REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO DE BAIXO CUSTO COM ARDUINO E ACIONAMENTO VIA WEB: ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, VIABILIDADE ECONÔMICA E ASPECTOS JURÍDICOS

LOW-COST AUTOMATED IRRIGATION SYSTEM WITH ARDUINO AND WEB-BASED CONTROL: TECHNICAL SPECIFICATION, ECONOMIC FEASIBILITY AND LEGAL ASPECTS

Ciências Biológicas, Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas •

23/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795465004

Alexandre Bonifácio Campos[1]

Aurea Messias de Jesus[2]

Arali Aparecida da Costa Araujo[3]

Hazel Ena do Socorro Santos[4]

Adriana Andrade Ruas[5]

Ana Paula Santos da Silva[6]

Elivânia Maria Sousa Nascimento[7]

Emerson Carlos Guimarães[8]

Viviane Araújo Arantes[9]

RESUMO

A automação da irrigação permite aplicar água no momento adequado e reduzir o trabalho manual, mas as soluções comerciais ainda são pouco acessíveis a pequenos produtores e usuários residenciais. Este artigo apresenta o projeto de um sistema de irrigação automatizado de baixo custo, controlado por uma placa Arduino Uno R3 e acionado pela internet por meio da plataforma Blynk IoT. O sistema mantém o princípio de funcionamento de um protótipo de irrigação acionado via web desenvolvido anteriormente e utiliza o Arduino Uno R3 associado a um Ethernet Shield W5100, que provê a conexão com a rede. A pesquisa, de abordagem qualitativa e natureza aplicada, foi desenvolvida em três etapas: seleção e especificação técnica dos dispositivos, definição das ligações elétricas e da programação, e levantamento de custos. São apresentadas as especificações do microcontrolador, do módulo de rede, do módulo relé de quatro canais, do sensor de umidade do solo, do sensor de temperatura e umidade DHT11, da fonte ajustável, da protoboard e da bomba submersa, além do mapa de pinos, do código comentado e da configuração dos fluxos de dados no aplicativo. O projeto incorpora acionamento automático da bomba com dois limiares de umidade, modo manual pelo celular e verificação da capacidade de corrente da fonte, e são discutidos os aspectos jurídicos relativos ao uso da água, à instalação elétrica, às telecomunicações e aos dados. Conclui-se que o uso do Arduino é tecnicamente viável e preserva o princípio de funcionamento do sistema, com a vantagem de uma plataforma amplamente documentada e a desvantagem da necessidade de cabo de rede. O custo dos componentes permanece compatível com aplicações em hortas, jardins e estufas de pequeno porte.

Palavras-chave: Irrigação automatizada; Arduino; Internet das Coisas; Baixo custo; Aspectos jurídicos.

ABSTRACT

Irrigation automation makes it possible to apply water at the right time and to reduce manual labor, but commercial solutions are still hardly accessible to small producers and residential users. This article presents the design of a low-cost automated irrigation system controlled by an Arduino Uno R3 board and operated over the internet through the Blynk IoT platform. The system keeps the operating principle of a previously developed web-based irrigation prototype and uses the Arduino Uno R3 combined with a W5100 Ethernet Shield, which provides the network connection. The research, with a qualitative approach and applied nature, was carried out in three stages: selection and technical specification of the devices, definition of the electrical connections and programming, and cost survey. The specifications of the microcontroller, network module, four-channel relay module, soil moisture sensor, DHT11 temperature and humidity sensor, adjustable power supply, breadboard and submersible pump are presented, together with the pin map, the commented code and the configuration of the data streams in the application. The design includes automatic pump activation with two moisture thresholds, manual mode through the smartphone and verification of the power supply current capacity, and the legal aspects related to water use, electrical installation, telecommunications and data are discussed. It is concluded that using the Arduino is technically feasible and preserves the operating principle of the system, with the advantage of a widely documented platform and the drawback of requiring a network cable. The cost of the components remains compatible with small gardens, vegetable plots and greenhouses.

Keywords: Automated irrigation; Arduino; Internet of Things; Low cost; Legal aspects.

1. INTRODUÇÃO

A automação acompanha o desenvolvimento da humanidade e se expandiu à medida que novos conhecimentos científicos foram incorporados às máquinas. Hoje a automação está presente em praticamente todos os sistemas de trabalho, permitindo produzir mais, com maior precisão, e liberando as pessoas de tarefas repetitivas e cansativas (Moraes; Castrucci, 2013).

Na agricultura, a irrigação é uma das atividades que mais se beneficiam da automação. A irrigação moderna dispõe de diversas formas de controle automático, mas o pequeno e o médio produtor nem sempre têm acesso a essas tecnologias, seja pelo custo, seja pela falta de conhecimento técnico (Guimarães, 2011). A mesma dificuldade aparece em residências com jardins e hortas, nas quais a rega depende da presença e da disponibilidade do morador (Barbosa, 2013).

Nos últimos anos, a popularização das placas de prototipagem e das plataformas de Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*) reduziu de forma significativa o custo de sistemas de monitoramento e controle. Com uma placa microcontroladora, alguns sensores, um módulo relé e um aplicativo de celular, é possível medir a umidade do solo, acompanhar a temperatura e a umidade do ar e acionar uma bomba d'água a distância. Trabalhos como os de Altoé (2012), Reis (2015), Silva (2016), Ferreira et al. (2016) e Gonçalves et al. (2018) demonstraram a viabilidade dessa abordagem em diferentes contextos.

Nascimento (2019) construiu um protótipo desse tipo com uma placa microcontroladora e o aplicativo Blynk, mostrando que um

sistema de irrigação acionado via web pode ser montado com componentes de baixo custo e conhecimentos básicos de programação. Desde então, dois fatos tornaram oportuna a revisão daquele projeto. O primeiro é a descontinuação da versão original do Blynk, substituída pela plataforma Blynk IoT, com novas formas de configuração (Blynk, 2024). O segundo é o interesse em adotar a placa Arduino Uno, a mais difundida em cursos de engenharia e em projetos didáticos, como controlador principal.

