



**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

## **Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas**

### **Automatização de sistemas presentes em Estufa para controle e ativamente a distância**

#### ***Automation of systems present in Greenhouses for remote control and activation***

Vitor José Guedes Goes<sup>1</sup>

José Sebastião de Goes Neto<sup>2</sup>

**Resumo:** Considerando os avanços tecnológicos na agricultura e a crescente necessidade de otimizar o uso dos recursos naturais, este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de controle remoto para estufas de ambiente controlado, utilizando tecnologias sem fio como o Bluetooth. A proposta visa oferecer uma solução acessível, de baixo custo e de fácil implementação, voltada especialmente para produtores rurais de pequeno e médio porte, promovendo uma gestão mais eficiente dos sistemas de climatização, irrigação e iluminação presentes na estufa. Ademais, ressalta-se que o presente trabalho não tem como propósito a automatização total da estufa, mas sim a implementação de tecnologias que auxiliem e facilitem o manejo agrícola. O objetivo é otimizar as atividades cotidianas sem substituir a atuação humana, promovendo uma integração entre tecnologia e trabalho, de modo a melhorar as condições operacionais tanto para o agricultor quanto para eventuais colaboradores, mantendo a valorização da mão de obra no campo. Inspirado pelos princípios da agricultura sustentável e inteligente, o sistema integra dispositivos de automação com plataformas de conectividade, empregando um microcontrolador (como o Arduino) e módulos de comunicação. A metodologia inclui a análise das tecnologias disponíveis, o desenvolvimento de uma maquete funcional para simulação de testes de campo e a validação do sistema em condições reais de operação. Com isso, o projeto busca modernizar a agricultura de maneira inclusiva, eficiente e ambientalmente responsável.

**Palavras-chave:** análise; automatização; agricultura.

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso Técnico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos-SP – [vitor.goes3@etec.sp.gov.br](mailto:vitor.goes3@etec.sp.gov.br), orientado pelo professor Fabio Nogueira de Queiroz

<sup>2</sup> José Sebastião de Goes Neto – Colaborador do Projeto, Ourinhos-SP – [nettosgoes@gmail.com](mailto:nettosgoes@gmail.com)



## *Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos*

**Abstract:** Considering technological advances in agriculture and the growing need to optimize the use of natural resources, this project aims to develop a remote control system for controlled-environment greenhouses using wireless technologies such as the Bluetooth. The proposal seeks to offer an accessible, low-cost, and easy-to-implement solution, especially directed at small and medium-sized rural producers, promoting more efficient management of the climate control, irrigation, and lighting systems present in the greenhouse.

Furthermore, it is emphasized that this work does not aim at the complete automation of the greenhouse, but rather at the implementation of technologies that assist and facilitate agricultural management. The objective is to optimize daily activities without replacing human labor, promoting an integration between technology and human work in order to improve operational conditions for both the farmer and any employees, while maintaining the value and relevance of human participation in the field.

Inspired by the principles of sustainable and smart agriculture, the system integrates automation devices with connectivity platforms, employing a microcontroller (such as Arduino) and communication modules. The methodology includes the analysis of available technologies, the development of a functional model for field test simulation, and the validation of the system under real operating conditions. Thus, the project seeks to modernize agriculture in an inclusive, efficient, and environmentally responsible manner.

**Keywords:** analysis; automation; agriculture;

## **1 INTRODUÇÃO**

O avanço das tecnologias digitais tem impactado diretamente o setor agrícola, trazendo soluções inovadoras para otimizar o uso dos recursos naturais e melhorar a produtividade. A modernização da agricultura vai além da mecanização e do uso de insumos, abrangendo a adoção de sistemas inteligentes de monitoramento e controle. Esses sistemas integram sensores, automação e comunicação sem fio no dia a dia da produção rural, com destaque para as tecnologias da Internet das Coisas (IoT) e conectividade via Bluetooth, que possibilitam o desenvolvimento de sistemas de controle remoto para diversos equipamentos agrícolas.

