



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**BRUNO FELIPE BEZERRA SILVA**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

**RECIFE**  
**2020.2**

**BRUNO FELIPE BEZERRA SILVA**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

**AUTOMAÇÃO PARA O MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA  
CANA-DE-AÇÚCAR**

Relatório apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, como pré-requisito para obtenção de nota da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório, sob orientação do Professor Manassés Mesquita da Silva.

**RECIFE  
2020.2**

# **RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

## **AUTOMAÇÃO PARA O MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

---

Bruno Felipe Bezerra Silva (Aluno)

---

Manassés Mesquita da Silva (Orientador)

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<b>Figura 1:</b> Diagrama do sistema com todos os componentes utilizados na automação.....	11
<b>Figura 2:</b> Esquema da montagem para testes.....	12
<b>Tabela 1:</b> Cronograma de atividades a serem desenvolvidas.....	14

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	06
<b>2. Objetivos</b>	07
<b>3. Referencial teórico</b>	07
<b>3.1. Irrigação</b>	07
<b>3.2. Irrigação por pulsos</b>	08
<b>3.3. Cana-de-Açúcar e automação</b>	09
<b>3.4. Energia solar na irrigação</b>	10
<b>4. Material e métodos</b>	11
<b>4.1 Sistema de automação</b>	11
<b>4.2. Montagem do protótipo</b>	12
<b>5. Atividades desenvolvidas</b>	13
<b>5.2. Especificar os componentes e montagem do protótipo</b>	13
<b>5.3. Acompanhar a elaboração do projeto de automação</b>	13
<b>6. Cronograma</b>	14
<b>7. Considerações finais</b>	14
<b>8. Referências bibliográficas</b>	14

## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo inicial da automação foi substituir atividades anteriormente realizadas no meio industrial de forma manual, por máquinas, resultando em uma maior produtividade e diminuindo consideravelmente o erro humano. Porém, com a alta adesão essa ferramenta passou a ser inserida em diversas áreas (CORIOLANO et al, 2020).

A irrigação é uma atividade agrícola que objetiva fornecer a água necessária para as plantas, e é fundamental para o cultivo em regiões com baixos índices de precipitação e mal distribuição espacial (ALKIRIS et al, 2018). Um sistema de irrigação bem projetado, minimiza o desperdício de água e aumenta a eficiência no uso dos insumos, e quando aliado a automação é possível uma melhora significativa no processo produtivo, necessitando de menos mão de obra e obtendo um maior controle sobre o sistema, possibilitando o monitoramento em tempo real e diminuindo os processos em que podem ocorrer erros humanos (LINO et al, 2017).

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com grande significância no agronegócio brasileiro, chegando a produzir 38,7 milhões de toneladas de açúcar e 27,8 bilhões de litros de etanol na safra 2016/2017 de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2017). A CONAB (2021) também estimou uma safra de 49,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar na safra 2021/2022 apenas na região nordeste do país, que é bastante promissora no setor sucroalcooleiro principalmente pela incidência de radiação solar, porém a produção da cultura em regime de sequeiro é bastante limitada, o que leva a necessidade do uso da irrigação para suprir as necessidades hídricas (ANDRADE JÚNIOR et al, 2018).

Com o funcionamento de um sistema de irrigação diariamente, há um alto consumo energético que pode ser reduzido ou até mesmo anulado. A energia solar pode ser uma grande aliada para dispensar a utilização de eletricidade proveniente da rede de distribuição, diminuindo os gastos e aumentando a competitividade do produtor (SILVA et al, 2017).

Diante da necessidade de um manejo de irrigação contínua e com pulsos, o estágio supervisionado obrigatório consistiu na elaboração de um projeto de automação para irrigação da cultura da cana-de-açúcar, que está localizado na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Carpina (EECAC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado no município de Carpina-PE na mata setentrional, onde são realizadas

pesquisas no setor sucroalcooleiro, um pilar do agronegócio em Pernambuco por meio da cana-de-açúcar e seus derivados.

