



DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE CONSUMO DE ÁGUA ALTERNATIVO UTILIZANDO UMA PLATAFORMA DE PROTOTIPAGEM ARDUINO

José Estevão De Melo Júnior¹
Aurélio Wildson Teixeira De Noronha²

RESUMO

Este trabalho aborda o planejamento e desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para monitorar o consumo e a detecção de vazamento de água utilizando a plataforma de prototipagem Arduino. A escassez de água potável tornou-se cada vez mais um foco global, inclusive sendo o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 da Organização das Nações Unidas (ONU), à medida que o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico intensificaram a procura de recursos de água potável. No Brasil, apesar de o país possuir as maiores reservas de água doce do mundo, a gestão deficiente e o desperdício agravam os problemas relacionados ao uso irracional da água. Vazamentos e uso indevido podem contribuir significativamente para a perda de água tratada, e a falta de monitoramento eficaz dificulta a detecção precoce dessas falhas. O objetivo deste projeto é desenvolver um sistema que monitore o consumo de água em tempo real e detecte vazamentos por meio de um sensor de vazão conectado a uma placa Arduino, com o objetivo de alertar o usuário sobre desperdícios e anomalias de consumo. O método utilizado para a construção do protótipo envolve a instalação de sensores em uma rede hidráulica simulada, e os dados coletados pelos sensores serão transmitidos para um aplicativo móvel. O desenvolvimento do aplicativo permite ao usuário monitorar o consumo em cada ponto de uso e fornece alertas sobre possíveis vazamentos e consumo excessivo. O microcontrolador Arduino será responsável por coletar os dados dos sensores e enviá-los para a aplicação, garantindo a eficiência e precisão do sistema. Os testes realizados mostraram que o sistema pôde identificar variações no consumo, gerando alertas quando padrões anormais foram detectados, como em situações de uso excessivo de água ou vazamentos contínuos. A capacidade de calcular e registrar a quantidade de água perdida em litros por minuto foi um dos pontos altos do protótipo, permitindo aos usuários uma visão clara do impacto dos vazamentos sobre o consumo total. Esse monitoramento possibilitou, por exemplo, a identificação de pequenos vazamentos que passariam despercebidos em uma análise visual tradicional. Com base nos resultados obtidos, o sistema tem grande potencial de ser aprimorado e expandido para outros contextos, como grandes edifícios comerciais e instalações públicas, onde o consumo de água é maior e as perdas podem ter um impacto ainda mais significativo.

Palavras-chave: monitoramento de água; arduino; vazamentos; sustentabilidade.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Unidade Acadêmica dos Palmares, em Acarape (CE), Discente, j.estevao.m.junior@gmail.com¹
Instituição Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Unidade Acadêmica dos Palmares, em Acarape (CE), Docente, aurelionoronha@unilab.edu.br²



INTRODUÇÃO

A escassez de água potável é um problema crescente em todo o mundo, afetando diretamente a qualidade de vida e a saúde das populações. Mesmo em países como o Brasil, que possui a maior reserva de água doce do planeta, a má gestão dos recursos hídricos e a falta de conscientização sobre o uso sustentável da água têm contribuído para perdas significativas desse recurso.

De acordo com dados da Superintendência de Água e Esgoto do Estado de São Paulo (SAE), 40% da água tratada é desperdiçada devido a vazamentos, fraudes, furtos e uso inadequado. Nesse cenário, torna-se imperativo desenvolver soluções tecnológicas que permitam monitorar o consumo e detectar vazamentos em tempo real, visando à redução do desperdício de água e à conscientização da sociedade sobre o uso racional desse recurso vital. A tecnologia pode ser uma importante aliada na promoção da sustentabilidade, especialmente por meio da criação de sistemas de monitoramento eficientes e de baixo custo. Esses sistemas são capazes de detectar falhas e vazamentos em redes de abastecimento, oferecendo uma resposta rápida e, consequentemente, evitando o desperdício de água.