Na agricultura, a gestão eficiente do ambiente de cultivo é essencial, e as estufas de ambiente controlado desempenham papel fundamental nesse processo. No entanto, a maioria dessas estufas ainda depende de controle manual, o que limita a precisão e a otimização dos recursos, como temperatura, umidade e luz. A proposta deste projeto é desenvolver um sistema de controle remoto para estufas, utilizando Arduino e tecnologias sem fio, com o objetivo de permitir o ajuste à distância de



### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

condições ambientais dentro da estufa, promovendo maior eficiência e sustentabilidade na produção agrícola.

É pertinente destacar que o intuito deste projeto não consiste em uma automatização completa da estufa, mas sim na inclusão de recursos tecnológicos que sirvam como ferramentas de apoio às práticas agrícolas. Busca-se, portanto, aperfeiçoar o manejo e a eficiência das tarefas, sem que haja substituição de trabalhadores ou perda de postos de trabalho, mas sim uma colaboração entre o operador humano e o sistema tecnológico, de forma harmônica e produtiva.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Fundamentação Teórica**

#### **2.1.1 Agricultura de Precisão e Sustentabilidade**

A agricultura de precisão utiliza tecnologias avançadas para otimizar o uso de recursos e melhorar a produtividade das culturas. A integração da Internet das Coisas (IoT) na agricultura, por meio de sensores e sistemas automatizados, permite a coleta de dados em tempo real, favorecendo decisões mais precisas e sustentáveis. Segundo Xu et al. (2018), essas soluções ajudam a reduzir desperdícios e aumentam a eficiência, promovendo uma produção mais responsável e eficiente.

Nesse contexto, a adoção de tecnologias deve ocorrer de maneira responsável, priorizando a assistência ao trabalhador e a melhoria das condições de trabalho, sem substituição da atuação humana, reforçando a importância do uso consciente da automação no campo.

#### **2.1.2 Estufas Automatizadas e Controle Remoto**

As estufas controladas são uma solução importante para o cultivo de plantas em ambientes controlados, onde a temperatura, umidade e luminosidade são ajustadas para otimizar o crescimento das culturas. A automação dessas estufas permite um controle mais preciso e eficiente desses parâmetros. Estudos como o de Ghaffari e Jamali (2019) demonstram que o uso de sensores e sistemas automáticos em estufas contribui para a redução do consumo de energia e água, além de melhorar a produção.

Contudo, é fundamental enfatizar que a proposta apresentada neste projeto busca uma automação assistiva, voltada a complementar o trabalho humano e não



### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

substituí-lo. O sistema tem como finalidade otimizar as atividades manuais, reduzir o esforço físico e ampliar a precisão das operações, atuando como um instrumento de suporte à equipe responsável pela estufa, e não como uma solução que elimina a necessidade da presença do trabalhador.

#### **2.1.3 Tecnologias Sem Fio para Automação de Estufas**

Dentre as tecnologias sem fio aplicáveis à automação de estufas, o Bluetooth e o Wi-Fi se destacam por sua acessibilidade, baixo custo e facilidade de implementação. O Bluetooth Low Energy (BLE) é ideal para curtas distâncias e aplicações de baixo consumo de energia, enquanto o Wi-Fi oferece maior alcance e flexibilidade, permitindo integrações com sistemas de controle mais complexos. A escolha entre essas tecnologias depende das necessidades específicas de cada sistema e das condições do ambiente.

## **2.2 Metodologia**

A metodologia adotada neste projeto seguiu uma abordagem experimental, estruturada em várias fases: levantamento bibliográfico, escolha das tecnologias, desenvolvimento do protótipo e testes práticos em uma maquete representativa de uma estufa automatizada.

### **2.2.1 Levantamento Bibliográfico**

O levantamento bibliográfico teve como objetivo a compreensão das tecnologias envolvidas, incluindo:

- Agricultura de precisão e sustentabilidade;
- Automação de estufas e controle remoto;
- Tecnologias sem fio (Bluetooth e Wi-Fi);
- Arquitetura de microcontroladores e sistemas embarcados.

