

SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO REMOTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO BURITIZINHO, NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE BURITICUPU – MA, UTILIZANDO A PLATAFORMA ELETRÔNICA ARDUINO

Maria Rafaela da Conceição Lima ¹
Wiury Chaves de Abreu ²

INTRODUÇÃO

A água é o recurso inorgânico mais presente nos sistemas biológicos, representando uma parcela significativa da composição de organismos vivos. No corpo humano, cerca de 60% de sua massa é composta por água, enquanto em algumas espécies de animais aquáticos esse valor pode atingir até 98%. Devido à sua importância crucial para a manutenção da vida, é essencial compreender sua distribuição no planeta e garantir que sua qualidade seja preservada para o consumo humano e outros usos essenciais (GUNDIM et al., 2023).

Atualmente, estima-se que o planeta Terra possua aproximadamente $1,36 \times 10^8$ m³ de água, dos quais 97% correspondem a água do mar, 2,2% estão retidos em geleiras e apenas 0,8% é água doce. Dessa pequena fração de água doce, uma parcela ainda menor, cerca de 3%, está disponível como água superficial, acessível para uso direto, o que reforça a necessidade urgente de monitoramento e preservação (GUNDIM et al., 2023; LOPES et al., 2022).

A qualidade da água é um tema de grande relevância, tanto para a saúde pública quanto para a preservação ambiental. A água desempenha papel vital em diversos setores, como o consumo humano, a produção agrícola, atividades industriais, recreativas e na sustentação dos ecossistemas. Portanto, manter a qualidade da água em níveis adequados é crucial para prevenir a contaminação e assegurar a segurança das populações e a preservação do meio ambiente (GUNDIM et al., 2023; MOULATLET et al., 2022).

¹ Graduanda do Curso de Licenciatura Química do Instituto Federal do Maranhão - IFMA, mariarafeela@acad.ifma.edu.br;

² Professor EBTT de Química do IFMA. Participante do Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Meio Ambiente, Agroecologia e Energias Renováveis; : wiury.abreu@ifma.edu.br.

Projeto financiado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA e a Fundação de Amparo à Pesquisa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA.



No Brasil, a responsabilidade pela gestão da qualidade da água em nível federal recai sobre a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que segue regulamentações importantes. Entre elas, destacam-se a Lei de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e a Resolução CONAMA nº 357/2005. Além disso, a Portaria nº 888 do Ministério da Saúde estabelece os critérios para vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano (AGUILAR PIRATOBA et al., 2017; CORADI; FIA; PEREIRA-RAMIREZ, 2009).

Os parâmetros de qualidade da água estipulados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela Portaria GM/MS nº 888 abrangem aspectos físicos, químicos e biológicos que devem permanecer dentro de limites aceitáveis para proteger a saúde humana e o meio ambiente. Dessa forma, o desenvolvimento de tecnologias de monitoramento acessíveis e eficientes tem grande relevância para a sociedade (FONSECA et al., 2020).

Nesse contexto, o uso do Arduino, uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, tem se mostrado promissor. Por ser uma ferramenta versátil e de baixo custo, o Arduino permite o desenvolvimento de uma ampla gama de aplicações, desde sistemas simples de controle até monitoramento ambiental complexo. Sua capacidade de integrar sensores para medir parâmetros como pH, condutividade, temperatura, turbidez e oxigênio torna-o uma solução viável e inovadora para o monitoramento da qualidade da água (PASSIG et al., 2015).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi desenvolver um equipamento de baixo custo utilizando a plataforma Arduino, combinada com sensores físico-químicos e software de fácil acesso. Os testes preliminares foram conduzidos em laboratório e apresentaram resultados satisfatórios, demonstrando a eficiência do sistema, inclusive na análise da qualidade da água do Rio Buritizinho, a partir das amostras coletadas.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste estudo foi baseada na criação de um sistema de monitoramento de qualidade da água com baixo custo, utilizando a plataforma Arduino e sensores físico-químicos. O projeto foi dividido em três principais etapas:

Montagem do protótipo



O sistema foi composto por uma placa Arduino UNO R3, que é um microcontrolador baseado no chip ATmega328, com entradas analógicas para a conexão de sensores. Inicialmente dois sensores foram utilizados: um sensor de pH e um sensor de temperatura. A escolha dos sensores foi baseada na simplicidade de uso, portabilidade e viabilidade econômica, dentro do orçamento limitado do projeto. Cada sensor foi conectado ao Arduino, e o sistema foi alimentado por uma fonte de energia externa.

Análise da água

Antes de iniciar a análise das amostras, foi realizada a calibração dos sensores. O sensor de pH foi calibrado utilizando soluções padrão de pH 4, 7 e 10 para garantir a precisão das leituras. Em seguida, o sensor de temperatura foi calibrado utilizando um termômetro de alta precisão como referência, aplicando-se fontes de calor e gelo para gerar temperaturas distintas e verificar a precisão e exatidão das medições em diferentes condições. Após a calibração dos sensores, prosseguimos com a análise das amostras, primeiramente testando com águas próximas do laboratório como água destilada (nomeada de A1) e água do abastecimento (A2).

