

Prototype of a low cost residential water reservoir electronic measurement system

Protótipo de um sistema eletrônico de medição de nível de reservatório de água residencial de baixo custo

Article Info:

Article history: Received 2022-06-20 / Accepted 2022-08-20 / Available online 2022-08-30

doi: 10.18540/jcecv18iss6pp14572-01e

Carlos Renato Borges dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7639-9036>

IFTM, Brazil

E-mail: carlosrenato@iftm.edu.br

Ana Flávia Peixoto de Camargos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5993-0219>

IFMG, Brazil

E-mail: anaflavia@ifmg.edu.br

Resumo

Em razão das crises hídricas que vem ocorrendo em diversas cidades do Brasil nos últimos anos, é cada vez mais comum que os consumidores tenham preocupação sobre a informação do nível de água do reservatório residencial, haja vista que os racionamentos e desabastecimentos de água vem sendo cada vez mais comuns, principalmente durante os períodos de estiagem. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar um protótipo de sistema de medição de água desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica de estudos e equipamentos de baixo custo dedicados ao monitoramento do nível de água em reservatórios residenciais. No desenvolvimento do protótipo foi utilizado o microcontrolador Arduino e o ESP32. Como resultados, o sistema foi capaz de medir, transmitir sem fio a uma certa distância e mostrar o nível de água, bem como tem característica de ser de baixo custo.

Palavras-chave: Monitoramento. Reservatório de água. Residencial.

Abstract

Due to the water crises that have been occurring in several cities in Brazil in recent years, it is increasingly common for consumers to be concerned about information on the water level of the residential reservoir, given that rationing and water shortages have been increasingly more common, especially during periods of drought. In this sense, this work aims to present a prototype of a water measurement system developed from a literature review of studies and low-cost equipment dedicated to monitoring the water level in residential reservoirs. In the development of the prototype, the Arduino microcontroller and the ESP32 were used. As a result, the system was able to measure, transmit wirelessly over a certain distance and show the water level, as well as being low cost.

Keywords: Monitoring. Water tank. Residential.

1. Introdução

As recentes crises de abastecimento hídrico nas cidades brasileiras foi o motivador para o desenvolvimento de uma grande diversidade de dispositivos eletrônicos de monitoramento de água, que podem ser adquiridos com facilidade pela internet. Cada um desses equipamentos possui suas particularidades com relação ao funcionamento, haja vista que alguns comprometem a precisão devido ao preço, ao passo que outros podem fornecer maior precisão, com preços maiores. O preço

envolvido também está correlacionado ao local de leitura, uma vez que estes instrumentos podem ser lidos diretamente no local ao lado do reservatório, ou à distância, dispostos a alguns metros ou em qualquer outro lugar (quando o sistema é conectado ao sistema web). A Figura 1 se refere, como exemplo, ao histórico do nível de água do sistema Cantareira, em São Paulo, desde 2003 até maio de 2021 (SISTEMA CANTAREIRA, 2021).

