultura de Precisão, não é novidade, e faz parte da transformação da “Agricultura 4.0” que une automação e conectividade. Essa inovação compreende uma ampla porção de sensores, drones e tecnologias embarcadas em máquinas agrícolas que, juntas, formam um valioso banco de dados com autonomia suficiente para auxiliar o produtor a agir no melhor momento e com as melhores estratégias disponíveis, garantindo benefícios à sua plantação.

O tomateiro é uma planta que exige de disponibilidade hídrica em abundância, uma vez que seu fruto possui aproximadamente 94% de água. Seu sistema radicular pode atingir até 1,5m de profundidade (CLEMENTE, 2020; FINOCCHIO, 2020).

O tomate, uma fruta que apresenta quatro fases produtivas importantes, tem a fase de frutificação como a mais afetada em situações de desbalanço hídrico. Nessa situação, o déficit ou superávit hídrico podem comprometer a qualidade dos produtos obtidos e o rendimento da produção, o que resulta em prejuízos financeiros para a propriedade (MAROUELLI, 1991).

A Irrigação no tomateiro pode ser feita por várias maneiras, sendo as mais comuns:

1. Irrigação por Aspersão: funciona através de mecanismos mecânicos e hidráulicos, compreende a técnica de reproduzir - de maneira artificial - a chuva. Essa técnica, embora pareça benéfica à produção, causa o molhamento foliar constante, evitando que defensores agrícolas se fixem na superfície da folha. Quando combinada a uma temperatura entre 20°C e 30°C, a irrigação por aspersão ainda favorece o aparecimento da mancha bacteriana do tomateiro, incitada pela espécie *Xanthomonas spp.* Com base nos pontos negativos apresentados, conclui-se que esse método não se faz muito eficaz na produção do tomate.

2. Irrigação de Superfície: Neste método a irrigação se dá por meio da gravidade. A aplicação da água ocorre diretamente na superfície a ser irrigada, isto é, não afeta a folha como na técnica anterior. Suas maiores desvantagens na lavoura são: (1) o aumento da água parada, que pode estimular o excesso hídrico para a planta, ocasionando danos como queda das flores, rachadura nos frutos e podridão apical e (2) dependência do declive, ou seja, o terreno onde a lavoura está instalada deve ter declive acentuado para a técnica seja realizada com qualidade, irrigando os pés de tomate ao passo que não cause danos ao solo.
3. Gotejamento: O Sistema Localizado, também conhecido como sistema de gotejamento, é a ferramenta de irrigação mais eficiente no tomateiro. Quando comparado a outras técnicas de irrigação disponíveis, como a aspersão, por exemplo, o gotejamento reduz os gastos com água em até 30%, sendo extremamente vantajoso ao produtor (COLLA *et al.*, 1999). Pode-se destacar, ainda, sua alta eficiência, que se dá em detrimento ao sistema de vazão controlada, ou seja pode-se determinar o volume de água que será distribuído na lavoura, fato este que permite sua utilização quando há poucos recursos hídricos na região.

O planejamento da irrigação deve ser feito com base no potencial hídrico do solo e em dados climáticos da região (GOMES; TESTEZLAF, 2004). Considerando a referência utilizada, é importante que, ao realizar a irrigação, sejam avaliadas as variáveis que influenciam na irrigação, como fatores climáticos e do solo onde funcionará o sistema, possibilitando que, juntos, os dados forneçam a máxima de eficiência do sistema.

Na prática, os testes realizados para o presente trabalho foram conduzidos em vasos preenchidos com solo predominante da região onde o substrato rochoso é composto de arenitos da Formação Adamantina. Geologicamente, predominam solos dos tipos *latossolo vermelho-amarelo*.

