

Low Cost Prototype Using Arduino Platform for Turbidity Analysis and Water Conductivity

Protótipo de Baixo Custo Utilizando Plataforma Arduino Para Análise de Turbidez e Condutividade da Água

Article Info:

Article history: Received 2021-09-01 / Accepted 2021-10-18 / Available online 2021-10-18

doi: 10.18540/jcecv17iss4pp13318-01-10e

Gustavo Henrique Barbosa de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3870-1067>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: oliveira.gustavo@ufvjm.edu.br

Marco Antônio Alchaar Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6314-2741>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: marco.alchaar@ufvjm.edu.br

Marco Antonio Barbosa Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7395-3457>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: marco.castro@ufvjm.edu.br

Rogério Starich Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3941-8071>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: rogerio.starich@ufvjm.edu.br

Mauro Lúcio Franco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2114-4399>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: ml.franco@ufvjm.edu.br

Resumo

O Brasil apresenta um grande déficit no sistema público de saneamento básico, principalmente em relação à distribuição e ao controle da qualidade da água. Dessa maneira, como forma de minimizar parte desses problemas, este trabalho tem por finalidade o desenvolvimento de dois sensores que medem a turbidez e a condutividade para o monitoramento da qualidade da água em residências, utilizando a plataforma Arduino. Os sensores foram desenvolvidos com materiais de baixo custo para serem instalados em canos de três quartos de polegada, os testes foram feitos em triplicatas e os resultados obtidos foram comparados, objetivando um funcionamento semelhante dos sensores de mesmos materiais. Sendo assim, foi possível determinar pequenas variações de turbidez na água, ademais o sensor de condutividade foi capaz de diferenciar a presença de água ou ar na tubulação, bem como identificar bruscas variações na condutividade elétrica do meio, podendo, assim, revelar alguma irregularidade no abastecimento.

Palavras-chave: Qualidade. Água. Arduino. Turbidez. Condutividade.

Abstract

Brazil has a large deficit in the public basic sanitation system, especially in relation to water distribution and its quality control. Thus, as a way to minimize part of these problems, this work aims to develop two sensors that measure turbidity and conductivity for monitoring water quality in

homes, using an Arduino platform. The sensors were developed with low-cost materials and were installed in three-quarter inch pipes, the tests were done in triplicates and the results obtained were compared, aiming at a similar functioning of the sensors of the same type. Thus, it was possible to determine small variations in turbidity of the water, furthermore the conductivity sensor was able to distinguish the presence of water or air in the pipe, as well as identify sudden variations in the electrical conductivity of the environment, therefore revealing some irregularity in the water supply.

Keywords: Quality. Water. Arduino. Turbidity. Conductivity.

1. Introdução

A água é um elemento fundamental para a manutenção da vida no planeta, e, dessa forma, falar sobre a água, é, na realidade, falar sobre a sobrevivência da espécie humana e, também, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade (Bacci & Pataca, 2008). Além disso, a água é uma matéria prima de extrema importância para a produção de diversos produtos de consumo de grande relevância para a sociedade (Mierzwa, 2002).

Conforme Paludo (2010) citado por Franco et al. (2021b) é importante ressaltar que:

Contudo, ainda que de extrema importância a vida humana, as pessoas e, principalmente, indústrias, permanecem poluindo rios, lagos e oceanos, alterando suas características físicas e bioquímicas. Estas mudanças não só tornam o ecossistema aquático inadequado para o surgimento de fauna e flora como também aumentam o custo para tornar a água própria para o consumo humano. (p. 4)

Dessa forma, é possível notar que, é essencial analisar a qualidade da água para o uso com segurança. Conforme Brasil (2014), a qualidade da água está diretamente ligada a seus componentes e as suas concentrações, de tal forma que a classificação de pureza e potabilidade da água é embasada na quantidade desses elementos. Portanto, com o objetivo de analisar os aspectos físico-químicos e biológicos da água, são realizados diversos testes em laboratórios que utilizam equipamentos de custo elevado e manuseio complexo, que dessa forma, os tornam inacessíveis para o uso doméstico.