Além disso, o desenvolvimento de protótipos com baixo custo de produção é essencial para tornar essas tecnologias acessíveis a um número maior de pessoas, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo a construção de um protótipo utilizando a plataforma Arduino para monitorar o consumo de água e detectar vazamentos em tempo real. O protótipo será implementado em um ambiente escolar, simulando uma instalação hidráulica residencial, com o uso de sensores de fluxo de água conectados ao Arduino. O sistema será capaz de coletar e armazenar dados de consumo, identificar vazamentos e alertar os usuários sobre o consumo excessivo. O envolvimento dos estudantes no desenvolvimento do projeto visa não apenas à criação de uma solução tecnológica, mas também à conscientização da comunidade escolar sobre a importância da preservação dos recursos hídricos. A participação ativa dos alunos permite que desenvolvam habilidades de pesquisa científica, pensamento crítico e resolução de problemas, competências essenciais para sua formação acadêmica e profissional. Além disso, o projeto será apresentado em eventos científicos, como o Ceará Científico, com o intuito de disseminar o conhecimento adquirido e promover práticas sustentáveis no uso da água.

METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto de contagem de água utilizando Arduino e sensores de fluxo será realizado em etapas bem definidas, desde a construção do protótipo até a conscientização da comunidade escolar. É importante ressaltar que a esquematização do código deve ser concluída antes de iniciarmos o seu desenvolvimento.

A primeira etapa consistiu na seleção e preparação dos materiais e equipamentos, incluindo placas Arduino, sensores de fluxo de água do modelo YF-S201, módulos Wi-Fi, tubulações para simulação de um sistema hidráulico e fontes de alimentação. Inicialmente, para fins de testes e calibrações, o protótipo será montado em uma tubulação caseira, simulando uma instalação hidráulica residencial. Os sensores de fluxo estarão conectados às saídas de água (torneiras) para monitorar o consumo. Um dos pontos críticos do processo é a calibração do sistema de monitoramento, que visa garantir a precisão dos dados fornecidos pelos sensores. A calibração foi realizada comparando os dados de volume de água fornecidos pelos sensores com medições manuais de valores conhecidos, ajustando a equação de conversão até que os valores obtidos pelos sensores



correspondessem ao volume real de água que passa pela tubulação.

Após a montagem e calibração, a etapa seguinte envolve a programação do Arduino. O microcontrolador foi configurado para coletar dados contínuos de consumo de água e identificar possíveis vazamentos. Os dados captados pelos sensores são enviados em tempo real para um banco de dados online, utilizando um módulo Bluetooth acoplado ao sistema.

Além disso, testes de calibração foram conduzidos em diferentes cenários residenciais, como uso simulado e situações de pequenos vazamentos, para verificar a eficiência do sistema e a precisão dos dados gerados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O código foi desenvolvido para o Arduino, integrando os sensores de fluxo de água YF-S201, uma protoboard e um módulo Bluetooth responsável pela comunicação entre o celular e o protótipo. Este sistema demonstrou eficiência e funcionalidade no monitoramento e controle do consumo de água. Durante a calibração e os testes, o sistema foi capaz de medir o fluxo de água e registrar a quantidade total de litros consumidos, oferecendo dados em tempo real na tela LCD e via interface serial. No início do funcionamento, o sistema passou por uma fase de calibração, onde foi estabelecida a taxa de fluxo máxima. O resultado dessa calibração indicou um fluxo máximo de 3,9 L/min, o que se mostrou adequado para o tipo de instalação utilizada. Esse dado é fundamental para a identificação de vazamentos, pois o sistema foi projetado para considerar taxas de fluxo que ultrapassem esse limite como indício de anomalias.