Diante disso, este artigo tem como objetivo geral apresentar o projeto de um sistema de irrigação automatizado de baixo custo, controlado por Arduino e acionado via web, mantendo o princípio de funcionamento do protótipo original. Os objetivos específicos são: especificar tecnicamente os dispositivos eletrônicos do sistema; definir as ligações elétricas e o mapa de pinos adequados ao Arduino Uno com módulo de rede; desenvolver a lógica de programação com modos automático e manual, compatível com a plataforma Blynk IoT; verificar a capacidade de alimentação do circuito; e levantar os custos dos componentes, discutindo a viabilidade econômica da solução.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Irrigação e Sistemas de Irrigação Automatizados

A irrigação é uma das práticas mais importantes para o sucesso da produção agrícola, pois fornece às culturas a água de que necessitam e permite o cultivo mesmo em regiões de chuvas escassas ou irregulares (Silva; Araújo, 2005). Entre os métodos existentes, destacam-se a irrigação localizada, em que a água é aplicada próximo às raízes por gotejamento ou microaspersão; a

irrigação por aspersão, que simula a chuva; o pivô central; a fertirrigação, que aplica fertilizantes junto com a água; e a irrigação por superfície, em que a água se infiltra a partir da superfície do solo (Coelho; Coelho Filho; Oliveira, 2005).

A eficiência da irrigação depende de aplicar a quantidade certa de água no momento certo. A falta de água compromete o desenvolvimento das plantas, e o excesso causa desperdício, encharcamento do solo e perda de nutrientes (Coelho; Coelho Filho; Oliveira, 2005). A automação contribui para esse objetivo ao reduzir a dependência da intervenção humana. Entre seus benefícios estão a diminuição do trabalho manual, a dispensa de mão de obra para ligar e desligar os irrigadores e a possibilidade de irrigar em qualquer horário, inclusive à noite, sem acompanhamento (Pellison, 2001).

2.2. Internet das Coisas

A Internet das Coisas consiste em uma grande rede que conecta equipamentos, dispositivos e pessoas por meio da internet (Santos et al., 2016).

A IoT pode ser aplicada a redes de transporte, cidades inteligentes e serviços, e a grande quantidade de dados gerados exige sistemas automatizados para armazená-los e analisá-los (Santos et al., 2016). Na agricultura, a IoT permite monitorar variáveis do ambiente e acionar equipamentos a distância, como mostra o monitoramento de um silo com Arduino e Blynk desenvolvido por Santos Junior (2018), que permitiu consultar as informações a distância e agilizar a tomada de decisão.

2.3. Microcontroladores e a Plataforma Arduino

Um microcontrolador é um circuito integrado que reúne, em um único chip, processador, memória e periféricos de entrada e saída. Ele lê sinais de sensores, executa um programa gravado em sua memória e comanda atuadores, como relés e motores. Essa característica o torna o núcleo de sistemas embarcados de controle (Oxer; Blemings, 2009).

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, composta por placas com microcontrolador e por um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE, do inglês *Integrated Development Environment*), no qual os programas, chamados de *sketches*, são escritos em linguagem baseada em C/C++, compilados e gravados na placa (Arduino, 2026). O modelo Uno R3, baseado no microcontrolador ATmega328P, é a placa de referência da plataforma e a mais utilizada em projetos didáticos. Por ter hardware aberto, existem placas compatíveis de diversos fabricantes, com custo inferior ao da placa original.

O Arduino Uno não possui conexão de rede integrada. Para conectá-lo à internet, utiliza-se uma placa de expansão, chamada *shield*, encaixada sobre ela. O Ethernet Shield, baseado no controlador WIZnet W5100, permite conectar o Arduino a uma rede local por cabo e, por meio dela, à internet (Arduino, 2018). É essa a solução adotada neste projeto.

2.4. Sensores

O sensor de umidade do solo do tipo higrômetro resistivo segue esse princípio indireto. Ele é composto por duas hastes inseridas no solo e por um circuito comparador que informa o nível de condutividade entre elas. Como a água aumenta a condutividade do

solo, a leitura varia com a umidade. O módulo fornece uma saída digital, que indica apenas se o solo está acima ou abaixo de um nível ajustado no potenciômetro, e uma saída analógica, que permite estimar o grau de umidade por meio do conversor analógico-digital do microcontrolador (Portal Vida de Silício, 2019).

O DHT11 é um sensor digital de baixo custo que mede temperatura e umidade relativa do ar. O elemento de temperatura é um termistor do tipo NTC, e o de umidade é do tipo resistivo; um circuito interno lê os dois elementos e se comunica com o microcontrolador por um único fio de dados (Filipe Flop, 2019a). No sistema de irrigação, essas medidas não decidem o acionamento, mas ajudam o usuário a interpretar a demanda de água, já que dias mais quentes e secos aumentam a evaporação.

2.5. A Plataforma Blynk

O Blynk é uma plataforma que permite criar aplicativos para Android e iOS capazes de interagir com o hardware. O usuário monta a interface com componentes gráficos, chamados *widgets*, como botões, chaves, mostradores e gráficos, e a comunicação entre o aplicativo e a placa ocorre por meio de um servidor na nuvem, que transmite comandos, armazena estados e guarda os dados dos sensores. No lado do hardware, uma biblioteca instalada na IDE do Arduino gerencia a conexão com o servidor (Serrano; Nunes, 2018).

A versão original do Blynk, utilizada por Nascimento (2019), foi descontinuada: o suporte terminou em 27 de maio de 2021, e os servidores foram desligados em 31 de dezembro de 2022 (Blynk, 2024). A plataforma atual, Blynk IoT, organiza os projetos em modelos de dispositivo (*templates*), configurados pelo painel web

Blynk.Console ou pelo aplicativo, e substitui os antigos pinos virtuais por fluxos de dados (*datastreams*). As placas compatíveis com a versão anterior continuam suportadas, e as conexões por Wi-Fi, rede celular, USB e Ethernet são aceitas (Blynk, 2024). Há um plano gratuito, com recursos limitados, adequado a projetos de pequeno porte.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa tem abordagem qualitativa e natureza aplicada. Partiu do protótipo de irrigação automatizado desenvolvido e testado por Nascimento (2019) com o aplicativo Blynk, cujo princípio de funcionamento foi mantido: um sensor mede a umidade do solo, um microcontrolador processa a leitura e aciona a bomba por meio de um relé, e o usuário acompanha os dados e comanda o sistema pelo celular, via internet. A adaptação consistiu em adotar o Arduino Uno R3 como controlador e em atualizar a programação e a configuração para a plataforma Blynk IoT.

