

WATER RESOURCES MONITOR SYSTEM IN AGRICULTURE

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NA AGRICULTURA

Lineu Alves Lima¹; José Lourenço Neto²

¹Professor Pesquisador no Instituto Federal de São Paulo – Brasil - lineu@ifsp.edu.br

²Instituto Federal de São Paulo – Brasil – lourenco.neto@aluno.edu.br

Resumo

O consumo dos recursos hídricos para a atividade de irrigação na agricultura é um dos maiores responsáveis pelo consumo de água no Brasil. Desta forma, para que tenhamos uma sociedade sustentável, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos de controle do consumo de água para essa atividade. O objetivo deste projeto é criar um protótipo de sistema computadorizado onde, através da coleta de dados relevantes para as principais técnicas de plantio atuais, e a partir do armazenamento e análise dos mesmos, seja possível gerenciar e tornar mais eficientes os métodos de consumo de água no processo de irrigação. Como resultado, obteve-se um sistema completo de coleta e análise dos dados de umidade e temperatura do ar e umidade do solo, partindo desde o uso de componentes IoT (Internet das Coisas) para coleta de dados, à exibição e análise gráfica dos mesmos através de telas dinâmicas com recepção de informações em tempo real. Conclui-se que, para ampliação e escalamento do projeto, recomenda-se o uso de tecnologias Web recentes, tais como criação de uma API (Interface de Programação de Aplicação) para gestão de dados recebidos e enviados.

Palavras-chave: Automação; IoT; Recursos Hídricos; Agricultura.

Abstract

The consumption of water for the irrigation activity in agriculture is one of the most responsible for water consumption in Brazil. Thus, in view of a sustainable society, it is necessary to develop methods to control water consumption for this activity. The objective of this project is to create a prototype of a computerized system where, through the relevant data collection to the main current planting techniques, and by their storage and analysis, it is possible to manage and make water consumption methods more efficient in the irrigation process. As a result, a complete system for collecting and analyzing data on moisture and air temperature and soil moisture is obtained, starting from the use of IoT (Internet of Things) components for data collection, display and graphical analysis of the same through dynamic screens with real-time information reception. It is concluded that, for the expansion and project scaling, the use of recent Web technologies is recommended, such as the creation of an API (Application Programming Interface) for managing received and sent data.

Keywords: Automation; IoT; Engineering; Water Resources; Agriculture.

1. Introdução

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Brasil detém cerca de 12% de toda a água doce do planeta, embora sua distribuição não seja equilibrada. Este fenômeno é perceptível ao observar o Norte do Brasil, que é uma das regiões brasileiras com menor parcela da população (IBGE, 2020). Entretanto, esta região possui as maiores reservas de recursos hídricos (cerca de 80% do total brasileiro), enquanto as regiões costeiras, com cerca de 45% da população, possuem menos de 3% dos recursos hídricos.

Ainda segundo a ANA, vários aglomerados urbanos possuem problemas relacionados à escassez de água, uma vez que há a necessidade de buscarem por novos mananciais para garantir seu abastecimento. Por exemplo, em 2013, eram ao menos 472 municípios em busca de novas fontes de água, sendo que ao menos 56 delas pertenciam às Regiões Metropolitanas do estado de São Paulo.

Dentre todas as finalidades de uso da água, há dois meios de ordená-las: uso consuntivo e não consuntivo, sendo o segundo para uso onde não necessariamente será alterada a quantidade do recurso natural, como por exemplo na pesca e turismo. Os principais usos consuntivos da água são para abastecimento humano, animal, a indústria de transformação, a mineração, a termoelectricidade, a irrigação e a evaporação líquida de reservatórios artificiais (ANA, 2019).

Segundo estudo publicado pela ANA (2019), é esperado um aumento de 24% do consumo de água até 2030. O uso dos recursos hídricos para consumo no processo de irrigação da agricultura no Brasil representa um dos maiores gastos de água, sendo responsável por 52% de todo o consumo de água no Brasil em 2017, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Demandas de uso da água no Brasil em 2017



Fonte: ANA (2019)

A produção agrícola foi fator decisivo e necessário para a industrialização e desenvolvimento no Brasil no período de 1930 a 1970 (ESTADUAL et al., 2018), sendo hoje mundialmente importante, ocupando a função de principal produtor e exportador de diversos produtos e commodities agrícolas (ALCANTARA, 2020), ocasionando o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (ABBADE, 2014).