Foram consultadas fontes técnicas e científicas, como os trabalhos de Xu et al. (2018), Ghaffari e Jamali (2019), além de documentação oficial de plataformas como Arduino e ESP32.

*Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos*

### 2.2.2 Escolha das Tecnologias

Foram analisadas as principais tecnologias sem fio viáveis para o projeto, com foco em Bluetooth. A opção considerada foi:

- **Bluetooth (HC-05):** baixo custo, fácil implementação e alcance de até 10 metros;

A escolha da tecnologia foi baseada em fatores como custo, facilidade de programação, alcance necessário, consumo de energia e disponibilidade dos componentes.

### 2.2.3 Desenvolvimento do Protótipo

O protótipo foi desenvolvido utilizando os seguintes componentes eletrônicos:

- **Microcontrolador Arduino UNO** (para Bluetooth);
- **Módulo HC-05** (Bluetooth);
- **Fita led ws2811** para simulação da iluminação no sistema de uma estufa;
- **Uma ventoinha 5v** para simular a ventilação no sistema de uma estufa;
- **Uma mini bomba de água submersa 5v** para a simulação do sistema de irrigação de uma estufa;
- **Fonte de alimentação estável;**
- **Dois transistores NPN(BJT);**
- **Dois resistores 330  $\Omega$ ;**
- **Um resistor 390  $\Omega$  entre Arduino TX (5V) e RX do HC-05**
- **Um resistor 1,9 k $\Omega$  entre RX do HC-05 e GND**
- **Uma placa de ensaio pequena;**
- **Aplicativo Arduino Bluetooth Control** para controle dos comandos a partir do Bluetooth.

A programação dos microcontroladores foi feita na IDE Arduino, utilizando C/C++ para receber comandos via Bluetooth e acionar os sistemas de controle da estufa. O código-fonte completo desenvolvido para o controle dos sistemas encontra-se descrito no **Apêndice A**, possibilitando a replicação e análise detalhada da lógica de programação utilizada.

### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

Os seguintes componentes foram fornecidos pelo professor Ronie Ribeiro Camargo:

- **Dois transistores NPN(BJT);**
- **Dois resistores 330  $\Omega$ ;**
- **Um resistor 390  $\Omega$  entre Arduino TX (5V) e RX do HC-05**
- **Um resistor 1,9 k $\Omega$  entre RX do HC-05 e GND**

Que além de fornecer esses componentes, forneceu auxílio na parte do Desenvolvimento do protótipo virtual.