O trabalho foi organizado em três etapas. Na primeira, foram selecionados os dispositivos e levantadas suas especificações técnicas em manuais, folhas de dados e descrições de fornecedores, com atenção às faixas de tensão, à corrente e à compatibilidade com o Arduino. Na segunda, foram definidos o mapa de pinos, as ligações elétricas, a lógica de programação e a configuração dos fluxos de dados no aplicativo, além do balanço de corrente da fonte de alimentação. Na terceira, foram levantados os custos dos componentes, a partir do orçamento do protótipo original e de consultas de preço realizadas em novembro de 2026 para os itens substituídos.

O sistema é apresentado em nível de projeto. O protótipo de Nascimento (2019) foi montado e testado; a versão com Arduino descrita aqui deve ser montada e ensaiada para validar a calibração do sensor e o desempenho da comunicação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Arquitetura do Sistema e Escolha do Controlador

O sistema é formado por quatro blocos: aquisição, que reúne os sensores; processamento e comunicação, formado pelo Arduino Uno R3 e pelo Ethernet Shield W5100; acionamento, composto pelo módulo relé e pelas cargas de 110 V; e interface, que é o aplicativo Blynk IoT no celular. O Quadro 1 resume a função de cada bloco.

Quadro 1. Blocos funcionais do sistema.

Bloco	Componentes	Função
Aquisição	Sensor de umidade do solo; sensor DHT11	Medir a umidade do solo e a temperatura e a umidade do ar
Processamento	Arduino Uno R3 (ATmega328P)	Ler os sensores, aplicar a lógica de controle e comandar os relés
Comunicação	Ethernet Shield W5100; roteador	Conectar o Arduino à internet e ao servidor do Blynk
Acionamento	Módulo relé de 4 canais; bomba; lâmpada	Ligar e desligar as cargas de 110 V
Alimentação	Fonte de 9 V; fonte ajustável para protoboard	Alimentar o Arduino e, separadamente, os periféricos

Interface	Aplicativo Blynk IoT	Exibir as medições e receber os comandos do usuário

Fonte: Autores, 2026.

O Arduino Uno R3 foi escolhido como controlador por ser a placa de referência da plataforma Arduino, amplamente documentada e utilizada em cursos de engenharia, o que facilita a reprodução do projeto. Do ponto de vista elétrico, ele trabalha com níveis lógicos de 5 V, os mesmos do módulo relé e dos sensores, o que dispensa conversores de nível. Além disso, possui seis entradas analógicas, o que permite acrescentar outros sensores de umidade para monitorar mais de um canteiro.

Como o Uno não tem conexão de rede integrada, optou-se pelo Ethernet Shield W5100 por três razões: encaixa-se diretamente sobre a placa, sem fiação adicional; é suportado pela biblioteca oficial Ethernet e pela biblioteca do Blynk; e realiza a comunicação sem exigir outro microcontrolador. A desvantagem é a necessidade de um cabo de rede entre o sistema e o roteador. Outra limitação é que o ATmega328P tem apenas 2 KB de memória RAM, e o conjunto formado pelas bibliotecas Ethernet, Blynk e DHT ocupa parte considerável dela; por isso, o programa deve ser mantido enxuto, e o uso de memória deve ser conferido na compilação.

4.2. Especificação dos Dispositivos

Esta seção apresenta as especificações técnicas de cada dispositivo utilizado no sistema. Os valores foram obtidos nos manuais dos fabricantes e nas descrições técnicas dos fornecedores citados.

Arduino Uno R3. É a unidade central de processamento do sistema: lê o sensor de umidade do solo e o DHT11, decide sobre o acionamento da bomba e se comunica com o servidor do Blynk por meio do shield de rede. Suas especificações estão na Tabela 1.

Tabela 1. Especificações do Arduino Uno R3.

Parâmetro	Especificação
Microcontrolador	ATmega328P
Tensão de operação	5 V
Tensão de entrada recomendada	7 a 12 V
Tensão de entrada (limites)	6 a 20 V
Pinos digitais de entrada e saída	14 (6 com saída PWM)
Entradas analógicas	6 (A0 a A5), conversor de 10 bits (0 a 1023)
Corrente por pino de E/S	20 mA
Corrente no pino de 3,3 V	50 mA
Memória flash	32 KB (0,5 KB usados pelo bootloader)
Memória SRAM	2 KB
Memória EEPROM	1 KB
Frequência de clock	16 MHz
Dimensões e massa	68,6 mm × 53,4 mm; 25 g

Fonte: Arduino (2026).

Ethernet Shield W5100. Conecta o Arduino à rede local por cabo. O controlador W5100 implementa a pilha de protocolos de rede (TCP e UDP) e se comunica com o Arduino pelo barramento SPI. O shield possui conector RJ45, LEDs de indicação de alimentação, link e tráfego, e uma entrada para cartão micro-SD, que não é utilizada neste projeto. Um ponto importante para o mapa de pinos é que os pinos digitais 10, 11, 12 e 13 ficam reservados à comunicação SPI e o pino 4 à seleção do cartão SD, não podendo ser usados para outras funções (Arduino, 2018). As especificações estão na Tabela 2.

Tabela 2. Especificações do Ethernet Shield W5100.

Parâmetro	Especificação
Controlador	WIZnet W5100, com buffer interno de 16 KB
Tensão de operação	5 V, fornecidos pela placa Arduino
Velocidade de conexão	10/100 Mbps
Interface com o Arduino	SPI (pinos 11, 12 e 13; seleção no pino 10)
Pino de seleção do cartão SD	4
Conexões simultâneas	até 4
Conector	RJ45 padrão
Compatibilidade	Arduino Uno e Mega; biblioteca Ethernet oficial

Fonte: Arduino (2018).

Módulo relé 5 V de quatro canais. O relé é um dispositivo eletromecânico que permite ligar e desligar cargas a partir de um sinal de baixa potência (Gomes, 2018). No sistema, um canal

comanda a bomba e outro, a lâmpada, ambas alimentadas em 110 V, isolando o circuito de controle da rede elétrica. Os dois canais restantes ficam disponíveis para expansão. A maioria dos módulos desse tipo é acionada em nível lógico baixo, ou seja, o relé liga quando o pino do Arduino vai a 0 V, o que foi considerado na programação. As especificações estão na Tabela 3.