## **2. OBJETIVOS**

O estágio supervisionado obrigatório (ESO) teve como objetivo a aquisição de conhecimento e experiência na área de irrigação e automação e ter a oportunidade de resolver problemas reais encontrados no cotidiano do profissional da Engenharia Agrícola, agregando conhecimentos que contribuam para uma formação mais completa.

## **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1. Irrigação**

A água é o elemento de maior importância para a agricultura, e permite estabilidade na produção de alimentos no mundo, porém, devido ao baixo índice de precipitação a demanda hídrica aumenta todos os dias, e é fundamental o manejo adequado da irrigação com a adoção de sistemas eficientes com o objetivo de evitar o desperdício da água na irrigação (OLIVEIRA et al, 2020).

A produção agropecuária é susceptível a diversos riscos ao longo da cadeia produtiva, porém, na fase agrícola as condições meteorológicas como a precipitação e fotoperíodo merecem destaque (CAMPOS et al, 2017). A deficiência hídrica é um dos principais fatores limitantes para a agricultura, podendo diminuir consideravelmente a produção. Quando prolongado, o estresse hídrico pode promover danos fisiológicos nas plantas, afetando a absorção de CO<sub>2</sub>, reduzindo a taxa fotossintética e reduzindo a área foliar, dito isso, a irrigação pode solucionar os problemas gerados pela falta de água (SOUSA et al, 2017).

Na maioria dos casos, a irrigação é fundamental para garantir aos produtores rurais rentabilidade e produtividade. Contudo, diante do cenário de escassez hídricas que nos encontramos, a agricultura irrigada tem como maior desafio a produção de alimento utilizando menos água, que além de beneficiar o meio ambiente também traz vantagens ao produtor por meio da economia de energia (CAMARGO, 2020). Dessa forma, o planejamento e uso de um

manejo racional da irrigação é importante para a agricultura por aplicar menos água e apenas quando necessário (SOBRINHO et al, 2020; DELAZARI et al, 2017).

### **3.2. Irrigação por pulsos**

A agricultura moderna tem como principal objetivo o aumento da produtividade associado a redução de custo de produção e melhora da qualidade. Dessa forma, as pesquisas por técnicas que atendam a esses requisitos estão cada vez mais frequentes (ALMEIDA et al, 2015). É possível encontrar diversos sistemas de irrigação disponíveis no mercado atualmente, porém o gotejamento possui a melhor eficiência de aplicação e a maior eficiência no uso da água e fertilizantes. Essa técnica consiste na aplicação da água diretamente no sistema radicular da planta, o que mantém a umidade próxima a capacidade de campo (ALMEIDA, 2012).

A irrigação por gotejamento aplica água no solo com baixa intensidade e alta frequência, o que a difere da irrigação por pulsos, a qual consiste na aplicação do volume requerido de água dividido em várias aplicações (MALLER et al., 2019). A baixa intensidade de aplicação de água é indicada como ótima para a relação solo-água-planta, e devido aos benefícios que a irrigação por pulsos proporciona na produtividade, qualidade dos produtos e na redução no consumo de água e energia, essa técnica está se tornando cada vez mais popular entre os produtores (BAKEER et al, 2009; ELMALOGLOU & DIAMANTOPOULOS, 2009).

A presença da água na zona radicular é fundamental para o crescimento da planta, e o modo que é feita a aplicação da água no solo influencia no período de tempo em que as raízes permanecem úmidas e sem haver perdas (ELNESR et al., 2015). Quando comparado a técnicas de aplicação de água contínua, a aplicação realizada por pulsos reduz significativamente a perda de água abaixo da região radicular (ELMALOGLOU & DIAMANTOPOULOS, 2009).

