

AUTOMATIZAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO COM MONITORAMENTO DE NÍVEL E CONTROLE DE VAZÃO

MATEUS GOMES ROLIM^{1*}; JOSÉ KELLSON LIMA CAROLINO²; SUELIO FERNANDES CAROLINO³

¹Discente do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Santa Maria - FSM, Cajazeiras – PB,
mateusgr4.0@gmail.com;

²Tecnólogo em Automação Industrial, IFPB e Discente do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Santa Maria
- FSM, Cajazeiras - PB, kellsoncarolino@gmail.com;

³Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal
- RN, sueliofc@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Em tempos de escassez de recursos hídricos as empresas que administram o uso da água costumam realizar racionamento devido ao baixo nível dos mananciais que é o principal meio de abastecimento da maioria das cidades. Com isso muitos usuários são afetados. Sendo assim, há necessidade de administrar de maneira racional e sem desperdício a água contida em seu reservatório. Com essa justificativa o presente projeto utiliza componentes mecânicos e eletrônicos como a plataforma Arduino, sensores ultrassônicos e válvula de gaveta convencional adaptada com um sistema de redução e um motor de passo para o controle da vazão, com o objetivo de monitorar e reduzir a vazão de saída de acordo com o nível da água quando estiver abaixo de um determinado valor preestabelecido, prologando a disponibilidade de água armazenada. Para isso foi desenvolvido um protótipo que execute com fidelidade o sistema proposto. O Arduino foi responsável pela medição do período entre a emissão e a captação do sinal emitido pelo sensor ultrassônico, para obter a distância entre a superfície do líquido e o topo do reservatório, que por sua vez comanda a válvula gaveta de acordo com as variáveis estabelecidas na programação do microcontrolador. O usuário tem acesso as informações do volume disponível através do LCD, realizando assim decisões para um consumo consciente. Essa solução foi fundamentada nos conceitos de uma tecnologia de baixo custo e eficiente para suprir as necessidades diárias.

PALAVRAS-CHAVE: Controle de vazão, Sensor ultrassônico, Arduino.

ABSTRACT: In times of scarcity of water resources, companies that manage water use usually carry out rationing due to the low level of water sources which is the main means of supply in most cities. With this many users are affected. Therefore, it is necessary to administer in a rational and without waste water the water contained in its reservoir. With this justification, the present project uses mechanical and electronic components such as the Arduino platform, ultrasonic sensors and conventional drawer valve adapted with a reduction system and a stepper motor for flow control, in order to monitor and reduce the flow of output level according to the water level when it is below a certain preset value, prologuing the availability of stored water. For this, a prototype was developed that faithfully executed the proposed system. The Arduino was responsible for measuring the period between the emission and the capture of the signal emitted by the ultrasonic sensor to obtain the distance between the surface of the liquid and the top of the reservoir, which in turn commands the drawer valve according to established variables in programming the microcontroller. The user has access to the volume information available through the LCD, thus making decisions for conscious consumption. This solution was based on the concepts of a low cost and efficient technology to meet the daily needs.

KEYWORDS: Flow control, Ultrasonic sensor, Arduino.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural vital para a sobrevivência de todas as espécies, responsáveis pela existência e manutenção dos ecossistemas do planeta Terra e uma necessidade básica para os seres vivos, é um elemento essencial e insubstituível para assegurar a continuação da vida. No entanto, com demasiada frequência ela não é considerada como tal, chegando a ser desperdiçada. Além disso, sob o ponto de vista moral, o ato de desperdiçar água é inconcebível, pois sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como uma obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras (ONU, 2010).

Problema bastante grave que enfrenta-se no interior do estado da Paraíba, mais precisamente na cidade de Cajazeiras, é a escassez de água onde muitas pessoas passam por dificuldades de acesso a água potável para suprir suas necessidades básicas. Sendo assim, é necessário adotar o sistema de racionamento de água prolongando a pouca quantidade da mesma disponível no reservatório que abastece a cidade. Segundo dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA atualmente o açude de Engenheiro Ávidos (principal manancial que abastece a cidade de Cajazeiras) possui apenas 11,04 % da sua capacidade máxima que é 255.000.000 m³.