Tabela 3. Especificações do módulo relé 5 V de quatro canais.

Parâmetro	Especificação
Tensão da bobina	5 V CC
Quantidade de relés	4
Modelo do relé	SRD-05VDC-SL-C
Tensão do sinal de comando	5 V CC (entradas IN1 a IN4)
Capacidade dos contatos	10 A em 250 V CA; 10 A em 30 V CC
Controladores compatíveis	Arduino, AVR, PIC, ARM, MSP430, lógica TTL
Indicação	LED por canal
Dimensões e massa	75 mm × 55 mm × 18 mm; 60 g

Fonte: Curto Circuito (2019).

Sensor de umidade do solo (higrômetro). É o sensor que decide o acionamento da irrigação. As hastes são inseridas no solo, e o módulo comparador, ligado a elas, fornece a leitura analógica utilizada pelo Arduino. No protótipo original, Nascimento (2019) observou leituras entre 0 e 1023, variando com a umidade, mas não definiu um parâmetro de acionamento. No projeto atual, a relação entre a leitura e a umidade deve ser estabelecida por calibração,

registrando-se o valor com o solo seco e logo após a irrigação, já que o sentido e a amplitude da variação dependem do módulo e do tipo de solo. Por ser resistivo, o sensor sofre corrosão das hastes com o tempo; uma prática recomendada é alimentá-lo apenas no momento da leitura. As especificações estão na Tabela 4.

Tabela 4. Especificações do sensor de umidade do solo.

Parâmetro	Especificação
Tensão de operação	3,3 a 5 V
Saídas	digital TTL (D0) e analógica (A0)
Ajuste de sensibilidade	potenciômetro (saída digital)
Indicação	LED de detecção de umidade
Pinagem	VCC, GND, D0 e A0
Faixa de leitura no Arduino	0 a 1023 (conversor de 10 bits)

Fonte: Portal Vida de Silício (2019).

Sensor de temperatura e umidade DHT11. Mede as condições do ar no local do cultivo e envia os valores ao aplicativo. Como o intervalo mínimo entre leituras é de 2 segundos, o programa faz uma leitura a cada ciclo de monitoramento, e não continuamente. As especificações estão na Tabela 5.

Tabela 5. Especificações do sensor DHT11.

Parâmetro	Especificação
Faixa de umidade relativa	20 a 90%

Faixa de temperatura	0 a 50 °C
Precisão de umidade	± 5% UR
Precisão de temperatura	± 2 °C
Alimentação	3 a 5 V CC (máximo de 5,5 V)
Tempo de resposta	2 s
Comunicação	serial digital de um fio
Dimensões	23 mm × 12 mm × 5 mm

Fonte: Filipe Flop (2019a).

Fonte ajustável para protoboard. Alimenta os sensores e o módulo relé, separando a alimentação dos periféricos da alimentação da placa Arduino. Encaixa-se diretamente na protoboard e fornece 5 V e 3,3 V a partir de uma fonte externa de corrente contínua (Arduino Omega, 2019). As especificações estão na Tabela 6.

Tabela 6. Especificações da fonte ajustável para protoboard.

Parâmetro	Especificação
Tensão de entrada	6,5 a 12 V CC (ou USB)
Tensões de saída	3,3 V e 5 V (selecionáveis por trilha)
Corrente máxima de saída	700 mA
Montagem	encaixe direto na protoboard

Fonte: Arduino Omega (2019).

Protoboard. Placa com matriz de contatos que permite montar circuitos experimentais sem solda e alterar ou substituir

componentes com rapidez e segurança (Filipe Flop, 2019b). Para uma instalação permanente, recomenda-se transferir o circuito para uma placa de circuito impresso ou um shield de bornes, mais resistentes à vibração e à umidade.

Bomba submersa Sarlo Better S300. É o atuador hidráulico do sistema, instalada dentro do reservatório e ligada à mangueira de irrigação. As bombas dessa linha são silenciosas, compactas e têm baixo consumo de energia, e seus componentes elétricos são encapsulados em resina epóxi, o que garante segurança contra choque elétrico mesmo em funcionamento contínuo submerso (Nascimento, 2019). As especificações estão na Tabela 7.

Tabela 7. Especificações da bomba submersa Sarlo Better S300.

Parâmetro	Especificação
Tipo	bomba centrífuga submersa
Tensão de alimentação	110 V CA
Vazão nominal	280 L/h
Potência e altura máxima de recalque	conferir no manual do fabricante
Proteção	componentes elétricos encapsulados em resina epóxi
Acionamento no sistema	canal 1 do módulo relé

Fonte: Nascimento (2019) e Magazine Luiza (2026a).

4.3. Ligações Elétricas e Mapa de Pinos

O mapa de pinos foi redefinido para respeitar os pinos reservados ao Ethernet Shield (D4, D10, D11, D12 e D13). O DHT11 foi mantido no pino digital 3, como no protótipo original; os relés passaram para os pinos 7 e 8; e o sensor de umidade do solo continua na entrada analógica A0. O Quadro 2 apresenta as ligações.

Quadro 2. Mapa de pinos e ligações do sistema.

Dispositivo	Terminal	Ligação
Sensor de umidade do solo	VCC / GND	5 V e GND da fonte ajustável
Sensor de umidade do solo	A0	entrada analógica A0 do Arduino
DHT11	VCC / GND	5 V e GND da fonte ajustável
DHT11	DATA	pino digital 3 do Arduino
Módulo relé	VCC / GND	5 V e GND da fonte ajustável
Módulo relé	IN1	pino digital 7 (bomba)
Módulo relé	IN2	pino digital 8 (lâmpada)
Relé 1	COM / NA	fase de 110 V / bomba
Relé 2	COM / NA	fase de 110 V / lâmpada
Ethernet Shield	encaixe	sobre o Arduino; cabo RJ45 até o roteador
Arduino Uno	conector P4	fonte de 9 V CC
Referência comum	GND	GND do Arduino interligado ao GND da fonte ajustável

Fonte: Autores, 2026, adaptado de Nascimento (2019).

Dois cuidados são essenciais. O primeiro é interligar o GND do Arduino ao GND da fonte ajustável; sem essa referência comum, os sinais de comando dos relés e as leituras dos sensores não têm valor definido. O segundo diz respeito à parte de 110 V: a bomba e a lâmpada devem ser ligadas no contato normalmente aberto (NA) de cada relé, de modo que permaneçam desligadas se o controlador falhar ou for desenergizado. Os condutores da parte de potência devem ser isolados e mantidos afastados da protoboard, e a instalação deve seguir as prescrições da ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008).