Nos últimos anos foram desenvolvidos diversos estudos com diferentes culturas comerciais, e todos apresentam algum aspecto em que a irrigação por pulsos se sobressaiu, como a eficiência do uso da água, aumento de biomassa e redução dos efeitos da água salobra quando utilizadas para a irrigação (ALMEIDA et al, 2015; SILVA et al, 2019; ZAMORA et al, 2019)



### **3.3. Cana-de-Açúcar e automação**

As condições climáticas e a disponibilidade hídrica estão diretamente ligadas a produtividade da cana-de-açúcar, que se desenvolve satisfatoriamente em clima tropical, quente e úmido com temperatura entre 19° e 32°C (CAETANO, 2017). De acordo com Souza et al. (2019), quando realizada corretamente, a irrigação para a cultura da cana-de-açúcar é de grande interesse para a economia, aumentando a produtividade e a longevidade do canavial.

A cana é bastante exigente no decorrer do seu ciclo, e sendo uma cultura com ciclo prolongado (360 dias cana precoce e 540 dias cana tardia) é necessária uma maior atenção no manejo hídrico do cultivo. Dessa forma, uma das ferramentas que podemos utilizar para aumentar a eficiência no uso da água é a irrigação por gotejamento subsuperficial, que aplica água diretamente no solo e nas raízes em vez da superfície (OLIVEIRA et al, 2020).

O agronegócio brasileiro é responsável por um quarto do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, com a atividade canavieira entre as dez atividades mais importantes para o Brasil (LANÇONI et al, 2020). A cana-de-açúcar foi uma das primeiras plantas a serem introduzidas no país e se adaptou com bastante facilidade as condições climáticas do local (SOUZA et al, 2019). Segundo a CONAB (2017), na safra 2017/2018 o Brasil foi o maior produtor mundial de cana-de-açúcar com uma produção de 633,26 milhões de toneladas. Segundo Meurer et al. (2015) a crescente demanda e produção da cana são os grandes impulsionadores para o investimento em novas tecnologias que otimizem a cadeia produtiva.

A automação nada mais é do que um sistema em que os processos são executados e controlados por meios eletrônicos ou mecânicos, composto por diversas técnicas que por meio dos dados coletados por sensores, realizam uma determinada ação. Para que seja possível a automação é necessária um conjunto de componentes, onde o microcontrolador atua como o “cérebro” do sistema, recebendo a programação e interagindo com os componentes ligados a ele (SOUZA & ROCHA, 2020).

O uso de microcontroladores se torna acessível, visto que esses componentes são de baixo custo, compactos e de fácil aquisição, se tornando uma alternativa interessante para minimizar as atividades laborais e aumentar a eficiência do processo por meio da automação (CARVALHO et al, 2020).

### **3.4. Energia solar na irrigação**

Com o constante aumento da qualidade de vida e os avanços no setor industrial, a demanda por energia no mundo está cada vez maior. Dessa forma, os pesquisadores são incentivados a analisar formas alternativas de geração de energia não poluente, visto que a maior parte da energia do mundo ainda é gerada por fontes não renováveis (MUHSEN et al, 2017; KUMAR et al, 2020).

A energia solar é produzida por meio da radiação incidente do sol sob a superfície terrestre e o uso dessa energia para gerar eletricidade é bastante recomendado por não gerar gases do efeito estufa. O método convencional de geração de energia ainda é mais utilizado pelos produtores, em destaque os de menor porte, isto se dá devido ao alto custo inicial de um sistema fotovoltaico, enquanto o sistema convencional requer um investimento menor, entretanto, com alto custo de utilização (SINGH et al, 2021).

Segundo Kumar et al. (2020), o uso da energia solar em sistemas de irrigação está crescendo nos últimos anos principalmente em locais onde não há energia elétrica, o uso de sistemas fotovoltaicos para bombeamento é um dos mais promissores, possibilitando uma economia significativa a longo prazo, e reduzir o custo de manutenção em até quatro vezes, o que corrobora com o que foi obtido por García et al. (2013), o qual observou uma economia entre 20% a 29% utilizando um sistema fotovoltaico para aumentar a eficiência de energia de um sistema de irrigação pressurizada.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