Imagem 1 – Processo de montagem da base da maquete



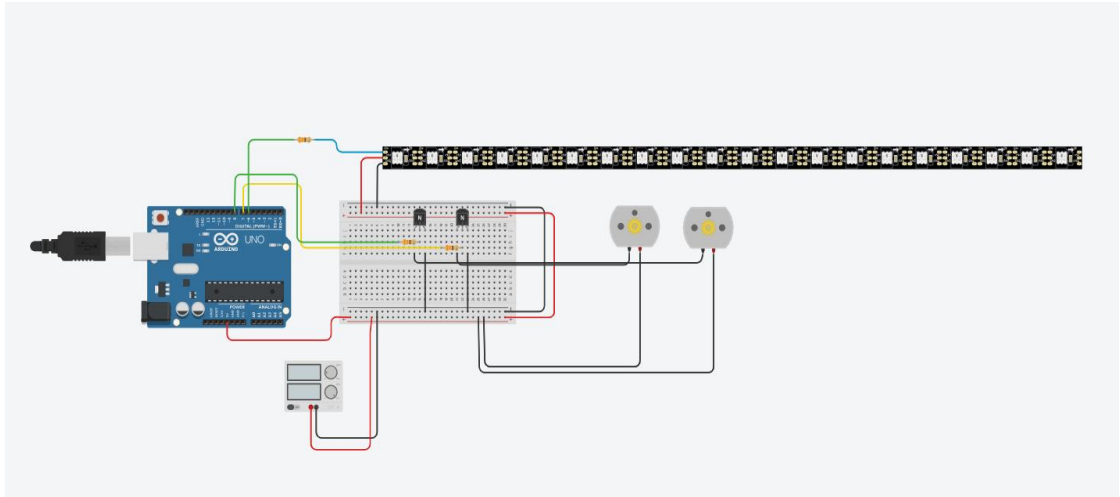
Fonte: Dos próprios autores, 2025

#### **2.2.3.1 Desenvolvimento do Protótipo Virtual**

Foi-se utilizado o website Tinkercad para simular o funcionamento de todos os sistemas presentes no projeto (A simulação completa dos circuitos e da programação desenvolvida encontra-se disponível para consulta no **Apêndice B**, que apresenta o link de acesso público ao projeto na plataforma Tinkercad, com exceção apenas do **modulo HC-05**). A fim de se ter certeza de que a programação e ligação dos fios estariam corretamente ligadas e funcionando.

**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

Imagem 2 – Montagem Virtual realizada no Tinkercard.



Fonte: Dos próprios autores, 2025

No protótipo virtual foram utilizados:

- **Dois transistores NPN(BJT);**
- **Dois resistores 330  $\Omega$ ;**
- **Dois motores** a fim de simularem a minibomba da água e a ventoinha.
- **E uma fita led ws2811 com 20 leds;**
- Além de uma **fonte de energia** para suportar a alta carga de energia demandada do protótipo;
- **Uma placa de ensaio pequena;**
- E um **Arduino UNO R3** para execução dos códigos;

#### **2.2.4 Protótipo em Maquete**

A quarta etapa consistiu em testes práticos utilizando uma maquete funcional que simulava uma estufa automatizada. A maquete permitiu avaliar o comportamento do sistema em condições controladas.



### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

#### **2.2.4.1 Simulação de Controle de Sistemas da Estufa**

Na maquete, foram simulados sistemas como ventilação, iluminação e irrigação, controlados via Bluetooth. Durante os testes, foram avaliados:

- Tempo de resposta entre comando e acionamento dos sistemas;
- Funcionamento correto dos sistemas de ventilação, iluminação e irrigação;
- Confiabilidade do sistema durante ciclos repetitivos de controle.

Em sua maioria, demonstraram capacidade rápida de respostas e precisão em suas operações.

#### **2.2.4.2 Avaliação do Alcance e Estabilidade**

Os testes também avaliaram o desempenho da comunicação sem fio, considerando:

- Distância entre o transmissor e o receptor;
- Interferências causadas por obstáculos físicos;
- Estabilidade do sinal ao longo do ciclo de operação.

A tecnologia (Bluetooth) apresentou bom desempenho dentro dos limites de suas especificações, como o alcance curto.

### **2.3 Análise Técnica da Solução**

O sistema demonstrou-se funcional para o controle remoto de uma estufa automatizada, permitindo o ajuste à distância de parâmetros como temperatura, umidade e luminosidade. O uso de microcontroladores como o Arduino possibilitou a criação de um sistema simples e de baixo custo, com comunicação confiável.

O Bluetooth se mostrou adequado para estufas de menor porte ou para distâncias curtas. O sistema apresentou boa confiabilidade e facilidade de implementação, o que favorece a adoção por pequenos e médios produtores rurais. A utilização de uma maquete para testes permitiu validar as principais funcionalidades do sistema sem a necessidade de recursos avançados ou testes em campo.

Dessa forma, reforça-se o caráter de apoio do sistema proposto, cuja função principal é auxiliar o manejo humano. As tecnologias empregadas atuam como instrumentos de suporte e otimização, mantendo o agricultor como agente central no



### **Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

processo produtivo.