Outro agravante é o desperdício de água que ocorre seja ele no sistema de distribuição no qual atualmente se encontra bastante obsoleto e apresentando uma enorme quantidade de vazamentos ou o desperdício que ocorre quando a água é mal utilizada pelo consumidor, ou seja, quando não é empregada segundo as finalidades a que se destina – por exemplo, uma torneira aberta sem necessidade, uma caixa transbordando continuamente, etc. (MEDEIROS FILHO, 2010).

A perda caracteriza-se por ser de responsabilidade do sistema, encarecendo o preço médio da conta dos usuários, enquanto o desperdício é de responsabilidade do consumidor, que arcará individualmente com seus custos. Em condições ideais, a soma perda-desperdício deveria ser nula, mas é normal que esse valor atinja 20%, não sendo novidade ele alcançar 60% do total captado em nossos sistemas (MEDEIROS FILHO, 2010). Diante disso, é necessário que algo seja realizado para tentar solucionar boa parte desses problemas.

A maioria das edificações conta com reservatório de água elevado, com boias mecânicas para o controle do nível visando prolongar o abastecimento da residência. No entanto, é comum ocorrerem desperdícios nesses reservatórios (CABRAL; CAMPOS, 2008).

Na cidade de Cajazeiras isso não é diferente, ocorrem às mesmas dificuldades relatadas, além disso, outros problemas enfrentados é a dificuldade de a água chegar até os reservatórios das residências devido aos desníveis topográficos da cidade e o racionamento de água que limita a quantidade de dias que a água chega até a residência. Pois bem, essa é a maior inquietação do momento da sociedade cajazeirense é a dificuldade do acesso a água nas suas residências que em algumas localidades chega a passar 3 dias sem abastecimento, a população teme maiores dificuldades com um possível colapso no seu abastecimento de água (ALTO SERTÃO, 2018).

Diante da relevância do problema, objetivou elaborar uma automatização de baixo custo que atenda às condições de funcionamento do sistema e abasteça conforme as necessidades dos usuários de acordo com a disponibilidade de água nos reservatórios, assim realizando um controle automático e sem provocar desperdício, utilizando para isso, dispositivos eletromecânicos e eletrônicos disponíveis no mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir do estudo dos tipos de sensores disponíveis para medição de nível, optou-se pelo uso do sensor ultrassônico considerando o baixo custo – benefício e atender as exigências do projeto. Como forma de medição indireta do nível da água foram utilizados dois sensores ultrassônicos, o módulo HC-SR04, com base fixa na parte superior do reservatório, foram ligados aos pinos através de cabos de redes de computadores (cabos UTP).

Com esses sensores, foi possível medir a distância da lamina d'água que se encontra nos reservatórios onde eles estão instalados. Um pulso ultrassônico é emitido pelo dispositivo, se reflete sobre lamina d'água e retorna para o sonar e, com base no tempo decorrido entre a emissão e a recepção do pulso, é possível determinar a altura que se encontra o líquido no reservatório através de equações, determinando assim, o volume.

Segundo David Halliday, (2008, p. 19), para realizar o cálculo do tempo, entre a distância e tempo de resposta é usada a Equação 1, na qual é estabelecido que V é a velocidade média, Δs é a distância percorrida e Δt o intervalo de tempo.

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1)$$

Como o sinal enviado pelo sensor deve retornar ao mesmo, o sinal de leitura obtido é o dobro da distância percorrida e considerando que velocidade do som que é de aproximadamente 340 m/s, a distância Δs é dada por

$$\Delta s = 170. \Delta t \quad (2)$$

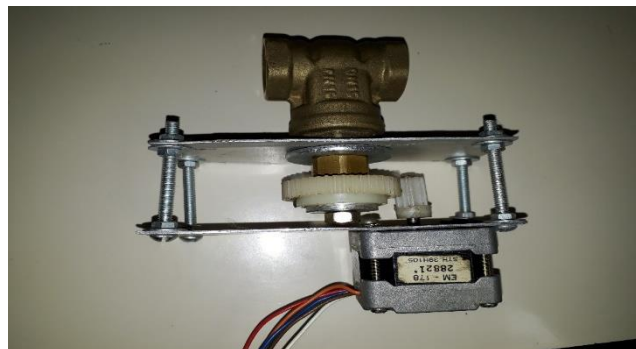
A partir da equação 2 utilizamos a mesma para cálculos no programa a ser executado no microcontrolador. Sabendo as dimensões (área da base e altura) dos reservatórios e com a altura da lamina d' água, obtida por meio da diferença ente a altura total do reservatório e o valor obtido pela equação 2, o volume de água no reservatório pode ser calculado. Vale ressaltar que a fórmula para cálculo do volume de água depende da geometria do reservatório. Ao monitorar essas variáveis, é possível planejar um controle mais eficiente do volume de reabastecimento ou escoamento do tanque.

