



## **Elaboração de uma plataforma de prototipagem livre para automação em sistema de abastecimento de água Development of an open source prototyping platform for automation in water supply system**

Fernando Ferreira Lima dos Santos<sup>1</sup>

Guilherme de Moura Araújo<sup>2</sup>

Leticia Cardoso Madureira Tavares<sup>3</sup>

Rodrigo Nogueira Martins<sup>4</sup>

Lucas de Arruda Viana<sup>5</sup>

**Resumo:** Os recursos hídricos vêm ganhando cada vez mais destaque nos cenários nacional e internacional. Associar a disponibilidade deste ao consumo doméstico e às atividades econômicas através de um manejo sustentável vêm se tornando um grande desafio para a humanidade. No Brasil, mais especificamente em algumas das regiões metropolitanas mais populosas, assim como no semiárido, a escassez de recursos hídricos vem se agravando. Junto a isso, pesquisas apontam um elevado índice de desperdício desse recurso no sistema de distribuição e no consumo. De forma a minimizar o desperdício de água, o presente trabalho tem como finalidade a elaboração de um protótipo de baixo custo, flexível e de fácil manuseio, com o propósito de automatizar um sistema de bombeamento em uma caixa d'água residencial. Para isso, foram utilizados um microcontrolador acoplado a um sensor ultrassônico e dois galões d'água, a fim de simular um sistema de abastecimento de água e propor um monitoramento do nível através do sensor. Pode-se concluir que este protótipo possui potencial para melhoria, sendo a adição de um módulo de telemetria uma alternativa para o monitoramento à distância, e possui grande potencial para popularização no meio urbano e rural, devido à sua portabilidade, baixo custo e eficiência comprovada.

<sup>1</sup> UFF—Universidade Federal Fluminense

<sup>2</sup> UFV—Universidade Federal de Viçosa

<sup>3</sup> UFV—Universidade Federal de Viçosa

<sup>4</sup> UFV—Universidade Federal de Viçosa

<sup>5</sup> UFV—Universidade Federal de Viçosa

**Palavras-chave:** microcontrolador; crise hídrica; sensor; automação.

---

**Abstract:** Water resources have been gaining increasing prominence in the national and international scenarios. Associating water availability to domestic consumption and economic activities through sustainable management has become a major challenge for mankind. In Brazil, more specifically in some of the more populous metropolitan regions, as well as in the semi-arid region, the scarcity of water resources is worsening. Alongside this, research indicates a high index of waste of this resource in the distribution and consumption systems. In order to minimize waste of water, the present work aims at the elaboration of a of low cost, flexible and easy to handle prototype, in order to automate a pumping system in a residential water tank. For this, a microcontroller coupled to an ultrasonic sensor and two gallons of water were used to simulate a water supply system and to propose a water level monitoring through the sensor. It can be concluded that this prototype has potential for improvement, with the addition of a telemetry module as an alternative for remote monitoring, and it has great potential for urban and rural popularization due to its portability, low cost and proven efficiency.

**Keywords:** microcontroller; water crisis; sensor; automation.

---

## **1. Introdução**

Desde 2012, algumas regiões do Brasil vêm sofrendo uma gradativa e intensa redução nos índices pluviométricos. Conseqüentemente, a oferta de água para o abastecimento público, especialmente no semiárido brasileiro e nas regiões metropolitanas mais populosas, diminuiu significativamente (ANA, 2015). Além disso, apesar do Brasil possuir um grande volume de reserva de recursos hídricos, a sua disponibilidade não é uniforme. Apenas 27% dos recursos hídricos estão disponíveis para as regiões onde residem 95% da população do país (LIMA, 1999).

De acordo com o relatório da UNESCO (2015), o Brasil registra elevado índice de desperdício da água tratada para consumo: cerca de 20 a 60% desse volume se perde na distribuição. Com relação ao desperdício no consumo de água, os números também são elevados. A média nacional do consumo doméstico de água é de 150 litros per capita, 40 litros acima do recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU). Em cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Vitória, o consumo ultrapassa 220 litros por dia (INMETRO, 2010).