O algoritmo desenvolvido implementa interrupções para contar os pulsos gerados pelo sensor de fluxo. Cada pulso representa um volume fixo de água, permitindo ao código calcular a taxa de fluxo em litros por minuto. Os dados são atualizados a cada 500 ms, proporcionando um monitoramento contínuo e em tempo real do consumo de água. Essa abordagem garante que a medição seja tanto precisa quanto responsiva, possibilitando que os usuários visualizem rapidamente as mudanças no consumo. Além disso, o sistema incorpora a funcionalidade de seleção de modos de operação, permitindo aos usuários escolher entre diferentes períodos de média (12 horas e 24 horas). Essa versatilidade é importante, pois possibilita análises mais detalhadas do consumo de água ao longo do dia ou de períodos específicos. Durante os testes, os dados coletados mostraram que a maior parte do consumo ocorre durante as manhãs e à noite, evidenciando os horários de pico. Após a montagem e calibração do protótipo, o sistema de contagem de água utilizando Arduino e sensores de fluxo YF-S201 foi capaz de monitorar o consumo de maneira eficiente e precisa, medindo o fluxo de água em litros por minuto (L/min).

Os testes realizados em um ambiente simulado, que incluiu uma instalação hidráulica com tubulações caseiras, demonstraram que o sistema consegue detectar e registrar o fluxo de água em tempo real, com um erro de medição inferior a 5% após os ajustes de calibração. Isso garante uma leitura consistente e confiável do volume de água utilizada. A funcionalidade de envio de dados para um banco de dados online via módulo Bluetooth também se mostrou eficaz, permitindo que os dados fossem armazenados no celular do usuário, seja em residências ou em outras instituições.

Os dados foram armazenados em tempo real e puderam ser acessados de forma prática por meio do aplicativo desenvolvido pelos alunos. Essa plataforma permitiu a visualização do consumo de água em cada sensor instalado, possibilitando uma análise detalhada de cada ponto de uso. O sistema de notificação em casos de vazamentos e consumo excessivo funcionou conforme o esperado, alertando os usuários sobre



possíveis problemas no sistema hidráulico. Esses resultados indicam que o sistema desenvolvido é uma ferramenta eficaz tanto para o monitoramento do consumo de água quanto para a conscientização sobre o uso responsável desse recurso. A capacidade de detectar vazamentos e alertar os usuários, aliada à facilidade de acesso aos dados em tempo real, torna o protótipo uma solução viável e de baixo custo para promover a economia de água e a sustentabilidade em ambientes escolares e residenciais.

Para trabalho futuro, é importante mencionar que há pontos a serem melhorados e o projeto deve continuar em desenvolvimento. Durante os testes, observou-se a importância de pensar como um usuário do protótipo. Os próximos passos do desenvolvimento incluem a adição de uma função para tratamento de erros, especialmente na entrada de dados do usuário, tornando o sistema mais robusto para garantir que escolhas inválidas não comprometam sua execução. Além disso, o loop principal pode ser otimizado para lidar melhor com a notificação de vazamentos, evitando mensagens repetitivas que possam causar confusão. Outros pontos a serem considerados incluem a definição de constantes para variáveis fixas, o que aumentará a legibilidade e manutenção do código, bem como uma melhor validação das escolhas do usuário, tornando a interface mais intuitiva. Por fim, pode ser necessária a revisão do uso de memória se o código for expandido ou adaptado para múltiplos sensores. Assim, é fundamental continuar o desenvolvimento para que o código seja aprimorado e o protótipo se torne ainda mais responsivo ao usuário.

CONCLUSÕES

A iniciativa não só contribuiu para a educação prática dos alunos em eletrônica e programação, mas também promoveu a reflexão sobre a responsabilidade no uso da água. Com a adoção de tecnologias como esta, espera-se que a comunidade escolar se torne mais consciente da importância da preservação dos recursos naturais, incentivando práticas sustentáveis no dia a dia.