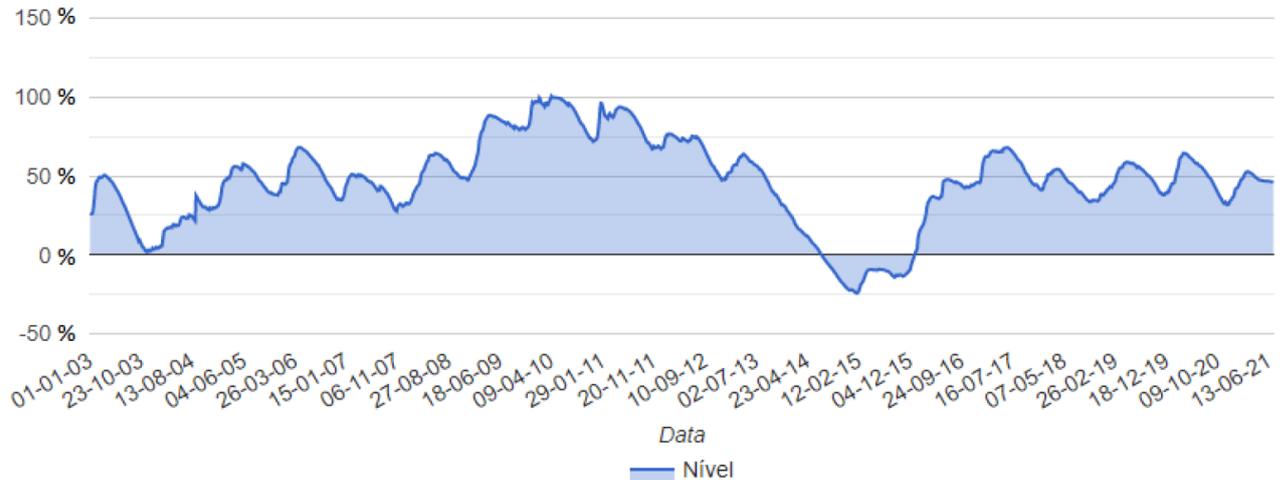


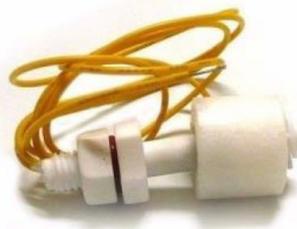
Figura 1 - Histórico do nível de água do sistema Cantareira, em São Paulo
Fonte: (SISTEMA CANTAREIRA, 2021)

Analisando a Figura 1 pode-se inferir que entre o segundo semestre de 2014 e 2016 o sistema entrou em colapso, e desde então vem sendo alvo de preocupação, uma vez que o nível vem variando em torno de 50% da capacidade. Deste modo, além das preocupações em combater o desperdício de água, o consumidor residencial vem se preocupando de modo crescente com o seu reservatório residencial, para que não seja surpreendido com um reservatório vazio, haja vista que o desabastecimento vem ocorrendo de forma intermitente não apenas em São Paulo, mas em várias cidades do Brasil.

Quanto à forma de medição, podem ser encontrados diversos tipos de sensores. A Figura 2 ilustra sensores discretos, que são bastante robustos e confiáveis, mas que não permitem a medição do nível de uma forma muito precisa. A quantidade destas chaves mecânicas pode variar em função da altura da caixa, na qual normalmente são utilizados entre 3 ou 4 sensores que permitem a visualização da mesma quantidade de faixas de nível de água.



(a)



(b)



(c)

Figura 2 - Chaves utilizadas como sensores de nível discreto: (a) chave discreta horizontal;
(b) chave discreta vertical e; (c) conjunto de chaves para detecção discreta de nível.

Para uma forma de medição mais precisa podem ser utilizados sensores ultrassônicos ou medidores de combustível veiculares, de forma adaptada, como vistos na Figura 3.

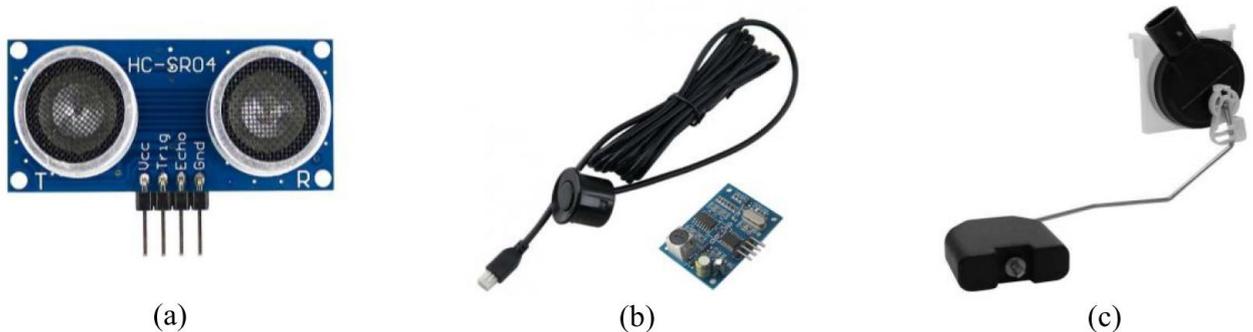


Figura 3 - Sensores para medição com melhor precisão: (a) sensor ultrassônico de baixo custo; (b) sensor ultrassônico à prova d'água e; (c) sensor de combustível veicular

Observando a Figura 3, pode-se analisar que o primeiro sensor é utilizado para fins didáticos, pois não é à prova d'água e possibilita a entrada de umidade, sendo o segundo à prova d'água. De acordo com Lopes (2018), este segundo sensor apresentou algumas restrições, como por exemplo: i) imprecisão devido à condensação de água no sensor; ii) distância mínima entre o sensor e o nível d'água máximo não pôde ser inferior a 20 cm, o que dificulta sua instalação em caixas d'água residenciais e comerciais. Ainda de acordo com Lopes (2018), o terceiro sensor apresentou um bom desempenho, mas foi necessária uma adaptação, como um extensor, para atingir a profundidade máxima da caixa, além de ser improvisado seu encaixe na caixa.