Diante desse cenário, torna-se necessária a implantação de uma metodologia que vise monitorar o consumo de água e, com base nisso, tomar medidas para amenizar o desperdício no consumo de água. Tendo isso em vista, a utilização de microcontroladores (pequeno computador em um único circuito integrado utilizado para automatização de tarefas), surge como uma opção de fácil aplicação e de baixo custo para a automação do processo de monitoramento e tomada de decisões (RAMOS & ANDRADE, 2016).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo a elaboração de um protótipo de baixo custo, flexível e de fácil manuseio, com o propósito de monitorar o nível de uma caixa d'água, e com base nessa informação, automatizar um sistema de bombeamento d'água. O protótipo desenvolvido deve ser capaz de medir a distância da tampa da caixa d'água até o nível de água, informá-la em tempo real ao usuário por meio de um display LCD, e caso o nível esteja abaixo da faixa pré-estabelecida, bombear a água do reservatório para a caixa.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1 Sítio Experimental**

O desenvolvimento do protótipo, assim como a sua fase de testes, foi conduzido na sala do Programa de Educação Tutorial em Engenharia Agrícola e Ambiental, da Universidade Federal Fluminense. Localizado aproximadamente nas coordenadas geográficas 22,90° S; 43,13° O.

## **2.2 Materiais**

### **2.2.1 Microcontrolador**

O modelo adotado como placa microcontroladora foi o Arduino UNO®. Este dispositivo possui chip microcontrolador ATmega328, voltagem de operação de 5 V, 14 pinos de entrada/saída digital de dados (dos quais 6 podem ser utilizados como saída PWM), 6 pinos de entrada/saída analógica de dados, e memória flash (memória para armazenamento de dados) igual a 32 KB.

A programação da rotina a ser executada no controlador é realizada por meio do IDE (Ambiente de desenvolvimento integrado), um software livre baseado na linguagem de programação C. Este software permite que um conjunto de instruções sejam previamente escritas em um computador pessoal, e posteriormente carregadas para o controlador. Logo, o microcontrolador executará a rotina programada, interagindo com o que estiver conectado a ele (MCROBERTS, 2010).

### **2.2.2 Módulos e sensores**

Neste projeto, foi utilizado o sensor de distância ultrassônico HC-SR04, a fim de medir a distância da tampa da caixa d'água ao nível da água. De acordo com Nakatani et al. (2013), este sensor em conjunto com a plataforma Arduino pode ser utilizada com sucesso para medições na ordem de centímetros. Este dispositivo possui um circuito de controle, um transmissor e um receptor ultrassônico. Além disso, este possui distância mínima para medição de 2 cm e máxima de 400 cm, com precisão de até 0,3 cm (ALVES et al., 2014).

De forma a monitorar em tempo real a distância medida pelo sensor ultrassônico, um display LCD modelo Blacklight Azul 16x2 foi instalado.

Para fins de capacitação da comunidade do Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Agrícola e Ambiental, da Universidade Federal Fluminense, foi utilizada uma válvula solenoide para regular a saída de água da caixa d'água, sendo esta controlada por um módulo RFID-RC522. Este dispositivo de identificação utiliza a radiofrequência para localizar um determinado tipo de "etiqueta", mais conhecida como tag (MELLO, 2013). Este módulo é baseado no chip MFRC522 da empresa NXP, e é altamente utilizado em comunicação sem contato a uma frequência de 13,56MHz. Além disso, o RFID-RC522 possui baixo consumo de energia e pequeno tamanho.

