

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA IOT PARA MONITORAMENTO INTELIGENTE E IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA: A INTEGRAÇÃO ENTRE BNCC COMPUTAÇÃO E DEMANDAS REAIS

Caroline de Oliveira Ferraz
caroline.oferraz@gmail.com

Descrição Geral

Este relato de experiência apresenta o desenvolvimento de uma plataforma de Internet das Coisas (IoT) para monitoramento da umidade do solo e controle automatizado de sistemas de irrigação, realizada por um grupo de sete estudantes do 3º ano do curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas integrado ao Ensino Médio, como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

O projeto surgiu a partir de uma demanda real identificada junto a uma empresa local de cultivo de hortaliças, que enfrentava dificuldades relacionadas ao controle manual da irrigação, ao desperdício de água e à ausência de dados históricos sobre as condições do solo. A proposta buscou desenvolver uma solução tecnológica funcional, integrando *hardware*, *software*, banco de dados e comunicação via internet, ao mesmo tempo em que promovia a aprendizagem significativa dos estudantes.

A experiência permitiu articular conhecimentos técnicos da Computação com uma situação concreta do mundo do trabalho, aproximando o processo formativo das práticas profissionais e reforçando o caráter aplicado da educação profissional e tecnológica.

A base conceitual do projeto fundamentou-se nos princípios da Ciência da Computação e da Engenharia de *Software*, especialmente nos conceitos de sistemas embarcados, arquitetura cliente-servidor, modelagem de dados no paradigma relacional, integridade referencial, comunicação em rede por meio de protocolos HTTP e noções de segurança da informação.

Também foram mobilizados fundamentos do pensamento computacional, tais como decomposição de problemas, abstração, reconhecimento de padrões e construção de algoritmos para tomada de decisão automatizada, conforme discutido por Blikstein (2018) e pelas orientações da BNCC (Brasil, 2018; 2022). A metodologia adotada dialoga com as perspectivas de metodologias ativas (Bacich; Moran, 2018), ao promover protagonismo discente e resolução de problemas reais.

Objetivo Geral

Desenvolver uma plataforma IoT baseada no microcontrolador ESP32 para monitoramento da umidade do solo e acionamento automatizado da irrigação, promovendo a integração entre teoria e prática no contexto do Ensino Técnico.

Objetivos Específicos

- Projetar e implementar um sistema de coleta de dados ambientais utilizando sensores;
- Desenvolver a comunicação entre dispositivos IoT e um servidor remoto;
- Armazenar e analisar dados de forma estruturada em banco de dados;
- Construir uma aplicação *web* para visualização e controle das informações;
- Aplicar práticas de testes, validação e documentação de *software*;
- Desenvolver competências técnicas, colaborativas e investigativas nos estudantes;
- Promover a conscientização sobre o uso racional de recursos hídricos através da automação.

Tecnologia Digital e Computação Aplicada

- Pensamento Computacional: Algoritmos, automação e tomada de decisão;
- Mundo Digital: Hardware (ESP32), Redes de computadores, protocolos HTTP e IoT;
- Cultura Digital: Impacto social, sustentabilidade e ética no uso de IA;
- Engenharia de *Software*: Modelagem de dados, segurança da informação e testes de sistemas.

Competências e Habilidades Trabalhadas (BNCC)