Quanto à interface com o consumidor, podem ser encontrados painéis locais com LEDs, que acendem conforme o nível, normalmente utilizados quando os sensores são discretos. Podem também ser encontrados painéis com um display LCD, que apresenta as informações em forma de texto, localmente, ou em uma curta distância do reservatório.

Oliveira et al. (2014) apresentou um protótipo com medidor de nível no qual utilizou-se um sensor de pressão MPX5010 (Figura 4) para a medição do nível de água com elevada precisão, enviando os dados de nível a um smartphone via bluetooth. Todavia, na continuação desse trabalho, em Oliveira (2015), foi detectado que o sensor não poderia medir o nível de água de uma forma contínua devido à entrada de água no tubo de medição, o que inviabilizou sua aplicação em residências. Neste mesmo trabalho foi concluído que a utilização adaptada do sensor de combustível veicular de forma contínua foi viável. Além disso, a conexão bluetooth não mostrou ser interessante, pois inviabiliza sua utilização de modo contínuo, haja vista que a mobilidade de um smartphone se desconecta a 15 metros de distância e, também, do gasto energético causado por esse tipo de conexão.



Figura 4 - Sensor de pressão MPX5010

O experimento realizado por Lopes (2018), além de demonstrar que o sensor de nível foi o mais robusto e imune a eventuais problemas, apesar das adaptações para encaixe ao reservatório, ele também desenvolveu um aplicativo para smartphone o qual foi capaz de monitorar remotamente o nível do reservatório, por meio da internet. Por fim, Costa (2019), baseou-se no experimento de Lopes (2018), no qual reduziu o custo do hardware ao substituir o Arduino (ARDUINO, 2021) pelo ESP32 (FILIFELOP, 2021).

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar um protótipo para medição de nível em reservatórios d'água, bem como transmissão de sinais, sem fio, com distância entre o reservatório e o local da visualização de 3 metros.

2. Material e métodos

Os diversos protótipos são criados em razão das especificidades do local da medição. Para realizá-los é necessário ter uma fonte de energia elétrica, com uma tomada elétrica próxima ao local. Outra questão é a distância entre o reservatório e o local da visualização dos dados, bem como a presença de rede wifi próxima ao local da medição. Uma vez verificados estes itens, pode-se desenvolver o protótipo mais adequado para a medição.

Dessa forma, para este trabalho, foi desenvolvido um protótipo no qual contém as seguintes características: i) há energia elétrica próxima ao reservatório; ii) a distância entre o reservatório e o local da visualização dos dados é de 3 metros (reservatório acima da casa) e; iii) não há internet. Após levantar o perfil do local, o circuito desenvolvido pode ser visualizado na Figura 5.

