



MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA VIA ARDUINO

Paulo Wilton da Luz Camara¹

Ana Carolina Cellular Massone²

João Paulo Bittencourt da Silveira Duarte³

Joelma Gonçalves Ribeiro⁴

Guilherme Delgado Mendes da Silva⁵

Juliane Lucas Delphino⁶

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

A água é uma das necessidades básicas da sobrevivência humana e cerca de 40% das mortes são causadas por água contaminada no mundo. Portanto, é necessário garantir o abastecimento de água potável purificada para as pessoas. Os lixões a céu aberto contaminam o solo e as águas superficiais carregam seus contaminantes para os corpos d'água. Além disso, estações de tratamento de esgoto e indústrias ainda despejam seus resíduos apenas com tratamento primário nos rios e lagoas no Brasil. A poluição da água é um dos maiores temores da globalização verde. Para garantir o abastecimento seguro de água potável, a qualidade deve ser monitorada, se possível em tempo real. Este artigo apresenta o projeto de um sistema de baixo custo para monitoramento em tempo real da qualidade da água por IoT (internet das coisas). O sistema consiste em diversos sensores acoplados em um Arduino que são usados para medir parâmetros físicos e químicos da água como temperatura, pH, turbidez e nível de água. O Arduino é usado como o controlador central. Esse sistema econômico e eficiente é projetado para monitorar a qualidade da água potável em tempo real, e os dados são transferidos por bluetooth para um celular ou computador, facilitando a tomada de decisão para seu tratamento. As primeiras medições em laboratório apresentaram bons resultados e os sensores mostraram eficácia.

Palavras-chave: Monitoramento; Qualidade de água; Arduino; Sensores.

¹Prof. Dr. Universidade de Vassouras - Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, p.wilton@pwtarget.com.br.

²Prof. Dra. Universidade de Vassouras - Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, anacellular1@yahoo.com.br.

³Prof. Dr. Universidade de Vassouras - Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, joao.duarte@universidadedevassouras.edu.br.

⁴Aluna do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, Universidade de Vassouras, joelma.ribeiro.adv@gmail.com.

⁵Aluno do Curso de Graduação em Engenharia de Software, Universidade de Vassouras, guilhermedns@hotmail.com.

⁶Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade de Vassouras, juliebdelphin@gmail.com.



INTRODUÇÃO

O ambiente ao nosso redor consiste em cinco elementos principais. São eles: solo, água, clima, vegetação natural e formas terrestres. Entre estes, a água é o elemento mais essencial para a vida do ser humano. Também é importante para a sobrevivência de outros habitantes vivos. Quer seja usada para beber, para uso doméstico, para a produção de alimentos ou para fins recreativos, a água segura e facilmente disponível é imprescindível para a saúde da população. Portanto, é extremamente importante mantermos o equilíbrio da qualidade da água. Caso contrário, prejudicaria gravemente a saúde dos humanos e ao mesmo tempo afetaria o equilíbrio ecológico entre outras espécies (Bishwajit et al., 2018).

No século 21, órgãos reguladores internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU) e Organização Mundial da Saúde (OMS) reconheceram o direito humano à água suficiente, contínua, segura e aceitável, fisicamente acessível e barata para uso pessoal e doméstico. Beber água impura pode causar doenças fatais, como diarreia, cólera, disenteria, febre tifóide e poliomielite.

Pela Conjuntura Brasil de Recursos Hídricos (ANA, 2020), o Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi originariamente desenvolvido em 1970, nos Estados Unidos. O IQA empregado nestas análises inclui 9 parâmetros de qualidade de água: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, DBO (demanda bioquímica de oxigênio), colimetria, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. Esse índice é apresentado na figura 01 em alguns corpos d'água no Brasil.