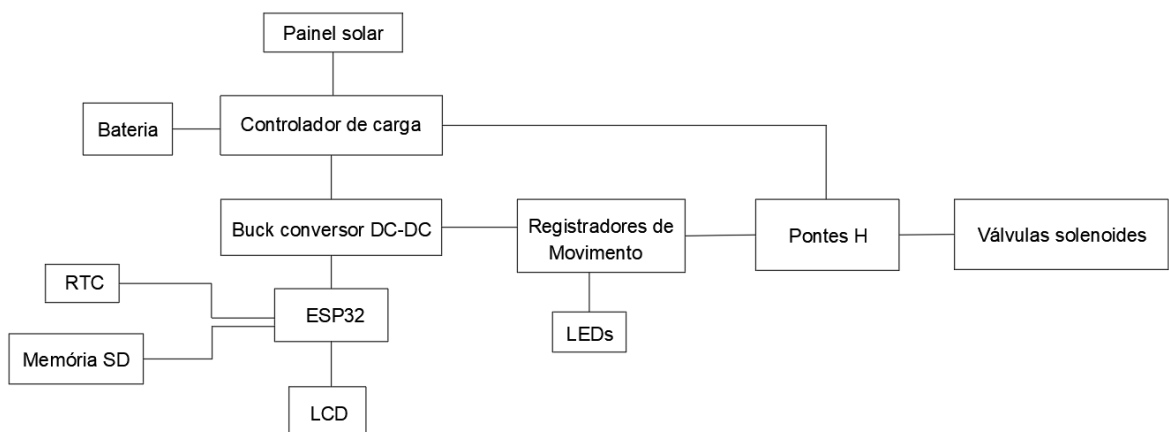
O estágio foi realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco, em sua maioria em formato remoto devido as restrições impostas pela pandemia da Covid-19, onde as atividades foram desenvolvidas por meio de softwares e mecanismos de pesquisa no período entre 01 de outubro até 02 de dezembro de 2021.

As atividades desenvolvidas consistiam no auxílio da elaboração de um sistema de automação de válvulas de irrigação responsáveis pelo controle do parcelamento das lâminas aplicadas de forma pulsada e contínua, visando suprir a necessidade diária da cultura da cana-de-açúcar.

#### 4.1. Sistema de automação

Para a confecção do projeto de automação foram utilizados softwares como o Fritzing (versão 0.9.9) e o Arduino IDE (versão 1.8.5). Foi realizada a contabilização e a listagem as peças necessárias para o funcionamento do sistema e realizada a programação condizente com o que se esperava do sistema, com a lista de todos os materiais foi feito um orçamento nas lojas locais para estimar os custos totais com a parte eletrônica.

Podemos observar na figura 1 o diagrama do sistema como um todo, o controlador de carga recebe a corrente do painel solar e distribui para carregar a bateria e alimentar o sistema, caso não haja corrente proveniente da placa a energia para o funcionamento será da bateria. Os dispositivos eletrônicos funcionam com 5V, logo precisamos do conversor DC-DC Buck que irá reduzir a tensão que inicialmente está em 12V. O conversor alimenta o microcontrolador ESP32, que é responsável por armazenar o código de controle para ligar e desligar as válvulas, controlar os periféricos necessários como o LCD e os LEDs para controle visual do sistema, o RTC (*Real Time Clock*, do inglês, Relógio de tempo real), responsável por referenciar o sistema com a hora real, e a memória SD para armazenar os intervalos de irrigação programados.



