

MICRO ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO A PLATAFORMA DE PROTOTIPAGEM ARDUINO

GYPSON DUTRA JUNQUEIRA AYRES¹, KAROLINE CARVALHO DORNELAS², HYGOR CESAR SOARES RODRIGUES³ e RAFAEL TORRES DO NASCIMENTO⁴

¹Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, fgypsond@gmail.com;

²Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, karolcdornelas@gmail.com;

³Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, hygor2._soares@hotmail.com;

⁴ Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, cgtorresrafael@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Este trabalho objetivou a construção e calibração de uma micro estação meteorológica de baixo custo, automatizada e portátil, visando o monitoramento de temperatura, umidade e precipitação no contexto da pesquisa para aplicação em municípios de pequeno porte e propriedades rurais. Na metodologia, projetou-se um circuito eletrônico na plataforma Arduino, capaz de aferir as variáveis ambientais e armazená-los em um cartão de memória SD. A proposta em dimensões reduzidas foi montada tendo como estrutura externa um cano PVC de 150 mm. Neste, foram instalados sensores integrados a plataforma Arduino. Os resultados demonstraram que a calibração dos sensores por meio da adição de pesos padronizados apresentou respostas satisfatórias; a micro estação meteorológica forneceu respostas de acordo com as funcionalidades requeridas para o sistema; contudo faz-se necessária a validação dos dados para efetivação do protótipo.

PALAVRAS-CHAVE: Pluviometria, monitoramento, sensores climáticos, protótipo.

LOW-COST MICRO WEATHER STATION USING THE ARDUINO PROTOTYPING PLATFORM

ABSTRACT: This study pursued the construction and calibration of a low-cost, automated and portable micro meteorological station, aiming at monitoring temperature, humidity, and precipitation, following the context of the research for application in small towns and rural properties. In the methodology, an electronic circuit was designed on the Arduino platform, capable of measuring environmental variables and storing them on an SD memory card. The proposal in reduced dimensions was assembled with a 150 mm PVC pipe as the external structure. In this, sensors integrated with the Arduino platform were installed. The results showed that the calibration of the sensors through the addition of standardized weights presented satisfactory responses; the meteorological micro station provided answers according to the functionalities required for the system; however, it is necessary to validate the data in order to make the prototype effective.

KEYWORDS: Rainfall, monitoring, climate sensors, prototype.

INTRODUÇÃO

A interpretação e compreensão do clima e do tempo e sua repercussão no espaço geográfico tem sido tema constante de discussões em nossa sociedade nos últimos anos, principalmente pelo fato de desconhecermos todos os fatores que realmente influenciam na dinâmica atmosférica do nosso planeta (Sanches et al., 2017). Desde o século XIX, o homem tornou-se capaz de prever as condições ambientais. A única diferença entre o sistema primitivo e o moderno é o avanço da tecnologia. O instrumento de medição tornou-se miniaturizado, eficiente, confiável e mais preciso para fornecer relatórios meteorológicos instantâneos sem mão de obra (Laskar et al., 2016).

Tomadas de decisão em diversas áreas são auxiliadas com a compreensão do comportamento climático do local. As estações meteorológicas são responsáveis pela coleta das variáveis climáticas que auxiliam no monitoramento, contribuindo para uma diversa gama de atividades, especialmente agropecuárias, uma vez que os dados climáticos são essenciais o manejo racional de irrigação, análises de zoneamento climático, possibilitando a seleção dos períodos mais propícios de plantio e colheita, tipologia das construções rurais para criação de animais, assim como escolha das espécies mais adaptadas para aquele clima, entre outras aplicações (Carvalho et al., 2019).