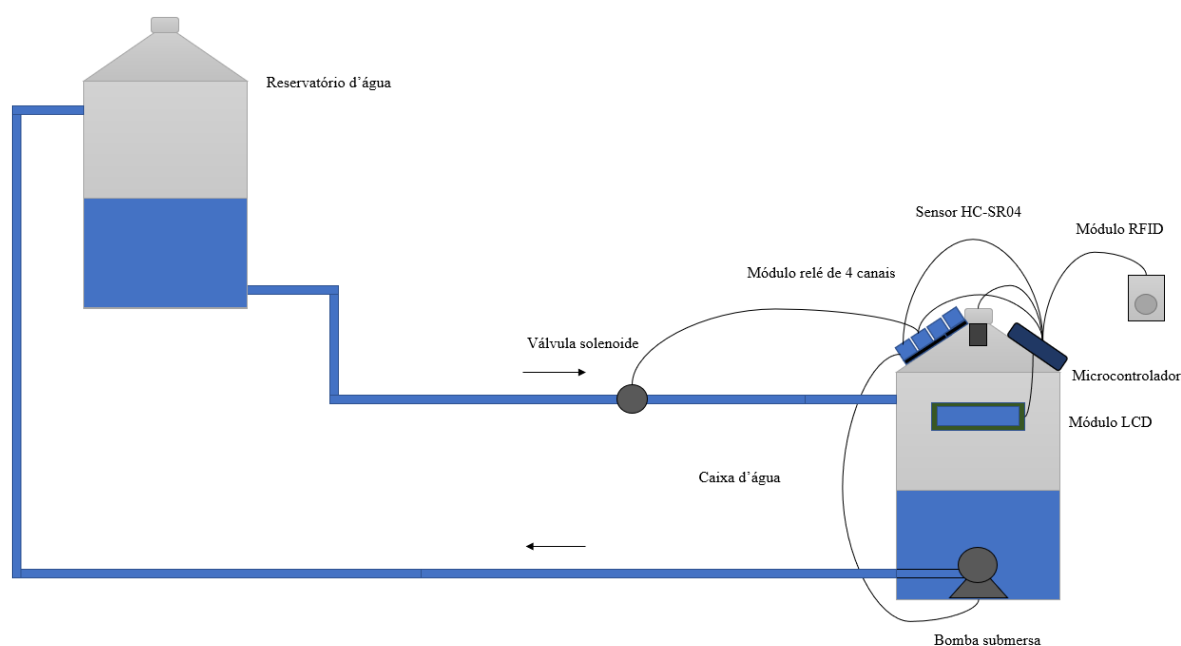
## **2.3 Procedimentos experimentais**

Para simular um sistema de abastecimento de água, foram utilizados dois galões d'água de 20 L—um reservatório de água, representando a água oriunda do sistema de abastecimento, e outro representando uma caixa d'água—, 400 cm de mangueira de polietileno de 2,35 cm de

diâmetro (para servir como duto de alimentação da caixa d'água e para o retorno da água ao reservatório), uma válvula solenoide (para controlar o abastecimento da caixa d'água) e uma bomba de aquário submersa (para bombear a água da caixa d'água para o reservatório).

De modo a garantir um fluxo de água do reservatório à caixa d'água, o reservatório foi posicionado à uma altura de 3 m da caixa d'água e da válvula. Esta condição garante que a pressão sobre a válvula solenoide seja suficiente para que haja fluxo de água, quando esta for acionada.

A Figura 1 representa o posicionamento dos materiais utilizados no projeto, de forma a simular um sistema de abastecimento de água automático.