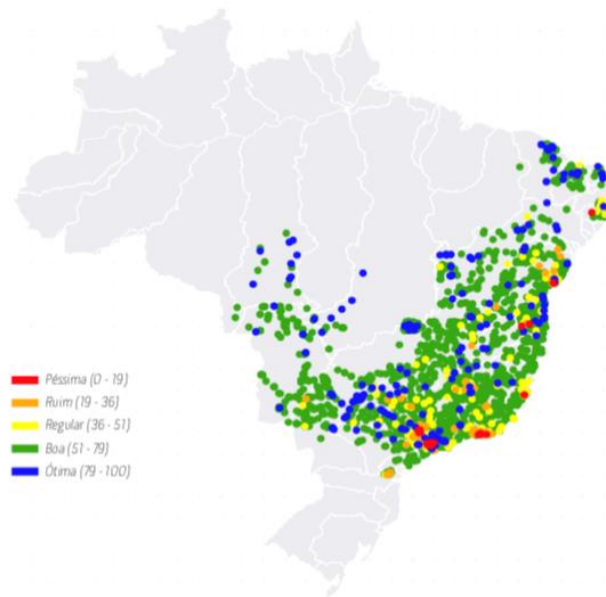


Figura 01: IQA, Brasil.

Como prática geral, esse monitoramento da qualidade da água é realizado de forma periódica e não em tempo real, e mesmo assim é bastante eficiente para detectar as fontes de poluição. Porém, grandes aportes de contaminantes oriundos de eventos mais extremos de chuva são dificilmente identificados em coletas bimestrais ou trimestrais de amostras de água.

De acordo com a REBOB (Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas) as cinco maiores fontes poluidoras da água são: efluentes e fertilizantes, chuva ácida, fontes difusas (áreas agrícolas, lixões, ruas pavimentadas e etc), indústria petrolífera e calor. Os efluentes e fertilizantes quando em grandes descargas diminuem a taxa de oxigênio dissolvido e podem atingir níveis críticos na vida aquática. O calor proveniente de resfriamento de caldeiras e sistemas industriais alteram a temperatura dos corpos d'água causando desequilíbrio ecológico e poluição térmica. Por esse motivo, deve-se ter um mecanismo que monitore em tempo real a qualidade da água para uma intervenção eficaz, não permitindo que esses fatores a comprometam.

A internet das coisas (IoT) é um fenômeno tecnológico revolucionário. A rede integrada da Internet das coisas está sendo colocada em cidades inteligentes, redes de energia inteligentes e cadeia de suprimentos inteligente. Esse sistema pode ser aplicado



para detectar incêndios florestais e terremotos precoces, monitorar população de ar, monitorar o nível de neve, evitar deslizamentos etc. Além disso, pode ser implementado no campo do sistema de monitoramento e controle da qualidade da água (Hong, 2021). A IoT convergindo com a computação em nuvem oferece uma nova técnica para melhor gerenciamento de dados provenientes de diferentes sensores, coletados e transmitidos por microcontrolador de baixa potência e baixo custo, como o Arduino (Deekshath et al., 2018). O Arduino é um dispositivo barato, funcional e fácil de programar. É um hardware livre, que pode ser acoplado alguns sensores e programado para obter os melhores resultados para monitoramento.

O presente artigo propõe um monitoramento em tempo real por IoT via arduino. Os parâmetros monitorados inicialmente serão temperatura, pH, turbidez e nível de água. Os testes foram realizados em laboratório para verificar a eficácia do hardware Arduino e dos sensores.

METODOLOGIA

Por levantamento realizado pela ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2019) existem 2 mil pontos de monitoramento de água em 17 unidades da Federação e revela resultado ótimo em apenas 9% dos pontos. Cerca de 70% têm Índice de Qualidade da Água (IQA) considerado bom; 14%, razoável; 5%, ruim; e 2%, péssimo. Isto apresenta uma preocupação governamental inevitável. Segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU, 2019) o consumo e uso da água não tratada e poluída matam mais que todas as formas de violência. Para atender ao objetivo de saber a relevância das análises que deveriam ser realizadas buscou-se por meio de revisão bibliográfica o entendimento do que deveria ser monitorado nos corpos d'água em termos de IQA. Depois foram realizadas pesquisas sobre Arduino no Google e as possibilidades de inserção de sensores para qualidade de água. Para escolha dos artigos foram utilizadas as palavras chave

ARDUINO.AND.QUALITY WATER.AND. MONITORING.AND.IOT. Verificou-se também a capacidade de ficarem inseridos na água por tempo indeterminado. Os sensores adotados no trabalho foram de temperatura, pH, turbidez e nível de água. Alguns componentes elétricos foram adquiridos para o bom funcionamento dos sensores. A programação utilizada para calibração dos sensores ocorreu por alguns fóruns do Arduino e no próprio site. A água recolhida para os testes do protótipo em laboratório aconteceu na cidade de Miguel Pereira, no lago Javary, no estado do Rio de Janeiro. Localização: Google Maps 22°28'18.7"S 43°29'33.2"W, figura 02.