Para desenvolvimento do trabalho, foram monitoradas 10 plantas do tipo *Solanum lycopersicum var. cerasiforme* em estágio de crescimento vegetativo à desenvolvimento do fruto. A profundidade efetiva do sistema radicular média era de 40 cm. As irrigações foram aplicadas em um ambiente controlado, utilizando os seguintes equipamentos:

- i. Arduino R3 Uno: Este equipamento tem como função atuar no sistema como placa principal, na qual é instalada o microcontrolador, que é responsável por todo o processamento do código, bem como por comandar a funcionalidade de todos os outros componentes.
- ii. Sensor DHT11: O sensor DHT11 tem a função de realizar a medição de temperatura e umidade do ar, reportando os valores encontrados para o Arduino R3 Uno. Permite fazer leituras de temperaturas entre 0 a 50 Celsius e umidade entre 20 a 90%.
- iii. Sensor de Umidade do Solo Higrômetro: Este equipamento é utilizado para mensurar a umidade do solo através de uma corrente elétrica, enviando os valores coletados para o Arduino R3 Uno. Os valores coletados pelo sensor serão comparados com valores de referência pré-determinados no código fonte. Suas sondas criam uma corrente elétrica que permite medir a resistência. O valor da resistência resultará no valor da umidade do solo
- iv. Módulo rele de um canal: Essa estrutura do sistema tem como função fechar o contato mecânico, ou seja, funciona exatamente como um interruptor. Ela aciona a válvula solenoide e, assim, inicia o sistema de irrigação.

- v. Protoboard: Placa de ensaio ou matriz de contato. Esse equipamento realiza no sistema as principais ligações, como: positivo, negativo e a pinagem de sinal dos componentes.
- vi. Válvula Solenóide 127V: Sua função é liberar a passagem da água que será utilizada na irrigação, liberando a passagem quando o solo se encontra em estado de deficiência hídrica e fechando-a quando o solo atinge os padrões pré-determinados de acordo com as necessidades hídricas do estágio da planta.

Para o desenvolvimento do código e a montagem do sistema, é necessário configurar o ambiente de trabalho na plataforma Ide do Arduino (ARDUINO, 2020).

Para isso utiliza-se uma placa compatível com Arduino R3 Uno, modelo CH341SER disponibilizado em: <http://mekanus.com.br/>.

Iniciando a programação do sistema de irrigação, é necessário importar a biblioteca dht.h, que é responsável pelo sensor DHT11, e definir a pinagem de todos os componentes utilizados, como apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Definição da pinagem dos componentes C++

```
// Definindo a pinagem de todos os componentes

#define pinDHT 10 // sensor DHT11
#define pinA A1   // Pino Analógico sensor Higrometro
#define pinD 8    // Pino Digital sensor Higrometro
#define Rele 9    // Acionamento do Rele
```

Fonte: Dos autores.

O próximo passo foi definir a entrada, saída e a taxa de atualização Figura 3.

Figura 3 - Definição de entrada, saída e taxa de atualização C++

```
void setup() {

    pinMode (pinD, INPUT);
    pinMode (Rele, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
```

Fonte: Dos autores.

A lógica dos sensores e procedimentos estão descritos na Figura 4.

Figura 4 - Lógica dos sensores C++

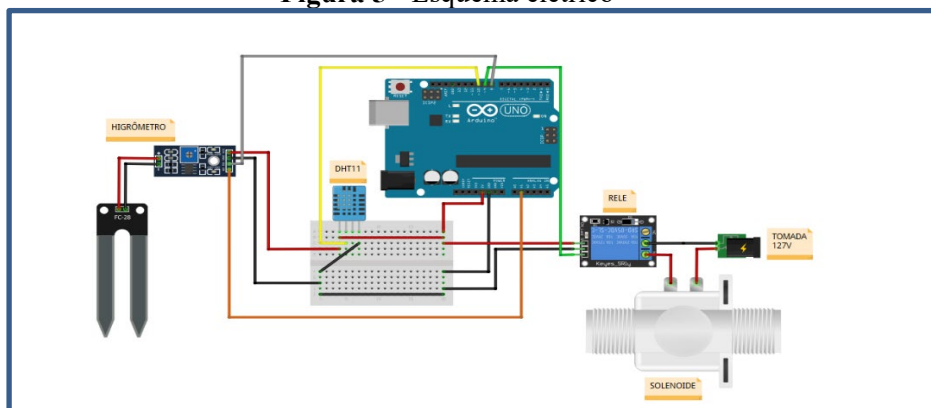
```

Serial.print(" Valor Atual da Umidade: ");
Serial.print(analogRead(pinA));
Serial.print(" ");
Serial.print(" Status do Sistema");
if (analogRead(pinA) > 500) {
    Serial.println(" Irrigando ");
    digitalWrite(Rele, HIGH);
} else {
    Serial.println(" Irrigação Completa ");
    digitalWrite(Rele, LOW);
}
delay(3000);