Microcontrolador utilizado foi o ATmega2560, presente na plataforma Arduino Mega 2560. Ele possui 54 pinos de entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset.

Com a viabilidade de prolongar o volume disponível nos reservatórios por um período maior, foi desenvolvido uma válvula de controle de vazão automática que irá regular a vazão de acordo com o volume disponível nos reservatórios. Para isso foi utilizada uma válvula gaveta de ½ polegada, um motor de passo e uma engrenagem de uma sucata de um ventilador, fixada na haste da válvula para ser realizado o acoplamento com a engrenagem do motor de passo.

A válvula e o motor de passo foram fixados numa chapa de alumínio para que ocorra um melhor acoplamento das engrenagens do motor de passo com as engrenagens colocada na válvula gaveta, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1: Válvula desenvolvida para controle da vazão

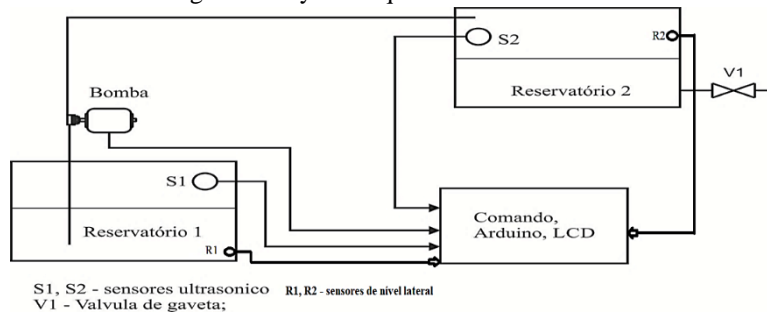


Fonte: Autoria Própria (2018)

A Figura 2, mostra o layout de funcionamento do sistema. O Reservatório 1 é considerado como a cisterna de acumulação de água, o Reservatório 2 é a caixa d'água que alimenta todos os pontos de utilização, os reservatórios utilizados são dois tanques com capacidade de aproximadamente 100 litros. S1 e S2 são os sensores ultrassônicos instalados no topo dos reservatórios que comunicam com a caixa de comando enviando dados para Arduino para ser realizado o processamento e cálculo do volume de água disponível em cada reservatório. R1 e R2 são sensores de nível lateral instalados respectivamente na parte inferior do Reservatório 1 caso ocorra alguma falha do sensor ultrassônico a bomba não funcionar a seco assim danificando a mesma, e um sensor instalado no topo do Reservatório 2 para não ocorrer o transbordamento de água da caixa também levando em consideração a falha de medição dos sensores ultrassônicos. V1 representa a válvula de controle de vazão instalada na saída do Reservatório 2 que é onde sai alimentação, a válvula pode ser vista na Figura 18, sua abertura e fechamento depende dos níveis dos Reservatórios 1 e 2, assim limitando a quantidade de água que será liberada de acordo

com a disponibilidade dos reservatórios.

Figura 2: Layout Esquemático do Sistema.



Fonte: Autoria Própria (2018)

A Figura 3 exibe o protótipo montado no Laboratório de Eletrônica do IFPB Campus Cajazeiras. Primeiramente foi confeccionada uma bancada de madeira na marcenaria do IFPB, que serve de apoio para o reservatório e o quadro de comando na sua parte superior, na parte inferior é onde fica localizada a bomba interligando os reservatórios.

Figura 3: Protótipo do Sistema

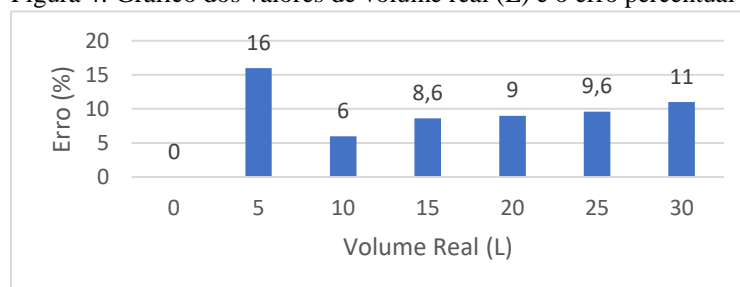


Fonte: Autoria Própria (2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De início foram realizados testes da eficiência de medição do nível da água no reservatório através do sensor ultrassônico. Por ser a variável principal a ser controlada qualquer erro de medição interfere diretamente nos resultados esperados.

