

SYS[MV]: Sistema Baseada Em Nuvem Para Acompanhamento De Níveis Em Reservatórios De Água

1st Francisco Ricardo dos Santos Silva
Engenharia da Computação. Ufersa
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte
ricardo.ufersa.pdf@gmail.com

2nd Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo
Departamento de engenharias e tecnologia. Ufersa
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte
francisco.segundo@ufersa.edu.br

RESUMO: Este trabalho surge como uma proposta para monitoramento do volume de água em cisternas e a fiscalização do seu abastecimento por meio da operação carro-pipa. O monitoramento em tempo real pode ajudar os moradores a fazerem um controle mais preciso do uso desse recurso e programar-se para não deixar faltar água até o próximo ciclo de abastecimento. Para encontrar o volume da cisterna, utilizou-se o sensor ultrassônico e ESP8266 para conectar-se a um banco de dados em nuvem e armazenar os dados que são disponibilizados em uma plataforma web. O trabalho apresentou resultados satisfatórios quanto a sua proposta.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de monitoramento. Internet das coisas (IoT). Cisterna. Microcontrolador ESP8266.

I. INTRODUÇÃO

Dentre muitos aspectos da região nordeste brasileira, o que mais se destaca é a seca na região a ponto de em 1936 ser sancionada uma lei com plano sistemático de defesa aos efeitos da seca na região, a partir da Lei nº 175/36, de 07 de janeiro de 1936 [1]. Os longos períodos de estiagem trazem consigo a sede, a fome, epidemias, miséria e migração desenfreada, resultando em calamidade pública, gerando grande sofrimento à população.

Com o avanço das políticas de combate à seca, hoje o nordeste conta com algumas medidas que amenizam parte desse sofrimento, uma delas é a Operação Carro-pipa (uma cooperação técnica e financeira entre os Ministérios da Integração Nacional e da Defesa), com o objetivo principal de levar água para consumo humano às áreas atingidas pela seca. Geralmente essa água é distribuída em cisternas construídas ou disponibilizadas pelo governo federal, podendo ser de uso comunitário ou individual quando em zonas rurais.

Na operação carro-pipa são essenciais a distribuição eficiente e o uso responsável desses recursos, essa operação entrega água a 1.038.122 pessoas em 240 cidades do nordeste e Minas Gerais, conforme [2]. Perante o exposto, torna-se importante o desenvolvimento de tecnologias, buscando otimizar e facilitar o planejamento, distribuição, fiscalização e uso responsável desses recursos. Neste contexto, o presente trabalho objetivou o desenvolvimento de um dispositivo com um microcontrolador ESP8266-12E fazendo usos de tecnologias IoT (*Internet of Things*) [3], capaz de monitorar as águas disponíveis das cisternas abastecidas por carros-

pipa. A aquisição dos dados no reservatório de água é feita por meio de um sensor ultrassônico AJ-SR04M sem contato direto com a água mesmo o sensor sendo à prova d'água.

O nordestino acostumando com tempos difíceis já traz em sua cultura a valorização e a economia de água, porém, a possibilidade de controlar e monitorar o seu gasto diário ajudará no planejamento até o próximo abastecimento, por outro lado, muitas vezes os órgãos responsáveis pelo controle de distribuição desse recurso enfrentam dificuldades para fazer o planejamento e controle de distribuição uniforme e otimizada, causando assim desabastecimento em algumas áreas e excesso em outras, tendo que retornar com parte da água no Carro-Pipa e ser redirecionado para outro local de abastecimento, ocasionando uma distribuição ineficiente e o desperdício de recursos hídricos e financeiro.

O sistema proposto neste trabalho, traz benefícios significativos para a sociedade, permitindo o uso mais eficiente dos recursos hídricos e contribuindo para a promoção da sustentabilidade e da segurança hídrica. Por isso, é fundamental investir em tecnologias que possam ajudar no gerenciamento da água, tornando seu uso mais racional e consciente. Essa proposta foi idealizada com o nome de Sys[MV].

II. METODOLOGIA

Em decorrência do presente trabalho se tratar de uma pesquisa aplicada, a metodologia de pesquisa pode ser definida pelas seguintes etapas: definição da ideia e pesquisa bibliográfica, viabilidade e desenvolvimento, testes e análise. Na etapa inicial foi realizado estudos sobre o tema e reflexão sobre seus conceitos iniciais, foi idealizada a prototipação do sistema.