```

Fonte: Dos autores.

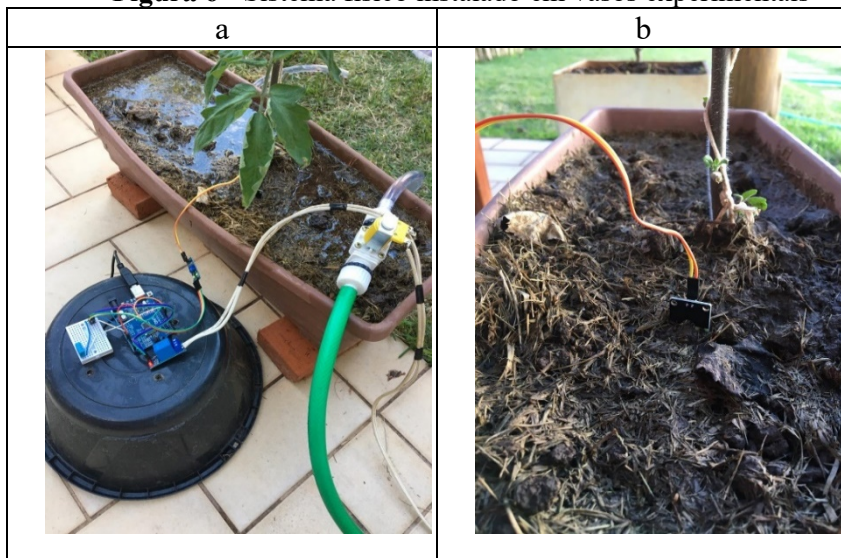
O acionamento da válvula solenoide é realizado através do rele, que é definido no código. Quando o valor do sensor de umidade do solo chega ao status definido, ocorre a ativação da válvula, acionando o sistema de irrigação. O sistema desativa a irrigação quando os parâmetros pré-estabelecidos são atingidos. A imagem a seguir, (Figura 5) mostra a simulação computadorizada, de forma a compreender o esquema elétrico do sistema.

Figura 5 - Esquema elétrico

Fonte: Dos autores.

Pode-se observar Figura 6a e 6b a instalação do sistema físico nos vasos experimentais.