A sustentabilidade baseia-se em uma relação dos sistemas sociais, econômicos e ecológicos, de forma que possibilitam o desenvolvimento humano ao passo que mantém sua capacidade de manter os recursos naturais disponíveis ao longo do tempo, impedindo que os efeitos das atividades humanas destruam a biodiversidade do contexto ambiental (CAVALCANTI, 2011). O uso eficiente da água não é mais uma questão simplesmente ambiental, se tornou uma necessidade notória desde setores domésticos a industriais (ANA, 2019) e se tornando o básico para o desenvolvimento sustentável quando relacionado às práticas de outros tipos de manejos ambientais (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000). Esta prática foi fortalecida em países desenvolvidos, sendo a redução do consumo de água um dos importantes fatores competitivos do mercado global (REBOUÇAS, 2008).

Antigamente, um problema visto no que diz respeito à produção agrícola, era em suma, relacionada ao suprimento da demanda de alimentos que crescia a cada ano, tendo em vista a expansão populacional, como aponta Marcos Heil Costa no trabalho “Modelo de Otimização de Recursos Hídricos para Irrigação, conforme a época de plantio” (1991). Entretanto, além da questão do crescente contingente populacional, crescimento das cidades e centros industriais, o uso não racional e sustentável também é responsável pelo aumento da demanda por água de qualidade (FERNANDES; NETO; MATTOS, 2007). Desta forma, atentar-se ao consumo de água na irrigação da agricultura, visando utilizar diferentes tipos de irrigação que economizem água na tentativa de diminuir os recursos hídricos sem afetar a produção da cultura é de suma importância para uma safra bem sucedida (CAMARGO, 2016).

Apesar de alternativas já existentes como as cisternas se apresentarem como auxiliares no que diz respeito ao abastecimento de água, verifica-se que é mais viável como forma de armazenamento de água potável para o consumo humano, não apresentando oportunidade econômica com relação à sua instalação para fins agrícolas (GRIS; BERTOLINI; JOHANN, 2017).

Uma das maneiras apontadas por Marcos Heil Costa (1991) para o problema de grande demanda de irrigação em plantações para épocas de nível baixo dos rios, foi manejar o consumo dos recursos hídricos de forma a reduzir a demanda, onde ele busca criar um modelo de simulação de consumo de água de acordo com a época de plantio. Entretanto, o autor confirma que o modelo era

de difícil implantação devido à sensibilidade verificada com relação aos parâmetros de entrada utilizados.

Este trabalho tem como objetivo geral criar um protótipo de sistema de gestão e controle do uso de recursos hídricos aplicados à atividade de irrigação na agricultura utilizando a placa de desenvolvimento e prototipagem ESP32, que possibilitará o uso do sistema de maneira remota e integrada, e, a partir da monitoração de dados relativos ao cultivo de determinada cultura, será possível realizar a criação de bancos de dados sobre o consumo de água para as mesmas em seus estágios de crescimento e épocas do ano, possibilitando o avanço do setor agrícola no que diz respeito à eficiência dos recursos hídricos na irrigação. O compartilhamento e divulgação de tal sistema, através da produção científica, poderá se tornar um veículo de apoio à decisão de elaboração de políticas públicas (SILVA et al, 2021) no que diz respeito à implementação de meios que aprimoram a eficiência da utilização de recursos hídricos na agricultura.

2. Metodologia

A coleta de dados técnicos e de controle referente à atividade de irrigação, bem como a criação de banco de dados de algumas culturas foram feitas através de pesquisas bibliográficas, de forma a utilizar o que já existe de relevante no processo, a fim de iniciar o panorama geral do processo de controle de irrigação em uma esquematização que se seguirá dentro do programa.

A escolha do método de armazenamento foi dada através da comparação de diferentes placas de prototipagem *Arduino*, tendo em vista a facilidade de criação de protótipos embarcados através dele, e seus meios de comunicação com um banco de dados. Foi avaliada a melhor forma de se armazenar os dados, que diretamente para um banco relacional *SQL (Structured Query Language)* sobrepondo-se ao consumo e manipulação de uma planilha eletrônica, principalmente tendo em vista a flexibilidade decorrente de seu uso geral em aplicações Web. A utilização do banco relacional *MySQL* local se deu através do pacote de softwares *XAMPP*, tendo em vista o uso do servidor Web Apache e *PHP 7.1* como linguagem de programação moderna interpretada pelo servidor para estabelecer comunicação com o banco de dados.

