

DESENVOLVIMENTO DE UM TURBIDÍMETRO DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO IN SITU DE ÁGUAS NATURAIS

LUIZA JARDIM MACHADO¹;
LEONARDO CONTREIRA PEREIRA²

¹Universidade Federal de Pelotas – luizaljm@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – leonardocontreira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Contribuindo na tomada de decisões para a gestão dos recursos hídricos, as práticas de monitoramento de dados são fundamentais para estabelecer indicadores de quantidade ou qualidade da água, de acordo com os múltiplos usos a que pode ser submetida. Essas informações quando analisadas, podem revelar a magnitude dos danos causados aos ambientes aquáticos, normalmente influenciados por atividades antrópicas. Contudo, servem também para compreender de que forma os fatores naturais influenciam no comportamento dos corpos hídricos (KARR; CHU, 1999).

Sedimentos carregados pela erosão pluvial, bioturbação, ressuspensão de sedimentos, e alterações nas concentrações de matéria orgânica, são alguns dos fatores que alteram a turbidez das águas. Devido a isso, a turbidez é um parâmetro físico fundamental para o monitoramento do comportamento dos corpos hídricos.

A turbidez é medida através dos equipamentos chamados turbidímetros, e pode então ser representada pela diminuição de transparência, uma propriedade baseada no grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar o meio. Logo, seu valor depende da concentração e das propriedades, como por exemplo a cor e o tamanho, das partículas suspensas presentes no corpo hídrico ou em uma amostra de água.

A busca por aperfeiçoamento de tecnologias existentes é um passo essencial para o avanço da gestão de informações sobre os recursos hídricos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é a fabricação de um turbidímetro de baixo custo, para medições *in situ*, podendo ser utilizado em plataformas de monitoramento autônomas.

2. METODOLOGIA

Para a fase inicial do desenvolvimento do turbidímetro de baixo custo, foi determinado o uso do Arduino – modelo Nano -, um microcontrolador baseado em hardware e software de código aberto. Para detectar a incidência de luz foi escolhido o sensor BH1750, classificado como um sensor de luz ambiente com saída de dados digital. Outro componente é o LED RGB que é um conjunto de três LEDs encapsulados, cada um com uma cor distinta: o vermelho (Red), o verde (Green) e o azul (Blue), no qual se refere, portanto, às cores primárias para a luz, onde misturando-se as três e mudando suas intensidades individualmente podemos fazer qualquer cor do espectro visível. A finalidade do conjunto RGB baseia-se na análise de possíveis mudanças nos comprimentos de ondas relacionados às características dos sólidos em suspensão presentes no corpo hídrico. A figura demonstra o esquema de ligação utilizado para conectar sensor e LED à placa microcontroladora Arduino Nano.

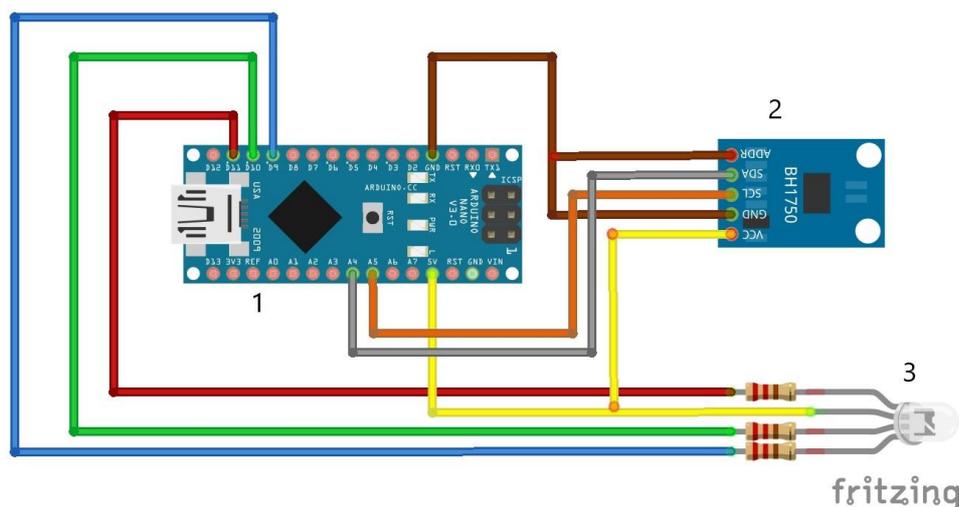


Figura 1: Esquema de ligação dos componentes, sensor BH1750(2), LED RGB(3) à placa Arduino Nano(1).

Normalmente o funcionamento dos turbidímetros encontrados no mercado faz uso de um detector que mede a reflexão da luz pelas partículas, situado em um ângulo fixo em relação ao raio incidente. Este detector pode estar disposto em ângulos de 45°, 90° ou 180°. Para este trabalho optou-se pelo detector posicionado a 180° da fonte de radiação, baseando-se a determinação da turbidez pela atenuação do feixe, técnica chamada de turbidimetria (MARTINS, 2012).