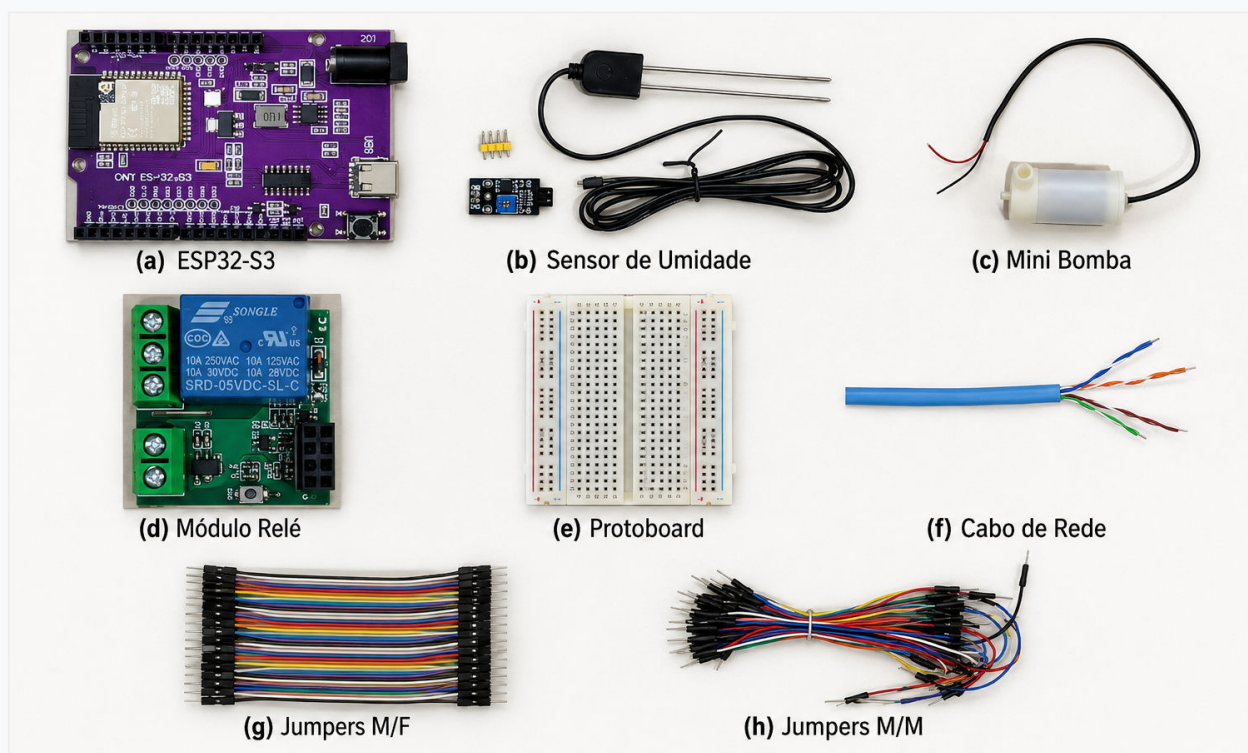
- **Competência 1** - Investigação de componentes e sistemas computacionais. Investigar e compreender componentes e sistemas computacionais, analisando suas funções e relações, aplicado na integração entre ESP32, sensores, servidor e banco de dados.
- **Competência 3** - Seleção de técnicas computacionais apropriadas para soluções do mundo contemporâneo. Utilizar dispositivos, ferramentas e recursos computacionais para solucionar problemas reais, evidenciado na implementação da plataforma IoT para a empresa parceira.

- **Competência 4** - Produção de artefatos digitais de forma criativa e ética. Projetar e implementar soluções tecnológicas utilizando lógica de programação e estruturas de dados, desenvolvido na programação do firmware e na construção da aplicação web.
- **Competência 5** - Formulação de problemas e elaboração de soluções colaborativas e contextualizadas. Formular problemas e elaborar soluções computacionais criativas, eficientes e contextualizadas, manifestado na definição dos requisitos e na modelagem do sistema;
- **Competência 6** - Avaliação crítica de tecnologias, reconhecendo potencialidades e limitações. Avaliar criticamente tecnologias digitais, reconhecendo potencialidades e limitações, trabalhado na análise de desempenho, segurança e viabilidade da solução implementada.

Materiais Utilizados

Para o desenvolvimento da solução, foram selecionados componentes que equilibram baixo custo e alta eficiência técnica. A Figura 1 apresenta o kit completo de hardware utilizado, categorizado entre unidades de processamento, sensores e itens de infraestrutura.

Figura 1 - Kit de componentes para a plataforma IoT (a-h)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A plataforma IoT utiliza o microcontrolador **ESP32-S3** como unidade central, responsável pelo processamento de dados e pela comunicação sem fio com o servidor. O monitoramento ambiental é realizado pelo **sensor de umidade do solo**, que fornece leituras em tempo real sobre as condições do plantio.

O controle do fluxo de água é executado por um **módulo relé**, que atua como um interruptor eletrônico para o acionamento da **mini bomba submersível**. Toda a estrutura eletrônica foi montada e validada em uma **protoboard** com o auxílio de **cabos jumpers**, garantindo a integridade das conexões antes da implementação final. O funcionamento contínuo do sistema é assegurado por uma fonte de alimentação estabilizada, adequada às especificações dos componentes.

Componentes de Software

O desenvolvimento do sistema utiliza a Arduino IDE como ambiente principal para a programação do ESP32. Para a infraestrutura de dados, é empregado o **Apache HTTP Server** como servidor web local para a recepção das informações, além do banco de dados relacional **MySQL Workbench**, destinado ao armazenamento das leituras coletadas. A interface de monitoramento consiste em uma **aplicação web** desenvolvida com **HTML, CSS e JavaScript**, permitindo a visualização do histórico e dos dados em tempo real.