A detecção do nível de umidade do solo é feita através do módulo de sensor de umidade do solo para *Arduino*, onde contrariamente ao simples uso da saída digital ligada a um relé, que acionará automaticamente uma válvula de saída de água para irrigação, foi utilizada a leitura analógica para maior precisão acerca da tomada de decisões a serem feitas, em virtude dos diferentes tipos de cultura existentes.

Para coleta de dados de temperatura e umidade do ar, a fins de pesquisa, foi adotado o sensor DHT22 tendo em vista seu menor range de imprecisão se comparado ao modelo DHT11, podendo fornecer dados mais úteis do ambiente local em que o sistema estiver em uso.

A interface de comunicação usuário-ESP32 foi criada utilizando ferramentas de desenvolvimento Web. O versionamento do projeto ocorreu utilizando a ferramenta *Git*, e o repositório online que abriga o projeto *Open Source* é o *GitHub*. O editor principal utilizado foi, inicialmente, o *Sublime Text* tendo em vista sua facilidade e flexibilidade, e posteriormente o *Visual Studio Code*, permitindo melhor organização do *Workspace* e administração de versionamento facilitada pelo *prompt* padrão do *Git Bash* e suas ferramentas de versionamento contidas no próprio editor. Foi utilizado para o desenvolvimento da Interface do usuário: como linguagem de marcação, o *HTML5*; linguagem de formatação, o *CSS3*; linguagem de programação lado do cliente, o *Javascript*; programação lado do servidor, o *PHP*; e linguagem de interpretação do banco de dados, o *SQL CODE*. Também foram utilizadas as bibliotecas *jQuery*, *Bootstrap*, *Font Awesome* e *Google Charts*. Para a construção da Interface, foram empregados conceitos de responsividade e programação assíncrona.

Para o desenvolvimento da programação do ESP32 foi utilizado puramente as linguagens C e C++ através do ambiente de desenvolvimento integrado *Arduino IDE*, que pôde adaptar para gravação da programação no ESP32. Foram utilizadas as bibliotecas *DHT.h*, *WiFi.h* e *HTTPClient.h*, que permitiram, respectivamente, a apropriada leitura dos sensores instalados, conexão à Internet e acesso a métodos de requisições através do protocolo de rede HTTP.

3. Resultados e Análises

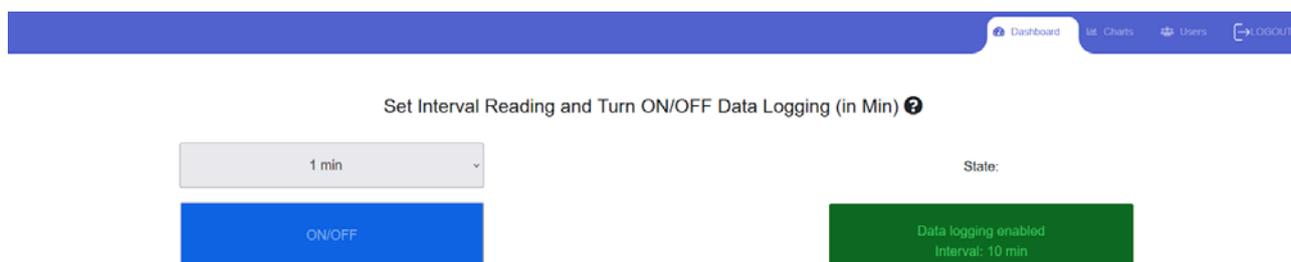
Concluiu-se o Sketch, isto é, o projeto da IDE, e montagem completa do ESP32, conectando-o aos sensores de umidade do solo e DHT22 (sensor de umidade e temperatura do ar), onde, a partir da programação, ele lerá os dados dos sensores, se conectará a uma rede WiFi e enviará os dados para uma página PHP que coletará os dados e então enviará para o banco de dados MySQL a partir de métodos de inserção da biblioteca PDO, onde serão armazenados, e posteriormente estudados.