Conforme a norma de potabilidade da água do Ministério da Saúde (Brasil, 2011), também conhecida como a Portaria da potabilidade da água, é recomendado a análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos, sendo eles:

- Físicos: cor, turbidez, temperatura, radioatividade, condutividade;
- Organolépticos: gosto e odor;
- Químicos: pH, cloraminas, dióxido de cloro, cloro residual livre, fluoreto, agrotóxicos, produtos secundários da desinfecção, cianotoxinas;
- Microbiológicos: coliformes totais *Escherichia coli*;
- Hidrobiológicos: cianobactérias;

Desse modo, os parâmetros estabelecidos por esta portaria devem ser respeitados pelos responsáveis pelo tratamento e fornecimento de água, portanto, garantindo a qualidade e segurança do seu consumo à população. Além disso, conforme o Ministério da Saúde (Brasil, 2006), a água deve manter suas características de potabilidade na rede de distribuição até o consumidor. Contudo, durante o trajeto é possível que ocorram adversidades que podem ocasionar a contaminação da água, colocando em risco a saúde da população.

Por fim, é importante ressaltar que o presente trabalho é baseado nos trabalhos de: Franco et al. (2021a), (2021b) e no artigo de Oliveira et al. publicado no II Congresso Brasileiro Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia - COBICET. Tendo em vista essas três publicações, o presente artigo apresenta novos testes e resultados que complementam os estudos iniciais.

2. Materiais e Métodos

O presente trabalho, teve como ponto de partida os protótipos desenvolvidos em Franco et al. (2021b), os sensores foram desenvolvidos com o objetivo de analisar a turbidez e a condutividade elétrica da água, desse modo os conceitos de turbidez e condutividade serão abordados a seguir.

Conforme Cardoso (2011), a turbidez é uma das principais características da água, ela pode ser entendida como a variação da intensidade de um feixe de luz ao atravessar uma amostra de água. No qual, essa variação é causada devido a presença de materiais em suspensão que obstruem a passagem de água. Portanto, pode-se dizer que a turbidez é representada pela redução de transparência na água.

“De acordo com a Portaria de Potabilidade da Água, os altos índices de turbidez podem acarretar o aumento do uso de produtos químicos e, conseqüentemente, ocasionar um aumento no custo de tratamento, esse, por sua vez, refletindo na conta de água do consumidor” (Franco et al., 2021b).

Ademias, a turbidez é uma característica que pode ser percebida por um dos 5 sentidos humanos, ou seja, um padrão organoléptico, e devido a isso, ela é comumente utilizada pela população para analisar e categorizar a qualidade da água que chega nas residências.

Conforme Brasil (2006) “A condutividade elétrica da água indica sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions.” Em outras palavras, corresponde à facilidade ou dificuldade da passagem de eletricidade através da água.

A presença de substâncias inorgânicas na água, tais como cloretos, sulfatos, sódio, cálcio, ferro e alumínio causa um aumento na condutividade elétrica, por outro lado, a presença de elementos orgânicos como óleos, graxas e álcool causa uma diminuição na condutividade elétrica. (Franco et al, 2021b).

Pode-se perceber que a condutividade elétrica da água depende de diversos fatores, dessa forma, não é possível estabelecer um valor limite para esta característica, pois qualquer mineral dissolvido na água pode alterar o valor da medida. Ademais, discrepâncias na medida do valor da condutividade, são fortes indicativos de irregularidades no abastecimento (Oliveira, 2021). Além disso, a condutividade elétrica pode ser utilizada para diferenciar o meio em que o sensor está, principalmente água e ar, sendo o primeiro um meio condutor e o segundo isolante, ou seja, dois extremos que são facilmente identificados pelo sensor.

Para o melhor funcionamento dos sensores, foi definido que eles fossem instalados em tubulações com diâmetro de três quartos de polegada, além disso, eles devem ser posicionados em locais próximos ao hidrômetro para que a avaliação da qualidade da água seja feita antes que a água chegue ao reservatório.

O microcontrolador escolhido foi o Arduino Nano, Figura 1, devido não só ao seu tamanho compacto, ideal para ser utilizado em projetos definitivos, mas também ao seu custo menor, quando comparado com outros modelos.