**Figura 1:** Esquematização do sistema de abastecimento de água automático. Fonte: Elaborado pelos autores.

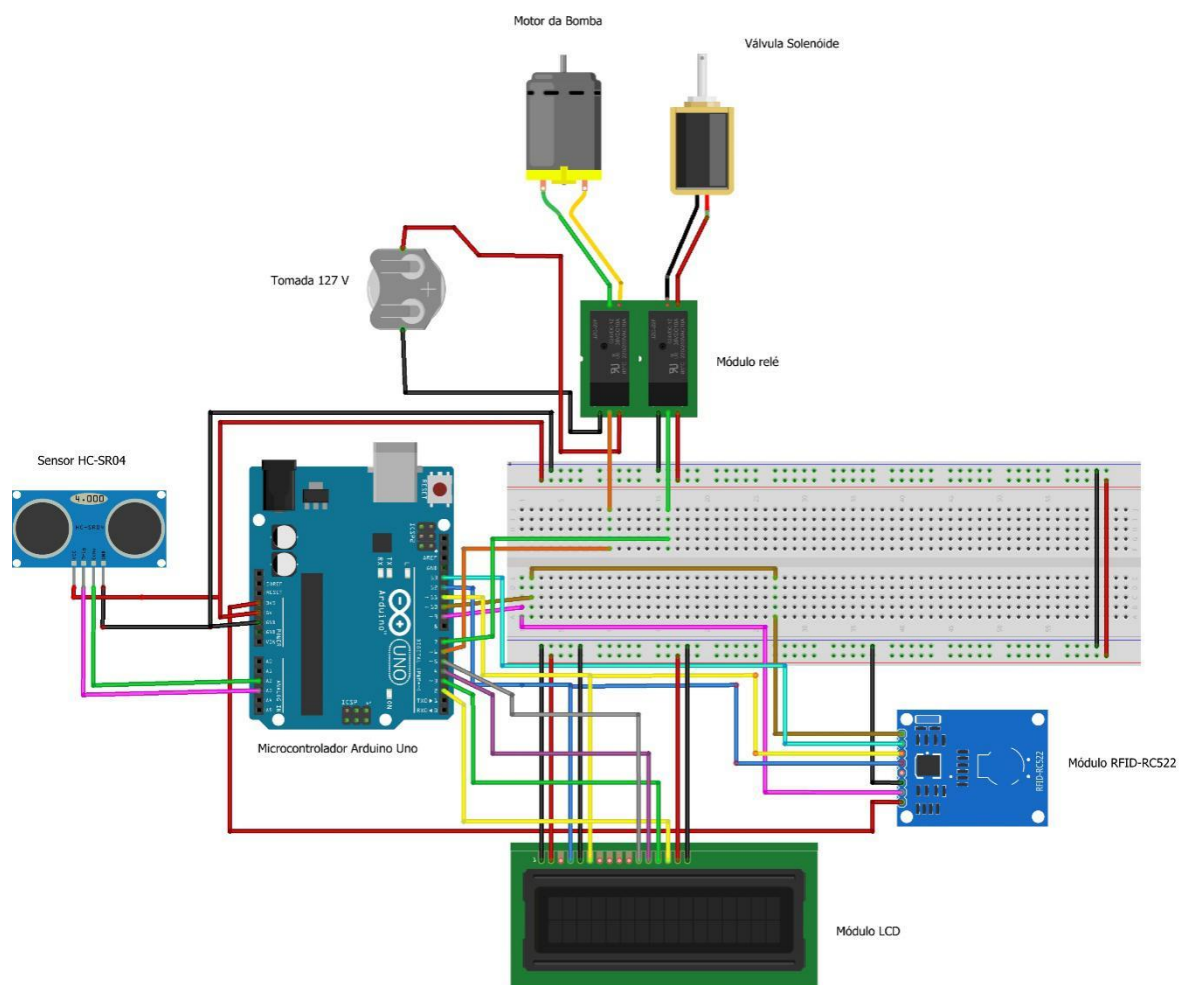
O funcionamento do sistema de abastecimento de água automático se deu pela ação coordenada do microcontrolador juntamente aos sistemas citados anteriormente.

Com a finalidade de abastecer a caixa d'água, foi elaborado um sistema de controle entre o reservatório e a caixa d'água. Este é composto por uma válvula solenoide, instalada na mangueira de abastecimento, um relé (pode permitir ou bloquear a passagem de corrente elétrica para a válvula) e um módulo RFID (sendo este responsável por controlar o relé).