Foi criado site completo com interface gráfica onde o usuário consegue se comunicar com o ESP32 indiretamente (pois se comunica com o banco de dados que será consultado pelo ESP32), enviando o estado de registro, bem como a velocidade de leitura desejada (intervalo entre leituras dos dados) pelo usuário. Página de consulta dos dados lidos pelo ESP32 utilizando Gráficos gerados pela utilização dos dados inseridos no banco SQL remoto e biblioteca Google Charts. O site pode

ser local ou remoto, de forma que ao permanecer em conexão local deve-se utilizar do XAMPP e desbloquear seu acesso no firewall do Sistema Operacional para permitir conexões de dispositivos conectados à mesma rede ao apache da máquina em uso.

Na Figura 2, representando Dashboard disponível atualmente para manipulação do tempo a ser decidido para intervalo de leituras, bem como se o registro de dados está ligado ou não:

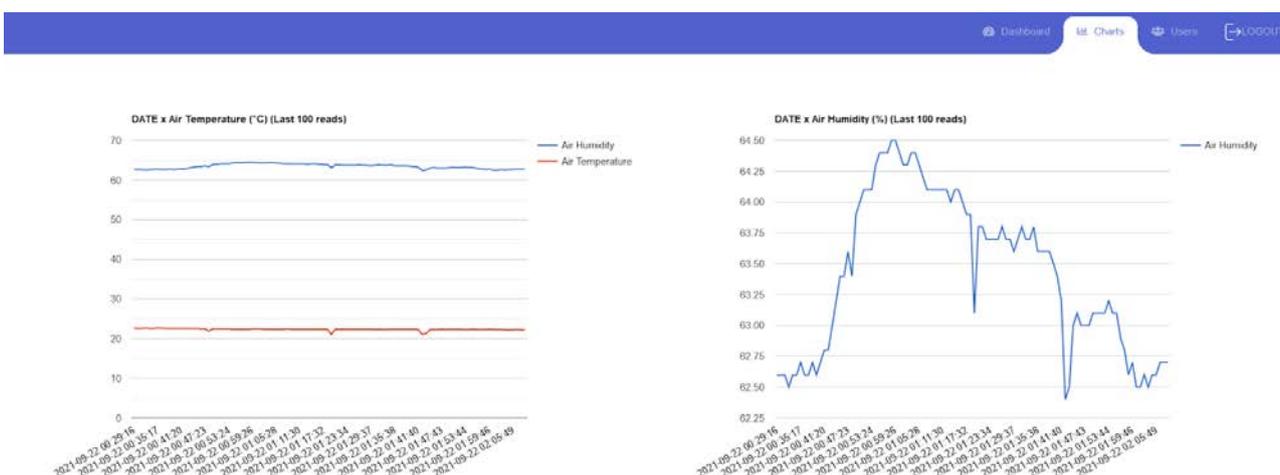
Figura 2 – Dashboard para controle de atividades



Fonte: Autoria própria (2021)

A Figura 3 representa os gráficos disponíveis através da consulta ao banco de dados atualmente, para observação e estudos relativos aos dados presentes: horário de coleta do dado, índice de temperatura e umidade à esquerda, e à direita há o gráfico relativo aos dados de umidade de ar pelo horário de coleta, visando observar as mudanças mais sensíveis percebidas pelo sensor DHT22.

Figura 3 – Gráficos para estudo de dados



Fonte: Autoria própria (2021)

E para controle dos usuários a utilizarem o sistema, foi criada uma tela para os usuários cadastrados, onde ao *root* ou usuário principal haverá todas as permissões, permitindo a criação e modificação dos usuários. Representada na Figura 4.

Figura 4 – Usuários cadastrados

ID	Name	E-mail	Details	Delete
1	jose	lourenco.neto@aluno.ifsp.edu.br		
2	visitante	visitantelestesproject@gmail.com		

Fonte: Autoria própria (2021)

Criação de Aplicativo, utilizando como *UI (Interface do Usuário)* um *WebView*, recurso que permite abrir links no aplicativo sem que saia dele, direcionado ao [link de testes do sistema remoto](#), cujo apk está disponível [aqui](#).

Atualmente, o [repositório no GitHub para versionamento do projeto](#) está atualizado e também há vídeos, no [YouTube](#), que contam com instruções, explicação da programação, demonstração de avanços e uso das tecnologias presentes no projeto.

4. Considerações Finais

Os resultados trazem à tona uma ferramenta já pronta para análise e coleta de dados relativos à umidade do solo e ar, bem como também a temperatura do ar. Sem que haja preocupação de uma comunicação serial a outra máquina ou dispositivo, possibilitando uma integração sem fio de coleta e armazenamento de dados, assim como a utilização de uma interface intuitiva, para que haja a busca apenas da compreensão e interpretação dos dados relativos às coletas realizadas e o trabalho dos mesmos a ser efetuado.