**Figura1:** Diagrama do sistema com todos os componentes utilizados na automação.

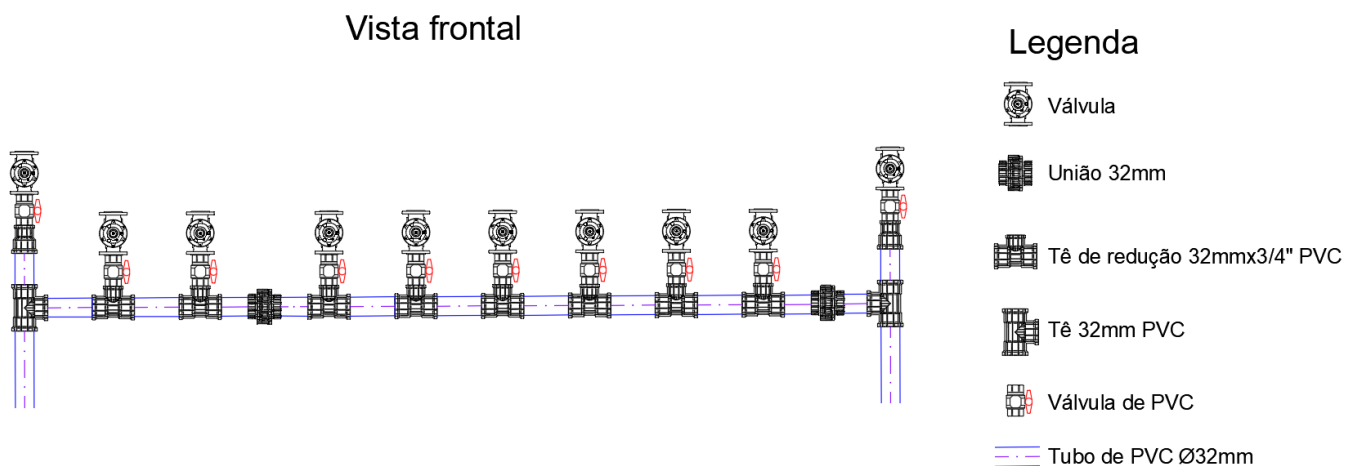
Para fazer o controle das válvulas solenoides, o ESP32 controla os registradores de deslocamento, dispositivos responsáveis por expandir a quantidade de saídas digitais de controle. Os registradores, por sua vez, controlam as Pontes H que são responsáveis por

fazer a ligação entre o sistema com tensão reduzida (5V) com o sistema com a tensão mais elevada (12V). Por fim, as pontes H enviam os comandos recebidos para as válvulas solenoides que vão ligar ou desligar o sistema hidráulico.

#### 4.2. Montagem do protótipo

Levando em consideração que o sistema em questão será instalado em campo na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Carpina (EECAC) pertencente a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), se fez fundamental a confecção de um protótipo onde fosse possível a realização de testes para a validação do seu funcionamento.

Para isso, foi montado um protótipo utilizando peças de PVC onde as válvulas pudessem ser acopladas, e em conjunto com as peças eletrônicas, fosse possível a realização dos testes antes da instalação definitiva na EECAC, na figura 2 podemos observar o esquema e as peças utilizadas para a montagem do protótipo.



**Figura 2:** Esquema da montagem para testes.

As válvulas utilizadas no projeto foram do tipo solenoides de pulso elétrico, em que o estado em que se encontra (fechada ou aberta) é alterado em função do pulso elétrico recebido, sem a necessidade da válvula permanecer energizada, economizando energia, o que é essencial uma vez que no local em que será instalado o sistema, não dispõe de energia elétrica, sendo necessário o uso de energia solar.

## **5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

### **5.1. Realizar um referencial teórico**

É fundamental no início de um projeto, a realização de um referencial teórico para se obter embasamento científico sobre o assunto em questão, facilitando a visualização de possíveis problemas que possam surgir e as limitações atuais sobre o assunto.

Por este motivo, o estagiário desenvolveu habilidades de obtenção e análise de dados, realizando um levantamento de artigos e documentos que envolvem temas relacionados as atividades desenvolvidas, como irrigação por pulsos, cana-de-açúcar e automação, esse conhecimento foi muito útil para a compreensão do trabalho de uma maneira geral.

### **5.2. Especificar os componentes e montagem do protótipo**

Nesta fase, inicialmente é necessário compreender o que se almeja com o projeto de automação, e então foi realizado a listagem e um orçamento, o que foi de extrema importância para que o estagiário se familiarizasse com a confecção de orçamento, planilhas de custo e adquirisse conhecimento sobre o mercado desses produtos.

A montagem do protótipo foi de grande importância pois foi possível ver como de fato são feitas as conexões das peças de PVC e a instalação da bomba, se deparando com problemas reais que podem acontecer na montagem de um sistema, o que foi sem dúvida muito importante para a formação de um profissional mais completo.