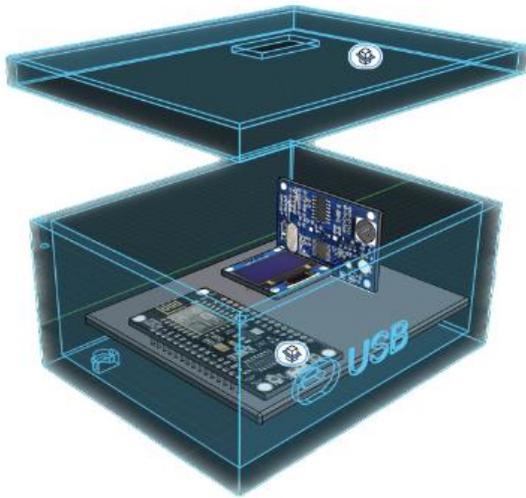
A. Trabalhos relacionados

O processo de monitoramento de reservatório de água se mostrou eficiente usando Arduino e sensores para aferir a qualidade da água [4]. Usando um ESP8266 e um Android [5], foi capaz de monitorar um reservatório de forma remota e controlar uma bomba para encher o reservatório de forma automatizada

B. Idealização do dispositivo

Na Figura 1, pode-se visualizar o dispositivo idealizado e chamado de Sys[MV]. Essa modelagem foi realizada utilizando o *software Shapr3D*.

Figura 1. Modelagem 3D do Sys[MV]. Fonte: dos autores.



a) Disposição na caixa.



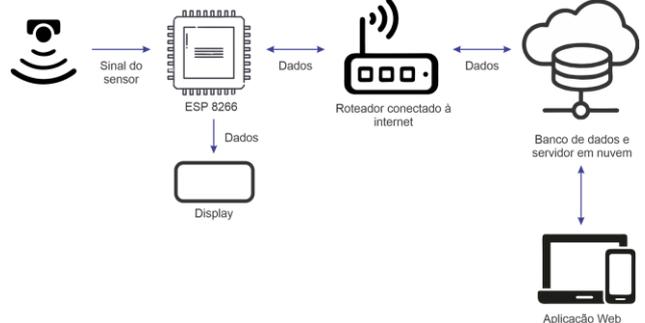
b) Visão final do dispositivo modelado em 3D

No dispositivo, conforme as Figuras 1a e 1b, consta um microcontrolador ESP8266 para fazer o processamento inicial dos dados e a transmissão do sinal via rede sem fio utilizando o protocolo IEEE 802.11. Esse microcontrolador foi utilizado pois possui muitas características interessantes que a torna ideal para projetos IoT, possui um conversor USB serial incorporado, uma conexão micro USB, conexão sem fio, baixo consumo de energia e baixo custo [7]. Essa placa vai enviar os dados a um banco de dados em nuvem utilizando o *firebase* que oferece vários recursos, incluindo armazenamento de dados em tempo real utilizando *NoSQL*, autenticação de usuário, hospedagem na web, análise de aplicativos e mensagens em nuvem. Para visualização *in loco* utilizou-se um *display OLED 0.96 da Adafruit*. Um sistema *web* e *mobile* foi desenvolvido para o usuário fazer o seu

acompanhamento tanto utilizando a plataforma *web*, como também o seu *smartphone*. A Figura 2 ilustra a arquitetura utilizada para o desenvolvimento do sistema.

C. Arquitetura do sistema

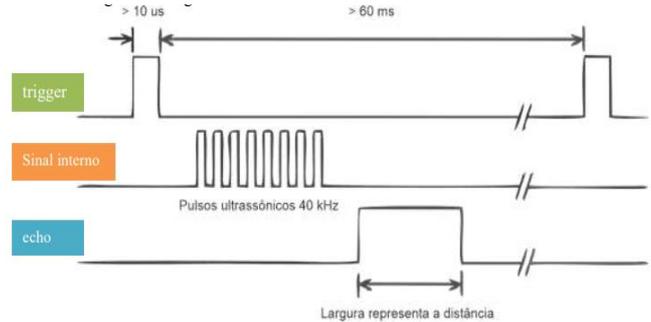
Figura 2. Arquitetura para o sistema proposto. Fonte: dos autores.