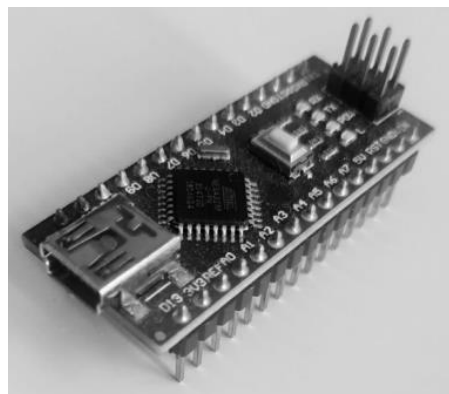


Figura 1 - Arduino Nano

Além da placa Arduino, diversos outros componentes foram utilizados, sendo os mais relevantes:

- *Light Dependet Resistor* (LDR)
- *Light Emitting Diode* (LED)
- Emissor e Receptor Infravermelho
- *Data Logger*
- Leitor de Cartão SD
- Resistores
- Escova de Carvão

Conforme Franco et al. (2021b), o sensor de turbidez é constituído por duas partes, um emissor e um receptor de luz, este é responsável por identificar a intensidade da luz, podendo ser visível ou infravermelho, que incide sobre o mesmo. Estes elementos são posicionados a 180° um do outro, e entre eles existe o meio que será analisado, podendo ser ar ou água.

Ainda segundo Franco, o funcionamento do sensor baseia-se no fato de que as partículas dispersas na água bloqueiam a passagem da luz através do líquido, dessa forma reduzindo a intensidade da luz que chega ao receptor. Assim, é possível realizar comparações entre a intensidade da luz captada e a turbidez do líquido.

O funcionamento do sensor de turbidez foi baseado em um divisor de tensão, no qual o responsável por controlar o fluxo da corrente elétrica é o receptor de luz, LDR ou fototransistor, que está posicionado a 180° de uma fonte de luz, dessa forma, o Arduino interpreta a incidência de luz sobre o receptor em um valor entre 0 e 1024. O esquema de montagem pode ser visto na Figura 2.

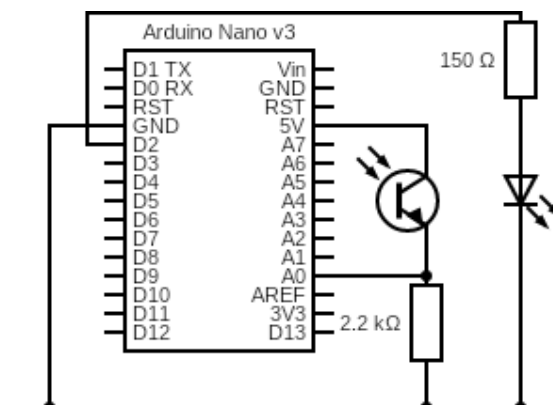


Figura 2 - Esquema genérico do sensor de turbidez com Arduino Nano

Para o desenvolvimento do sensor de condutividade elétrica da água, foi utilizado um par de escovas de carvão, Figura 3, que atuam como eletrodos. A escolha desse material foi devido ao seu baixo custo e, principalmente, ao fato de não haver risco de contaminação da água devido a longa exposição do carvão com a mesma.



Figura 3- Par de escovas de carvão

As escovas foram posicionadas de tal forma que, ficassem paralelas e a uma distância 15 milímetros uma da outra para evitar o acúmulo de gotas d'água entre os carvões, caso não haja líquido percorrendo a tubulação. Dessa forma, o funcionamento do sensor também consiste em um divisor de tensão, contudo neste o responsável por controlar o fluxo de corrente é o meio em que os carvões estão inseridos.

O sensor se comporta da seguinte maneira, quando há água na tubulação, existe um fluxo de energia entre as escovas de carvão, uma vez que a água é um meio condutor de eletricidade, por outro lado, caso não tenha água na tubulação, não existirá essa corrente de eletricidade, visto que o ar é um meio isolante. O esquema de montagem do sensor de condutividade elétrica pode ser visto na Figura 4.