4.4. Balanço de Corrente da Alimentação

A fonte ajustável fornece no máximo 700 mA. Para verificar se ela atende aos periféricos, estimou-se o consumo no pior caso, com os dois relés utilizados acionados ao mesmo tempo. A bobina de cada relé SRD-05VDC-SL-C consome aproximadamente 0,36 W, o que corresponde a cerca de 72 mA em 5 V. Somando o sensor de umidade do solo, cujo módulo consome algumas dezenas de miliampères, e o DHT11, cujo consumo é da ordem de poucos miliampères, a corrente total fica abaixo de 250 mA, cerca de um terço da capacidade da fonte. Mesmo com os quatro relés acionados, o consumo ficaria dentro do limite.

A placa Arduino e o shield de rede são alimentados separadamente, pelo conector P4, com uma fonte de 9 V, dentro da faixa recomendada de 7 a 12 V. Essa separação evita que a corrente das bobinas dos relés provoque quedas de tensão na alimentação do microcontrolador, causa comum de reinicializações inesperadas em montagens desse tipo.

4.5. Programação

O programa foi escrito na IDE do Arduino, que permite editar o código, instalar bibliotecas, compilar e gravar o programa na placa (Arduino, 2026). O Arduino Uno é suportado nativamente pela IDE, sem necessidade de instalar pacotes de placas adicionais. As bibliotecas utilizadas são a SPI e a Ethernet, que acompanham a IDE; a Blynk, instalada pelo gerenciador de bibliotecas; e a DHT sensor library, com sua dependência Adafruit Unified Sensor.

A lógica de controle tem dois modos. No modo automático, o Arduino lê o sensor de umidade do solo a cada 2 segundos e liga a bomba quando a leitura indica solo seco, desligando-a quando o solo atinge a umidade desejada. Para evitar que a bomba ligue e desligue repetidamente em torno de um único valor, foram usados dois limiares, um para ligar e outro para desligar, recurso semelhante às faixas mínima e máxima de umidade usadas em sistemas desse tipo. No modo manual, o usuário liga e desliga a bomba pelo aplicativo. Os limiares podem ser ajustados pelo próprio aplicativo, o que facilita a calibração. O código está no Quadro 3.

Quadro 3. Código do sistema para Arduino Uno R3 com Ethernet Shield W5100 e Blynk IoT.

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLxxxxxxxx" // gerado no Blynk.Console
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME “Irrigacao Automatizada”
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "SEU_TOKEN_AQUI" // token do dispositivo
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <BlynkSimpleEthernet.h>
#include <DHT.h>
#define PINO_DHT 3  // DHT11 (D4 e D10-D13 reservados ao shield)
#define PINO_SOLO A0   // saida analogica do higrometro
#define RELE_BOMBA 7    // IN1 do modulo rele
```

```
#define RELE_LAMPADA 8     // IN2 do modulo rele
#define LIGA LOW // modulo rele acionado em nivel baixo
#define DESL HIGH
DHT dht(PINO_DHT, DHT11);
BlynkTimer timer;
int limiarSeco = 700; // valores iniciais; ajustar na calibracao
int limiarUmido = 450;
bool modoAuto = true;
bool bombaLigada = false;
void acionaBomba(bool ligar) {
   bombaLigada = ligar;
   digitalWrite(RELE_BOMBA, ligar ? LIGA : DESL);
   Blynk.virtualWrite(V1, ligar); // atualiza o botao no app
}
BLYNK_WRITE(V0) { modoAuto = param.asInt(); } // auto/manual
BLYNK_WRITE(V1) { if (!modoAuto) acionaBomba(param.asInt()); } // bomba
BLYNK_WRITE(V2)  {  digitalWrite(RELE_LAMPADA,  param.asInt()  ?  LIGA  :
DESL); }
BLYNK_WRITE(V3) { limiarSeco = param.asInt(); }
BLYNK_WRITE(V7) { limiarUmido = param.asInt(); }
void monitora() {
   int solo = analogRead(PINO_SOLO);
   float temp = dht.readTemperature();
   Blynk.virtualWrite(V4, solo);
   if (!isnan(temp) && !isnan(umid)) {
       Blynk.virtualWrite(V5, temp);
       Blynk.virtualWrite(V6, umid);
}
if (modoAuto) { // controle com dois limiares
      if (!bombaLigada && solo > limiarSeco) acionaBomba(true);
      if (bombaLigada && solo < limiarUmido) acionaBomba(false);
      }
}
void setup() {
   pinMode(RELE_BOMBA, OUTPUT); digitalWrite(RELE_BOMBA, DESL);
        pinMode(RELE_LAMPADA,   OUTPUT);   digitalWrite(RELE_LAMPADA,
DESL);
   pinMode(4, OUTPUT); digitalWrite(4, HIGH); // desabilita o cartao SD
   dht.begin();
   Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN); // Ethernet com DHCP
   timer.setInterval(2000L, monitora);
}
```

