



UNIVERSIDADE DE  
**VASSOURAS**  
*Campus Maricá*

## **IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA DE JARDINS E POMARES**

### **PROJETO PARA DISCIPLINA IoT**

**Engenharia de Software**

**5º semestre**

**UNIVASSOURAS – Universidade de Vassouras - Campus Maricá**

**Graduação: Engenharia de Software**

**Disciplina: Internet das Coisas\_Eng.Soft05\_B\_Noite**

**Coautor e orientador do projeto - Professor: Márcio Garrido**

**Grupo de Trabalho:**

**Denis Gomes Bonfim**

**Marcos Luiz de Sousa Reis**

**Rodrigo Oliveira**

**Ano 2024-1**

## RESUMO

Este estudo propõe desenvolver um sistema de irrigação automática baseado em microprocessador, para enfrentar os desafios relacionados à irrigação insuficiente e excessiva de culturas agrícolas e hortaliças. Esta pesquisa está alinhada com a crescente necessidade de otimizar os recursos hídricos e buscar práticas agrícolas sustentáveis, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas. Os objetivos incluem garantir uma distribuição precisa da água, adaptar-se às necessidades específicas das plantações e melhorar a eficiência dos recursos. Esta abordagem inclui a integração de tecnologias de automação utilizando microprocessador, permitindo o controle preciso da irrigação baseado em sensores de umidade do solo e outras variáveis ambientais. Os resultados demonstram a viabilidade e eficácia do sistema, destacando a sua contribuição para a conservação de água, redução de desperdícios e promoção da produção agrícola sustentável. Além disso, a discussão enfatizou a importância da integração dos sistemas de irrigação automatizados com os ODS, destacando o seu potencial na abordagem de desafios como a gestão sustentável da água e a adaptação às alterações climáticas. As contribuições desta investigação incluem o aumento do conhecimento de práticas agrícolas sustentáveis e o incentivo à adoção de tecnologia inteligente para desenvolver sistemas de irrigação eficientes e responsáveis.

**Palavras-chave:** Irrigação automática; Microprocessadores; Sustentabilidade; Objetivos do Desenvolvimento Sustentável; Eficiência hídrica.

## INTRODUÇÃO

O conceito de sustentabilidade tornou-se um tema central nas discussões globais, especialmente no contexto da 4ª Revolução Industrial, onde as preocupações com a gestão eficiente e ética dos recursos aumentam dia a dia. Neste contexto, existe um compromisso crescente da comunidade científica, da sociedade e do setor industrial na adoção de práticas que demonstrem claramente os princípios da sustentabilidade, expressos no conceito dos três

pilares económico, social e ambiental. Para nós graduandos em engenharia de software, a adesão aos valores éticos e morais associados a esses novos paradigmas torna-se obrigatória e responsável, implicando que cada projeto seja desenhado considerando seu impacto socioambiental, garantindo contribuições positivas ao meio ambiente e à sociedade em geral. No que se refere a irrigação automatizada para culturas agrícolas, a integração deste sistema com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas desempenha um papel importante. A automação da irrigação, ao promover o uso eficiente da água, pode contribuir significativamente para a consecução dos objetivos de sustentabilidade, especialmente aqueles relacionados com a gestão sustentável da água e a adaptação às alterações climáticas (ODS 6 e ODS 13). Além disso, ao otimizar o crescimento das plantações e minimizar o desperdício de recursos, tais sistemas também podem ter um impacto positivo na promoção da produção sustentável de alimentos (ODS 2) e na promoção de infraestruturas de inovação (ODS 9). Portanto, a implantação de sistemas de irrigação automatizados, em linha com os ODS e suas respectivas metas, representa não apenas uma resposta técnica avançada na Internet das Coisas (IoT) aos desafios agrícolas contemporâneos, mas também uma estratégia para a construção de um futuro mais resiliente e sustentável. Isto reforça a importância de conceber projetos a partir de uma perspectiva holística, integrando considerações técnicas, ambientais e sociais desde o planejamento até à implementação e avaliando o seu impacto.

**VANTAGENS DO PROJETO:** Principais pontos a serem considerados:

- **Automação Inteligente IoT:** O sistema de irrigação automática baseado no Arduino utiliza sensores para monitorar a umidade do solo. Quando necessário, ele ativa automaticamente a irrigação, eliminando a necessidade de intervenção manual.
- **Equilíbrio Hídrico:** A proposta é alcançar um equilíbrio perfeito na oferta de água às plantas. Evita-se o desperdício por excesso e garante-se que as raízes recebam a quantidade necessária para o crescimento saudável.