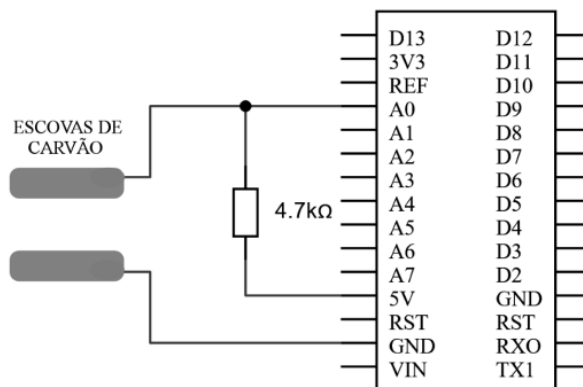


Figura 4 - Esquema do sensor de condutividade com Arduino Nano

Para comprovar a eficácia dos sensores, foram realizados diversos testes em cada protótipo. Para os sensores de turbidez, foram adicionadas diferentes substâncias em amostras de água, como leite, café, terra e trigo, com o intuito de aumentar a turbidez da mesma. Já para o sensor de condutividade foram feitos testes com amostras de água com diferentes concentrações de substâncias inorgânicas, como: sal e cloro. Esses testes são abordados com mais detalhes em Franco et al. (2021b).

Por fim, a modelagem e impressão 3D teve uma grande importância no desenvolvimento do projeto, uma vez que foi notado que a precisão no posicionamento dos componentes era necessária para obter um funcionamento mais consistente entre sensores idênticos. Por isso, contou-se com o auxílio de uma impressora 3D para a criação da estrutura que suportou todo o sistema (sensores e Arduino), desenvolvida no *software* Fusion 360 da empresa Autodesk.

Durante os testes do sensor de turbidez foram feitos diferentes modelos e impressões para que fosse possível validar as hipóteses levantadas, na Figura 5 é apresentada a primeira versão estrutural do sensor modelada.



Figura 5 - Modelo estrutural do sensor para LDR

3. Resultados e Discussões

Os testes iniciais realizados com os sensores de turbidez e suas versões foram apresentados em Franco et al. (2021b) e Oliveira et al. (2021), os resultados desses testes indicaram que o sensor de turbidez com o emissor e receptor infravermelho foi o que apresentou melhor comportamento e consistência. Já o sensor de condutividade elétrica da água feito com escovas de carvão apresentou bom funcionamento e identificou alterações na condutividade e principalmente, diferenciar o meio o qual está imerso. Dessa forma, novos testes foram realizados com os sensores de turbidez infravermelho e LDR e com sensor de condutividade elétrica da água, os quais os resultados serão abordados nesta sessão.

Nos novos testes feitos com o LDR, Figura 6, foi utilizado o mesmo posicionamento do sensor e do LED, inseridos na estrutura 3D a 180° um do outro. O LDR, estava coberto com uma camada de resina denominada epóxi cristal, para isolamento dos terminais e evitar a interferência da água.

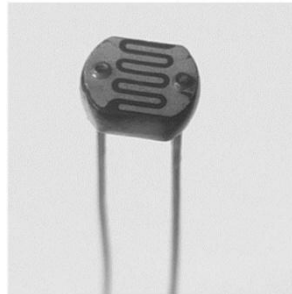


Figura 6 - Sensor LDR (*Light Dependet Resistor*)

Nos testes iniciais, foram realizados com 3 sensores posicionados em um cano PVC, sem utilizar a resina, as leituras obtidas pelos LDRs não só variavam consideravelmente entre si, como também nas trocas de amostras, e se mantiveram assim, mesmo após a aplicação da resina. No teste abordado na Figura 7, as leituras foram realizadas na seguinte sequência de amostras: ar, água da torneira, água com uma quantidade arbitrária de cloro, água com café, água da torneira novamente e, por fim, ar. Entre a troca de amostras, as leituras foram pausadas para limpeza interna do cano com água corrente.