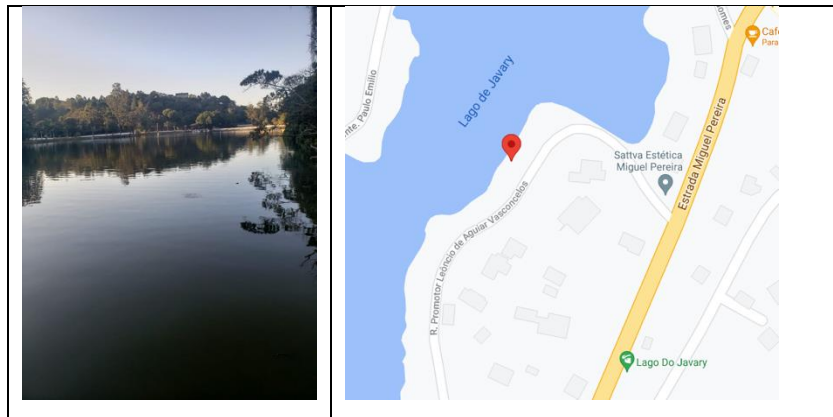


Figura 02: Local de coleta da água, Lago Javary, Miguel Pereira, RJ.

A partir daí, os sensores foram inseridos no *becker* de vidro com a água coletada e analisados os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste projeto é apresentado um protótipo de sistema de monitoramento de água em tempo real. E reuni um Arduino Uno, um sensor PH-4502, um sensor de turbidez ST100, um sensor de temperatura DS18B20 e um sensor ultrassônico para medir o nível d'água. O pH é um dos parâmetros mais importantes da água. Indica alcalinidade ou acidez de uma



amostra. A fonte de pH natural da água é cerca de 7; O pH varia de 6,5 a 9,5, o que pode ser considerado água potável (Bande; Nandedkar, 2016). O sensor do nível de água (ultrasônico) permite saber a elevação do rio, se está baixa, normal ou alta. A turbidez é o cálculo da transparência da água, ou seja, o número de partículas suspensas na água. Ele usa a luz para detectar partículas suspensas para avaliar a transmissão de luz e a taxa de dispersão. O excesso de turbidez pode reduzir a reprodução da vida marinha e levar a vários tipos de doenças humanas (Srishaila; Swamy; Mahalakshmi, 2017). A taxa muda com o número total de partículas suspensas na água. Os sólidos suspensos totais (SST) aumentam na água com o aumento da turbidez (Shafi et al., 2018). O sensor de temperatura é um dos mais importantes, pois a temperatura da água influencia a distribuição, reprodução, crescimento e desenvolvimento dos organismos aquáticos, além de produzir efeitos sobre o metabolismo ecossistêmico.

Portanto, torna-se evidente a importância da temperatura da água como fator relevante no controle ambiental de águas superficiais (ANA, 2021). O Nodemcu ESP32 fará a transmissão por *bluetooth* dos dados coletados.