Apesar da existência de estações meteorológicas convencionais, observa-se que muitas regiões brasileiras apresentam carência de informações agroclimáticas (Mello et al., 2012; Garcia et al., 2013; Silva et al., 2016). A inviabilidade de instalação em diversos locais é justificada pelo custo elevado dos sensores meteorológicos (Consiglieri et al., 2017). Nesse contexto, torna-se essencial a busca por soluções alternativas de monitoramento das variáveis meteorológicas que sejam de baixo custo. As plataformas de prototipagem, como o Arduino, ganharam o mercado como uma opção acessível, de custo reduzido e fácil aplicação (Silva et al., 2016).

Diante disto, este trabalho objetiva desenvolver um protótipo de micro estação meteorológica, de baixo custo e de fácil implantação, que permita realizar medições e monitoramento ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas dependências do Laboratório de Construções Rurais e Ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, PB. A micro estação meteorológica eletrônica desenvolvida consiste em um protótipo que possibilita aferir e armazenar em um módulo de cartão de memória SD os dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação (duração e intensidade).

A tecnologia foi arquitetada sob a plataforma Arduino Uno, sendo composta por 14 pinos digitais de entrada/saída, dividindo-se em 6 entradas de Modulação por Largura de Pulso (PWM), 6 entradas analógicas, conexão USB, entrada de alimentação e botão de reset (ARDUINO, 2020). Optou-se pelo Arduino Uno por constituir uma plataforma eletrônica de código aberto (*open source*), fundamentada em *hardware* e *software* de fácil utilização, custo de aquisição relativamente baixo tanto para a plataforma quanto seus sensores, gama variada de sensores e *shields*. Para aferir os valores de temperatura e umidade, empregou-se modelo de sensor compatível com a plataforma Arduino, DHT22. Este é um sensor que apresenta faixa de operação entre - 40 a 80 °C para a variável temperatura e leituras para a umidade relativa do ar entre 0 e 100%.

Para precipitação, foi desenvolvido um pluviômetro de pesagem com célula de carga. A concepção da estrutura do pluviômetro baseou-se em um recipiente de formato cilíndrico com dimensões 150 mm de base (diâmetro) e 300 mm de altura, que recebe o fluxo de água da chuva por intermédio do funil superior e despeja no recipiente coletor, a fim de concentrar todo o volume de água sobre uma célula de carga localizada no centro do sistema. Cada vez que o reservatório enche, no momento que o volume ultrapassa um dado limiar, o coletor muda de posição, descartando a água coletada e passa a armazenar outra vez, ou seja, projetado para auto esvaziamento. A mudança de posição é realizada com auxílio de um motor modelo MG996R da *TowerPro*. Dessa maneira, não existe acúmulo de água no interior do dispositivo, dispensando a necessidade do deslocamento periódico até o local da instalação para realizar esta função.

A célula de carga empregada foi de 20 kg em conjunto com módulo HX711. A interface visual dos dados que estão sendo aferidos e coletados é proporcionada pelo Display Oled 0.96 LCD. Módulo cartão micro SD é o que possibilita leitura e registro em cartão microSD através de um microcontrolador. A Tabela 1 apresenta os principais itens que compõem a micro estação meteorológica, com a indicação dos valores estimados adquiridos no comércio local.

Tabela 1. Principais componentes do protótipo da Micro Estação Meteorológica

| Equipamento | Imagem | Função/Descrição | Valor Estimado (R\$) |
|----------------------------|---|--|----------------------|
| Arduino UNO |  | Controle geral da estação | 40,00 |
| Jumpers |  | Conexão de dois pontos distintos de um circuito eletrônico | 17,00 |
| Protoboard |  | Base para a criação do circuito eletrônico | 6,00 |
| DHT-22 |  | Sensor de temperatura e umidade | 24,00 |
| Display Oled 0.96 LCD |  | Interface visual dos dados que estão sendo coletados | 40,00 |
| Célula de Carga 20kg |  | Transdutor resistivo responsável por detectar a carga | 19,00 |
| HX711 |  | Módulo conversor amplificador de sinal | 8,00 |
| Cano PVC 150mm |  | Cilindro com fundo afunilado, denominado coletor do pluviômetro – direciona a água por ele captada até um reservatório | 5,00 |
| Servo TowerPro MG996R 180° |  | Motor | 36,00 |
| Reservatório para água |  | Componente do pluviômetro para coleta e armazenamento da água precipitada | 2,00 |
| Módulo cartão Micro SD |  | Leitor de cartão SD | 10,00 |
| Total | | | 207,00 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscou-se montar um modelo que fosse compacto e de baixo custo. Com uma protoboard fazendo a interconexão de todos os sensores com a plataforma Arduino, os mesmos foram condicionados no interior de uma caixa hermética, com intuito de proteção do sistema contra as intempéries. A configuração final do protótipo pode ser observada na Figura 1.