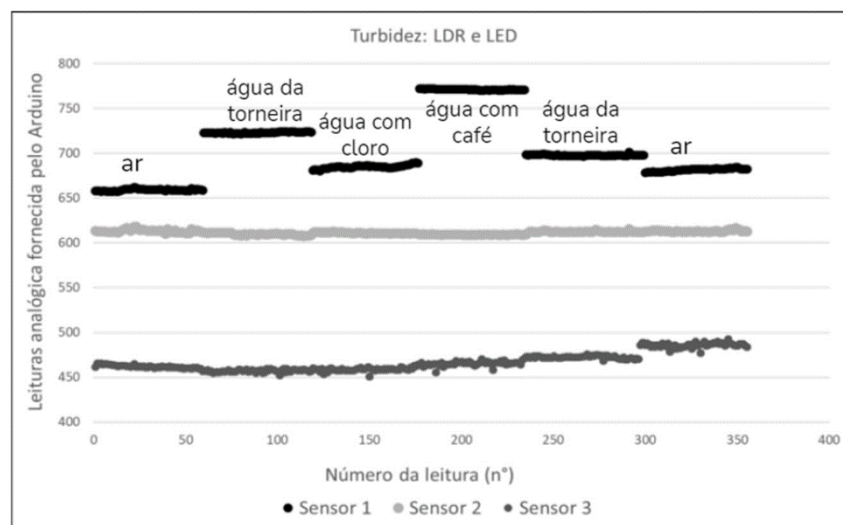


Figura 7 - Leitura da turbidez da água utilizando LDR e LED branco

Percebe-se que no sensor 1 (dado em preto) as trocas de amostras são perceptíveis, e apresentaram medidas consistentes, com desvio padrão relativamente baixo em amostras de água retiradas de uma mesma fonte. Entretanto, mesmo após a limpeza do cano e a inserção de água da torneira novamente, as leituras foram diferentes das primeiras, mesmo sendo o mesmo líquido, acontecendo o mesmo com o ar.

Os sensores 2 e 3, foram feitos da mesma forma e com as mesmas amostras, porém apresentaram ruídos de leituras e não mostraram variações perceptíveis entre as amostras, além de terem uma faixa de leitura limitada. Desse modo, apresentando um problema na replicação dos sensores para a realização de testes comparativos.

O sensor com o emissor e receptor infravermelho, Figura 8, tem seu funcionamento na faixa de radiação infravermelha e, dessa forma, a luz visível não interfere no resultado, mas por outro lado, o calor pode interferir nas leituras, uma vez que este também é uma fonte de radiação infravermelha. Assim como no sensor com o LDR, o emissor foi posicionado a 180° do receptor.



Figura 8 – Emissor e receptor infravermelho

Durante os testes iniciais abordados em Franco et al. (2021b) o sensor apresentou um comportamento constante quando testado com ar e água. Porém, foi notado que a posição onde os sensores se encontravam, era de grande importância e para realizar a montagem de novos sensores com a mesma precisão nos furos e posição, não seria viável.

Devido a pandemia de COVID-19 não foi possível ter acesso aos laboratórios para sintetizar uma solução padrão para ser utilizada no decorrer dos testes, dessa forma, durante o teste foram adicionadas gotas de leite para alterar a turbidez de uma amostra de 50 ml de água. O resultado obtido pode ser visto na Figura 9.



Figura 9- Leituras da condutividade elétrica da água

Na Figura 9 podemos perceber que, para essas condições, o sensor apresentou um funcionamento linear, de tal maneira que as variações eram equivalentes à quantidade de leite adicionada na etapa. Após a adição das 120 gotas de leites, aproximadamente 5 ml, a solução estava consideravelmente turva, contudo, devido a pandemia não foi possível medir a turbidez com um turbidímetro de laboratório.