D. Funcionamento do dispositivo

Para a aquisição do sinal, foi utilizado um sensor AJ-SR04M em que possui três modos de funcionamento, entretanto nesse trabalho, foi utilizado o funcionamento conforme a Figura 3.

Figura 3. Diagrama de funcionamento do sensor ultrassônico. Fonte: dos autores.



A partir da Figura 3, percebe-se que para o funcionamento adequado, é necessário enviar um pulso de 10 microssegundos para o pino de gatilho do sensor por meio do pino de saída/entrada de uso geral do microcontrolador ESP8266. Esse pulso de gatilho faz com que o circuito transmissor produza 8 pulsos de ondas de ultrassom, cada um com frequência de 40 kHz. Após a transmissão dos oito pulsos através do ar, o pino de eco do sensor é ativado, ou seja, ele faz a transição de nível baixo para nível alto. Esse pino permanece em nível alto até que a onda sonora ultrassônica reflita de volta para o circuito receptor após atingir o objeto em teste. Quando o sinal ultrassônico é recebido pelo circuito receptor, o pino de eco retorna ao nível baixo.

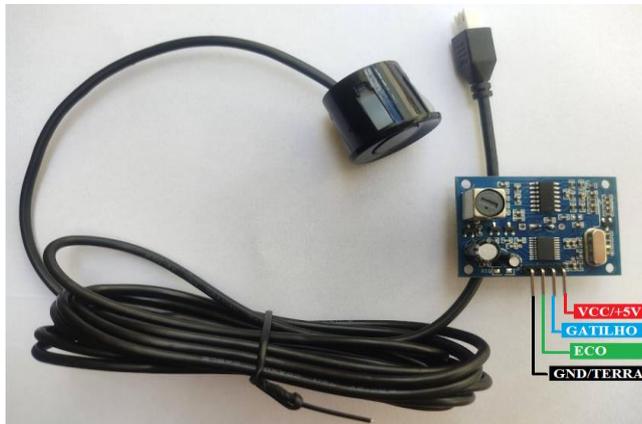
Para medir a distância, é necessário medir a largura do pulso de saída que varia entre 150µs e 25ms, dependendo da distância entre o sensor e o obstáculo [6]. Quanto maior a distância, mais tempo a onda sonora leva para ser refletida de volta ao sensor. A distância pode ser calculada utilizando a Equação 1.

$$d = \frac{(\Delta t) \cdot v}{2} \quad (1)$$

Δt → tempo em nível alto,
 V → velocidade do som,
 $V = 343$ m/s.

O sensor utilizado pode ser visto na Figura 4.

Figura 4. Sensor ultrassônico AJ-SR04M. Fonte: dos autores.



b) Sensor ultrassônico instalação interna na caixa d'água

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após as etapas de prototipação e testes do sensor escolhido, o Sys[MV] foi instalado na residência universitária dentro da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Câmpus Pau dos Ferros para realizar a validação do sistema em funcionamento, essa validação foi feita através da comparação dos volumes de água informado pelo sistema com o volume de água calculado de forma manual no mesmo momento das medidas realizadas pelo Sys[MV], o sistema provou ser eficiente, produzindo resultados que se aproximam bastante dos cálculos realizados a partir da medição da altura da coluna de água e do diâmetro, obtidos com o uso de uma fita métrica. Considerando que as medições manuais podem ter uma pequena margem de erro, devido à precisão do equipamento e ao método de aferição, essa pequena discrepância era antecipada. Na Figura 5, pode-se visualizar o sistema instalado.

Figura 5. Sistema instalado para validação. Fonte: dos autores.

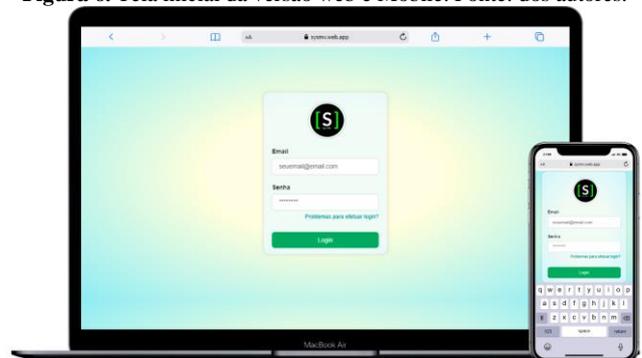


a) Sistema externo instalado na caixa d'água

E. Página web de monitoramento

Na Figura 6, são apresentadas as telas desenvolvidas utilizando as linguagens HTML, CSS e Javascript para o monitoramento.