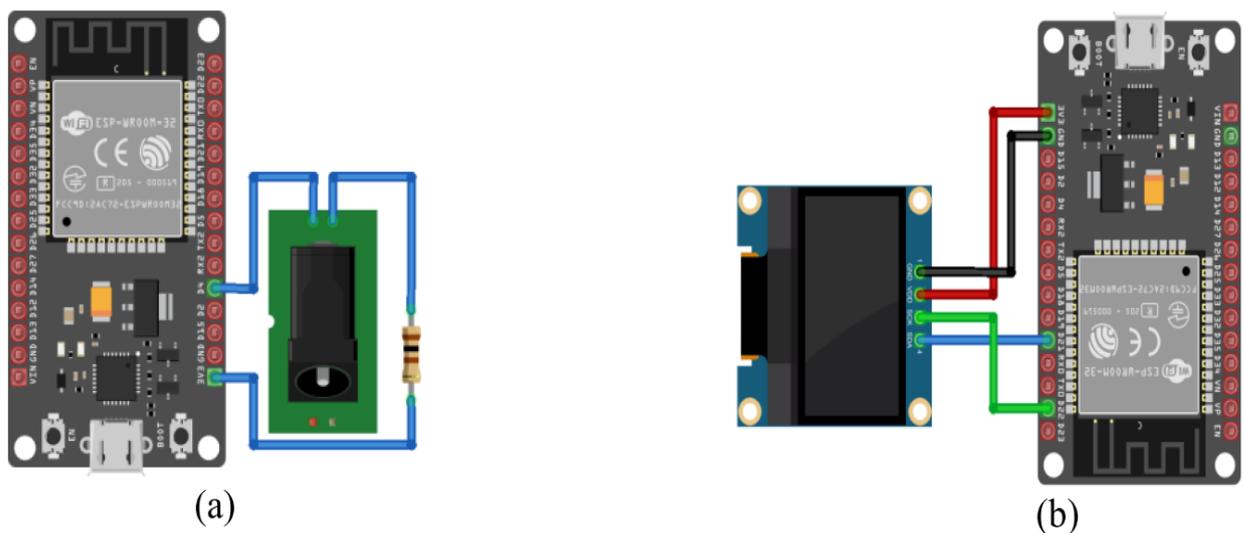


Figura 5 - Protótipo: (a) circuito transmissor; (b) circuito receptor

O circuito da Figura 5a foi implementado com a utilização de um divisor de tensão entre o sensor de nível resistivo (medidor de nível automotivo com adaptação, como visto na Figura 6b) e um resistor de 100 (como visto na Figura 6a). Neste exemplo, foi utilizado o ESP32 que tem a finalidade de ler o sinal analógico do divisor de tensão, convertê-lo em digital, por meio do conversor AD de 12 bits, e transmiti-lo por meio de um protocolo de transmissão sem fio (chamado ESP-NOW) (FILIFELOP, 2021). Já o circuito da Figura 5b tem a função de receber o sinal wifi, e imprimir-lo por meio do display gráfico OLED, que escreve o nível da água, como ilustrado na Figura 8.

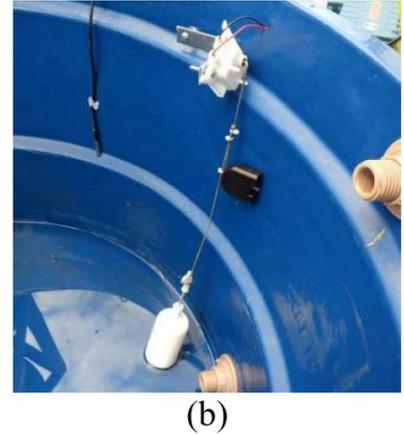
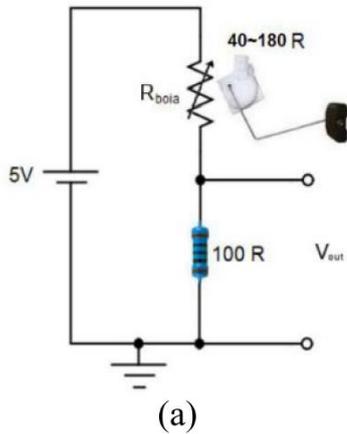


Figura 6 - Detalhes do circuito: (a) divisor de tensão; (b) adaptação do sensor resistivo

Os dados mostrados podem ser de nível ou de volume. Para o cálculo do volume, a equação pode ser obtida analisando a Figura 7. Nela, pode-se determinar o volume de água por meio da Equação 1 e da Equação 2.

$$r_x = r + h_x \cdot \left(\frac{R - r}{H} \right) \quad (1)$$

$$Vol = \pi \cdot h_x \cdot \left(\frac{r_x^2 - r^2}{2} \right) \quad (2)$$

Em que h_x corresponde à altura do nível d'água medido.