## **2.3 Citações**

“A Internet das Coisas aplicada à agricultura contribui significativamente para a tomada de decisões baseada em dados em tempo real” (Xu et al., 2018).

Segundo Ghaffari e Jamali (2019, p. 45):

“A automação de sistemas de irrigação representa um avanço essencial para a sustentabilidade agrícola, permitindo melhor uso da água e redução do desperdício, especialmente em regiões com escassez hídrica.”

### **Citações indireta**

A automação no campo, especialmente aplicada a sistemas de irrigação, pode melhorar consideravelmente a eficiência operacional e a gestão de recursos hídricos (Ghaffari e Jamali, 2019).

O uso de redes de sensores e conectividade sem fio, como destaca Xu et al. (2018), permite que o agricultor tome decisões mais rápidas e precisas, aumentando a produtividade e reduzindo desperdícios.

As tecnologias Bluetooth são mais indicadas para curtas distâncias e baixo consumo energético, enquanto redes como o Wi-Fi e o Sigfox oferecem maior cobertura, ainda que dependam de uma infraestrutura adequada (Bluetooth SIG, 2020; Sigfox, 2021).

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Através da montagem e dos testes realizados na maquete física, observou-se que, embora o protótipo não estivesse totalmente finalizado, os resultados obtidos foram satisfatórios. Todos os componentes eletrônicos apresentaram funcionamento adequado, sem qualquer falha significativa relacionada à codificação, à alimentação de energia ou à comunicação via módulo Bluetooth. A fidelidade entre o funcionamento do sistema físico e o comportamento observado na simulação virtual reforça a confiabilidade do projeto, conforme demonstrado nos **Apêndices A e B**.

Esses resultados demonstram que o sistema proposto é viável tanto em



### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

ambiente virtual quanto físico, validando sua aplicabilidade como uma ferramenta de apoio ao manejo agrícola. A maquete possibilitou a simulação eficiente dos processos de irrigação, ventilação e iluminação, comprovando que os comandos enviados por meio do microcontrolador foram recebidos e executados corretamente, sem atrasos perceptíveis.

Além disso, o desempenho do módulo Bluetooth HC-05 mostrou-se consistente, garantindo estabilidade na comunicação sem fio e baixo consumo energético. Tal eficiência confirma a possibilidade de implementação do sistema em estufas reais, especialmente em pequenas e médias propriedades rurais, onde a simplicidade de operação e o custo reduzido são fatores determinantes.

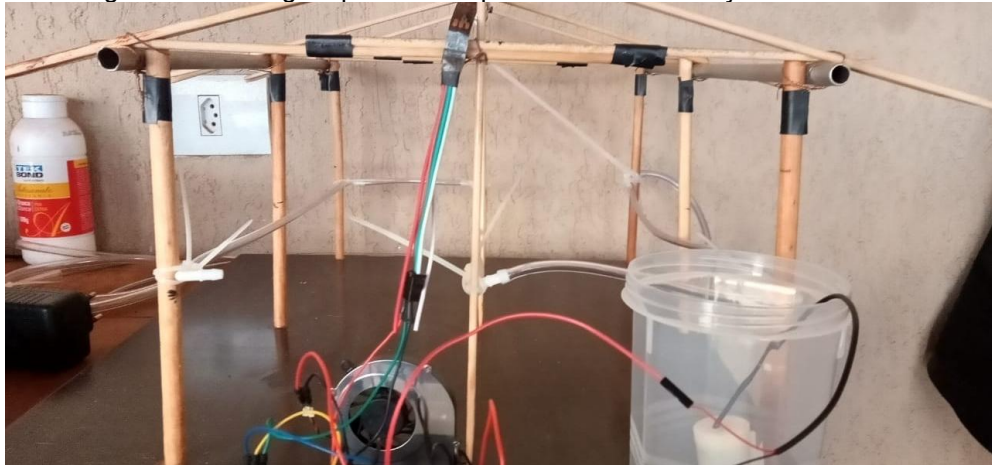
Por meio desses testes, foi possível perceber que o projeto cumpre sua proposta inicial de facilitar o controle e o monitoramento de estufas sem promover a substituição da mão de obra humana. Pelo contrário, o sistema atua como um recurso tecnológico complementar, que agiliza e simplifica tarefas rotineiras, contribuindo para o aumento da produtividade e para a redução de falhas operacionais.