```
void loop() {
  Blynk.run();
  timer.run();
}
```

Fonte: Autores, 2026, adaptado de Nascimento (2019).

Algumas decisões do código merecem comentário. Os relés são inicializados desligados antes da conexão com a rede, para que a bomba não seja acionada durante a partida. O pino 4 é colocado em nível alto para desabilitar o cartão SD do shield, que compartilha o barramento SPI com o controlador de rede. A comparação “leitura maior que o limiar” supõe que a leitura aumenta à medida que o solo seca; se a calibração mostrar o comportamento inverso, basta inverter as comparações. Os valores iniciais dos limiares são apenas pontos de partida e devem ser substituídos pelos obtidos na calibração. O endereço de rede é obtido automaticamente do roteador (DHCP), e o token do dispositivo deve ser mantido em sigilo.

4.6. Configuração do Blynk IoT

Na plataforma Blynk IoT, a configuração começa pela criação de um modelo de dispositivo no Blynk.Console, que gera os identificadores BLYNK_TEMPLATE_ID e BLYNK_TEMPLATE_NAME usados no código. Em seguida, criam-se os fluxos de dados (*datastreams*) correspondentes aos pinos virtuais do programa e, por fim, um dispositivo a partir do modelo, que recebe o token de autenticação (Blynk, 2024). O Quadro 4 relaciona os fluxos de dados e os componentes de interface sugeridos.

Quadro 4. Fluxos de dados (datastreams) e componentes de interface no Blynk IoT.

Pino virtual	Função	Tipo e faixa	Componente no app
V0	Modo automático/manual	inteiro, 0 ou 1	Chave (switch)
V1	Estado/comando da bomba	inteiro, 0 ou 1	Botão
V2	Lâmpada	inteiro, 0 ou 1	Botão
V3	Limiar de solo seco	inteiro, 0 a 1023	Controle deslizante
V4	Leitura do solo	inteiro, 0 a 1023	Mostrador
V5	Temperatura do ar	decimal, 0 a 50 °C	Mostrador ou gráfico
V6	Umidade do ar	decimal, 20 a 90%	Mostrador ou gráfico
V7	Limiar de solo úmido	inteiro, 0 a 1023	Controle deslizante

Fonte: Autores, 2026.

4.7. Orçamento e Viabilidade Econômica

O Quadro 5 apresenta os custos dos componentes. Para os itens mantidos do protótipo original, foram usados os valores registrados por Nascimento (2019); para os itens substituídos ou com preço consultado, foram usados valores de referência de novembro de 2026.

Quadro 5. Orçamento dos componentes do sistema.

Qtd.	Componente	Valor (R$)	Referência
1	Placa compatível Arduino Uno R3 com cabo USB	49,99	Magazine Luiza (2026b)
1	Ethernet Shield W5100	a cotar	–
1	Fonte de 9 V CC para o Arduino	a cotar	–
1	Bomba submersa Sarlo Better S300, 110 V	65,27	Magazine Luiza (2026a)
1	Sensor de umidade do solo (higrômetro)	15,00	Nascimento (2019)
1	Sensor de temperatura e umidade DHT11	30,00	Nascimento (2019)
1	Módulo relé 5 V de quatro canais	25,00	Nascimento (2019)
1	Fonte ajustável para protoboard	15,00	Nascimento (2019)
1	Protoboard	20,00	Nascimento (2019)
1	Cabos jumper	15,00	Nascimento (2019)
1	Lâmpada de LED	10,00	Nascimento (2019)
1	Soquete, fiação, tomadas, mangueira, reservatório e vasos	100,00	Nascimento (2019)

Fonte: Autores, 2026.

Os itens com valor conhecido somam R$ 345,26, sem o Ethernet Shield e a fonte de 9 V, que devem ser cotados para completar o orçamento. Para comparação, o protótipo de Nascimento (2019) custou R$ 320,00. O custo maior do projeto atual se deve principalmente ao módulo de rede, necessário porque o Arduino Uno não tem conexão de rede integrada. Ainda assim, o custo total permanece da ordem de algumas centenas de reais, muito inferior ao de controladores de irrigação comerciais com acesso remoto.

A viabilidade econômica de um sistema desse porte não se mede pela redução da conta de energia, já que a bomba é de pequena potência e funciona poucos minutos por dia. Os ganhos estão na economia de água, ao irrigar apenas quando o solo precisa; na economia de tempo, ao dispensar a rega manual; e na possibilidade de manter as plantas durante a ausência do usuário. Para hortas e jardins residenciais, esses benefícios tendem a justificar o investimento, especialmente quando o sistema é montado pelo próprio usuário.

4.8. Procedimento de Calibração do Sensor de Umidade do Solo

Como o sensor resistivo não fornece diretamente o teor de água do solo, os limiares do programa precisam ser obtidos por calibração no próprio local de uso. Propõe-se um procedimento simples, que não exige equipamentos de laboratório. Primeiro, com o sistema em modo manual, insere-se o sensor no canteiro ou no vaso, na profundidade das raízes, e registra-se no aplicativo a leitura do solo depois de alguns dias sem irrigação, quando as plantas começam a apresentar sinais leves de murcha nas horas mais quentes. Esse valor corresponde ao limite em que a irrigação deve começar. Em seguida, aciona-se a bomba manualmente até que a água comece a

escorrer pelo fundo do vaso ou a encharcar a superfície do canteiro, e registra-se a nova leitura, que corresponde ao solo úmido.

O limiar de solo seco deve ser ajustado um pouco antes do ponto de murcha, para que a irrigação comece antes de a planta sofrer, e o limiar de solo úmido, um pouco antes do encharcamento, para evitar desperdício e escoamento. A diferença entre os dois valores define a faixa de histerese do controle. Como a leitura do sensor resistivo depende também da quantidade de sais do solo e do desgaste das hastes, recomenda-se repetir a verificação periodicamente, em especial após adubações. O registro das leituras no aplicativo, ao longo de alguns dias, permite ainda observar a velocidade com que o solo seca, informação útil para avaliar se a vazão da bomba e o tempo de irrigação estão adequados à área cultivada.

4.9. Comparação com Trabalhos Relacionados

O Quadro 6 situa o sistema proposto em relação a outros trabalhos de irrigação e monitoramento automatizados de baixo custo citados neste artigo.

Quadro 6. Comparação entre o sistema proposto e trabalhos relacionados.

Trabalho	Controlador	Acesso remoto	Aplicação
Altoé (2012)	PIC16F877A	Não	Irrigação com sensor de umidade e válvula solenoide
Barbosa (2013)	Arduino	Não informado	Irrigação automatizada de

			jardins e hortas
Silva (2016)	Raspberry Pi	Sim, sistema web	Operação de dispositivos de irrigação (simulação)
Santos Junior (2018)	Arduino	Sim, Blynk	Monitoramento de temperatura e CO2 em silo
Gonçalves et al. (2018)	Placa com Wi-Fi integrado	Sim, página web	Irrigação automática com configuração remota
Nascimento (2019)	Placa com Wi-Fi integrado	Sim, Blynk (versão original)	Protótipo de irrigação com sensores de solo e ar
Proposta deste artigo	Arduino Uno R3 + Ethernet Shield	Sim, Blynk IoT	Irrigação com modo automático por limiares e modo manual

Fonte: Autores, 2026.