O sensor de condutividade, por sua vez, funcionou como o esperado, foi necessário realizar pequenos ajustes no código e montagem para que funcionasse corretamente. Na Figura 10, observa-se o gráfico de um dos testes, utilizando o sensor de condutividade, em que foram realizadas diversas leituras de tensão com intervalos de um minuto entre cada leitura, ao longo de aproximadamente nove horas:

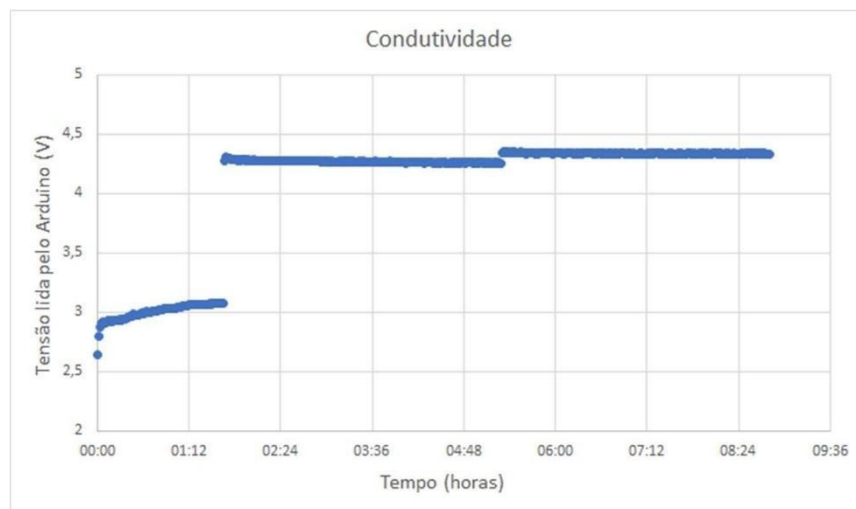


Figura 10- Leituras da condutividade elétrica da água

Foram adicionadas duas quantidades iguais de sal em uma amostra de 60 ml de água em dois momentos distintos durante esse período. Esta ação refletiu em duas variações abruptas nas leituras analógicas obtidas pelo Arduino.

Ao utilizar este protótipo não foi possível identificar com precisão a condutividade da água, impossibilitando, dessa maneira, determinar a concentração de sólidos dissolvidos na solução.

Apesar disso, há possibilidade de detectar irregularidades que sejam significativas no fornecimento da água. Também é possível determinar quando existe apenas ar na tubulação, pois neste meio, não existe a passagem de corrente elétrica pelas escovas de carvão, ou seja, a tensão obtida é de zero volts.

4. Considerações Finais

Para fins comparativos, criou-se duas tabelas de preços contendo os itens utilizados no trabalho e os sensores comerciais equivalentes, além disso, os valores utilizados são referentes aos menores preços encontrados até o momento da criação deste trabalho.

Na Tabela 1 também foram adicionados os componentes, RTC e Módulo de cartão micro SD, responsáveis por registrar dados como data e hora e armazená-los para que possam ser verificados posteriormente.

Tabela 1 – Preços dos componentes do sensor de Turbidez e Condutividade.

Item	Quantidade	Valor (R\$)
Arduíno Nano	1	54,00
Receptor e emissor infravermelhos	1	3,00
Escova de Carvão	2	5,00
<i>Real time clock</i> (RTC)	1	18,90
Módulo de cartão micro SD	1	8,46
Resistor	3	0,43
Total		89,79

Tendo em vista os valores apresentados na Tabela 1 é possível notar que, com aproximadamente R\$ 100 é possível montar um sensor que analisa a turbidez e condutividade elétrica da água, além disso, existe um amplo espaço para aprimorar os sensores, principalmente, obtendo novos componentes de melhor qualidade e confiabilidade. A Tabela 2 mostra os sensores equivalentes que são comercializados em lojas especializadas, próprios para usos em laboratórios.

Tabela 2 – Preços dos sensores comerciais equivalentes.

Item	Quantidade	Valor (R\$)
Turbidímetro Portátil Digital	1	3043,78
Condutivímetro de bolso	1	299,09
Total		3342,87

Como existem diversos sensores de laboratório com especificações, características, precisão, tecnologias e, conseqüentemente, custos diferentes, para o desenvolvimento da Tabela 2 foram escolhidos os que apresentaram o menor custo em uma pesquisa na internet. Logo, observa-se que, apesar de possuir uma qualidade maior, os sensores comerciais se tornam inacessíveis para uso cotidiano em residências devido aos seus preços elevados e manuseio complexo. Ademais os sensores integrados ao Arduino funcionam de forma automática e possuem sistema de coleta de dados que podem ser integrados facilmente.