Os testes foram executados através das amostras produzidas com água e diferentes concentrações de sedimentos, sendo necessário o cuidado em sua elaboração, uma vez que as amostras deveriam englobar valores baixos, médios e altos de turbidez. As medições foram realizadas em local com baixa influência de luminosidade externa com o propósito de analisar a resposta do sensor aos comprimentos de onda emitidos pelo LED RGB. As cores empregadas foram vermelho, verde, azul, amarelo, permanecendo cada cor ligada por 7 segundos, e a medição efetuada após 5 segundos, para assim, diminuir possíveis falhas. Os valores medidos são impressos através do monitor serial do Arduino IDE, e suas unidades são em Lúmen/m² - Lux.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A configuração do protótipo foi idealizada para facilitar a manipulação no processo da realização de testes. O microcontrolador, o sensor e o LED foram dispostos de forma que pudessem ser inseridos dentro de um tubo, cujo formato é anatômico para o uso, auxiliando o pesquisador no caso de ajustes em sua conformação como apresentado na figura 2a. O sensor está disposto a 180° da fonte de luz, com 8 mm de distância entre sensor e LED. Os componentes foram impermeabilizados com resina epóxi para prevenção de danos em função de seu contato com as amostras, conforme demonstrado na figura 2b.

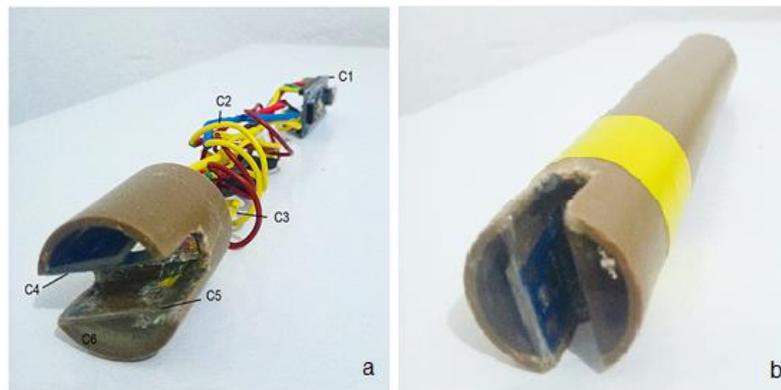


Figura 2: a) Protótipo e seus componentes: C1 - Arduino Nano; C2 – Fios de ligação; C3 – Resistores; C4 – Sensor BH1750; C5 – LED RGB; C6 – Resina epóxi. b) Protótipo.

Para análise do seu funcionamento, as medições foram realizadas em quatro amostras de água com diferentes concentrações de sedimento, conforme mostra a figura 3. Na amostra (a), contém 100 ml de água, para as demais amostras, foi preparada uma mistura com 200 ml de água e 20 gramas (g) de solo (areia, silte, argila, grama). Para a amostra (b) foi diluído 25 ml da mistura com 75 ml de água, a amostra (c) compõe-se de 50 ml de água e 50 ml de mistura, por fim, a última amostra possui, em seu total, 100 ml da mistura original.



Figura 3: Amostras

Os resultados dos testes com as leituras de cada comprimento de onda para as amostras citadas acima, são mostrados na figura 5.

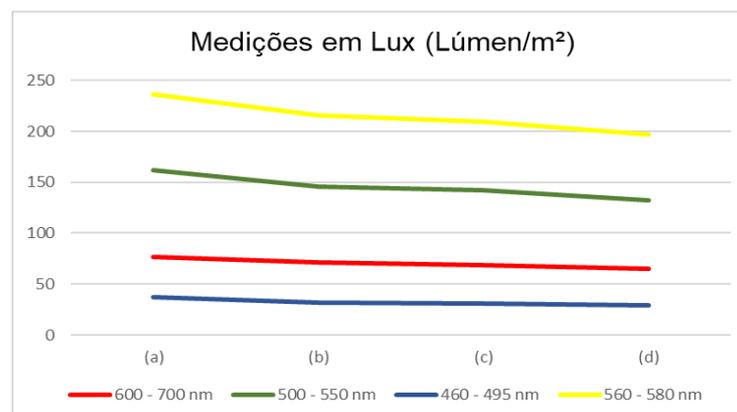


Figura 4: Gráfico dos valores de resposta do sensor às cores em função dos sedimentos presentes nas amostras.

Foi possível verificar nos resultados exibidos acima, que no comprimento de onda do amarelo, as medições apresentaram um valor mais elevado que as demais cores. Possivelmente, deve-se ao fato da melhor resposta espectral do sensor BH1750 nesse comprimento de onda (560-580 nm), conforme as especificações de fábrica. Observa-se também, que quanto mais turva eram as amostras, para todos os comprimentos de onda, menores valores de incidência de luz eram detectados pelo sensor.

4. CONCLUSÕES

O turbidímetro construído teve performance satisfatória em relação as diferentes respostas quanto à distintas concentrações de sedimentos na água. Considera-se a proposta de desenvolvimento de baixo custo atendida, devido as despesas da montagem do equipamento estarem em torno de R\$ 110,00, diferentemente dos aparelhos comerciais que custam em média R\$ 3.000,00.

São necessários testes complementares e algumas alterações para se obter um melhor desempenho do equipamento. Posteriormente realizar medições com uma solução padrão de turbidez, comparando os resultados com um modelo comercial para conversão das unidades das medições em Lux para NTU.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KARR, J.; CHU E. W. **Restoring life in running waters: better biological monitoring**. Washington: Inland Press, 1999.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Parameters of water quality: Interpretation and Standards**. Ireland, 2001

WTW. **Determination of Turbidity**. OMNILAB, 2010. Disponível em: http://www.omnilab.de/hpb/export/2/TURB_E.PDF

MARTINS, G. **Construção de um turbidímetro de baixo custo para controle de qualidade de efluentes industriais**. 2012. 119 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica Computacional, Universidade Estadual de Campinas.