A comparação mostra que o uso de microcontroladores para automatizar a irrigação é consolidado e que a principal evolução recente está no acesso remoto. Os trabalhos de Altoé (2012) e Barbosa (2013) fazem o controle localmente, enquanto Silva (2016), Gonçalves et al. (2018) e Nascimento (2019) acrescentam a supervisão pela internet, por sistemas web próprios ou por plataformas prontas. O sistema proposto combina a plataforma Arduino, de uso difundido no ensino, com uma plataforma de IoT atualizada, e se diferencia do protótipo que lhe deu origem por incluir o controle automático com dois limiares e a verificação da alimentação. A opção por uma plataforma pronta, como o Blynk, reduz o esforço de desenvolvimento em relação a sistemas web próprios, mas cria dependência do serviço e das condições do plano

escolhido, aspecto que deve ser considerado em aplicações de longo prazo.

4.10. Aspectos Jurídicos

Embora seja um sistema de pequeno porte, a irrigação automatizada envolve o uso de água, instalações elétricas, equipamentos de comunicação e dados armazenados na internet, temas regulados pelo ordenamento jurídico brasileiro. O Quadro 7 resume as normas aplicáveis e sua relação com o projeto.

Quadro 7. Normas jurídicas e técnicas aplicáveis ao sistema.

Tema	Norma	Aplicação ao sistema
Uso da água	Lei nº 9.433/1997; Lei nº 12.787/2013	Captação em poço ou curso d'água exige outorga ou cadastro de uso insignificante; a automação atende ao princípio de uso sustentável da água
Instalação elétrica	ABNT NBR 5410; Lei nº 6.496/1977; NR-10	Instalação de baixa tensão conforme norma; ART quando executada por profissional; segurança de quem trabalha com eletricidade
Equipamentos de comunicação	Lei nº 9.472/1997; Resolução Anatel nº 715/2019	Emissores de radiofrequência exigem homologação; o shield Ethernet é cabeado, e o roteador deve ser homologado
Dados na nuvem	Lei nº 13.709/2018 (LGPD)	Dados da conta do usuário são dados pessoais; servidores no exterior caracterizam transferência internacional
Software	Lei nº 9.609/1998	O código é protegido como programa de computador;

		bibliotecas de código aberto devem ter suas licenças respeitadas
Comercialização	Lei nº 8.078/1990 (CDC)	Se vendido, o fornecedor responde por defeitos e deve informar riscos e modo de uso

Fonte: Autores, 2026.

Quanto à água, a Lei nº 9.433/1997 instituiu a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e dispensou dela as captações consideradas insignificantes, cujos limites são definidos pelos órgãos gestores estaduais (Brasil, 1997a). Se a irrigação for abastecida pela rede pública, a relação é com a concessionária de saneamento; se a água vier de poço ou curso d'água, o usuário deve verificar se precisa de outorga ou apenas de cadastro. A Política Nacional de Irrigação, instituída pela Lei nº 12.787/2013, tem entre seus princípios o uso e o manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos destinados à irrigação (Brasil, 2013), objetivo com o qual o acionamento por umidade do solo é coerente, já que evita aplicar água sem necessidade.

Na parte elétrica, além das prescrições da ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008), a execução de instalações por profissional habilitado deve ser acompanhada de Anotação de Responsabilidade Técnica, instituída pela Lei nº 6.496/1977 (Brasil, 1977), e, em atividades profissionais, aplicam-se as exigências de segurança da Norma Regulamentadora nº 10 (Brasil, 2019). Na comunicação, a Lei Geral de Telecomunicações veda o uso de equipamentos emissores de radiofrequência sem certificação expedida ou aceita pela Anatel, e a avaliação da conformidade é disciplinada pela Resolução nº 715/2019 (Brasil, 1997b; ANATEL, 2019). A opção pelo shield Ethernet, cabeado,

dispensa essa exigência para o próprio dispositivo; o roteador e o celular, porém, devem ser produtos homologados.

Em relação aos dados, as medições de umidade e temperatura, isoladamente, não identificam pessoas, mas a conta do usuário no Blynk reúne dados pessoais, como nome e e-mail, e os registros de uso podem revelar hábitos de quem opera o sistema. Por isso, aplicam-se as regras da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, inclusive as relativas à transferência internacional de dados, já que os servidores da plataforma podem estar fora do país (Brasil, 2018). O código desenvolvido, por sua vez, é protegido como programa de computador pela Lei nº 9.609/1998 (Brasil, 1998), e as bibliotecas de código aberto utilizadas devem ter suas licenças respeitadas em caso de distribuição. Por fim, se o sistema for montado e vendido a terceiros, o Código de Defesa do Consumidor atribui ao fornecedor a responsabilidade por defeitos do produto e o dever de informar adequadamente sobre seus riscos e seu uso (Brasil, 1990).

4.11. Limitações e Cuidados

O projeto tem limitações que devem ser consideradas. O sensor resistivo, embora barato, sofre corrosão e perde precisão com o uso, e pode ser substituído por um sensor capacitivo, com a mesma ligação e maior durabilidade. A conexão por cabo restringe a instalação a locais próximos do roteador ou exige extensão da rede. Por fim, como a versão com Arduino ainda não foi montada, os limiares de umidade e o comportamento da comunicação precisam ser verificados experimentalmente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou o projeto de um sistema de irrigação automatizado de baixo custo, controlado por Arduino Uno R3 e acionado via web pela plataforma Blynk IoT, mantendo o princípio de funcionamento do protótipo desenvolvido por Nascimento (2019). O uso do Arduino mostrou-se tecnicamente viável e preserva o princípio de funcionamento do sistema: o sensor mede a umidade do solo, o microcontrolador decide sobre a irrigação e aciona a bomba por meio de um relé, e o usuário acompanha e comanda o sistema pelo celular.

A adaptação exigiu acrescentar o Ethernet Shield W5100, redefinir o mapa de pinos para respeitar os pinos reservados ao shield, reescrever o programa para a biblioteca do Blynk com conexão Ethernet e configurar os fluxos de dados na nova plataforma. O projeto também avançou em relação ao protótipo original ao incluir o acionamento automático com dois limiares de umidade, ajustáveis pelo aplicativo, e a verificação da capacidade de corrente da fonte de alimentação. A análise jurídica mostrou que, mesmo em pequena escala, o sistema deve observar as regras de uso da água, as normas de instalação elétrica, a regulação de telecomunicações e a proteção de dados pessoais.

Em termos econômicos, a necessidade de um módulo de rede separado eleva o custo, mas o valor total permanece compatível com aplicações em hortas, jardins e estufas de pequeno porte. Como trabalhos futuros, sugerem-se a montagem e o ensaio da versão com Arduino, com a calibração do sensor em solo cultivado; a substituição do sensor resistivo por um capacitivo; o registro de séries de umidade para avaliar a economia de água; e a aplicação do sistema em uma pequena estufa, como já apontado por Nascimento (2019).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). **Resolução nº 715, de 23 de outubro de 2019.** Aprova o Regulamento de Avaliação da Conformidade e de Homologação de Produtos para Telecomunicações. Brasília, DF: Anatel, 2019.