5. Conclusão

Tendo em vista os resultados apresentados na Seção Resultados e Discussões, observa-se que os protótipos ainda precisam ser aprimorados. Dadas as irregularidades dos materiais utilizados, será preciso desenvolver métodos de calibração para cada um dos sensores. No estágio atual da pesquisa, os modelos podem ser utilizados na detecção de irregularidades que sejam suficientemente significativas no monitoramento da qualidade da água. O sensor de condutividade encontra-se em fase final de testes, seu desempenho até o momento mostrou-se satisfatório. O sensor é capaz de identificar quando há a presença de ar na tubulação, registrando uma tensão de zero volts, devido a não haver condutividade elétrica nessas condições. O sensor turbidez, por sua vez, ainda apresenta inconsistências em seu funcionamento e necessita de mais testes para a realização de ajustes. Apesar disso, grandes avanços já foram realizados. O modelo que será utilizado para testes futuros e possivelmente será utilizado no protótipo final já foi escolhido, comparando todos os 3 modelos apresentados em Franco et al. (2021b) e os avanços no presente artigo, o sensor com emissor e receptor infravermelho apresenta o melhor funcionamento.

Agradecimentos

FNDE, PET, CNPq e MCTIC.

Referências

- Bacci, D. C. & Pataca E. M. (2008). Educação para a água. *Estudos Avançados*, 22(63), 211-226. <https://www.scielo.br/j/ea/a/4Cz7B6yQGGfV73Ngy6g848w/?format=pdf&lang=pt>
- Brasil. Ministério da Saúde. (2014). *Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS*. http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/saude-ambiental/-/asset_publisher/G0cYh3ZvWCm9/content/manual-de-controle-da-qualidade-da-agua-para-tecnicos-que-trabalham-em-etas?inheritRedirect=false
- Brasil. Ministério da Saúde. (2018). *Qualidade da água para consumo humano: Cartilha para promoção e proteção da saúde*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/qualidade_agua_consumo_humano_cartilha_promocao.pdf
- Brasil. Ministério da Saúde. (2006). Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf
- Brasil. Ministério da Saúde. (2011). *Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011b. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html
- Brasil. (2017). *Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde*. <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida---o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>
- Cardoso, T. G. (2011). *Sensor de turbidez para análise de amostras de água*. Tese de Conclusão de Curso, Centro universitário de Brasília, Brasília, DF, Brasil. <https://core.ac.uk/download/pdf/185254372.pdf>
- Filho, J. T. (2016). Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. *Revista DAE*, 201(1), 06-20. doi: <https://doi.org/10.4322/dae.2015.012>
- Franco, M. L. et al. (2021a). Proposta de dispositivo de monitoramento da qualidade da água de baixo custo”. *Revista ComInG - Communications and Innovations Gazette*, 5(1), 44-55. doi: <https://doi.org/10.5902/2448190462024>
- Franco, M. L. et al. (2021b). Desenvolvimento de dispositivo de baixo custo para monitoramento da qualidade da água. *Communications and Innovations Gazette - Grupos PET*, 1(1), 91-114. <https://www.amazon.com/Communications-Innovations-Gazette-Grupos-Portuguese/dp/B09BTC54P5/>
- Mierzwa, J. C. (2002). *O uso racional e o reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria: estudo de caso da Kodak brasileira*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-14112002203535/publico/TeseJCM.pdf>
- Oliveira, G. H. B. et al. (2021). Protótipo de baixo custo utilizando plataforma Arduino para análise e turbidez e condutividade da água. *Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia*, 2(1). <https://www.even3.com.br/anais/cobicet/390615-PROTOTIPO-DE-BAIXO-CUSTO-UTILIZANDO-PLATAFORMA-ARDUINO-PARA-ANALISE-E-TURBIDEZ-E-CONDUTIVIDADE-DA-AGUA>.