#### **BENEFÍCIOS AMBIENTAIS:**

- **Conservação de Recursos Hídricos:** Ao evitar o uso excessivo de água, o projeto contribui para a preservação dos recursos hídricos.
- **Redução do Desperdício:** A automação reduz o desperdício de água, um recurso valioso em muitas regiões.
- **Sustentabilidade Agrícola:** A irrigação adequada é fundamental para a agricultura sustentável, minimizando o impacto ambiental.

#### **ALINHAMENTO COM OS ODS:**

- **ODS 6 (Água Limpa e Saneamento):** Contribui para o uso responsável da água.
- **ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis):** Reduz o desperdício e promove práticas sustentáveis.
- **ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima):** Ao economizar água, contribui para a mitigação das mudanças climáticas.

#### **JUSTIFICATIVA DO PROJETO:**

- ✓ **Funcionalidade Autônoma:** O sistema de irrigação automática controlado pelo Arduino monitora a umidade do solo e fornece água conforme necessário. Isso significa que você não precisa se preocupar com regas diárias.
- ✓ **Baixo Custo:** O projeto é acessível e não requer investimentos significativos em microescala. É uma ótima opção para micro e macro escala.
- ✓ **Sensor de Umidade do Solo:** O coração do sistema é o sensor de umidade do solo, tecnologia de custo relativamente baixo que mede a umidade no substrato. Quando a umidade cai abaixo de um limite predefinido, o sistema ativa a irrigação.
- ✓ **Adaptabilidade e Aprendizado:** O projeto pode ser facilmente ampliado e adaptado para outras aplicações. Além disso, a capacidade de reinventar e personalizar é fundamental bem como a inovação; principalmente para nos graduandos em Engenharia que estamos começando a aprender mais sobre eletrônica e especialidades IoT.

## RESUMO DAS VANTAGENS DE NOSSA PROPOSTA

Nosso projeto de irrigação automatizada proposto se destaca em vários aspectos dos projetos similares estudados. Em primeiro lugar, o nosso projeto está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, demonstrando um claro compromisso com a sustentabilidade e o impacto social. Além disso, proporciona um controle preciso da irrigação, utilizando sensores de umidade do solo e outras variáveis ambientais para adequar a irrigação às necessidades específicas da plantação, evitando assim regar muito ou pouco. Destacamos também que o nosso projeto dá um contributo significativo para a conservação da água, o que é especialmente relevante em áreas onde a escassez de água é um desafio crescente. Além disso, ao incentivar a adoção de tecnologia inteligente na agricultura, promovemos a disseminação de métodos agrícolas sustentáveis e eficientes. Comparado a projetos similares, como o desenvolvido por Carvalho (2023), nosso projeto se destaca em termos de acessibilidade. Embora o projeto de Carvalho utilize materiais como placa Arduino, sensor de umidade do solo, bomba, LED e display, optamos por uma abordagem mais simples, removendo elementos estranhos como tela, o que reduz custos e torna nossa proposta mais acessível.

CARVALHO, Dailton Moraes de. Desenvolvimento de um protótipo para irrigação com o uso da plataforma Arduino. 2023.

<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/b468bb67-dcb4-41f1-8b47-152d024837ea/content>

Quanto ao projeto Bonfim, Torino e Bonfim (2023), nossa proposta prevê uma fonte de energia mais eficiente e prática. Enquanto seu projeto utiliza baterias que requerem atenção diária para verificar o funcionamento, nossa proposta utiliza a própria energia do ativo, requer menos intervenção e garante uma operação passiva, porém mais precisa. A nossa proposta de irrigação automatizada destaca-se, portanto, não só pela sua abordagem técnica, mas também pelo seu foco na sustentabilidade, acessibilidade e eficiência operacional, demonstrando o potencial impacto positivo para a agricultura e o ambiente.