Figura 4: Gráfico dos valores de volume real (L) e o erro percentual (%)



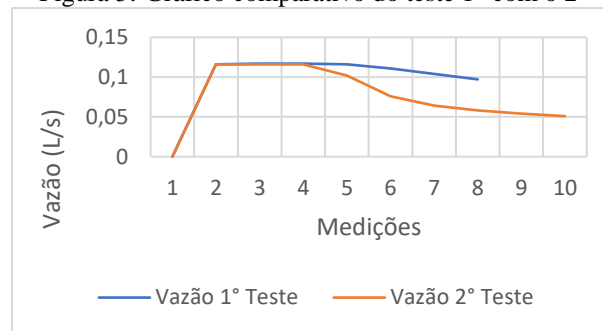
Fonte: Autoria Própria (2018)

De acordo com os valores obtidos, é possível observar um erro de até 16% na medida. Uma das causas do erro é relacionada ao formato do reservatório, o qual não é uniformemente cilíndrico, tendo

sido definido um tamanho do raio sendo uma média dos valores medidos em todo o reservatório para determinação do volume. Além disso, também há o erro devido a água não manter sua superfície totalmente linear e uniforme e a resolução do sensor ultrassônico.

Depois de realizado a medição de nível dos reservatórios, foi feito o comparativo entre o sistema sem o controle de vazão e o mesmo funcionando com a válvula controladora de vazão automática, Figura 1, atuando na pior situação possível que podemos encontrar, sendo considerada uma situação crítica.

Figura 5: Gráfico comparativo do teste 1° com o 2°



Fonte: Autoria Própria (2018)

Com a redução da vazão conseqüentemente ocorre a diminuição do consumo e o prolongamento da quantidade de água que se encontra disponível no reservatório. Com isso o usuário poderá ter maior tempo com água disponível no seu reservatório para realizar seu consumo de acordo com as prioridades essenciais, comprovando assim a eficiência do projeto. Através da figura 5, que é o gráfico que faz o comparativo das vazões entre o 1° teste com o 2°, no primeiro a vazão se manteve quase constante durante todo o esvaziamento do reservatório já com o 2° teste observamos a atuação da válvula (4° Medição) diminuindo a vazão logo após o limite preestabelecido. E o usuário tendo acesso ao nível em tempo real através do Display LCD

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo protótipo foram satisfatórios sendo realizado o controle do nível da água em tempo real com informação direta ao usuário do sistema, ocorreu a automação dos reservatórios funcionando sem nenhuma interferência humana e o controle da vazão quando os reservatórios se encontrarem em uma situação crítica aumentando a disponibilidade de água para o consumo humano.

Pelos resultados, conclui-se que o sistema de abastecimento automático de água trata-se de uma solução viável, já que seu sistema consiste em equipamentos eletrônicos de baixo consumo de energia e ocasionando o aumento da disponibilidade de água para consumo, se comparando os dois testes realizados. O mesmo é aplicável em qualquer residência ou conjuntos de casas, visando sempre o uso sustentável e inteligente deste recurso.

AGRADECIMENTOS

Agradecer ao PIBICT por conceder bolsa pesquisa ao segundo autor

REFERÊNCIAS

- ALTO SERTÃO. Disponível em: <<http://www.altosertao.com.br/index.php/o-clamor-por-agua-em-cajazeiras-pb/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- CABRAL, M. M. A.; CAMPOS, A. L. P. D. S. **Sistemas de automação residencial de baixo custo: uma realidade possível**. Holos, Natal-RN. v. 3, 2008.
- HALLIDAY, David.; ET al. **Fundamentos de física**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 1 v.
- IBGE. (2010). Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- MEDEIROS FILHO, C. F. de. **Abastecimento de água**. Apostila. Campina Grande: ago. 2010.
- ONU (2010). **The Right to Water**. Genebra: Organização das Nações Unidas, 2010. p. 61. ISSN 1014-5567.