Já o sistema de controle e monitoramento do nível da caixa d'água é composto por um sensor ultrassônico (programado para alertar caso a distância da tampa da caixa ao nível d'água alcance 20 cm), um módulo LCD (responsável por informar a cada 3 segundos a distância medida pelo sensor), uma bomba submersa (caso a distância crítica seja alcançada esta será acionada) e um relé (dependendo da resposta do sensor este pode permitir ou bloquear a passagem de corrente elétrica para a bomba).

O funcionamento do sistema de abastecimento de água automático se deu pela ação coordenada do microcontrolador juntamente aos sistemas citados anteriormente.

O circuito do protótipo está representado na Figura 2.



**Figura 2:** Layout do circuito do protótipo. Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3. Resultados e discussão

O protótipo desenvolvido mostrou-se promissor para o monitoramento do nível d'água, apresentando um baixo custo, fácil manuseio, baixo consumo de energia, flexibilidade e boa precisão.

Os testes do protótipo se deram ao longo de 5 dias, com este funcionando de maneira contínua durante 2 horas ao dia, sem apresentar falhas. Sua precisão em medir a variação do nível d'água foi avaliada através de uma régua graduada, fixada na parede do galão. O sensor ultrassônico, utilizado para esta medição, apresentou elevada precisão.

Outros protótipos elaborados utilizando o mesmo tipo de sensor ultrassônico, para a detecção do nível d'água, também obtiveram sucesso. De acordo com Al-Mamun et al. (2014), o sistema desenvolvido com o sensor ultrassônico apresentou baixo custo e boa precisão de medição em tempo real do nível d'água. Já Asadullah & Ullah (2017), destacam que, além da boa precisão apresentada por este sensor em monitorar o nível da água, o protótipo desenvolvido fornece uma solução para reduzir o trabalho humano e economizar energia com a ajuda de sensores.

#### 4. Conclusões

O protótipo mostrou-se bem-sucedido, operando com precisão na fase de testes. Pode-se concluir que este possui potencial para melhoria, sendo a adição de um módulo de telemetria uma alternativa para o monitoramento à distância, e possui grande potencial para popularização no meio urbano, devido à sua portabilidade, baixo custo e eficiência comprovada.

#### 5. Referências

AL-MAMUN, N. AHMED, N. UDDIN AHAMED, S. A. M. MATIUR RAHMAN, B. AHMAD, K. SUNDARAJ. Use of Wireless Sensor and Microcontroller to Develop Water-level Monitoring System. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol 7 (9), pp. 1325–1330, (2014).

ALVES, F. A. S.; NEUMANN, A. M. M.; GOUVÊA JÚNIOR, M. M. Bengala inteligente neural baseada em aprendizagem por reforço para deficientes visuais. *Brazilian Conference on Intelligent Systems - Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional*, 2014, São Carlos.

ANA. Encarte Especial sobre a crise hídrica. Agência Nacional das Águas. 2015.  
INMETRO. Programa de análise de produtos: relatório sobre análise em torneiras e registros. Instituto Nacional De Metrologia, Qualidade e Tecnologia. 2010.

ASADULLAH, M. ULLAH, K. Smart home automation system using Bluetooth technology. *Innovations in Electrical Engineering and Computational Technologies (ICIEECT)*, International Conference, 2017, pp. 1–6.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: *Estado das águas no Brasil – 1999; Perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos*. SIH/ ANEEL/ MME; SRH/MMA. 1999, p. 73 – 82.

MELLO, A. K. Sem parar: controle de acesso condominial via RFID. UNICEUB. 2013.  
MCROBERTS, M. *Beginning Arduino*. 1. ed. Apress Inc., 2010. 475p.

NAKATANI, A. M.; GUIMARÃES, A. V.; NETO, V. M. Medição com Sensor Ultrassônico HC-SR04. *Congresso Internacional de Metrologia Mecânica*, 3. FAURGS. 2013.

RAMOS, M. C.; ANDRADE, V. S. Desenvolvimento, construção e calibração de uma central de monitoramento de consumo de energia elétrica e de água utilizando o microcontrolador Arduíno. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v. 2, p. 39-50, 2016.

UNESCO. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. 2015.