Portanto, os resultados obtidos tanto na simulação virtual quanto no protótipo físico evidenciam o êxito da proposta, demonstrando que o sistema alcançou plenamente os objetivos traçados e apresenta potencial para aperfeiçoamentos futuros voltados à agricultura sustentável e inteligente.

Afim de registrar o funcionamento da estufa, além das fotos, foi-se realizado dois vídeos, que não serão possíveis de se inserir nesse trabalho, mas que servem como prova do funcionamento e controle da estufa.

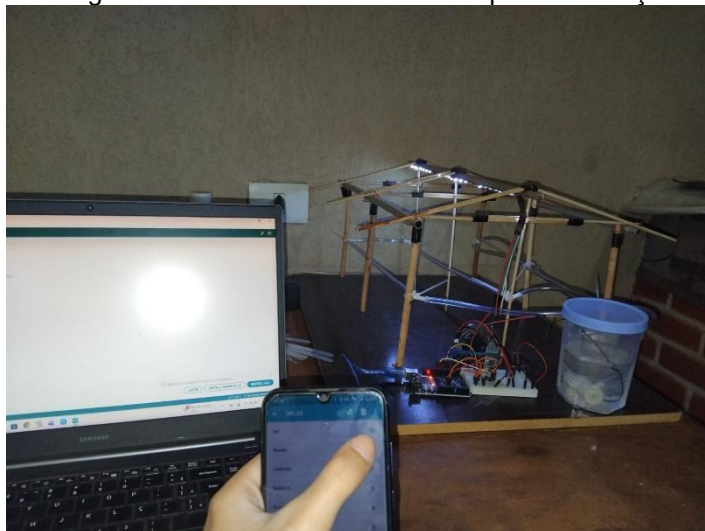
**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

Imagem 3 – Montagem para testes práticos sem finalização ainda.



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

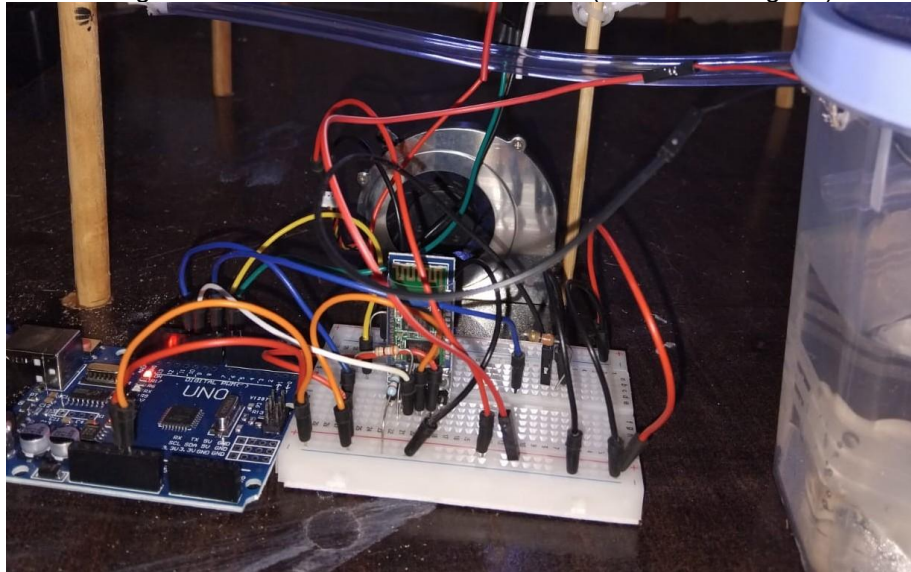
Imagem 4 – Funcionamento dos leds para iluminação