Figura 6. Tela inicial da versão web e Mobile. Fonte: dos autores.



Na Figura 6, o usuário precisa entrar com suas credenciais para acessar o sistema de monitoramento, garantindo assim a segurança dos dados. Após entrar no sistema, em sua versão web, Figura 7, pode-se visualizar um *dashboard* com informações do usuário, a capacidade de água do seu sistema, quanto ainda tem no reservatório e quantos litros foram utilizados nas últimas 24 horas além da localização de onde está instalado o dispositivo. Lembrando que o usuário faz a configuração do reservatório, cisterna retangular ou cilíndrica, utilizando a aplicação web informando as suas dimensões.

Figura 7. Dashboard do Sys[MV]. Fonte: dos autores.



No lado esquerdo da Figura 7, visualiza-se a informação do dispositivo. Pensando na escalabilidade do sistema, o usuário pode monitorar quantos dispositivos necessite. Essa aplicação para a problemática encontrada na operação carro-pipa é muito interessante, já que o gestor do sistema vai ter informação em tempo real do quanto de água foi colocado no sistema e até mesmo fazer um planejamento mais otimizado da rota dos carros pipas para abastecimento. O gráfico informa visualmente quanto tem disponível de água e logo abaixo, tem a data do último abastecimento e a projeção para o próximo abastecimento.

A partir dos dados validados, a dinâmica da residência universitária tem picos de maior demanda de consumo de água nos períodos entre os turnos das aulas, chegando a picos de mais de 400 litros de água em uma hora. O sistema de monitoramento é atualizado a cada hora e o *display* instalado *in loco* dá a informação em tempo real da capacidade do sistema.

IV. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi proposto um sistema de monitoramento de reservatórios baseado em servidor e banco de dados em nuvem, utilizando sensor de ultrassônico com objetivo de contribuir com a fiscalização na operação carro-pipa. O protótipo foi desenvolvido e chamado de Sys[MV]. Os resultados se mostraram bastante satisfatórios. Como proposta para trabalhos futuros, pretende-se utilizar inteligência artificial para detecção de possíveis vazamentos, controle de uma bomba d'água baseado em níveis, otimização de rotas do carro-pipa, como também adicionar sensores para acompanhamento da qualidade da água.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Decreto-Lei nº 175, de 7 de janeiro de 1936. Regula o disposto no art. 177 da Constituição. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 1936. Seção 1, p. 105.
- [2] G1 CE. Operação Carro-Pipa volta a ser paralisada e deixa 133 mil cearenses sem abastecimento. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2022/12/20/o-peracao-carro-pipa-volta-a-ser-paralisada-e-deixa-133-mil-cearenses-sem-abastecimento.ghtml>. Acesso em: 23 dez. 2022.

- [3] MOONEEGAN. Internet das coisas. Disponível em: <https://www.faberhaus.com.br/futuro-da-iot/>. (2016). Acesso em: 26 abr. 2023.
- [4] TARGINO, I. F. Sistema de baixo custo para monitoramento da qualidade da água em cisternas. 2021. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2021.
- [5] LESTARINGSIH, T; ARTONO, B; HIDAYATULLAH, N. A; KUSBANDONO, H. (2019). Microcontroller and Android HMI Based Water Level and Control System. EAI Endorsed Transactions on Internet of Things, 5(17), Disponível em: <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.28-1-2019.162807>. Acesso em: 08 mai. 2023.
- [6] ESP8266 NodeMCU Data Logging to Firebase Realtime Database. [S. l.]: Random Nerd Tutorials, 2022. Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/esp8266-data-logging-firebase-realtime-database/>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- [7] NAKATANI, A.M.; GUIMARÃES, A.V.; NETO, V.M. Medição com Sensor Ultrassônico HC-SR04. Departamento de Eletrônica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Paraná, 2014. Oliveira, Greici. NodeMCU – Uma plataforma com características singulares para o seu projeto IoT. [S. l.], [entre 2014 e 2022]. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/embarcados/nodemcu/nodemcu-uma-plataforma-com-caracteristicas-singulares-para-o-seu-projeto-iot>. Acesso em: 21 jan. 2023.