A validação do projeto conta com diversas ferramentas de teste, incluindo o **Monitor Serial da Arduino IDE** para o acompanhamento do envio de dados, o **navegador web** para verificar a comunicação com o servidor e a aplicação, e **ferramentas de inspeção de banco de dados**, que garantem a integridade e a consistência de todas as informações armazenadas.

Recursos Didáticos

Foram utilizados computadores com acesso à internet para o desenvolvimento, testes e validação do sistema, bem como documentação técnica e registros digitais do processo de desenvolvimento, incluindo códigos, esquemas e relatórios. Como recurso didático complementar, utilizou-se o *ChatGPT* como ferramenta de apoio para esclarecimento de dúvidas, análise, correção e sugestão de melhorias no código, de forma orientada e supervisionada, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia, do raciocínio lógico e do pensamento computacional dos estudantes.

Metodologia

A metodologia foi estruturada ao longo de quatro meses, organizada em cinco etapas sequenciais e acompanhada por instrumentos formais de monitoramento.

Levantamento de Requisitos: Na primeira etapa, com duração de duas semanas, realizou-se o levantamento de requisitos junto à empresa parceira, por meio de entrevista semiestruturada e registro em documento de especificação funcional. Esse instrumento orientou todo o desenvolvimento posterior.

Modelagem: Na segunda etapa, com duração aproximada de três semanas, os estudantes elaboraram a modelagem conceitual e lógica do sistema, definindo arquitetura, fluxos de dados e modelo relacional. Foram produzidos diagramas e revisados em encontros semanais com registro de devolutivas escritas pelo professor orientador.

Implementação Backend: Na terceira etapa, ao longo de cinco semanas, ocorreu a implementação do *firmware* no ESP32 e a construção do banco de dados em *MySQL*. Utilizou-se *checklist* técnico para validação da comunicação entre hardware e servidor, bem como testes incrementais registrados em relatórios semanais.

Desenvolvimento Web: A quarta etapa envolveu o desenvolvimento da aplicação web, com integração entre *front-end* e banco de dados. Os estudantes realizaram testes funcionais e ajustes de usabilidade, registrando problemas encontrados e soluções adotadas.

Testes e Apresentação: Na etapa final, com duração de duas semanas, realizaram-se testes integrados do sistema completo e apresentação pública do TCC. A avaliação considerou não apenas o produto final, mas os registros de acompanhamento, relatórios técnicos, participação individual e capacidade de argumentação fundamentada.

Avaliação

A avaliação foi processual e baseada em relatórios técnicos, *checklists* de testes, funcionalidade do protótipo, registro de reuniões e apresentação final. Como pontos fortes, observou-se elevado engajamento, desenvolvimento da autonomia e consolidação dos conceitos de banco de dados e programação aplicada. Como fragilidades, identificaram-se dificuldades iniciais na modelagem relacional e na gestão do tempo, superadas com intervenções orientadoras. A análise dos resultados evidenciou que a vivência prática contribuiu significativamente para a compreensão integrada dos conteúdos, superando abordagens exclusivamente expositivas.

Conclusão

A experiência evidenciou o potencial do desenvolvimento de projetos IoT como estratégia pedagógica no Ensino Médio Técnico, especialmente quando articulada a demandas reais do setor produtivo. O projeto contribuiu para a consolidação de conhecimentos técnicos, para o desenvolvimento de competências previstas na BNCC e para a formação de estudantes mais autônomos e preparados para o mundo do trabalho.

Além disso, a aproximação com uma empresa local reforçou o caráter social e profissional da proposta, demonstrando que a escola pode atuar como espaço de inovação e produção de soluções tecnológicas aplicadas à realidade.

A experiência demonstra que a explicitação dos fundamentos conceituais e a organização metodológica estruturada são elementos centrais para que projetos de IoT no Ensino Médio Técnico transcendam o caráter meramente descritivo e se consolidem como práticas pedagógicas fundamentadas teoricamente. A integração entre teoria, prática e acompanhamento sistemático potencializou a aprendizagem significativa e evidenciou a viabilidade de replicação da proposta em contextos semelhantes.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Computação na Educação Básica: complemento à Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/arquivos/BNCCComputaoCompletoDiagramado.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2026.

BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BLIKSTEIN, P. **O pensamento computacional e a formação do estudante do século XXI**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 26, n. 2, p. 1–12, 2018.