Figura 1. Protótipo da micro estação meteorológica. a) visão frontal do protótipo b) detalhamento do interior do pluviômetro de pesagem, célula de carga no fundo do reservatório de água.

a)

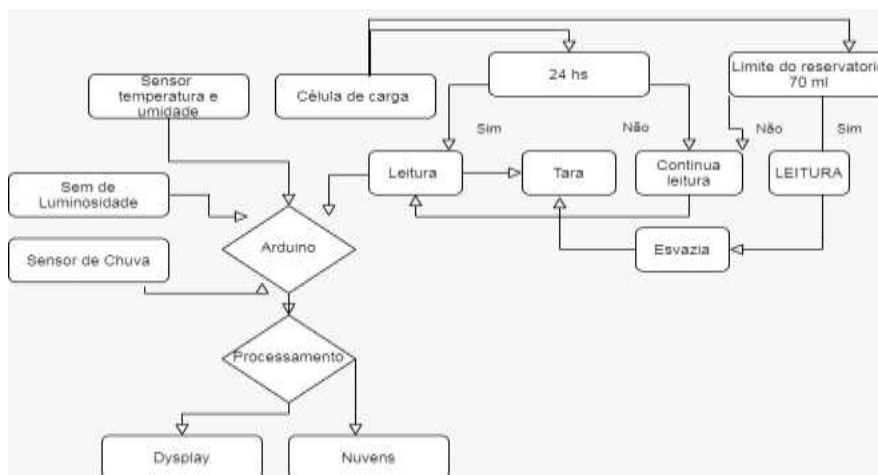


b)



Após montagem do protótipo e da definição do algoritmo, escreveu-se o código fonte ou código de programação do micro controlador. Definiu-se a configuração de cada sensor do projeto e escolheu-se a forma de tratamento de dados. O esquema conceitual do sistema é apresentado na Figura 2.

Figura 2. Fluxograma de funcionamento do protótipo.



O objetivo foi alcançado com o emprego do microprocessador e sensores de baixos custos, quando comparadas com as disponibilizadas pelas principais estações meteorológicas comerciais disponíveis no mercado. Um protótipo do hardware foi desenvolvido utilizando a plataforma Arduino. Foi desenvolvido o software embarcado que lê os dados e transmite a um banco de dados. Uma interface de acesso ao banco de dados foi disponibilizada, tornando o conjunto completamente funcional, sendo as informações meteorológicas disponibilizadas na tela para o operador de forma imediata, sem necessidade de cálculos ou ajustes e nas unidades de medida exigidas.

Em relação aos custos envolvidos na construção do modelo proposto, aproximadamente R\$ 207,00, o mesmo possui uma diferença significativa em relação a uma estação meteorológica automática convencional do mercado. De acordo com Moura (2018) a aquisição incluindo impostos de importação, licenciamento do software utilizado para controle da estação automática e determinadas anuidades quando a opção for de comunicação via satélite, apresenta-se em torno de R\$ 30.000,00, havendo no

mercado opções de estações menos robustas, de custo relativamente inferior, situando-se na faixa de R\$ 7.000,00 a R\$ 10.000,00.