Figura 6 - Sistema físico instalado em vasos experimentais



Fonte: Dos autores

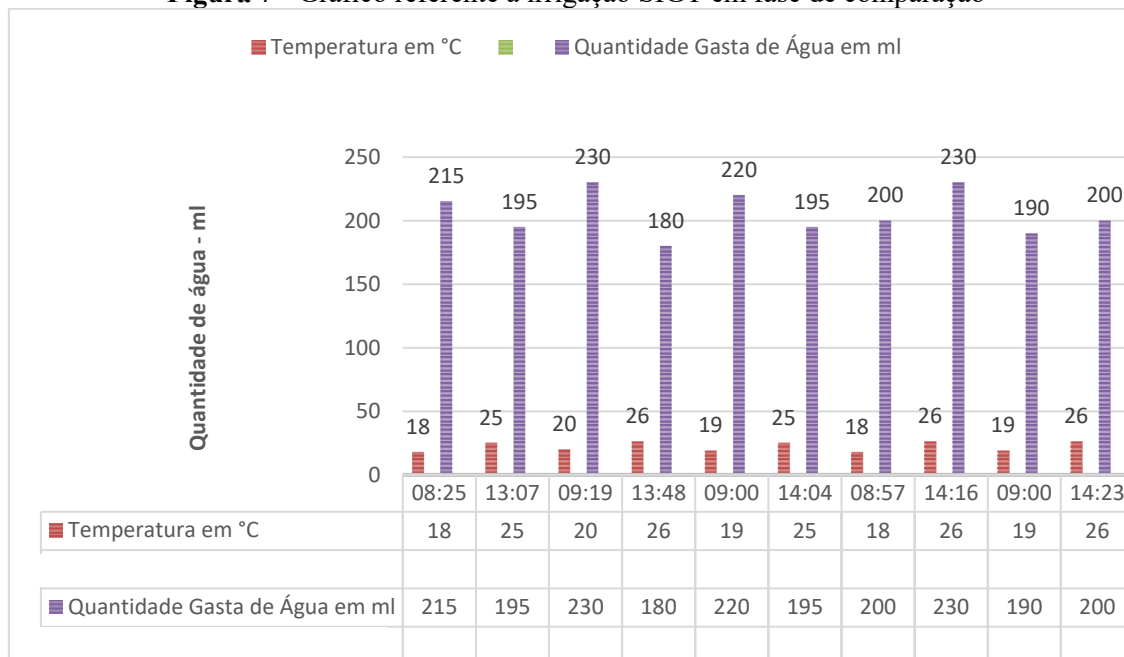
3 Resultados e Discussão

A fim de comparar o sistema desenvolvido neste artigo com o método de irrigação manual existente, os turnos foram estabelecidos nas mesmas condições climáticas e em horários simultâneos, para que fatores como; temperatura, umidade do solo e ar, não influenciassem e/ou causassem alterações nos resultados.

A rega realizada pelo SIGT ocorreu apenas quando os padrões de umidade do solo chegaram a níveis abaixo de 70%. Disponibilizando água ao solo até que os padrões estabelecidos fossem atingidos.

Os resultados da irrigação com o SIGT mostraram que, para manter os níveis hídricos necessários para o desenvolvimento de uma planta, foram gastos 2055ml de água em 5 dias de testes, como ilustra o gráfico exibido na Figura 7.

Figura 7 - Gráfico referente a irrigação SIGT em fase de comparação

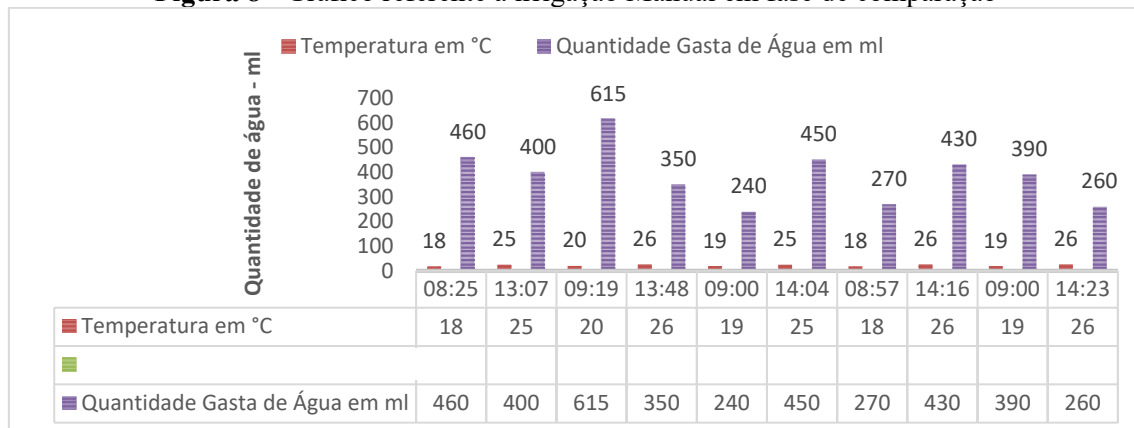


Fonte: Dos autores

O Sistema de irrigação manual foi realizado a fim de simular a irrigação feita de forma não normatizada, isto é, sem que padrões de rega fossem seguidos.