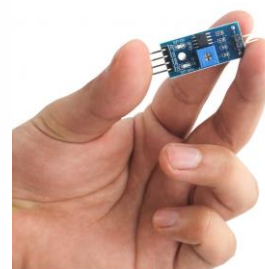
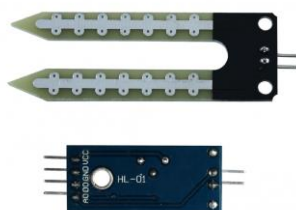
O Projeto Microprocessador de Irrigação Automática representa uma solução prática e inteligente, projetada para maximizar a eficiência no uso de recursos hídricos e energéticos no setor de plantações e agronegócios. Este sistema visa reduzir significativamente o desperdício de água e energia, otimizando o processo de irrigação através de tecnologias automatizadas que garantem a aplicação precisa da quantidade de água necessária, no momento adequado. Com isso, contribui para uma gestão mais sustentável dos recursos naturais, alinhando-se aos princípios de conservação ambiental e eficiência produtiva.

## MÉTODOLOGIA

O sistema usa sensores altamente precisos para monitorar e calcular a umidade do solo. Quando esse nível estiver abaixo do padrão estabelecido, o sistema aciona automaticamente a bomba para irrigar o solo garantindo uma irrigação ideal. A automatização de todo o processo de rega será realizada através de um microcontrolador especialmente programado para o efeito, visando uma gestão de rega eficiente e precisa. O desafio oferece oportunidades valiosas para integrar teoria e prática, permitindo-nos explorar aplicações na vida real dos conceitos aprendidos. Motivado por um profundo interesse e comprometimento com o curso, dedicamo-nos a encontrar ideias que pudessem atender necessidades imediatas e universais. Durante uma sessão de brainstorming aprofundada, com o grupo, refletimos sobre a importância de criarmos algo que atenda às necessidades das gerações passadas, presentes e futuras. Surge então a questão central: que tipo de projetos poderiam criar um impacto global positivo na sociedade e beneficiar a todos sem indistintamente. Considerando a necessidade básica e generalizada de alimentos e reconhecendo que a produção alimentar requer uma quantidade significativa de água, identificamos uma área fértil para intervenção. A consciência da necessidade de economizar água – um dos pilares dos objetivos globais de desenvolvimento sustentável, orientou-nos na concepção de um projeto de irrigação automatizada. Esta conscientização no remeteu a pesquisas em site científicos e de publicações pertinentes.

Dentre os pesquisados destacamos o artigo de autoria deste autor após análise do conteúdo e da simplicidade para a nossa proposta: “MATHEUS GEBERT STRAUB - Mecânico de Manutenção com Experiência em Sistemas Embarcados, Automação e Desenvolvimento de Projetos; Graduado nos Cursos de Matemática - URI e Física – UFFS; A implantação de sistemas de irrigação automatizados baseados em IoT com utilização de tecnologia arduino tem o potencial de transformar a indústria agrícola, otimizando o uso da água, minimizando o desperdício e maximizando a produtividade. Esta inovação visa garantir uma utilização mais sustentável dos recursos hídricos, contribuindo assim para a segurança alimentar e a conservação ambiental a longo prazo. Como resultado, o projeto não só aborda a necessidade imediata de eficiência hídrica, mas também surge como uma solução sustentável e escalável, capaz de beneficiar a sociedade global de uma forma abrangente e justa. O estudo para o desenvolvimento do projeto de irrigação automática do microprocessador foi orientado para a atenção especial à funcionalidade e de certa forma a estética. O projeto é escalável e que possa atender às expectativas de profissionais do agronegócio desde a agricultura familiar até o grande produtor que buscam melhorar a qualidade e sofisticação de suas técnicas de plantio das culturas. Para realizar o projeto de irrigação automática Microprocessador, escolhemos equipamentos específicos, nas quais destacamos dois elementos: o módulo sensor de umidade do solo e uma minibomba d'água RS-385. Estes componentes são essenciais para o sucesso do projeto e protagonizam um papel fundamental no sistema de irrigação automatizado que estamos desenvolvendo.

O módulo sensor de umidade do solo será utilizado para monitorar as condições de umidade do solo, garantindo que a irrigação seja realizada, apenas, quando necessária, enquanto a minibomba d'água RS-385 será responsável pelo fornecimento eficiente de água para as culturas. Assim, juntos, estes dispositivos formam a estrutura básica fundamental da tecnológica do sistema, permitindo a gestão automática e precisa do consumo de água.