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

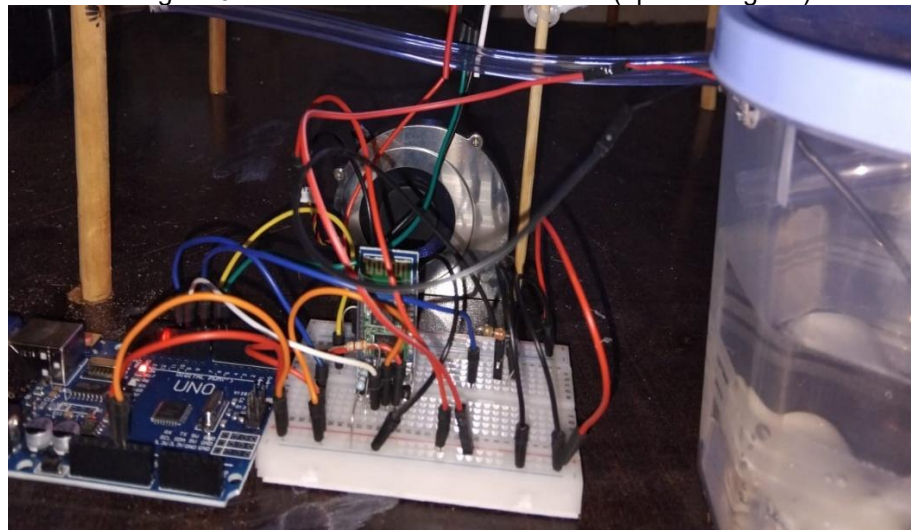
**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

Imagem 5 – Funcionamento da ventoinha (antes de ser ligada)



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Imagem 6 – Funcionamento da ventoinha (após ser ligada)



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste projeto possibilitou a criação e a validação de um sistema funcional de controle remoto para estufas agrícolas, integrando tecnologias sem fio de baixo custo por meio do módulo **Bluetooth HC-05**. A partir da metodologia aplicada e dos testes realizados, constatou-se a viabilidade técnica da proposta, bem como sua capacidade de contribuir para o aprimoramento das práticas agrícolas e para a modernização do manejo em ambientes controlados.



### **Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

Em consonância com os objetivos estabelecidos, reforça-se que este trabalho visa integrar a tecnologia ao cotidiano do agricultor de forma colaborativa, promovendo melhorias operacionais sem a substituição da mão de obra. O sistema propõe-se a facilitar o manejo agrícola, aumentar a eficiência e reduzir o esforço humano, ao mesmo tempo em que mantém a valorização do trabalhador rural como agente fundamental no processo produtivo.

Além disso, o estudo demonstrou que soluções de automação acessíveis e de fácil implementação podem contribuir significativamente para a modernização da agricultura sustentável, estimulando a adoção de práticas tecnológicas em propriedades de pequeno e médio porte.

Como proposta para trabalhos futuros, recomenda-se a expansão do projeto com a inclusão de sensores adicionais para coleta de dados ambientais em tempo real, bem como a integração de novos módulos de comunicação, que possibilitem a ampliação do alcance e o controle remoto via aplicativos móveis, sem comprometer a simplicidade e a acessibilidade do sistema.

### **REFERÊNCIAS**

GHAFFARI, A.; JAMALI, S. **Automation and control systems for greenhouse agriculture: energy and water efficiency.** *International Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 2, p. 45–58, 2019.

XU, C.; LI, F.; ZHANG, Y. **Smart farming with Internet of Things: enhancing agricultural efficiency and sustainability.** *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 150, p. 267–278, 2018.

**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Código-fonte do sistema de controle da estufa

O código a seguir foi desenvolvido na plataforma Arduino IDE utilizando o módulo Bluetooth HC-05 para comunicação sem fio. Ele é responsável pelo acionamento dos sistemas de ventilação, irrigação e iluminação de forma remota, conforme comandos enviados via dispositivo móvel.