É importante relatarmos que a escolha dos pontos de coleta das amostras para posterior análises, se deu inicialmente em locais próximos ao laboratório de pesquisa, com a finalidade de garantir a eficácia da metodologia proposta. Após montado o protótipo e os primeiros testes realizados, fez-se a coleta no Rio Buritizinho, objeto de estudo, em dois pontos distintos. O primeiro localizado em área mais urbana nomeada de e próximo de residências (A3) e o segundo em localidade mais afastada e com preservação natural (A4).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Montagem do protótipo

A sonda inicialmente foi estruturada para compor 4 sensores de análise físico-química, porém dada a dificuldade na aquisição de materiais durante o andamento do projeto, foi optado por adquirir com recursos próprio, a placa de Arduino e os sensores de temperatura e pH.

Após identificação dos componentes Arduino, módulo NBC, cabo que conecta o Arduino ao computador, conectores/junpers e o pHmetro. Houve o reconhecimento das portas no Arduino, assim como o básico para fazer a programação do mesmo

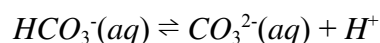
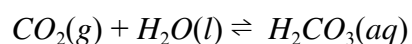


utilizando o software Arduino IDE, onde foi introduzido conceitos como "Setup", "Loop", "Variáveis" etc.

Análise das amostras de água

Os resultados de pH obtidos com a utilização da sonda, foram comparados com os resultados obtidos após utilizar pHmetro portátil. Observou-se que os valores são significativamente semelhantes, quando comparado para a mesma amostra. Relata-se também que a amostra A1 está com o pH fora do limite aceitável para utilização com água destilada uma vez que era esperado o pH igual a 7, o que garante a isenção de íons. Quando investigado a amostra A2, a luz do pH, podemos observar que os testes realizados com a sonda de pH confeccionado no projeto, assim como o pH portátil, apresentam um valor aceitável de acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Porém outros testes devem ser realizados para que todos os parâmetros estabelecidos na portaria sejam obedecidos.

Os valores de pH obtidos quando analisadas as amostras provenientes do Rio Buritizinho, mostram o quando é necessário o monitoramento das águas desse rio. A amostra A3 que foi coletada em área urbana, onde se tem ao redor do rio a presença de residências e estabelecimento comercial, além da utilização das margens do rio para lavagem de carros, roupas e banho em animais. O que provoca contaminação direta por diversos poluentes e consequentemente desestabiliza o ciclo do ambiente aquático provocando a diminuição do valor de pH, caracterizando água com caráter mais ácido daquelas estudadas nesse trabalho. Para comparação, foi coletada outra amostra no Rio Buritizinho (amostra A4), porém em localidade mais afastada, com baixa população ao redor e que apresentava preservação da vegetação. O resultado apresenta uma amostra levemente ácida, que pode ser característica de poluição de baixo impacto, porém outra explicação possível seria a decomposição de folhas no fundo do rio, o que liberaria dióxido de carbono, permitindo a formação de ácido carbônico. O ácido carbônico pode perder um ou ambos os seus íons de hidrogênio, conforme mostrado nas equações abaixo:



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do sistema de monitoramento remoto utilizando a plataforma Arduino revelou-se uma solução eficaz e de baixo custo para o acompanhamento da qualidade da água em áreas remotas. Os resultados obtidos com os sensores de pH e temperatura indicaram a viabilidade técnica do projeto, com leituras que coincidiram com as obtidas por métodos tradicionais. Entretanto, o sistema ainda pode ser aprimorado. A incorporação de mais sensores, como os de oxigênio dissolvido e condutividade, traria uma análise mais completa da qualidade da água. Além disso, o aprimoramento do módulo de transmissão de dados, permitindo o envio remoto das informações coletadas, tornaria o sistema ainda mais eficiente e autônomo, sem a necessidade de intervenção manual para coleta dos dados. O projeto também ressalta a importância de monitoramento contínuo em rios próximos a áreas urbanas, onde a poluição pode impactar diretamente a qualidade da água. A expansão desse tipo de sistema pode auxiliar gestores ambientais a tomar decisões rápidas e eficazes sobre intervenções necessárias para a preservação dos recursos hídricos. Com a popularização e o aperfeiçoamento dessas tecnologias, espera-se que mais projetos como este possam ser implementados, colaborando para a preservação ambiental.

Palavras-chave: Monitoramento remoto, Qualidade da água, Arduino, Rio Buritizinho, Educação ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq e o apoio técnico da UFPI e CETENE.



REFERÊNCIAS

AGUILAR PIRATOBA, A. R. et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 3, p. 435, 2 maio 2017.

CORADI, P.; FIA, R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 4, n. 2, p. 46–56, 30 ago. 2009.

FONSECA, S. L. M. et al. Effect of the reduction of the outflow restriction discharge from the Xingó dam in water salinity in the lower stretch of the São Francisco River. **RBRH**, v. 25, 2020.

GUNDIM, A. DA S. et al. Precision irrigation trends and perspectives: a review. **Ciência Rural**, v. 53, n. 8, 2023.

LOPES, A. DA S. et al. Volume, biomass, carbon stock and efficiency of water use in irrigated eucalyptus. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 2, p. 1047–1060, 24 jun. 2022.

MOULATLET, G. M. et al. The role of topographic-derived hydrological variables in explaining plant species distributions in Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 52, n. 3, p. 218–228, set. 2022.

PASSIG, F. H. et al. Monitoring of urban and rural basins: water quality of Mourão basin. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 4 suppl 2, p. 158–164, 27 nov. 2015.