**MATERIAIS: Listagem de materiais a serem utilizados no projeto:**

Quantidade	Descrição dos Materiais
1	Arduino (Uno R3 + Cabo USB)
1	Sensor de Umidade de Solo para Arduino
1	Minibomba de Água (d'água) para Arduino RS-385
1	Módulo Relé 5V 10A 1 Canal com Optoacoplador
1	Fonte de Alimentação Chaveada 12VDC 1A
1	Fonte de Alimentação para Arduino 9VDC 1A
1	Adaptador Fêmea com Bornes para plug P4 (2,1×5,5mm)
1	1 Metro de Fio Paralelo 0,5mm
1	1,5 Metros de Mangueira para Aquário
*	Jumpers.

**CARACTERÍSTICAS:**

- Sensor de umidade do solo;
- Sensibilidade ajustável;
- Interface Analógica: AO;
- Interface Digital: DO (0 e 1);
- Compatível com Arduino, PIC, AVR, ARM, etc.;
- Obs.: Acompanha jumper fêmea-fêmea.



## ESPECIFICAÇÕES

- Modelo: HL-69 ou HW-080;
- Interface (4 fios): VCC/GND/DO/AO;
- Tensão de funcionamento: 3.3V ~ 5V;
- Dimensão do sensor com sondas (CxL): ~60x20mm;
- Dimensão do circuito com trimpot (CxL): ~31x14mm;
- Peso total: 7g.

## APLICAÇÃO E FUNCIONALIDADE

Além da placa temos uma série de componentes que nos auxiliam na hora da utilização: um LED para indicar a fonte de alimentação e um é um sinal digital de aviso, outro componente é o Trimpot, um dispositivo que permite ajustar a sensível à temperatura. O princípio de funcionamento deste dispositivo é baseado em hastes (sondas) que apresentam alteração em sua resistência na presença de líquido, e partes condutoras que mudam de acordo com sua capacidade de conduzir eletricidade.



Fig. 2 -. Sensor de Umidade do Solo instalado – Planta utilizada apenas como modelo ilustrativo

O funcionamento deste dispositivo caracteriza-se pela simplicidade e flexibilidade, adaptando-se eficazmente aos mais diversos projetos, incluindo o que está em desenvolvimento. Essa flexibilidade é importante para otimizar a funcionalidade do sistema. Como parte do projeto de irrigação automática do Microprocessador, um leitor analógico será utilizado para monitorar a umidade do solo. Esta leitura é essencial para determinar o momento ideal de irrigação, garantindo que a umidade do solo seja mantida em um nível ideal. Esse controle preciso evita faltas e excessos hídricos, garantindo condições adequadas para o crescimento saudável da plantação e o uso eficiente dos recursos hídricos.

### **MINIBOMBA DE ÁGUA (RS-385)**

A minibomba d'água RS-385 desempenha um papel importante no projeto. Sua principal função é transportar água do tanque até a planta quando necessário. Para controlar o funcionamento da minibomba d'água e garantir que seu acionamento ocorra somente quando for absolutamente necessário, é implementado um módulo relé. Este dispositivo é essencial para ativar e desligar automaticamente a bomba, contribuindo para melhorar a eficiência e precisão do sistema de irrigação. O módulo de relé atua como uma chave operada eletricamente, ativada pela leitura de um sensor de umidade. Este mecanismo garante que a irrigação seja realizada de forma adequada às condições do solo, evitando assim o desperdício e o estresse hídrico nas culturas. A integração de uma minibomba de água com módulo relé ilustra a aplicação prática de tecnologias avançadas em sistemas de irrigação automática, otimizando o uso de recursos hídricos na agricultura.

