



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**



Proexae
Pró-Reitoria de Extensão e
Assuntos Estudantis

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**PROGRAMA EXTENSÃO PARA TODOS – PET – EDITAL N° 15/2025
PROEXAE-UEMA**

Projeto do orientador:
Robótica educacional

Plano de trabalho do bolsista:
Sistema de irrigação automática: aprimoramento e expansão
do projeto de robótica educacional entre a UEMA e o IEMA

VINICIUS DE OLIVEIRA SOUZA
Bolsista

CARLOS MAGNO SOUSA JUNIOR
Orientador

Código: PJ151-2025

**SÃO LUÍS – MA
2026**

Projeto do orientador:

Robótica educacional

Plano de trabalho do bolsista:

Sistema de irrigação automática: aprimoramento e expansão
do projeto de robótica educacional entre a UEMA e o IEMA

RELATÓRIO PARCIAL

Período: Setembro de 2025 a Janeiro de 2026

VINICIUS DE OLIVEIRA SOUZA

Bolsista

CARLOS MAGNO SOUSA JUNIOR

Orientador

RESUMO

O presente relatório parcial descreve as atividades desenvolvidas no âmbito do projeto de robótica educacional, com foco específico no aprimoramento do sistema de irrigação automática implementado em parceria entre a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e o Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA). O sistema utiliza a plataforma Arduino UNO R3 para monitorar a umidade do solo por meio de sensores resistivos do tipo higrômetro (FC-28/YL-38/YL-69) e acionar automaticamente uma válvula solenoide para irrigação quando detectada condição de solo seco. Durante o período compreendido por este relatório, foram realizadas atividades de manutenção preventiva do circuito eletrônico, incluindo a revisão de soldas e conexões, além da atualização do código-fonte para implementação de novas funcionalidades. O sistema foi testado em laboratório e no local de instalação definitiva no IEMA, apresentando funcionamento satisfatório. Como próximas etapas, prevê-se a expansão do sistema para utilização de três sensores de umidade distribuídos pelo canteiro, com cálculo de média aritmética das leituras para maior precisão no acionamento da irrigação.

Palavras-chave: irrigação automática; Arduino; robótica educacional; automação; UEMA; IEMA.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo Geral	6
2.2 Objetivos Específicos	7
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
3.1 Robótica Educacional	7
3.2 Plataforma Arduino	8
3.3 Sensores de Umidade do Solo	8
3.4 Atuadores: Válvula Solenoide e Módulo Relé	8
3.5 Interface com Usuário: Display LCD	8
4 METODOLOGIA	9
5 ATIVIDADES REALIZADAS	9
5.1 Diagnóstico do Sistema Original	9
5.2 Manutenção do Circuito Eletrônico	9
5.3 Atualização do Código-Fonte	11
5.4 Diagrama do Circuito	12
5.5 Diagrama de Fluxo de Operação	13
5.6 Testes de Funcionamento	14
5.7 Visitas Técnicas ao IEMA	17
6 RESULTADOS PARCIAIS	18
7 PRÓXIMAS ETAPAS	18
7.1 Fase 1: Expansão do Hardware (Curto Prazo)	19
7.2 Fase 2: Testes e Calibração (Curto Prazo)	19
7.3 Fase 3: Instalação Definitiva (Médio Prazo)	19
7.4 Fase 4: Melhorias Futuras (Longo Prazo)	19
8 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	20
REFERÊNCIAS	21
APOIO	22
AGRADECIMENTOS	22

Lista de Figuras

1	Sensor de umidade FC-28 inserido em amostra de solo úmido durante teste.	10
2	Sensor de umidade FC-28 em condição de solo seco durante teste.	11
3	Diagrama esquemático do circuito do sistema de irrigação.	13
4	Fluxograma de operação do sistema de irrigação versão 2.0.	14
5	Display LCD exibindo condição de solo úmido e porcentagem de umidade. . . .	15
6	Display LCD exibindo status de irrigação ativa.	16
7	Válvula solenoide 12V utilizada para controle do fluxo de água.	17

Lista de Tabelas

1	Comparativo entre as versões do código do sistema de irrigação.	12
2	Pinagem do sistema de irrigação no Arduino UNO.	13
3	Status das atividades do projeto.	18

1. INTRODUÇÃO

A automação de processos agrícolas representa uma das aplicações mais promissoras da robótica no contexto educacional e social. Sistemas de irrigação automatizados permitem o uso racional da água, recurso cada vez mais escasso, ao mesmo tempo em que dispensam a necessidade de monitoramento humano constante. No contexto educacional, tais sistemas constituem uma ferramenta pedagógica valiosa, permitindo que estudantes compreendam de forma prática conceitos de eletrônica, programação e sustentabilidade.

O presente trabalho está inserido no projeto de extensão “Robótica Educacional”, desenvolvido em parceria entre o curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e o Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA). O projeto visa capacitar alunos do ensino fundamental e técnico em conhecimentos básicos de automação e robótica, promovendo a integração entre as instituições de ensino público.

O sistema de irrigação automática objeto deste relatório foi originalmente desenvolvido no período anterior do projeto, com o objetivo de reaproveitar a água desperdiçada proveniente de bebedouros da instituição para irrigar a horta cultivada pelos alunos do IEMA, Unidade Gonçalves Dias, localizada em São Luís. O protótipo inicial apresentava um sensor de umidade, um módulo relé para acionamento de válvula solenoide e um display LCD para exibição de informações ao usuário.

Durante a fase atual do projeto, foram realizadas atividades de manutenção preventiva do sistema, atualização do código-fonte para implementação de novas funcionalidades e expansão da capacidade de sensoriamento para cobertura de uma área maior do canteiro. Este relatório parcial apresenta as atividades realizadas até o momento, os resultados obtidos e as próximas etapas planejadas.

O documento está organizado da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados os objetivos do trabalho; na Seção 3 é apresentada a fundamentação teórica; na Seção 4 é descrita a metodologia adotada; na Seção 5 são detalhadas as atividades realizadas; na Seção 6 são apresentados os resultados parciais; na Seção 7 são descritas as próximas etapas; e na Seção 8 são apresentadas as considerações parciais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Aprimorar e expandir o sistema de irrigação automática desenvolvido no âmbito do projeto de robótica educacional, visando sua instalação definitiva na horta do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), em parceria com a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

2.2. Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral proposto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar diagnóstico completo do estado atual do circuito e identificar oportunidades de melhoria;
- Executar manutenção preventiva do circuito, incluindo revisão de soldas e verificação de conexões;
- Atualizar o código-fonte do sistema, implementando novas funcionalidades e melhorias;
- Expandir o sistema para utilização de três sensores de umidade distribuídos pelo canteiro;
- Implementar algoritmo de média aritmética das leituras dos sensores para maior precisão;
- Realizar testes de funcionamento em laboratório e no local de instalação definitiva;
- Documentar todas as etapas do desenvolvimento para fins de replicação e aprendizado.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Robótica Educacional

A robótica educacional configura-se como uma metodologia de ensino que utiliza dispositivos robóticos como ferramentas para o desenvolvimento de competências técnicas e cognitivas. Segundo Guedes e Kerber (2010), a robótica pode favorecer uma melhoria significativa no desenvolvimento de habilidades e competências de alunos em diversas áreas do conhecimento, promovendo a interdisciplinaridade entre campos como física, matemática, eletrônica e programação.

A inserção da robótica no ambiente escolar possibilita a inclusão de alunos de diversas faixas etárias e com diferentes níveis de conhecimento prévio, permitindo que o aprendizado ocorra de forma prática e contextualizada (AROCENA; REKALDE-RODRIGUEZ; GRANA, 2018). Neste contexto, projetos como sistemas de irrigação automatizados representam uma oportunidade de aplicar conceitos teóricos em soluções que atendem demandas reais da comunidade.

3.2. Plataforma Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, composta por hardware e software de fácil utilização. A placa Arduino UNO R3, utilizada neste projeto, possui um microcontrolador ATmega328P com 14 pinos de entrada/saída digital, 6 entradas analógicas e opera com tensão de 5V (ARDUINO, 2024).

A escolha do Arduino para projetos educacionais justifica-se por sua acessibilidade, baixo custo e ampla documentação disponível. A linguagem de programação utilizada é baseada em C/C++, com abstrações que facilitam o acesso aos periféricos do microcontrolador, tornando-a adequada para iniciantes em programação.

3.3. Sensores de Umidade do Solo

Os sensores de umidade do solo do tipo FC-28, YL-38 e YL-69 são dispositivos resis-tivos que funcionam por princípio de condução elétrica. O sensor é composto por duas hastes metálicas que, quando inseridas no solo, permitem a passagem de corrente elétrica proporcional à quantidade de água presente no substrato.

O funcionamento baseia-se no seguinte princípio: quando o solo está úmido, a água presente facilita a condução elétrica entre as hastes, resultando em uma resistência baixa e, consequentemente, uma tensão de saída baixa. Quando o solo está seco, a ausência de água aumenta a resistência entre as hastes, elevando a tensão de saída. O módulo comparador aco-plado ao sensor converte essa variação de resistência em um sinal analógico de 0 a 1023 (para conversores AD de 10 bits), que pode ser interpretado pelo microcontrolador.

3.4. Atuadores: Válvula Solenoide e Módulo Relé

A válvula solenoide é um dispositivo eletromecânico que controla o fluxo de fluidos (líquidos ou gases) através de um orifício, utilizando uma bobina eletromagnética. Quando energizada, a bobina gera um campo magnético que move um êmbolo, permitindo ou bloque-ando a passagem do fluido.

O módulo relé funciona como uma chave eletromecânica que permite ao microcontrola-dor controlar cargas de maior potência. O Arduino opera com tensões e correntes limitadas (5V, poucos miliamperes), insuficientes para acionar diretamente uma válvula solenoide de 12V. O relé atua como intermediário, sendo acionado pelo sinal de baixa potência do Arduino e fe-chando o circuito de alta potência da válvula.

3.5. Interface com Usuário: Display LCD

O display de cristal líquido (LCD) 16x2 permite a exibição de informações ao usuário em duas linhas de 16 caracteres cada. A comunicação com o Arduino pode ser realizada em modo paralelo de 4 ou 8 bits, utilizando a biblioteca LiquidCrystal.h. O display proporciona feedback visual sobre o estado do sistema, exibindo valores de umidade e status da irrigação.

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho foi organizado nas seguintes etapas metodológicas:

- 1. Levantamento bibliográfico:** pesquisa em fontes especializadas sobre sistemas de irrigação automatizados, plataforma Arduino e sensores de umidade, visando compreender o estado da arte e identificar as melhores práticas para implementação;
- 2. Diagnóstico do sistema existente:** análise detalhada do circuito e código-fonte originais, identificando oportunidades de melhoria e novas funcionalidades a serem implementadas;
- 3. Manutenção preventiva:** execução de revisão no circuito, incluindo verificação de soldas, teste de continuidade das conexões e inspeção dos componentes;
- 4. Atualização do código:** implementação de novas funcionalidades no código-fonte, incluindo suporte a múltiplos sensores e melhorias na interface do usuário;
- 5. Testes em laboratório:** validação do funcionamento do sistema em ambiente controlado, utilizando amostras de solo com diferentes níveis de umidade;
- 6. Visitas técnicas ao IEMA:** realização de testes no local de instalação definitiva, verificando compatibilidade com a infraestrutura existente e condições de operação;
- 7. Documentação:** registro de todas as etapas do desenvolvimento, incluindo esquemas de circuito, código-fonte comentado e procedimentos de instalação.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

5.1. Diagnóstico do Sistema Original

A primeira etapa do trabalho consistiu na análise detalhada do sistema de irrigação desenvolvido no período anterior do projeto pela bolsista Sophia Di Consulin Almeida. O protótipo original apresentava os seguintes componentes: Arduino UNO R3, display LCD 16x2, sensor de umidade do solo FC-28, módulo relé de 1 canal, válvula solenoide 12V e fonte de alimentação.

O sistema original encontrava-se funcional e bem estruturado, demonstrando a qualidade do trabalho desenvolvido anteriormente. Durante a análise, foram identificadas oportunidades de expansão e melhorias para atender a um canteiro de maior dimensão.

5.2. Manutenção do Circuito Eletrônico

Com base no diagnóstico realizado, procedeu-se à manutenção preventiva do circuito. As atividades executadas incluíram:

- Revisão de todas as soldas para garantir a longevidade das conexões;
- Verificação de continuidade elétrica de todas as trilhas e conexões;
- Teste individual de cada componente para confirmar funcionamento adequado;
- Limpeza e organização da disposição dos componentes na placa.

A Figura 1 apresenta o sensor de umidade inserido em amostra de solo úmido durante os testes de funcionamento.



Figura 1: Sensor de umidade FC-28 inserido em amostra de solo úmido durante teste.

Fonte: Autor, 2025.

A Figura 2 apresenta o sensor de umidade em condição de solo seco, demonstrando a diferença de leitura.



Figura 2: Sensor de umidade FC-28 em condição de solo seco durante teste.

Fonte: Autor, 2025.

5.3. Atualização do Código-Fonte

O código-fonte original foi atualizado para a versão 2.0, com a implementação de novas funcionalidades que ampliam as capacidades do sistema. A Tabela 1 apresenta um comparativo entre as versões.

Tabela 1: Comparativo entre as versões do código do sistema de irrigação.

Funcionalidade	v1.0	v2.0
Quantidade de sensores	1	3
Cálculo de média aritmética	Não	Sim
Exibição em porcentagem	Não	Sim
Mensagem de boas-vindas	Não	Sim
Log via Serial Monitor	Não	Sim
Documentação no código	Parcial	Completa

Fonte: Autor, 2025.

As principais melhorias implementadas incluem:

- Suporte a três sensores de umidade para cobertura de canteiro maior;
- Algoritmo de média aritmética das leituras para maior precisão;
- Conversão dos valores para porcentagem, facilitando a interpretação;
- Mensagem de boas-vindas “Irriga Smart” na inicialização;
- Logs detalhados via Serial Monitor para depuração e monitoramento;
- Documentação completa das funções no código-fonte.

5.4. Diagrama do Circuito

A Figura 3 apresenta o diagrama esquemático do circuito do sistema de irrigação, incluindo a pinagem de todos os componentes conectados ao Arduino UNO.

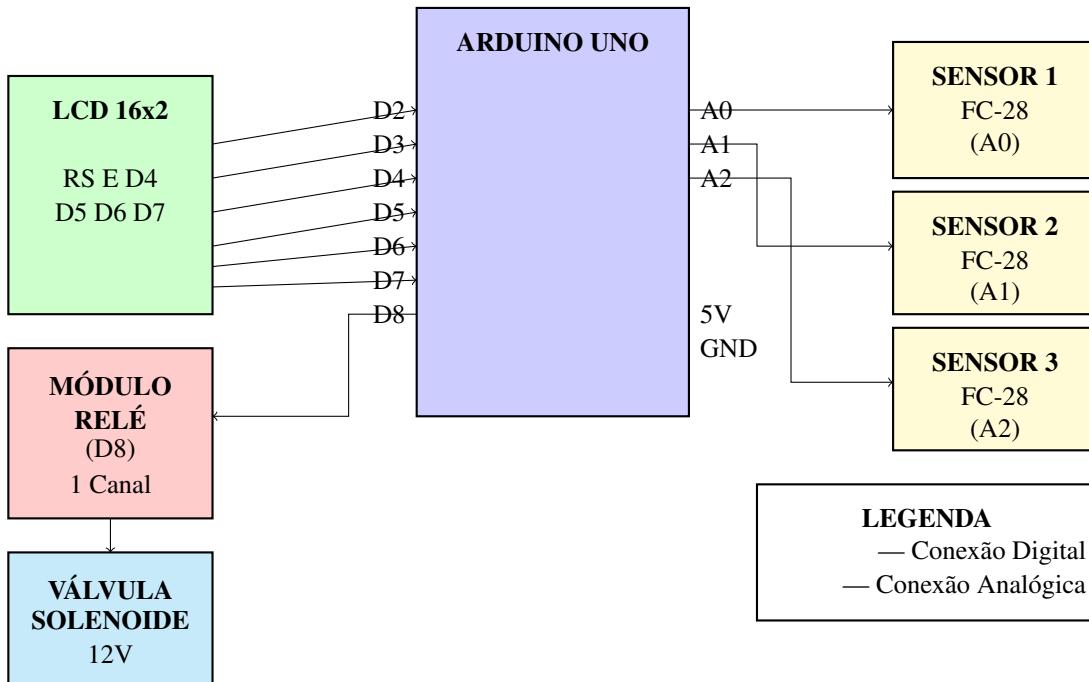


Figura 3: Diagrama esquemático do circuito do sistema de irrigação.

Fonte: Autor, 2025.

A Tabela 2 detalha a pinagem completa do sistema.

Tabela 2: Pinagem do sistema de irrigação no Arduino UNO.

Componente	Pino Arduino	Tipo
LCD RS	D7	Digital (Saída)
LCD E (Enable)	D6	Digital (Saída)
LCD D4	D5	Digital (Saída)
LCD D5	D4	Digital (Saída)
LCD D6	D3	Digital (Saída)
LCD D7	D2	Digital (Saída)
Módulo Relé	D8	Digital (Saída)
Sensor de Umidade 1	A0	Analógico (Entrada)
Sensor de Umidade 2	A1	Analógico (Entrada)
Sensor de Umidade 3	A2	Analógico (Entrada)

Fonte: Autor, 2025.

5.5. Diagrama de Fluxo de Operação

A Figura 4 apresenta o fluxograma de operação do sistema de irrigação, detalhando a lógica de funcionamento implementada no código versão 2.0.

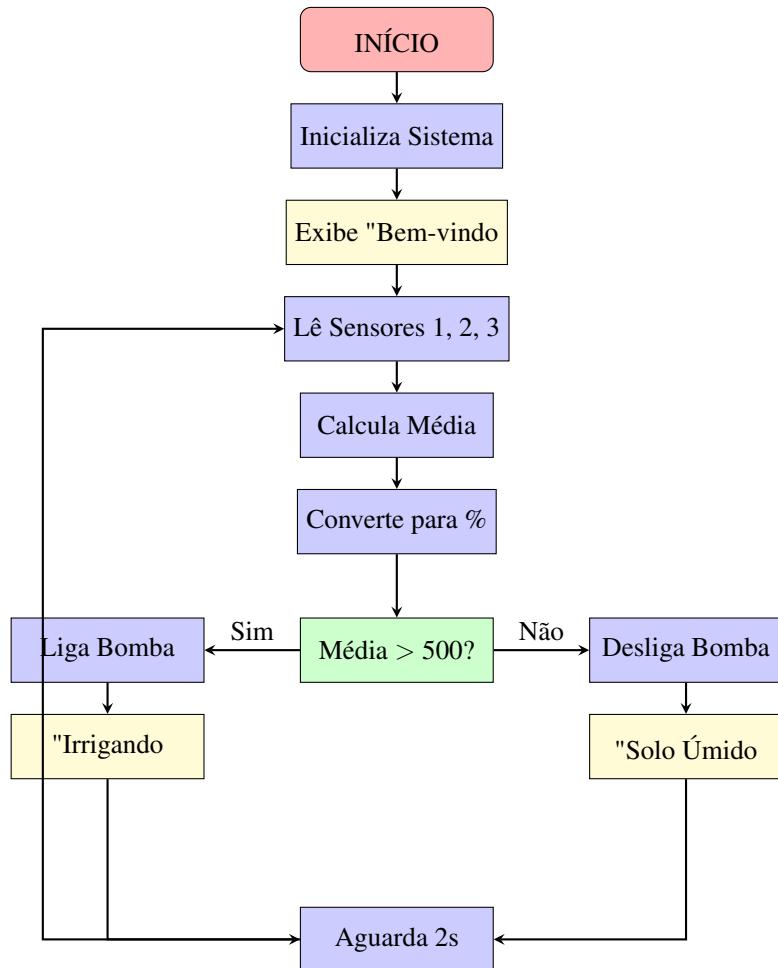


Figura 4: Fluxograma de operação do sistema de irrigação versão 2.0.

Fonte: Autor, 2025.

5.6. Testes de Funcionamento

Após a manutenção do circuito e atualização do código, foram realizados testes de funcionamento tanto em laboratório quanto no local de instalação definitiva no IEMA.

A Figura 5 apresenta o display LCD exibindo a condição de solo úmido durante os testes.

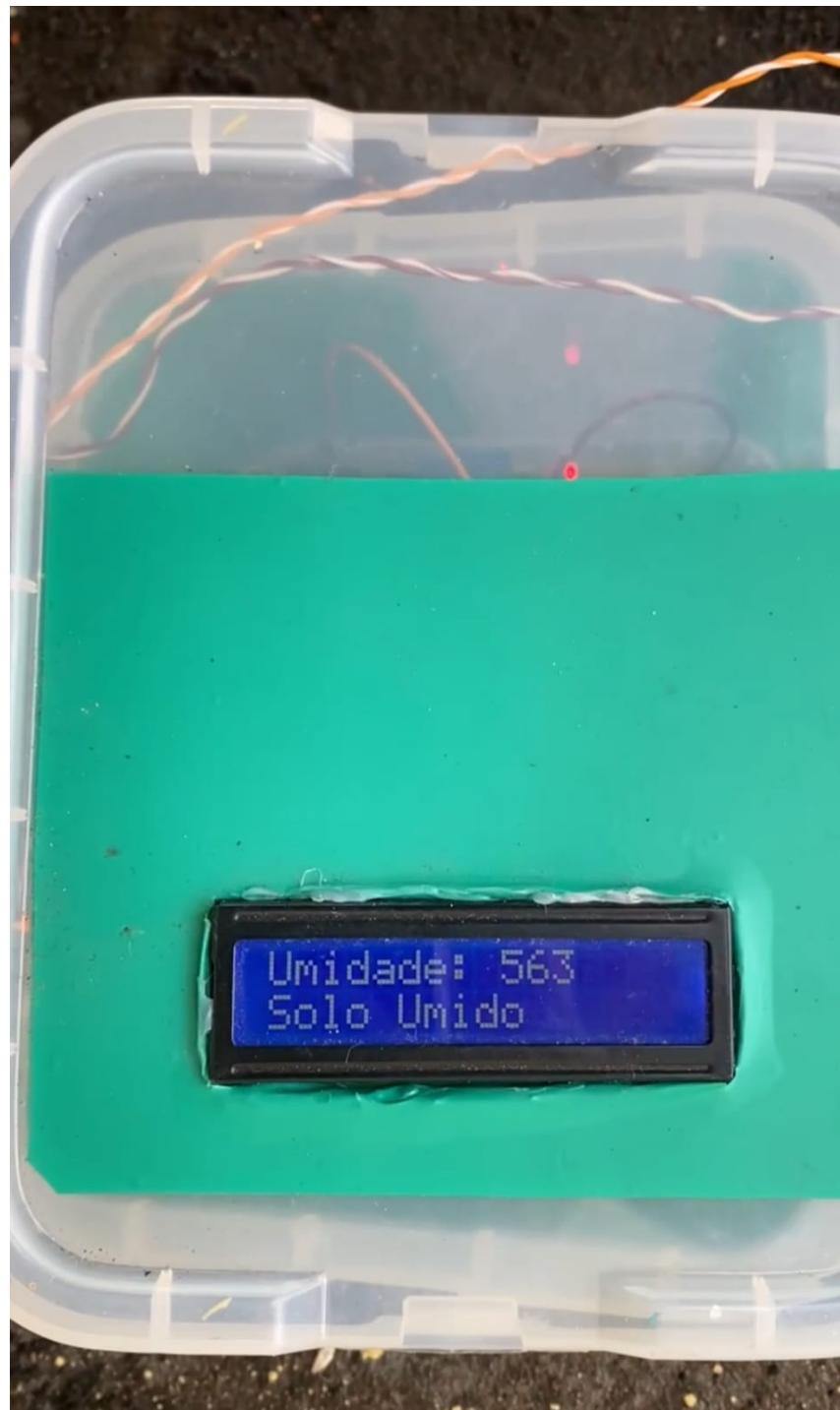


Figura 5: Display LCD exibindo condição de solo úmido e porcentagem de umidade.

Fonte: Autor, 2025.

A Figura 6 apresenta o display LCD durante o acionamento da irrigação.



Figura 6: Display LCD exibindo status de irrigação ativa.

Fonte: Autor, 2025.

A Figura 7 apresenta a válvula solenoide utilizada no sistema.



Figura 7: Válvula solenoide 12V utilizada para controle do fluxo de água.

Fonte: Autor, 2025.

5.7. Visitas Técnicas ao IEMA

Foram realizadas visitas técnicas à Unidade Gonçalves Dias do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), localizada em São Luís, para verificação das condições de instalação e realização de testes *in loco*. Durante as visitas, foram observados os seguintes aspectos:

- Localização da horta e distância até o bebedouro (fonte de água);
- Disponibilidade de ponto de energia elétrica para alimentação do sistema;
- Dimensões do canteiro para definição do posicionamento dos sensores;
- Condições de proteção do circuito contra intempéries.

Os testes realizados no local confirmaram o funcionamento adequado do sistema, porém foi identificada a necessidade de uma bomba auxiliar para aumentar a pressão da água, visto que a gravidade não é suficiente para transportar a água do bebedouro até a horta.

6. RESULTADOS PARCIAIS

Até o presente momento, foram alcançados os seguintes resultados:

1. **Manutenção do circuito concluída:** todas as soldas foram revisadas e as conexões verificadas, garantindo a confiabilidade do sistema;
2. **Código-fonte atualizado:** o código foi atualizado para a versão 2.0, com suporte a três sensores e diversas melhorias de funcionalidade;
3. **Documentação técnica elaborada:** o código-fonte foi extensivamente comentado, explicando o funcionamento de cada função utilizada;
4. **Testes bem-sucedidos:** o sistema foi testado em laboratório e no IEMA, apresentando funcionamento correto na detecção de umidade e acionamento do relé;
5. **Identificação de pendências:** foi verificada a necessidade de bomba auxiliar para pressurização da água.

A Tabela 3 apresenta o status de cada atividade planejada.

Tabela 3: Status das atividades do projeto.

Atividade	Status
Levantamento bibliográfico	Concluído
Diagnóstico do sistema original	Concluído
Manutenção preventiva do circuito	Concluído
Atualização do código-fonte	Concluído
Testes em laboratório	Concluído
Visitas técnicas ao IEMA	Concluído
Montagem do circuito com 3 sensores	Em andamento
Instalação definitiva no IEMA	Pendente
Documentação final	Em andamento

Fonte: Autor, 2025.