O código foi elaborado de modo a oferecer praticidade e segurança, permitindo que o operador controle os sistemas da estufa com precisão, sem eliminar a necessidade de acompanhamento humano, mas otimizando suas tarefas.

#### Código-fonte (Arduino IDE)

```
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#include <SoftwareSerial.h>

// Definições dos pinos
#define PINO_LED 6
#define PINO_VENTOINHA 7
#define PINO_BOMBA 8

// Parâmetros para o controle da fita LED
#define NUM_LEDS 60
Adafruit_NeoPixel leds(NUM_LEDS, PINO_LED, NEO_GRB + NEO_KHZ800);

// Comunicação Bluetooth
SoftwareSerial bluetooth(10, 11); // RX, TX

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Comunicação serial com monitor
  bluetooth.begin(9600); // Comunicação com o HC-05 Bluetooth

  // Inicializar os LEDs
  leds.begin();
  leds.show(); // Inicializa todos os LEDs com apagados

  // Configurar pinos de controle
  pinMode(PINO_VENTOINHA, OUTPUT);
  pinMode(PINO_BOMBA, OUTPUT);
  digitalWrite(PINO_VENTOINHA, LOW); // Desliga a ventoinha inicialmente
  digitalWrite(PINO_BOMBA, LOW); // Desliga a bomba inicialmente

  Serial.println("Controle via Bluetooth iniciado.");
}

void loop() {
  if (bluetooth.available()) {
    char comando = bluetooth.read(); // Lê o comando enviado via Bluetooth

    // Ligar/desligar ventoinha
    if (comando == 'V') {
```



### **Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

```

digitalWrite(PINO_VENTOINHA, HIGH); // Liga a ventoinha
Serial.println("Ventoinha ligada.");
}
if (comando == 'v') {
  digitalWrite(PINO_VENTOINHA, LOW); // Desliga a ventoinha
  Serial.println("Ventoinha desligada.");
}

// Ligar/desligar bomba
if (comando == 'B') {
  digitalWrite(PINO_BOMBA, HIGH); // Liga a bomba
  Serial.println("Bomba ligada.");
}
if (comando == 'b') {
  digitalWrite(PINO_BOMBA, LOW); // Desliga a bomba
  Serial.println("Bomba desligada.");
}

// Controle de LED (Mudança de cor ou modo)
if (comando == 'L') {
  // Mudando todos os LEDs para a cor branca
  for (int i = 0; i < NUM_LEDS; i++) {
    leds.setPixelColor(i, leds.Color(255, 255, 255)); // Branco
  }
  leds.show();
  Serial.println("LEDs brancos.");
}
if (comando == 'l') {
  // LEDs apagados
  for (int i = 0; i < NUM_LEDS; i++) {
    leds.setPixelColor(i, leds.Color(0, 0, 0)); // Apaga todos os LEDs
  }
  leds.show();
  Serial.println("LEDs apagados.");
}

// Controle de velocidade da ventoinha (opcional, com PWM)
if (comando == 'S') {
  analogWrite(PINO_VENTOINHA, 128); // Exemplo de controle PWM para
ventoinha (50% de velocidade)
  Serial.println("Ventoinha na velocidade média.");
}
}
}

```



***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

### **APÊNDICE B – Simulação virtual da estufa**

Com o intuito de validar o funcionamento do sistema antes da montagem física, foi criada uma simulação virtual na plataforma Tinkercad, onde todos os componentes foram conectados e testados digitalmente. Essa simulação permitiu verificar a lógica de programação, o acionamento dos dispositivos e a integridade das ligações elétricas.

O projeto virtual está disponível para visualização pública através do link a seguir:

**<https://www.tinkercad.com/things/8BD8JNKCgYm-simulacao-de-funcionamento-dos-componentes-da-estufa?sharecode=58UyN-QuuBsBEYOeXZzczD3ZhFTaWCSNfpL8YCF8qsg>**