Ainda faz-se necessária a incorporação de métodos de avaliação do consumo de água baseada na estimativa de gasto do recurso, em virtude do uso da válvula/bomba para irrigação, ainda a ser incorporada ao circuito.

Posteriormente, recomenda-se a pesquisas futuras, a criação de uma *API* utilizando *NodeJs* para comunicação externa e também salvamento de múltiplos elementos e circuitos, possibilitando

ampliação do projeto e uso de tecnologias e ferramentas mais atuais, como o uso de *APIs* para consultas de informações relativas ao local que se encontra o circuito, de forma a somar as informações e enriquecer a quantidade de dados a serem estudados e analisados.

Referências

- ABBADE, E. The role of brazilian agribusiness in Brazil's economic development. *Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 9, n. 3, p. 149–158, 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Quantidade de água. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 2 nov. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2019. Manual de usos consuntivos da água no Brasil. Disponível em: http://biblioteca.ana.gov.br/asp/download.asp?codigo=134951&tipo_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=78093&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0. Acesso em: 16 nov. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, mar. 2019. O risco de escassez de água doce. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/o-risco-de-escassez-de-agua-doce.2019-03-15.4724785357>. Acesso em: 02 nov. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, mar. 2019. Uso eficiente da água traz ganho econômico e ambiental. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/uso-eficiente-da-a-gua-traz-ganho-economico-e.2019-03-15.5033019754>. Acesso em: 08 nov. 2020.
- ALCANTARA, I. R.. FATORES DE PRODUÇÃO, AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL NO BRASIL, 2020. Disponível em: http://131.255.84.103/bitstream/tede/4780/2/Isabela_Alcantara_2020.pdf. Acesso em: 16 nov. 2020.
- CAMARGO, D.C.. Manejo da irrigação: Como, Quando e Quanto irrigar?, 2016. Disponível em: https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2129/4/Manejo_da_Irigacao-4h.pdf. Acesso em: 17 nov. 2020.
- CAVALCANTI, A. P. B. Sustentabilidade ambiental como perspectiva de desenvolvimento
doi:10.5007/1807-1384.2011v8n2p219. *Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis*, v. 8, n. 2, p. 219–237, 2011.
- COSTA, M. H. MODELO DE OTIMIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA IRRIGAÇÃO, CONFORME A ÉPOCA DE PLANTIO, 1991. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11489>. Acesso em: 03 nov. 2020.
- ESTADUAL, U. et al. *Revista Iniciativa Econômica*, Araraquara, v. 4 n. 1, janeiro-junho de 2018. Edição Especial: V Semana de Pós Graduação em Economia 148. p. 1–36, 2018.
- FERNANDES, D. R. M. F.; NETO, V. B. DE M.; MATTOS, K. M. DA C. Viabilidade econômica do uso da água da chuva : Um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A energia que move a produção: um diálogo sobre integração, projeto e sustentabilidade., p. 1–9, 2007.
- GRIS, V.B.C.; BERTOLINI, G.R.F.; JOHANN, J. A.. Cisternas rurais: viabilidade econômica e percepção de agricultores do município de Palotina-PR. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/4755/3876>. Acesso em: 08 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, ago 2020. IBGE divulga estimativa da população dos municípios para 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28668-ibge-divulga-estimativa-da-populacao-dos-municipios-para-2020>. Acesso em: 2 nov. 2020.

PAZ, V. P. DA S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, n. 3, p. 465–473, 2000.

REBOUÇAS, A. *Uso inteligente da água*, 2004.

SILVA, A.; ANDRADE JÚNIOR, A.; MARIN, F. Um sistema Web para a consulta de dados meteorológicos como ferramenta de apoio no manejo de irrigação no Estado do Piauí. *Revista Tecnologia*, v. 29, n. 2, p. 141–147, 2008.

SILVA, L. N.; NASCIMENTO, T. J.; COELHO, G. B.; MARTINS, V. R. S.; Indicação geográfica como elemento estratégico de desenvolvimento territorial: mapeamento da produção científica. *Revista INGI - Indicação Geográfica e Inovação*, v. 5, n. 4, p. 1454-1469. Disponível em: <http://www.ingi.api.org.br/index.php/INGI/article/view/178/182>. Acesso em: 04 jan. 2022