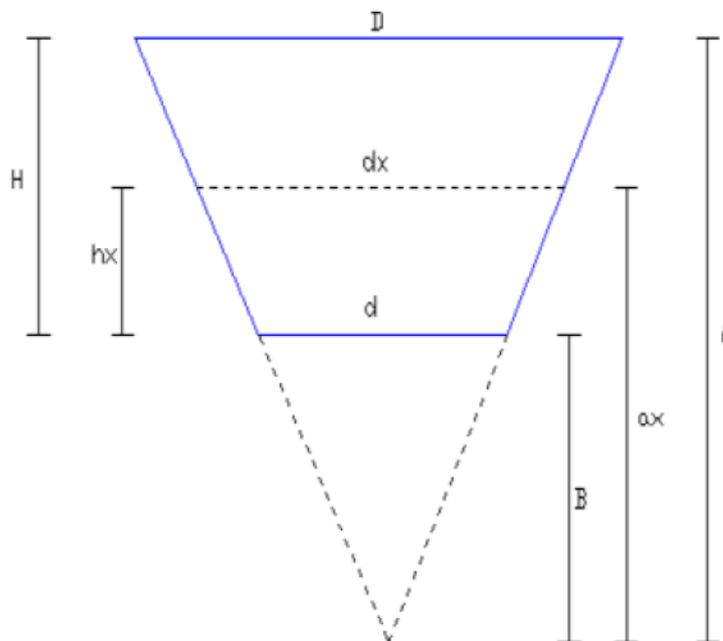


Figura 7 - Parâmetros para o cálculo de volume de água armazenada.

2. Resultados e discussão

O protótipo desenvolvido foi capaz de transmitir o nível do reservatório de água, de forma sem fio, em uma distância correspondente ao de um roteador, sem utilizar a internet. Além disso, ele tem características de ser relativamente de baixo custo. Para a instalação do sensor de nível foi necessária uma pequena adaptação, com extensão do sensor, como ilustrado pela Figura 6b. Para o receptor, podem ser adicionados LEDs e buzzer, que é um aviso sonoro quando o nível estiver baixo. A Figura 8 mostra a indicação do nível de água, vista no circuito receptor, por meio do OLED.



Figura 8 - Nível de água impresso no display OLED do circuito receptor

Analisando a Figura 8, pode-se concluir que o nível da água foi impresso no circuito receptor do display OLED e que o nível é mostrado por meio de uma barra de progressão (progressbar), com seu respectivo valor percentual. Neste caso, o valor informado representa 43% de água no reservatório.

3. Conclusão

O protótipo foi capaz de medir, transmitir e mostrar o nível d'água, conforme objetivo do trabalho, bem como ser adquirido a baixo custo. Este protótipo consegue ter um custo ainda menor do que muitos medidores de nível disponíveis comercialmente, o que o torna acessível para muitas pessoas. Embora tanto a informação de nível quanto a do volume podem ser visualizadas, a de nível parece ser mais relevante, pois pode ser representada por valor percentual, o que é mais compreensível por qualquer pessoa.

Outras propostas de projetos também podem ser desenvolvidas, à medida que o perfil do local em que se deseja realizar a medição assim permita. Outras melhorias ainda podem ser realizadas no protótipo, como por exemplo, a inserção de um buzzer que avisa ao usuário por meio de som quando o reservatório estiver com baixo nível de água.

Referências

- ARDUINO. (2021). **What is Arduino?** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em maio de 2021.
- Costa, R. A. (2019). *Sistema de monitoramento de reservatórios de água com abordagem e conceito de internet das coisas*. Trabalho de conclusão de curso - IFMG campus Formiga - MG.
- FILIFELOP (2021). **Módulo WiFi ESP32 bluetooth**. Disponível em: <<https://www.filieflop.com/produto/modulo-wifi-esp32-bluetooth/>>. Acesso em maio de 2021.
- Lopes, G. V. S. (2018). *Sistema microcontrolado para monitoramento remoto de nível em reservatórios d'água*. Trabalho de conclusão de curso - IFMG campus Formiga - MG.
- Oliveira, I. R. H. (2015). *Desenvolvimento de um sistema para monitoramento remoto do nível de água de reservatórios residenciais*. Trabalho de conclusão de curso - IFMG campus Formiga - MG.
- Oliveira, I. R. H.; Santos, C. R. B.; Rodrigues, M. A. L. (2014). *Desenvolvimento de um aplicativo android para monitoramento microcontrolado do nível de um reservatório de água residencial em tempo real*. In: Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica, **XII CEEL**, Uberlândia–MG.
- SISTEMA CANTAREIRA. (2021). *Sistema Cantareira nível de água atualizado*. Disponível em: <nivelaguasaopaulo.com>. Acesso em maio de 2021.