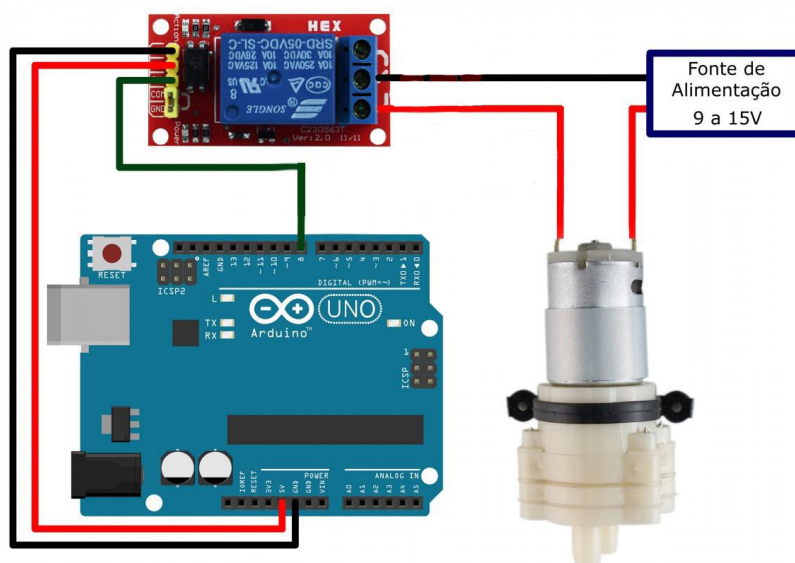


Fig. 3 Esquema de Ligação do Projeto Arduino de Irrigação Automática

Diferente de outros projetos que encontramos na Internet, este diagrama de conexão utiliza pinos digitais como fonte de alimentação de 5V e não requer placa de circuito protótipo. Este processo permite que um projeto de irrigação automática do Microprocessador use pinos digitais de alto nível em vez dos pinos de alimentação tradicionais, um processo que simplifica o projeto e elimina a necessidade de uma placa de circuito. O sensor de umidade usado no projeto. Possui pinos de saída digitais e analógicos, mas optamos por usar sinais analógicos. Esta escolha nos dá um maior alcance de verificação com valores mais precisos e melhor configuração através de software. O módulo relé se encarregará de acionar a Minibomba d'água, um processo relativamente simples, porém deve-se ressaltar que a alimentação nominal é de 12V. Portanto, é necessário equipar uma fonte de alimentação compatível para garantir a sua operacionalidade básica.

**DICA IMPORTANTE:** Para evitar o corte do conector P4 da fonte de alimentação e organizar melhor o projeto de rega automática do microprocessador é recomendado a utilização de um adaptador fêmea com conector para tomada P4.



## CÓDIGO: PROJETO DE IRRIGAÇÃO MICROPROCESSADOR EM C++

O código de funcionamento do projeto é bastante simples, mas possui alguns recursos que precisam ser vistos e corrigidos previamente. O código está totalmente comentado e pode esclarecer qualquer dúvida quanto às suas variáveis, e também permite revisão de possíveis erros.

```
Click here to ask Backbox to help you code faster
// Código de Funcionamento para Sistema de Monitoramento e Irrigação com Arduino

#define pinoAnalog A0 // Define o pino A0 como "pinoAnalog"
#define pinoRele 8 // Define o pino 8 como "pinoRele"
#define pino5V 7 // Define o pino 7 como "pino5V"

int ValAnalogIn; // Introduz o valor analógico ao código

void setup () {
  Serial.begin(9600); // Declara o BaundRate em 9600
  Serial.println("www.usinainfo.com.br"); // Imprime a frase no monitor serial
  pinMode (pinoRele, OUTPUT); // Declara o pinoRele como Saída
  pinMode(pino5V, OUTPUT); // Declara o pino5V como Saída
  digitalWrite(pino5V, HIGH); // põem o pino5V em estado Alto = 5V
}

void loop () {
  ValAnalogIn = analogRead(pinoAnalog); // relaciona o valor analógico com o recebido do sensor
  int Porcento = map(ValAnalogIn, 1023, 0, 0, 100); // Relaciona o valor analógico à porcentagem

  Serial.print(Porcento); // Imprime o valor em Porcento no monitor Serial
  Serial.println("%"); // Imprime o símbolo junto ao valor encontrado

  if (Porcento <= 45) { // se a porcentagem for menor ou igual à
    Serial.println("Irrigando a planta ..."); // Imprime a frase no monitor serial
    digitalWrite(pinoRele, HIGH); // altera o estado do pinoRele para nível Alto
  }
  else { // se não ...
    Serial.println("Planta Irrigada ..."); // Imprime a frase no monitor serial
    digitalWrite(pinoRele, LOW); // altera o estado do pinoRele para nível Baixo
  }
  delay (1000); // estabelece o tempo de 1s para reinicializar a leitura
}
```

Durante o desenvolvimento do projeto, observamos que a taxa de acionamento não poderia ser considerada como os 100% teoricamente estipulados. Isso se deve às características específicas da resistência entre as hastes do sensor de umidade do solo. Algumas dessas particularidades incluem as propriedades condutivas da água, que não geram um curto-circuito e podem sofrer interferência do solo. Ao levar em consideração essas



observações, realizamos análises da resistividade do solo e conduzimos testes para determinar a porcentagem ideal de acionamento. Concluimos que um intervalo entre 45% e 50% de umidade é significativo para o funcionamento adequado do sistema. Além disso, observamos que a umidade máxima em porcentagem é de aproximadamente 65% em nosso projeto. Para otimizar ainda mais o funcionamento, recomendamos a análise da resistividade da água através das hastes do sensor de umidade. Essa abordagem permitirá ajustes mais precisos e garantirá que as plantas recebam a quantidade adequada de água. Em resumo, o Projeto é uma solução simples, de fácil compreensão e adaptação.