ALTOÉ, Marco Antonio Caixeta. **Sistema automatizado de irrigação para culturas específicas.** 2012. Projeto Final (Graduação em Engenharia de Computação) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2012.

ARDUINO OMEGA. **Fonte ajustável para protoboard.** [S. l.], 2019. Disponível em: https://www.arduinomega.com.br/fonte-ajustavel-para-protoboard. Acesso em: 10 dez. 2019.

ARDUINO. **Arduino Ethernet Shield.** [S. l.]: Arduino, 2018. Disponível em: https://docs.arduino.cc/retired/shields/arduino-ethernet-shield-without-poe-module. Acesso em: 14 nov. 2026.

ARDUINO. **Arduino UNO R3:** product reference manual. [S. l.]: Arduino, 2026. Disponível em: https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3. Acesso em: 14 nov. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008:** instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

BARBOSA, José Wilian. **Sistema de irrigação automatizado utilizando a plataforma Arduino.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 2013.

BLYNK. **Migrating to the new Blynk:** full guide. [S. l.]: Blynk, 2024. Disponível em: https://docs.blynk.io/en/blynk-1.0-and-2.0-comparison/migrate-from-1.0-to-2.0. Acesso em: 14 nov. 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013.** Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação. Brasília, DF: Presidência da República, 2013.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018.** Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF: Presidência da República, 2018.

BRASIL. **Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977.** Institui a Anotação de Responsabilidade Técnica na prestação de serviços de engenharia, de arquitetura e agronomia. Brasília, DF: Presidência da República, 1977.

BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990.** Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1990.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Presidência da República, 1997a.

BRASIL. **Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997.** Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações. Brasília, DF: Presidência da República, 1997b.

BRASIL. **Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador. Brasília, DF: Presidência da República, 1998.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR-10:** segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, DF, 2019.

COELHO, Eugênio Ferreira; COELHO FILHO, Maurício Antônio; OLIVEIRA, S. L. de. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola,** v. 7, n. 1, p. 57-60, 2005.

CURTO CIRCUITO. **Módulo relé 4 canais 5 V/10 A.** [S. l.], 2019. Disponível em: https://www.curtocircuito.com.br/modulo-rele-4-canais-5v-10a.html. Acesso em: 10 dez. 2019.

FERREIRA, Bruna Oliveira *et al.* Irrigação automatizada com plataforma Arduino em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA (CONTECC), 2016. **Anais** [...]. 2016.

FILIPE FLOP. **Protoboard.** [S. l.], 2019b. Disponível em: https://www.filipeflop.com. Acesso em: 10 dez. 2019.

FILIPE FLOP. **Sensor de umidade e temperatura DHT11.** [S. l.], 2019a. Disponível em: https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11. Acesso em: 10 dez. 2019.

GOMES, Alcenir Campelo. **Regulador eletrônico de TAP com controlador baseado na plataforma de prototipagem Arduino.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

GONÇALVES, Diego L. C. *et al.* Sistema IoT para monitoramento e controle de irrigação. In: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DO PIAUÍ, 4., 2018. **Anais** [...]. Porto Alegre: SBC, 2018. p. 310-315.

GUIMARÃES, Vinícius Galvão. **Automação e monitoramento de sistema de irrigação na agricultura.** 2011. Trabalho de Graduação (Engenharia Mecatrônica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MAGAZINE LUIZA. **Bomba submersa Sarlo Better S 300 110V.** [S. l.], 2026a. Disponível em: https://www.magazineluiza.com.br/busca/bomba+300. Acesso em: 14 nov. 2026.

MAGAZINE LUIZA. **Placa compatível Arduíno Uno R3 Atmega328 + cabo USB.** [S. l.], 2026b. Disponível em: https://www.magazineluiza.com.br/busca/placa+uno. Acesso em: 14 nov. 2026.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de automação industrial.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

NASCIMENTO, Felipe Rodrigues Parreira do. **Viabilidade econômica de um sistema de irrigação automatizado acionado via web.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba, 2019.

OXER, J.; BLEMINGS, H. **Practical Arduino:** cool projects for open source hardware. New York: Apress, 2009.

PELLISON, Antonio Tadeu. **Proposta de um sistema automatizado para controle de nível freático em sub-irrigação.** 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

PORTAL VIDA DE SILÍCIO. **Sensor de umidade do solo com Arduino – higrômetro.** [S. l.], 2019. Disponível em:

https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro. Acesso em: 10 dez. 2019.

REIS, Jéssica Sarto dos. **Sistema de controle aplicado à automação de irrigação agrícola.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

SANTOS JUNIOR, Marcos Antonio dos. **Monitoramento da temperatura e dióxido de carbono em silo piloto utilizando Arduino e Blynk.** 2018. 22 f. Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

SANTOS, Bruno P. *et al.* Internet das coisas: da teoria à prática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS, 2016. **Minicursos** [...]. Porto Alegre: SBC, 2016.

SERRANO, Tiago Medicci; NUNES, Ronaldo. **Introdução ao Blynk App.** Embarcados, 2018. Disponível em: https://www.embarcados.com.br/introducao-ao-blynk-app/. Acesso em: 10 nov. 2019.

SILVA, Davi José; ARAÚJO, C. A. de S. Agricultura irrigada: a importância da adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais** [...]. Recife: SBCS, 2005.

SILVA, Rodrigo Ferretti. **Sistema WEB de baixo custo aplicado à operação de dispositivos de irrigação.** 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2016.

[1] Graduado em Engenharia Elétrica. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[2] Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[3] Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[4] Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Diamantina. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[5] Docente do IFMG, Campus Governador Valadares. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[6] Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[7] Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[8] Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[9] Graduada em Engenharia Elétrica pela Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail