

# Horta Digital: irrigação automatizada de hortas com reúso de água de bebedouros escolares

**Aryane R. Santos<sup>1</sup>, Luís A. M. Carvalho<sup>1</sup>, Maria H. R. Oliveira<sup>1</sup>, Mariana R. dos Santos<sup>1</sup>, Ruan F. S. de Carvalho<sup>1</sup>, Sandra H. G. Costa<sup>1</sup>, Gilson P. dos Santos Júnior<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Curso de Nível Médio Integrado em Redes de Computadores

Instituto Federal de Sergipe (IFS) – Campus Lagarto

Estr. da Barragem, Jardim Campo Novo, Lagarto, Sergipe, Brasil. CEP: 49400-000

{aryane.santos109, luis.carvalho071, maria.oliveira087, mariana.santos099,

ruan.carvalho116, sandra.goncalves, gilson.junior}@academico.ifs.edu.br

**Abstract.** This article presents an automated irrigation system called *Horta Digital*, which reuses the water wasted from drinking fountains in a public educational institution. The project employs IoT (Internet of Things) technology to monitor soil moisture and control irrigation automatically, promoting sustainability and efficiency in water use. The proposed solution integrates sensors, actuators, and a mobile application to manage the system. In addition to improving agricultural production and reducing water waste, the project aims to contribute to the achievement of the United Nations Sustainable Development Goals, such as Zero Hunger and Climate Action.

**Keywords:** Irrigation. Internet of Things. SDG.

**Resumo.** Este artigo apresenta um sistema de irrigação automatizada, denominado *Horta Digital*, que reutiliza a água desperdiçada dos bebedouros em uma instituição pública de ensino. O projeto utiliza tecnologia IoT (Internet das Coisas) para monitorar a umidade do solo e controlar a irrigação automaticamente, promovendo sustentabilidade e eficiência no uso da água. A solução proposta integra sensores, atuadores e um aplicativo mobile para gerenciar o sistema. Além de melhorar a produção agrícola e reduzir o desperdício de água, o projeto visa contribuir para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, como Fome Zero e Ação Climática.

**Palavras-Chave:** Irrigação. Internet das Coisas. ODS.

## 1. Introdução

As plantações são influenciadas por inúmeros fatores que afetam a produção, a qualidade e a sustentabilidade. Os lavradores lidam, frequentemente, com questões climáticas relacionadas ao excesso e escassez de chuvas, temperatura do ambiente e incidência de luz solar adequada ao desenvolvimento da planta, qualidade do solo e o controle de pragas e doenças. Do mesmo modo que a falta de chuva prejudica a plantação, o excesso tem efeitos negativos para a maioria das plantas. Cabe ao lavrador controlar a disponibilidade de água de qualidade para as plantações por meio da irrigação. Neste contexto, a tecnologia surge como um aliado para suprir as necessidades e evitar o desperdício [Henriques 2021].

Em plantios de pequeno porte (hortas suspensas, microverdes, jardins decorativos, estufas) domiciliares ou em ambientes públicos e privados, essa influência pode afetar ainda mais a qualidade dos cultivos. Tanto agricultores familiares, quanto demais pessoas interessadas em plantios, inclusive em ambientes urbanos, lidam com elementos climáticos relacionados ao déficit ou escassez hídrica e à incidência luminosa (umidade e temperatura).

A falta de água potável é uma preocupação de todos e vem crescendo durante os anos, devido a mudanças climáticas e o uso inadequado desse bem natural. Dentro as atividades econômicas, a atividade agrícola é a que mais consome água no Brasil [Leal 2022]. Portanto, a busca por medidas alternativas e sustentáveis para a irrigação é crucial. O reúso da água surge como uma dessas alternativas viáveis. Hortas automatizadas integradas à Internet das Coisas podem maximizar a produção sem o trabalho manual da irrigação e minimizar o desperdício de água.

A Internet das Coisas, do inglês *Internet of Things* (IoT), surgiu para revolucionar a forma como realizamos tarefas. Ela refere-se à rede de dispositivos conectados à internet capazes de coletar, compartilhar e processar dados para realizar atividades autônomas, ou seja, sem intervenção humana [Burgess 2018].

Ambientes com grande quantitativo de pessoas demandam de grandes volumes de água e, geralmente, geram desperdícios. Ambientes escolares são ótimos exemplos destes ambientes, tornando-se lugares promissores para a implementação de sistemas inteligentes com foco no reúso da água desperdiçada. Além disso, o desenvolvimento deste sistema promove um ambiente de aprendizado sobre IoT para os estudantes, pode amenizar o desperdício de água com o reúso e permitir a economia nas despesas da instituição.

Este trabalho apresenta os resultados iniciais da implementação de uma horta automatizada com reúso de água em uma instituição pública de ensino, utilizando sensores e atuadores para monitoramento da horta e irrigação automática com a água desperdiçada nos bebedouros escolares. Com essa ação proativa, espera-se amenizar o desperdício de água do campus, melhorar a produção da horta escolar, inspirar outros projetos escolares de sustentabilidade, bem como, incentivar a adoção das práticas em cultivos de viveiros de mudas por agricultores familiares da microrregião centro-sul de Sergipe.

## **2. Fundamentação Teórica**

A água é essencial para a existência humana, seja para beber, cozinhar, gerar energia ou na agricultura. De acordo com um estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística[IBGE 2021], o consumo médio de água no Brasil foi de 117,5 litros por habitante ao dia, em 2020, evidenciando a importância da gestão eficiente desse recurso para garantir sua disponibilidade no futuro.

Um alerta significativo da agenda mundial é a necessidade de redução do desperdício que se perpetua, como apresentado no Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2015, que prevê que, até 2030, o planeta enfrentará um déficit de água de 40%, a menos que a gestão desse recurso seja dramaticamente melhorada [Connor 2015]. Essa previsão destaca a urgência de ações eficazes para evitar uma crise hídrica global.

Nessa direção, ao tratarmos de hortas com reúso de água, visamos contribuir di-

retamente, com a agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, que entrelaçam Fome Zero e Agricultura Sustentável (ODS 2), Cidades Sustentáveis (ODS 11), Ação Contra a Mudança Global do Clima (ODS 13). Sendo assim, o manejo adequado de um sistema de irrigação pode propiciar ao agricultor o uso eficiente da água, para aumentar a produtividade das culturas [Beraldo et al. 2012].

No contexto brasileiro, é relevante notar que o país concentra entre 12% e 16% do volume total de recursos hídricos do planeta [Clarke and King 2005]. Essa abundância implica na necessidade de responsabilidades significativas em relação à conservação e uso sustentável da água. A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97 [Brasil 1997]) regula o uso dos recursos hídricos e assegura o direito universal ao acesso à água, reconhecendo-a como um direito humano fundamental.

A legislação promove a participação da sociedade na gestão hídrica, enfatizando que o uso eficiente e a preservação dos recursos hídricos são essenciais para garantir que todos tenham acesso à água de qualidade. Essa participação se dá em todos os ambientes, públicos e privados, sendo que a relevância social, ambiental e técnica do reúso de águas em prédios públicos já foram evidenciados por [Carvalho 2017] e pelo [MMA 2014].

Nesse contexto, a implementação de uma horta automatizada que utiliza técnicas de reutilização de água, se torna essencial. Essa abordagem interdisciplinar, desenvolvida através de um projeto integrador não apenas contribui para a sustentabilidade, mas também promove a educação ambiental e segurança alimentar, demonstrando como a inovação pode ser aliada a um meio ambiente sustentável.

### **3. Horta Digital: solução proposta**

A Horta Digital é sistema de *hardware* e *software* para automatizar a irrigação da horta escolar com água desperdiçada dos bebedouros de uma instituição pública de ensino. Nós organizamos a apresentação da solução proposta em duas seções: Circuito Eletrônico da Horta Digital (3.1) e Horta Digital App: aplicativo mobile (3.2).

#### **3.1. Circuito Eletrônico da Horta Digital**

A horta automatizada funciona da seguinte forma: o sensor de umidade monitora a umidade do solo da horta (seco, moderado ou úmido). Existindo a necessidade de irrigação, a bomba puxa a água do reservatório e direciona para o local do despejo. Durante a irrigação, os sensores de nível de água controlam o volume do reservatório entre os limites mínimo e máximo de água (reservatório seco ou cheio). O microcontrolador (ESP8266) realiza a conexão WIFI e envia ao banco de dados (Firebase) os dados coletados pelos sensores e a ação dos atuadores. Os materiais utilizados no circuito eletrônico da Horta Digital estão listados na Tabela 1.

Na Tabela 1, o reservatório foi construído, temporariamente, com garrafa pet de 3L. Nas próximas etapas do projeto o reservatório de plástico será substituído por um vaso de cerâmica (barro), pois a cerâmica ajuda a regular a temperatura da água e conectará o projeto a essa tecnologia social, reconhecida entre os melhores sistemas de purificação de água do mundo, devido à câmara de filtragem de cerâmica ser eficiente na retenção de cloro, pesticidas, ferro e alumínio [FUNDAJ 2018].

O reservatório de água será alimentado com a água escoada dos bebedouros escolares. No entanto, até meados de setembro de 2024, o bebedouro que alimentará o

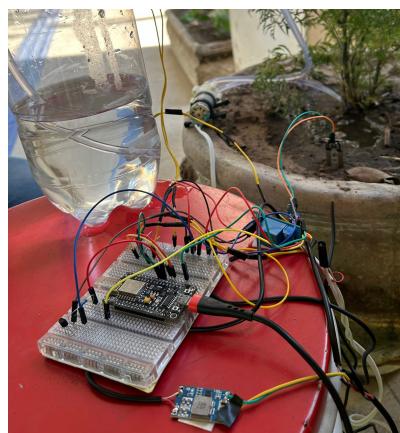
**Tabela 1. Lista de materiais do circuito eletrônico da Horta Digital**

Materiais do Protótipo	Quantidade (unidade)
ESP8266	1
Protoboard	2
Sensor de umidade do solo	1
Sensor de nível de água - tipo boia	2
Módulo relé	1
Mini bomba de água 12V	1
Fonte 12V	1
Mangueira (8mm)	2
Uma garrafa pet de 3L	1
Jumpers	indefinido

repositório estava quebrado e desligado, inviabilizando sua utilização como fonte.

Para contornar a situação, antes de instalar o protótipo no bebedouro, o repositório foi alimentado com água manualmente para realização dos testes, simulando, assim, o enchimento do reservatório da Horta Digital.

O circuito do sistema funciona da seguinte forma: no reservatório, os sensores de nível são acoplados a garrafa, um na parte de baixo (identificar reservatório vazio), um na parte de cima (indicar reservatório cheio), a mini bomba é instalada do lado de fora do recipiente e conecta ao circuito através de um módulo relé. Um ESP8266 é encaixado entre duas *protoboard*s, e por fim, as *protoboard*s e o sensor de umidade são devidamente ligados ao arduino pelos *jumpers*. Na Figura 1 está ilustrado o circuito eletrônico.



**Figura 1. Circuito da Horta Digital**

### **3.2. Horta Digital App: aplicativo mobile**

O aplicativo “Horta Digital App” gerencia a horta e acessa os dados coletados pelo circuito eletrônico e armazenados no banco Firebase para mostrar a situação do sistema. O desenvolvimento deste aplicativo foi realizado na plataforma Kodular<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Plataforma para desenvolvimento de aplicativos móveis para o sistema Android com programação em blocos. Disponível em: <https://www.kodular.io/>

O aplicativo possui oito telas com interface amigável e interação simples e rápida com o usuário. Através delas, o usuário pode monitorar a umidade, controlar a irrigação das plantas e verificar o nível do reservatório. As telas são: cadastro, login, home, reservatório, umidade, rega, planta e sobre. No estado atual do projeto, parte das telas está em desenvolvimento, portanto, apresentamos a tela inicial (home), de umidade e de reservatório.

Na tela inicial, Figura 2(a), estão as opções para acessar as demais telas do aplicativo: reservatório, umidade, rega, plantas e sobre, além de um botão na parte inferior para adicionar novas plantas. Já na Figura 2(b), é mostrada a tela de umidade, na qual é exibida a porcentagem da umidade do solo medida pelo sensor e a sua situação. Na tela do Reservatório (Figura 2(c)), a situação do nível da água é exibida.



**Figura 2. Telas do Horta Digital App**

Para tornar o aplicativo mais intuitivo e amigável, a tela da umidade (Figura 2(b)) e do reservatório (Figura 2(c)) modificam suas imagens e cores a depender da situação medida pelos sensores de umidade e níveis, respectivamente. Na tela de umidade (Figura 2(b)), a imagem da planta muda para coloração amarelada quando está seco, se a umidade for menor ou igual a 40%; para uma tonalidade verde clara quando está moderado, se a umidade for menor ou igual a 70%; e verde escuro quando está úmido, acima de 70%.

Já na tela do Reservatório (Figura 2(c)), o nível da água representado pela imagem diminui de acordo com os dados do sensor. Se o sensor na parte inferior da garrafa não for ativado, a situação do reservatório será indicada como vazio. Caso o sensor seja ativado, a situação apresentada será moderada e, se ambos os sensores forem ativados, a situação exibida será de reservatório cheio.

#### 4. Resultados e Conclusões Parciais

O protótipo está funcionando conforme especificado. A montagem do sistema de irrigação automática foi concluída, com a bomba acionada sempre que o sensor de umi-

dade detectar baixa umidade. O circuito será acoplado ao bebedouro escolar para reaproveitamento água em breve. No momento, a Horta Digital está implantada em uma unidade agroecológica parceira, em colaboração com o projeto PIBIC/CNPq, contribuindo para o cumprimento das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2 - Fome Zero, ODS 11 - Cidades Sustentáveis e ODS 13 - Ação Climática.

Dentre as futuras melhorias do protótipo, destacam-se o monitoramento da temperatura da água no reservatório e testes de precisão do consumo diário de água, tornando, assim, o projeto mais eficiente e sustentável.

Espera-se que esse projeto inspire outros que ainda serão desenvolvidos no campus, contribuindo para a formação e perspectiva de consumo sustentável nos discentes e, esperançosamente, ajudando a elevar a qualidade da educação pública do Brasil.

## Referências

- [Beraldo et al. 2012] Beraldo, J. M. G., Cora, J. E., and Fernandes, E. J. (2012). Measurement systems of soil water matric potential and evaluation of soil moisture under different irrigation depths. *Engenharia Agrícola*, 32(3):563–574.
- [Brasil 1997] Brasil (1997). Política nacional de recursos hídricos. lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm).
- [Burgess 2018] Burgess, M. (2018). What is the internet of things? wired explains. Disponível em: <https://www.wired.co.uk/article/internet-of-things-what-is-explained-iot>.
- [Carvalho 2017] Carvalho, M. E. F. d. S. (2017). Aproveitamento de águas pluviais em prédios públicos estudo de caso: escritório da cprm/recife-pe. Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências.
- [Clarke and King 2005] Clarke, R. and King, J. (2005). *O Atlas da água*. Publifolha, São Paulo, SP. Trad. Anna Maria Quirino, 128p.
- [Connor 2015] Connor, R. (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: water for a sustainable world*. UNESCO, Paris. p. 11. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231823>.
- [FUNDAJ 2018] FUNDAJ (2018). Filtro de barro brasileiro é considerado o melhor do mundo. <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/tecnologias-de-convivencias-com-as-secas/filtro-de-barro-brasileiro-e-considerado-o-melhor-do-mundo-1>.
- [Henriques 2021] Henriques, L. (2021). Implementação e monitoramento de um sistema de irrigação automatizado em iot utilizando módulo esp32 de plantio caseiro. *Tecnologia*, n. 1:1–57.
- [IBGE 2021] IBGE (2021). Pesquisa nacional de saneamento básico 2020.
- [Leal 2022] Leal, A. (2022). O uso da água na agricultura. [S. l.], 2022.
- [MMA 2014] MMA (2014). Portaria mma nº 444, de 17 de dezembro de 2014, do ministério do meio ambiente.