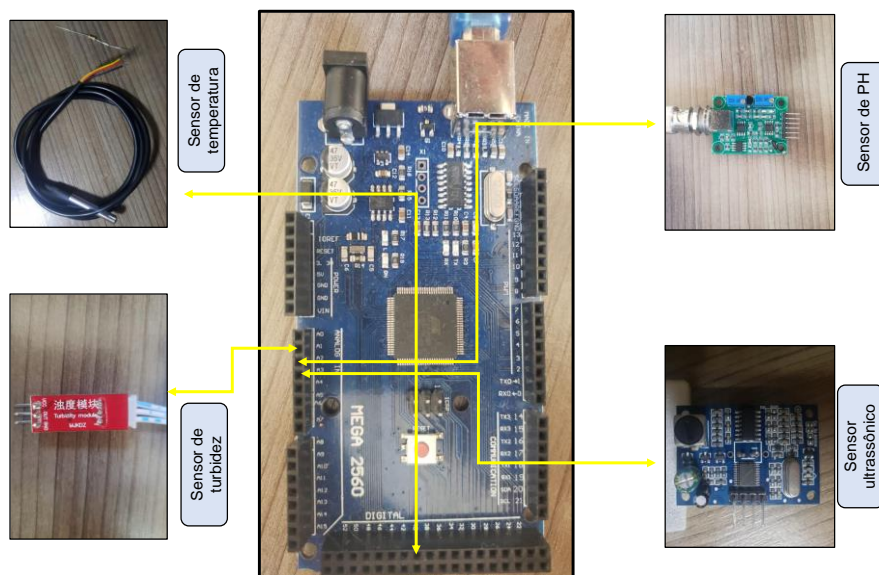


Figura 03: Protótipo.

A comunicação inicialmente será por Wifi e Bluetooth para o celular ou um computador próximo. A figura 04 apresenta o Arduino e os sensores acoplados na placa on-board em um sistema arquétipo.

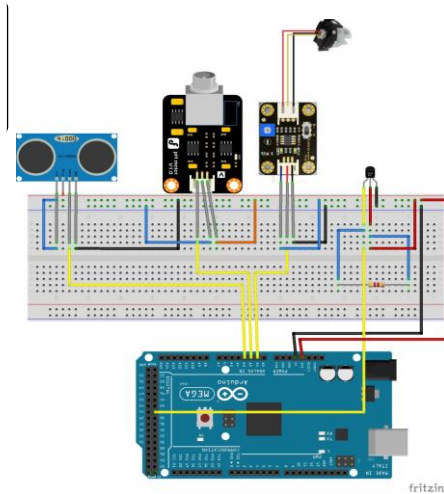
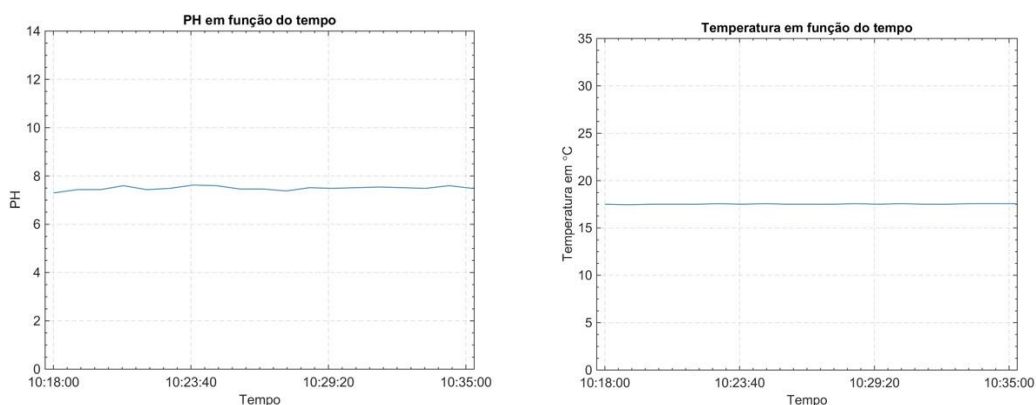


Figura 04: Sistema arquétipo do protótipo.

Neste arquétipo apresenta-se as conexões e a importância de alguns componentes elétricos para utilização dos sensores. Os resultados obtidos com as medições não apresentam variação com o tempo, pois as amostras foram testadas em laboratório após coleta. Entretanto, pode-se perceber que os sensores estão calibrados de forma correta e o hardware (Arduino) e o software (programação) apresentam bons resultados. O gráfico 1 apresenta os resultados dos testes em laboratório.