### **5.3. Acompanhar a elaboração do projeto de automação**

Para iniciar o projeto de automação foi necessário compreender a função do sistema a ser desenvolvido. Era necessário um sistema de automação que controlasse dez válvulas solenoides que liberavam a passagem de água para diferentes setores em um plantio de cana-de-açúcar, porém, cinco válvulas trabalhariam de forma contínua, e o restante aplicaria as lâminas em porções iguais com intervalo de tempo até que estivesse completa a irrigação, ou seja, de forma pulsada. Vale salientar o acionamento das válvulas devem ocorrer de forma simultânea ao início da irrigação, sendo desligadas de forma independente ao final da aplicação das lâminas.

Com o objetivo do sistema, o estagiário buscou novas informações sobre os componentes eletrônicos e a melhor forma de programar o microcontrolador, o que foi



CAETANO J. M. Modelagem agrometeorológica da cana-de-açúcar nas condições edafoclimáticas do centro-oeste goiano. Universidade Federal de Goiás, **Escola de Agronomia, Programa de Pós-graduação em Agronomia**. P. 16 –125. Dezembro de 2017.

CAMPOS, F. H., BIGATON, A., DA SILVA, H. J. T., MARQUES, P. V., & COELHO, R. D. Análise de rentabilidade de irrigação na cana-de-açúcar: estudo de caso de uma usina de Goiás. **Revista IPecege**, 3(2), 124-133. 2017.

CAMARGO, D. C. Manejo da Irrigação: quando, quanto e como irrigar. **Agência Nacional de Águas – ANA**. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: primeiro levantamento – Safra 2017/2018, v. 4, n. 1, 62p, abril/2017**. Conab, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra brasileira de cana-de-açúcar: segundo levantamento – Safra 2021/2022, v. 8, n. 2, 9p, setembro/2021**. Conab, 2021.

CORIOLOANO, D. L., MONTEIRO, G. F. O., GONÇALVES, D. P., SOUZA, T. D. S., DE SOUZA SILVA, L. T., & NASCIMENTO, B. S. Projeto de automação em irrigação utilizando sistema off grid. In **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018**. 2020.

DE ANDRADE JUNIOR, A. S., NOLETO, D. H., BASTOS, E. A., DE MOURA, M. S. B., & DOS ANJOS, J. C. R. Demanda hídrica da cana-de-açúcar, por balanço de energia, na microrregião de Teresina, Piauí. **Agrometeoros**, 25(1). 2018.

DE CARVALHO, H. R., SALVADOR, C. A., PINTO, M. F., ALVES, D. G., DA SILVA CHARLES, T., DE CARVALHO CAMARGO, B. T., & DE OLIVEIRA ESTIMA, P. H. Automação em bancada para ensaios hidráulicos de válvulas reguladoras de pressão. **Brazilian Journal of Development**, 6(8), 57121-57134. 2020.

DE OLIVEIRA, M. H. R., SOUSA, A. E. C., DA SILVA ÁVILA, E. A., DE OLIVEIRA, R. S., DA SILVA, R. M., & VENTURA, M. V. A. Produtividade da cana-de-açúcar sob irrigação localizada: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, 9(7), e104973966-e104973966. 2020.

DE SOUSA, A. V., & DA ROCHA, R. V. O uso da automação para aprimorar o cultivo do pequeno produtor. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, 6(1), 20-41. 2020.

DE SOUSA, G. G., DE ARAÚJO VIANA, T. V., DIAS, C. N., DA SILVA, G. L., & DE AZEVEDO, B. M. Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino. **MAGISTRA**, 26(3), 343-352. 2017.

DELAZARI, F. T., FERREIRA, M. G., DA SILVA, G. H., DARIVA, F. D., DE FREITAS, D. S., & NICK, C. Eficiência no uso da água e acúmulo de matéria na batata-doce em função de lâminas de irrigação. **Irriga**, 22(1), 115-128. 2017.