Valores que apresentam-se inacessíveis à maioria dos municípios de pequeno porte e propriedades rurais. Consigliere et al. (2017) desenvolveram uma estação meteorológica com Arduino cujo valor para construção foi aproximadamente R\$220,00. O baixo custo do protótipo desenvolvido é importante, no sentido de viabilizar a aquisição por municípios de baixa arrecadação e/ou pequenas propriedades rurais, que passam a contar com os dados colhidos em suas microrregiões sem os quais ficariam obrigados a utilizar informações de cidades maiores da vizinhança, sofrendo com as imprecisões decorrentes à distância.

Realizou-se a calibração e os testes em ambiente controlado no sentido de observar o comportamento do dispositivo no que tange a obtenção de dados e envio desta via cartão SD. Para o pluviômetro de pesagem utilizou-se um objeto de 1 kg, carregou-se o código para calibração e realizou-se a verificação. No processo de calibração, pode-se observar elevada concordância entre pesos padrões e o peso aferido pela célula de carga de 20 kg, apresentando boa performance, evidenciando o potencial de aplicação do protótipo desenvolvido. Esta etapa é essencial no sentido de verificação de linearidade e histerese, previamente ao emprego e funcionamento do sistema em campo.

CONCLUSÃO

Contatou-se que o protótipo opera de acordo com as funcionalidades requeridas para o sistema de monitoramento das variáveis ambientais avaliadas, os módulos de transmissão e recepção estão se comunicando. Constitui uma solução de baixo custo, se comparado aos preços de sistemas comerciais disponíveis no mercado, tornando-se extremamente viável para utilização em municípios de pequeno porte, propriedades rurais e instituições de ensino. O funcionamento do micro estação meteorológica será efetivamente validada após instalação na Universidade Federal de Campina Grande e comparação com os dados da Estação Meteorológica presente no Campus.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro, terceiro e quarto autor.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO. What is Arduino? Disponível em: . Acesso em: 01 mar. 2020.
- CARVALHO, M. W. L.; BASTOS, E. A. ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SENTELHAS, P. C. Comparação de dados meteorológicos e estimativa da radiação líquida e evapotranspiração de referência utilizando estações convencional e automática. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.27, n.2, p.285-292, dez 2019
- CONSIGLIERI, L. M.; PAMPUCH, L. A.; SARAIVA, A. C. V. Estação Meteorológica de baixo custo com Arduino. UNESP, Campus de São José dos Campos, Engenharia Ambiental, Anais... XXVIII Congresso de Iniciação Científica da Unesp, São José dos Campos, SP, 2017.
- GARCIA, R.G.; Dallacort, R.; Krause, W.; Serigatto, E.M. & Faria Júnior, C.A. Calendário agrícola para a cultura do milho em Sinop (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 43, n. 2, p. 218-222, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v27i2.26438>
- LASKAR, M. Rahaman et al. Weather forecasting using Arduino based cube-sat. **Procedia Comput. Sci**, v. 89, p. 320-323, 2016.
- MELLO, C. R. de; VIOLA, M. R.; CURI, N.; SILVA, A. M. da. Distribuição espacial da precipitação e da erosividade da chuva mensal e anual no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.36, p.1878-1891, 2012.
- MOURA, R. M. Estação Meteorológica de baixo custo: uma contribuição para o monitoramento meteorológico das cidades. Monografia. Universidade Federal de Uberlândia, UFU. 58 f. 2018.
- SANCHES, Rafael Grecco et al. Proposta de pluviômetro de baixo custo utilizando a plataforma de prototipagem Arduino. **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**, v. 1, p. 2024-2035, 2017.
- SILVA, A. C. M.; SILVA, M. A.; MIRANDA, J. P. L.; SANTOS, M. C. P.; FACEROLI, S. T. Estação meteorológica automática de baixo custo. **Multiverso** v. 1, n. 1, p.46-56, 2016.