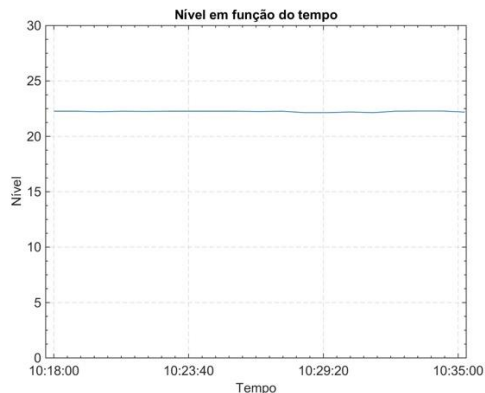
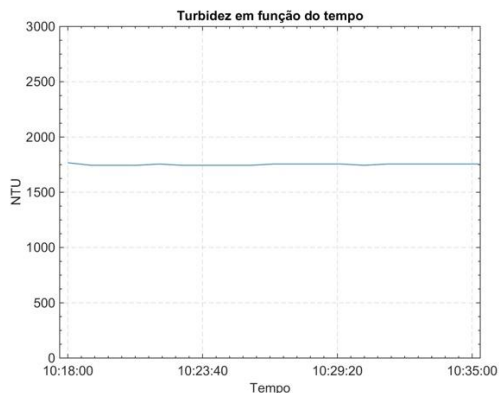


Gráfico 01: Resultados dos testes de pH, temperatura, turbidez, altura de nível de água.

Os gráficos apresentam pH de aproximadamente 7, temperatura de 18 graus, turbidez de 1750 NTU e um nível de 22,5 cm. Todos os dados de acordo com as condições esperadas para a água coletada. Pode-se observar que existem uma constância nos resultados de todos os gráficos, isso se deve à verificação única de uma coleta apenas dentro de 7 minutos. Estes dados preliminares foram apenas para verificação e calibração dos sensores e apresentaram bons resultados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos maiores desafios da saúde global desses últimos anos é o monitoramento e tratamento da qualidade da água. Como saber se a água para consumo deve ser tratada se não se tem um monitoramento eficaz? O monitoramento no Brasil acontece de forma periódica e não em tempo real e esse motivo leva à demora de uma tomada de decisão eficiente. A falta de tratamento leva a milhares de mortes anuais de pessoas, que ingerem água poluída. A saúde pública gasta milhões de reais por ano em tratamento pelo SUS com pessoas doentes relacionadas a água. O sistema proposto neste artigo é uma solução de IoT eficiente e de baixo custo para monitoramento da qualidade da água em tempo real. O sistema desenvolvido com placa de Arduino Uno faz interface com vários sensores. Os

resultados se mostraram eficazes e de fácil acesso. Este trabalho fornece um protótipo aplicável a todos os tipos de corpos d'água para verificação de sua qualidade. Para as próximas etapas a serem desenvolvidas, propõe-se a inserção de mais dois sensores, o de condutividade e de demanda biológica de oxigênio (DBO). Além disso, propõe-se a realização de testes *in-loco* com um suporte a prova d'água para os sensores e o Arduino.

REFERÊNCIAS

BANDE, P. N.; NANDEDKAR, S. J. **Low cost sensor network for real-time water quality measurement system**. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. v. 5. Issue 12. Tamilnadu. IJIRSET. 2016. p.p. 20691-20696.

BISHWAJIT, G. et al. **Fluorescent chemodosimeter for quantification of cystathionine- γ -synthase activity in plant extracts and imaging of endogenous biothiols**. v.54 n. 65. London. Chemical Communications. 2018. pp. 9079-9082.

Brasil. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Portal da Qualidade das Águas**. 2019. Disponível em: <pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 22 mai 2021.

Brasil. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 22 mai. 2021.

DEEKSHATH, R. et al. **IoT based environmental monitoring system using arduino UNO and thingspeak**. IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering. v. 4. issue 9. Coimbatore. IJSTE. 2018.

HONG, W.J. **Water quality monitoring with arduino based sensors**. v. 8. n. 6. Basel. Environments. 2021.

Organização das Nações Unidas (ONU). **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2019: não deixar ninguém para trás, fatos e dados**. UNESCO World Water Assessment Programme. Nova Iorque. 2019.

SHAFI, U. et al. **Surface water pollution detection using the internet of things**. School of Electrical Engineering and Computer Science. National University of Science and Technology (NUST). IEEE Conference. Kansas City. NUST. 2018. pp. 92-96.

SRISHAILA, M. S.; SWAMY, P. M.; MAHALAKSHMI, G. **Real time monitoring of water quality using the smart sensor**. Scopus Preview (Elsevier B.V.) 2017. pp. 139-144.