- ELMALOGLU, S., & DIAMANTOPOULOS, E. Effects of hysteresis on redistribution of soil moisture and deep percolation at continuous and pulse drip irrigation. **Agricultural water management**, 96(3), 533-538. 2009.
- ELNESR, M. N., ALAZBA, A. A., ZEIN EL-ABEDEIN, A. I., & EL-ADL, M. M. Evaluating the effect of three water management techniques on tomato crop. **PloS one**, 10(6), e0129796. 2015.
- GARCÍA, F. I., RODRÍGUEZ DÍAZ, J.A., CAMACHO POYATO, E., MONTESINOS, P. Optimal operation of pressurized irrigation networks with several supply sources. **Water Resour. Manag.** 27, 2855e2869. 2013.
- KUMAR, S. S., BIBIN, C., AKASH, K., ARAVINDAN, K., KISHORE, M., & MAGESH, G. Solar powered water pumping systems for irrigation: a comprehensive review on developments and prospects towards a green energy approach. **Materials Today: Proceedings**.33, 303-307. 2020.
- LANÇONI, A. A., SOARES, W. M., DA COSTA CARRER, C., & LIMA, C. G. Efeito da Aplicação de um Sistema de Automação Agrícola em Colheita Mecanizada de Cana-de-Açúcar como Ferramenta de Gestão e Controle de Custo Operacional. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, 24(2), 146-152. 2020.
- LINO, D. R., NETO, B. P. L., DE QUEIROZ, L. L., FEITOSA, P. B., RODRIGUES, A. A., & TEIXEIRA, A. D. S. Irrigação automatizada com plataforma de desenvolvimento arduino na horta didática da universidade federal do ceará. **Irriga**, 1(1), 85-93. 2017.
- MALLER, A., REZENDE, R., FREITAS, P. S. L. D., SERON, C. C., & HACHMANN, T. L. Moisture in the soil profile with water applications using pulse drip irrigation I. **Revista Ciência Agronômica**, 50, 234-241. 2019.
- MEURER, A. P. S., SHIKIDA, P. F. A., & VIAN, C. E. D. F. Análise da agroindústria canavieira nos estados do Centro-Oeste do Brasil a partir da Matriz de Capacidades Tecnológicas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 53, 159-178. 2015.
- MUHSEN, D. H., KHATIB, T., & NAGI, F. A review of photovoltaic water pumping system designing methods, control strategies and field performance. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 68, 70-86. 2017.
- SILVA, A. H. S., DA SILVA, M. M., ZAMORA, V. R. O., DA SILVA, G. F., JÚNIOR, J. A. S., & FREIRE, M. M. Viabilidade econômica da cultura do coentro sob gotejamento por pulsos e lâminas crescentes de irrigação. **V INOVAGRI International Meeting**. 2019.
- SILVA, F. V. P., FEITOSA, H. O., PEREIRA, C. F., SILVA, J. A. S., & FEITOSA, E. O. Potencial de energia solar para a irrigação no município de Barbalha-CE. **Energia na agricultura**, 32(1), 57-64. 2017.
- SINGH, D. B., MAHAJAN, A., DEVLII, D., BHARTI, K., KANDARI, S., & MITTAL, G. (2021). A mini review on solar energy based pumping system for irrigation. **Materials Today: Proceedings**. 2021



SOBRINHO, O. P. L., DA SILVA, G. S., DOS SANTOS, L. N. S., JÚNIOR, W. L. C., PEREIRA, Á. I. S., TEIXEIRA, M. B., ... & SOARES, J. A. B. Técnicas de dendrometria no manejo da irrigação: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, 9(8). 2020.

SOUZA, G. L., SÉRVULO, A. C. O., DE OLIVEIRA, M. H. R., & BITTAR, D. Y. Uniformidade De Aplicação De Lâmina De Irrigação Em Cana-De-Açúcar Por Autopropelido Com Diferentes Pressões De Serviço. **Ipê Agronomic Journal**, 3(2), 16-24. 2019.

ZAMORA, V. R. O. Gotejamento por Pulsos sob Cinco Lâminas de Fertirrigação na Produtividade da Cultura do Coentro. **Dissertação de Mestrado - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, p. 92, 2018.