7. PRÓXIMAS ETAPAS

Para a continuidade do projeto, estão planejadas as seguintes etapas:

7.1. Fase 1: Expansão do Hardware (Curto Prazo)

- Aquisição de dois sensores de umidade adicionais (FC-28);
- Montagem do circuito com os três sensores nas portas A0, A1 e A2;
- Definição do posicionamento ideal dos sensores no canteiro;
- Confecção de caixa de proteção resistente a intempéries.

7.2. Fase 2: Testes e Calibração (Curto Prazo)

- Calibração do limite de umidade para o solo específico da horta;
- Testes de funcionamento prolongado (operação contínua por 48+ horas);
- Ajuste fino do algoritmo de média aritmética;
- Verificação do consumo de energia e autonomia do sistema.

7.3. Fase 3: Instalação Definitiva (Médio Prazo)

- Instalação do sistema na horta do IEEMA;
- Conexão com a fonte de água (bebedouro);
- Instalação de bomba auxiliar para pressurização, se necessário;
- Treinamento dos alunos e funcionários para operação do sistema.

7.4. Fase 4: Melhorias Futuras (Longo Prazo)

- Adição de módulo RTC para irrigação programada por horário;
- Implementação de conectividade WiFi para monitoramento remoto;
- Integração de sensor de nível do reservatório;
- Desenvolvimento de interface web ou aplicativo mobile;
- Elaboração de artigo científico com os resultados obtidos.

8. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

O presente relatório apresentou as atividades desenvolvidas no período de Setembro de 2025 a Janeiro de 2026 no âmbito do projeto de robótica educacional, com foco no aprimoramento do sistema de irrigação automática.

Os objetivos propostos para esta etapa foram parcialmente alcançados. A manutenção do circuito eletrônico foi concluída com sucesso, garantindo a confiabilidade do sistema desenvolvido anteriormente pela bolsista Sophia Di Consulin Almeida. O código-fonte foi atualizado para a versão 2.0, implementando melhorias significativas como suporte a múltiplos sensores, exibição em porcentagem e mensagens de boas-vindas ao usuário.

Os testes realizados tanto em laboratório quanto no local de instalação demonstraram o funcionamento adequado do sistema na detecção de umidade e acionamento do relé. Foi identificada, contudo, a necessidade de uma bomba auxiliar para garantir pressão suficiente no transporte da água até a horta.

Como próximos passos, está prevista a montagem do circuito expandido com três sensores de umidade, a calibração do sistema para as condições específicas do solo da horta do IEMA e a instalação definitiva do equipamento. Espera-se que, ao final do projeto, o sistema de irrigação contribua para a manutenção sustentável da horta escolar, além de servir como ferramenta pedagógica para os alunos.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Arduino UNO R3. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. Acesso em: 30 jan. 2026.

AROCENA, I.; REKALDE-RODRIGUES, I.; GRANA, M. Social robots for children with autism spectrum conditions: A review of some studies. **Zenodo**, 2018.

DAMASEVICIUS, R.; MASKELIUNAS, R.; BLAZUSKAS, T. Faster pedagogical framework for steam educational based on educational robotics. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 7, p. 138-142, 2018.

GUEDES, A.; KERBER, F. Usando a robótica como meio educativo. **Unoesc & Ciência**, v. 1, n. 1, p. 9-16, 2010.

INC. Robotics. Disponível em: <https://www.inc.com/encyclopedia/robotics.html>. Acesso em: 30 jan. 2026.

APOIO

Este projeto foi possível devido ao apoio financeiro concedido pela Universidade Estadual do Maranhão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor orientador Carlos Magno Sousa Junior pela orientação e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também à bolsista anterior Sophia Di Consulin Almeida pelo excelente trabalho desenvolvido no sistema de irrigação, que serviu como base para as melhorias implementadas nesta etapa.

Agradeço ao Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), Unidade Gonçalves Dias, pela parceria e disponibilização do espaço para instalação do sistema.