A Figura 8. revela que a irrigação manual obteve resultados maiores de gasto com água quando comparado com o SIGT.

Figura 8 - Gráfico referente a irrigação Manual em fase de comparação

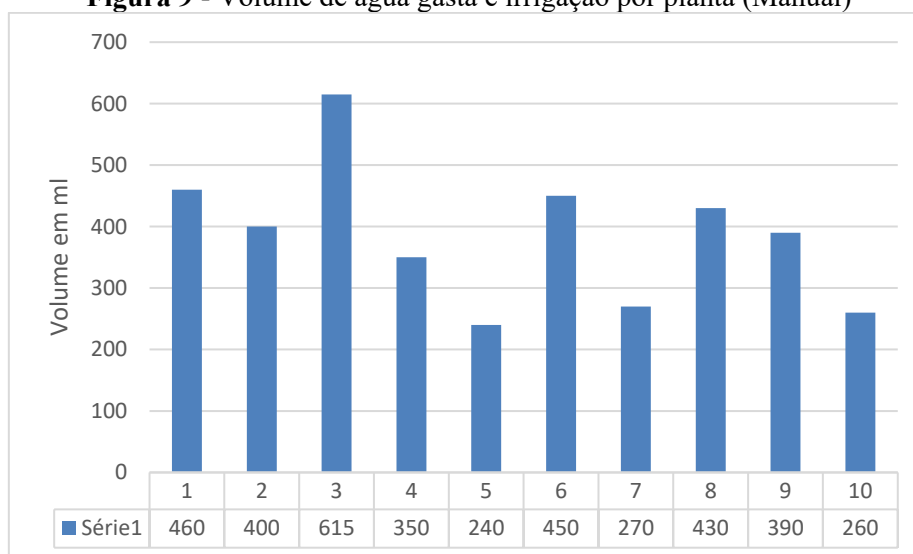


Fonte: Dos autores

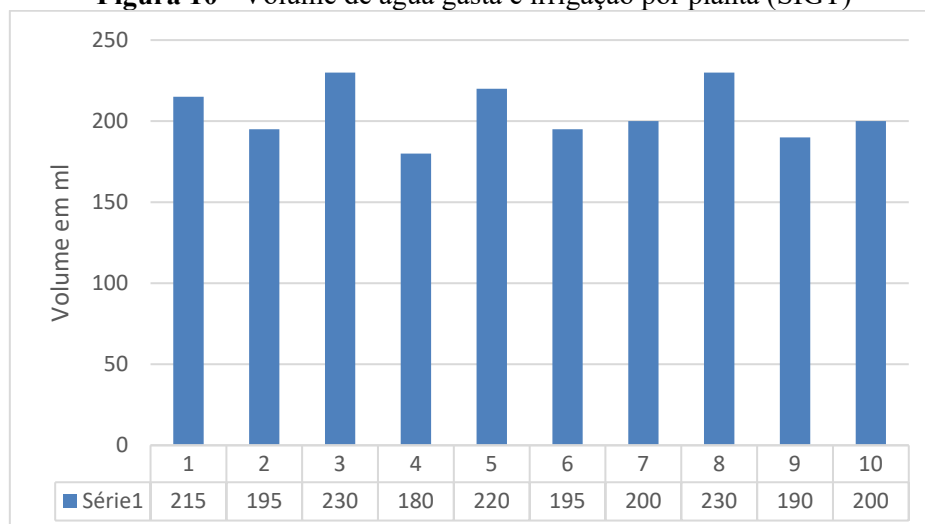
Através de testes comparativos foi constatado que o turno de rega com o SIGT realizado no tomateiro na fase de desenvolvimento da planta obteve resultados de economia de água em 88% em comparação a irrigação manual. A captura dos dados climáticos (temperatura, umidade relativa do ar e umidade do solo) foram determinantes para que o turno de rega fosse aplicado de maneira eficaz, realizando a irrigação de acordo com as necessidades da planta.