## CONCLUSÃO

A área de pesquisa do projeto proposto é “Automação de sistemas de irrigação”. Esta área específica centra-se na aplicação de tecnologia de automação para otimizar a utilização dos recursos hídricos na agricultura, rumo à sustentabilidade ambiental e à eficiência da produção agrícola. Os benefícios de se especializar nesta área incluem manter-se atualizado com os avanços tecnológicos relacionados à automação agrícola, realizar pesquisas mais focadas e relevantes e manter o equilíbrio entre integração e continuidade entre diversos projetos. Cada projeto nesta área de investigação poderá explorar um tema específico, como “Desenvolvimento de sistemas de irrigação automática para culturas específicas”, “Integração de sensores inteligentes em sistemas de irrigação agrícolas” ou “Avaliação do impacto econômico e ambiental de sistemas de irrigação automática”.



## CITAÇÕES e REFERÊNCIAS

: (...)”um sistema de gerenciamento de irrigação baseado na plataforma Arduino, visando reduzir o desperdício de água. Com base nos dados coletados por meio de sensores de umidade em diferentes amostras de solo, o algoritmo de decisão desenvolvido determina quando ativar a irrigação. Ao relacionar a resistência elétrica com a umidade volumétrica do solo, é possível determinar o acionamento da bomba de irrigação. ”

<https://repositorio.ifal.edu.br/handle/123456789/389>

(...)”A integração bem-sucedida dos sensores de temperatura, umidade do ar e umidade do solo ao sistema nos possibilita coletar dados em tempo real, fornecendo informações críticas para a tomada de decisões relacionadas à irrigação. Além disso, estamos empenhados na criação da lógica de decisão que determinará quando ativar o sistema de irrigação automatizado. Esta fase envolve uma análise cuidadosa dos dados coletados pelos sensores para avaliar a necessidade de irrigação”

**SANTOS, C. B. et al. MONITORAMENTO DE HORTAS UTILIZANDO ARDUINO E MÓDULO XBEE: IMPLEMENTAÇÃO DE REDE DE SENSORES SEM FIO COM PROTOCOLO ZIGBEE.**

(...) “Com a crescente necessidade de aumentar a produtividade na agricultura, melhorar a qualidade dos produtos e reduzir os impactos ambientais, o uso de tecnologias como a Agricultura 4.0, Internet das Coisas (IoT) e agricultura digital tem se tornado comum no meio agrícola. A integração da iluminação artificial e da automação na produção agrícola emerge como uma tendência promissora, oferecendo benefícios significativos aos agricultores”

<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/30588>

(...) ”no agronegócio, a evolução e as aplicações das tecnologias digitais não foram diferentes. Estes agregaram suporte e escalabilidade para melhoria de processos, aumento da produção, bem como ganhos e melhorias em processos sustentáveis (Trivelli et al., 2019). Consequentemente, as tecnologias digitais abriram caminho para todos os aspectos da produção do agronegócio moderno e de grande escala, como o monitoramento e a sensorização (Triantafyllou et al., 2019; López-Morales et al., 2020). ”

MARTINS, FS et al. Uma análise AHP difusa de critérios potenciais para iniciativas de transformação digital para o agronegócio. BATER. Revista de Administração Mackenzie, v. 1, pág. eRAMR230055, 2023.

BONFIM, Fabiano de Falque; TURIN, Flávio Antônio Moura; BONFIM, Rafael Felix. Irrigação automatizada para cultivo de morango. 2023.



UNIVERSIDADE DE  
**VASSOURAS**  
*Campus Maricá*

<https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/14469/1/IRRIGA%c3%87%c3%83O%20AUTOMATIZA%20PARA%20CULTIVO%20DE%20MORANGO.pdf>

CARVALHO, Dailton Moraes de. Desenvolvimento de um protótipo para irrigação com o uso da plataforma Arduino. 2023.

<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/b468bb67-dcb4-41f1-8b47-152d024837ea/content>