Os resultados obtidos demonstraram a importância da calibração dos sensores, que garantiu a precisão das medições. O sistema foi capaz de registrar o fluxo de água e exibir informações relevantes em uma interface LCD, facilitando a interação com os usuários. A capacidade de enviar dados para um banco de dados online também permitiu a análise e o acompanhamento contínuo do consumo de água. A programação do Arduino, apesar de funcional, apresentou oportunidades de melhoria, como a inclusão de comentários explicativos e um tratamento de erros mais robusto. Essas melhorias facilitariam a manutenção e a compreensão do código por outros desenvolvedores. Além disso, o sistema pode ser expandido para incluir mais funcionalidades, como alertas automáticos para os usuários em caso de vazamentos ou consumo excessivo. O projeto de contagem de água utilizando Arduino e sensores de fluxo demonstrou ser uma iniciativa eficaz tanto para monitorar o consumo hídrico quanto para promover a conscientização sobre a preservação dos recursos hídricos na comunidade escolar. Com a implementação de um sistema de monitoramento em tempo real, os alunos puderam observar de forma prática o consumo de água, identificando padrões de uso e possíveis vazamentos.

Por fim, o projeto representa um avanço significativo na utilização de tecnologias acessíveis para a promoção de ações ambientais e sociais. Ele demonstra como a integração entre ciência e conscientização pode gerar um impacto positivo no comportamento coletivo em relação ao consumo responsável de água.

AGRADECIMENTOS



Agradeço a Deus pelas oportunidades que me foram concedidas até o momento. Também quero expressar minha gratidão à Unilab pelo financiamento da pesquisa Desenvolvimento de um sistema de monitoramento de consumo de água alternativo uma plataforma de prototipagem arduino e executada entre 01/10/2023 a 30/09/2024, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) e Tecnológica (Pibiti), onde pude desenvolver habilidades e contar com o apoio incondicional de pessoas próximas a mim. Suas sugestões e dicas sobre linguagens de programação foram fundamentais e extremamente úteis para o desenvolvimento desta iniciativa.

REFERÊNCIAS

- EMBARCADOS. Lendo e escrevendo nos pinos do Arduino. Disponível em: <https://embarcados.com.br/lendo-e-escrevendo-nos-pinos-do-arduino/>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- ELPROCUS. A memoir on water flow sensor. Disponível em: <https://www.elprocus.com/a-memoir-on-water-flow-sensor/>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- HABITABILITY. ODS 11: conheça o objetivo da ONU para as cidades. Disponível em: <https://habitability.com.br/ods-11-conheca-o-objetivo-da-onu-para-as-cidades/>. Acesso em: 7 out. 2024.
- MICRONICS FLOW METERS. Water flow meters. Disponível em: <https://micronicsflowmeters.com/water-flow-meters/>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. Meta 6.3: ODS 6 - Água potável e saneamento. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html#:~:text=Meta%206.3-,Nações%20Unidas,reciclagem%20e%20reutiliz ação%20segura%20globalmente>. Acesso em: 7 out. 2024.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. O direito humano à água e ao saneamento. Disponível em: https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf. Acesso em: 7 out. 2024.
- VICTOR VISION. O que é Arduino e como funciona? Disponível em: <https://victorvision.com.br/blog/o-que-e-arduino/#:~:text=O%20que%20C3%A9%20Arduino%20e,realiza% C3%A7%C3%A3o%20de%20diversos%20projetos%20tecnol%C3%B3gicos>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- BLOG MILLS. Gestão dos recursos hídricos: conheça o ODS 6 da ONU. Disponível em: <https://blog.mills.com.br/gestao-dos-recursos-hidricos-conheca-o-ods-6-da-onu/>. Acesso em: 7 out. 2024.
- EMBRAPA. ODS 6: água e saneamento. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/184235/1/ODS-6-agua-e-saneamento.pdf>. Acesso em: 7 out. 2024.
- ARDUINO.CC. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- ALVES, Wendel Venâncio. Desenvolvimento de um sistema de monitoramento de consumo de água de baixo custo utilizando uma plataforma de prototipagem Arduino. 2018. 50 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, 2018. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/3449>. Acesso em: 7 out. 2024.