Os dados sobre o volume de água utilizado no estudo na irrigação manual e pelo SIGT foram analisados por meio do delineamento inteiramente casualizado. A análise de variância mostrou-se significativa e, por isso, procedeu-se o Teste de Tukey que verifica a diferença entre as médias dos tratamentos. Para este estudo, houve diferença significativa entre o volume de água utilizado no modelo manual e pelo modo SIGT (p-valor < 0,0001).

Figura 9 - Volume de água gasta e irrigação por planta (Manual)



Fonte: Dos autores

Figura 10 - Volume de água gasta e irrigação por planta (SIGT)

Fonte: Dos autores

De acordo com os gráficos amostrais foi constatado que o SIGT quando comparado com o sistema de irrigação manual ofereceu uma economia de água de 1810ml por planta em um período de irrigação 5 dias, sendo duas regas por dia, totalizando 10 irrigações.

5 Conclusão

A construção do projeto revelou que a área de irrigação e automação é vasta e muito importante para a redução dos custos de produção, aumento da produtividade e economia de água.

Os resultados obtidos através dos testes de campo e apresentados Figuras 9 e 10 revelam que o sistema de irrigação por gotejamento é capaz de manter a umidade do solo em níveis nos quais o desenvolvimento da planta seja favorecido em todos os estágios vegetativos, sem que haja gastos abusivos de água. Todos os sensores instalados apresentaram resultados esperados, tornando todo o sistema simples, fácil de ser configurado e muito preciso.

REFERÊNCIAS

- ANA. **Quantidade de água**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 20 de maio de 2020.
- ARDUINO. **O que é Arduino**. [S.I.], 2020. Disponível em :<<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 17 de Maio de 2020.
- CLEMENTE, F. M. V. T. **Árvore do conhecimento: tomate**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2020. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2r02wx5eo01xezlspj4uen4.html>>. Acesso em 15 de Maio de 2020.

COLLA, G., CASA R., LO CASCIO, B., SACCARDO, F., TEMPERINI, O., LEONI, C. **Responser of processing tomato to water regime and fertilization in central Italy**. ISHS Acta Horticulturae, 1999. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/487/487_88.htm>. Acesso em 14 de Maio de 2020.

DELEO, J. P. B., BRITO JUNIOR, J. S., PARANHOS, G. G. **Especial Tomate: custo para produzir um hectare de tomate ultrapassa RS100 mil**. HF-Brasil, 2016. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/especial-tomate-custo-para-se-produzir-um-hectare-de-tomate-ultrapassa-r-100-mil.aspx>>. Acesso em: 12 de Maio de 2020.

FINOCCHIO, H. **Alimentos ricos em água**. Carlos Eugênio Triathlon CE+3, [S. I.], 2020. Disponível em: <<http://www.carloseugenio.com.br/site/alimentos-ricos-em-agua/>>. Acesso em: 08 de Abril de 2020.

GOMES, E.P.; TESTEZLAF, F. **Manejo da irrigação na tomaticultura de mesa**. Seminário de atualização da cadeia produtiva de tomate, 2004. Disponível em: <<https://gpidesalq.wordpress.com/2013/09/06/irrigacao-do-tomateiro-2/>>. Acesso em: 19 de Maio de 2020.

GOTTEMS, Leonardo. Brasil ultrapassará EUA como maior produtor de soja. AgroLink, 2020. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/brasil-ultrapassara-eua-como-maior-produtor-de-soja_428405.html>. Acesso em: 06 de Abril de 2020.

IRRIGAÇÃO. Agência Nacional de Águas, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/irrigacao>>. Acesso em: 02 de Maio de 2020.

MAROUELLI, Waldir. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região de Cerrado, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/hb/v24n3/14.pdf>>. Acesso em: 9 de Abril de 2020.

PENA, R. F. A. **Atividades que mais consomem água**. Brasil Escola, 2020. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/atividades-que-maisconsomemagua.htm#:~:text=Segundo%20a%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20das%20Na%C3%A7%C3>> Acesso em: 16 de junho de 2020.