

## PROJETO E FABRICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BAIXO CUSTO

**FERNANDO ROBERTO ROCKENBACH<sup>1</sup>, PAULO CÉSAR TONIN<sup>2</sup>, CLAUDIO LEONES BAZZI<sup>3</sup>, KELYN SCHENATTO<sup>4</sup>, GABRIELA KAROLINE MICHELON<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Mestrando em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira – PR, Fone: (045) 3240-8000, fe\_rockenbach@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Doutor, Departamento de Eletromecânica, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira – PR.

<sup>3</sup> Professor Doutor, Departamento de Computação, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira – PR.

<sup>4</sup> Professora Doutora, Departamento de Computação, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira – PR.

<sup>5</sup> Doutoranda em Ciência da Computação, JKU – Johannes Kepler University Linz, Linz – Áustria.

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** Informações como temperatura ambiente, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, volume de chuva, incidência solar, velocidade e direção do vento são úteis para monitorar, prever e alarmar fenômenos climáticos e permitir o planejamento de decisões estratégicas para maximização da produção agrícola e redução dos impactos ambientais. Com o objetivo de fornecer uma estação meteorológica simples, de baixo custo e prática para auxiliar no manejo agrícola, este trabalho apresenta de forma sucinta como montar sua própria estação meteorológica capaz de coletar dados de volume de chuvas, direção e velocidade do vento, nível de radiação solar, temperatura ambiente, pressão e umidade relativa do ar. Para montar a estação meteorológica, utilizou-se uma estrutura metálica, e algumas peças responsáveis pela captura das variáveis de tempo, as quais foram conectadas a um hardware Raspberry Pi®. Além disso, um módulo computacional foi desenvolvido para ler os dados capturados, que foram armazenados em um cartão de memória. Os dados climáticos coletados pela estação meteorológica montada neste trabalho foram comparados aos dados de uma estação comprada pronta e, através das análises estatísticas, concluiu-se que o protótipo montado neste trabalho foi capaz de coletar os dados climáticos com precisão equivalente e por menos de 59% do valor da estação comprada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Raspberry Pi; coleta de dados climáticos; Internet das Coisas.

## DESIGN AND MANUFACTURE OF A LOW-COST METEOROLOGICAL STATION STRUCTURE

**ABSTRACT:** Information such as ambient temperature, relative humidity, atmospheric pressure, rainfall, solar incidence, wind speed and direction are useful for monitoring, predicting and alarming climatic phenomena and for planning strategic decisions to maximize agricultural production and reduce environmental impacts. In order to provide a simple, low-cost and practical meteorological station to assist in agricultural management, this work briefly presents how to set up your own meteorological station capable of collecting data on rainfall volume, wind direction and speed, level of solar radiation, ambient temperature, pressure and relative humidity. To assemble the meteorological station, a metallic structure

was used, and some parts responsible for capturing the weather variables, which were connected to a Raspberry Pi® hardware. In addition, a computer module was developed to read the captured data, which was stored on a memory card. The climatic data collected by the meteorological station assembled in this work were compared to the data from a purchased station and, through statistical analysis, it was concluded that the prototype assembled in this work is able to collect climatic data with equivalent precision and for less than 59 % of the value of the purchased station.

**KEYWORDS:** Raspberry Pi; weather data collection; Internet of Things.

**INTRODUÇÃO:** Monitorar informações do clima como temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, volume de chuva, índice de luminosidade, velocidade e direção do vento é de essencial importância para previsão e alarme de fenômenos climáticos, permitindo o planejamento para a tomada de decisões estratégicas em aplicações de diferentes áreas, como agricultura, indústria, militar e entretenimento (IPCC, 2014; MORÓN et al., 2018).

Atualmente, devido às mudanças climáticas, a sociedade tem demonstrado maior interesse em buscar dados climáticos para o desenvolvimento de políticas para controlar e utilizar os recursos naturais de maneira sustentável, visando preservar esses recursos finitos para as gerações futuras (IPCC, 2014). E uma das maneiras pelas quais o desenvolvimento sustentável está sendo promovido é a substituição das práticas agrícolas convencionais pelas práticas agrícolas inteligentes, por meio do gerenciamento localizado de insumos agrícolas em quantidades precisas com base na variabilidade espacial e temporal do campo (TENZIN et al., 2017).

Para monitorar o tempo e o clima, e conseqüentemente, auxiliar as práticas agrícolas inteligentes, pesquisas (TENZIN et al., 2017; MORÓN et al., 2018) mostram que estações meteorológicas são capazes de auxiliar na maximização da produção agrícola e melhor distribuição de recursos naturais, como a água. Portanto, este trabalho objetiva descrever de forma sucinta como desenvolver de maneira simples e prática uma estação meteorológica que pode medir aspectos climáticos a baixo custo de aquisição para auxiliar as práticas de agricultura inteligente. A eficácia com que a estação desenvolvida neste trabalho é capaz de captar os dados do tempo e do clima é medida por meio de comparação de dados coletados pela estação montada neste trabalho aos dados coletados por uma estação adquirida pronta.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A estação meteorológica foi instalada em uma área experimental localizada na cidade de Medianeira, no oeste do Paraná, com centro geográfico em 25°17'59.83"S, 54°6'47.68"O, cultivada com alface, cebolinha, beterraba, sálvia, coentro e alecrim. A horta possui duas fileiras com 9 camas cada, cada uma com 1,15 m de largura por 0,45 m, totalizando uma área de 294,98 m<sup>2</sup>. A horta possui um sensor de umidade do solo e um sistema de irrigação com cinco aspersores em cada canteiro, separados por 3 m um do outro, e a estação meteorológica foi montada no meio das duas fileiras de canteiros.

Os dados experimentais coletados pela estação meteorológica montada neste trabalho são dados de volume de chuva, direção e velocidade do vento, nível de radiação solar, temperatura do ambiente, pressão e umidade relativa, que correspondem ao intervalo de tempo de 26 de fevereiro de 2019 a 19 de março de 2019.

O software SolidWorks® foi usado para projetar os componentes e a estrutura da estação meteorológica. Os sensores usados no protótipo proposto incluem sensores de pressão, temperatura, umidade e de luz ultravioleta. O protótipo possui um módulo WIFI para conectar a rede sem fio à Internet, um pluviômetro, um anemômetro, um painel solar, um suporte de bateria e uma proteção para o hardware Raspberry Pi® modelo 3B. A Tabela 1 apresenta a descrição e o número de componentes e sensores usado na montagem do protótipo.

A linguagem de programação Python foi utilizada para implementar o software que faz a comunicação necessária entre os sensores e o hardware e transmite as informações coletadas ao banco de dados, o qual neste trabalho utilizou-se o MySQL Community Server 8.0.15. Para comparar e identificar se os dados coletados pelas duas estações meteorológicas apresentaram diferenças significativas, utilizou-se o teste de comparação de médias realizado pelo método Tukey ao nível de 95% de confiança.

TABELA 1. Componentes e sensores utilizados na construção do protótipo.

Componente/Sensor	Quantidade
DHT22	1
Sensor Umidade do Solo	1
Sensor UVM30A	1
Anemômetro analógico	1
Conversor MCP3008	2
Raspberry Pi® 3B	2
Micro SD 32GB	2
Protoboard	2
Jumpers	-
Resistores	-

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para adquirir todo o material necessário para montar a estação meteorológica, gastou-se o total de R\$ 1.323,47. A Figura 1 mostra a estação meteorológica após todos os equipamentos montados nela para seu funcionamento.

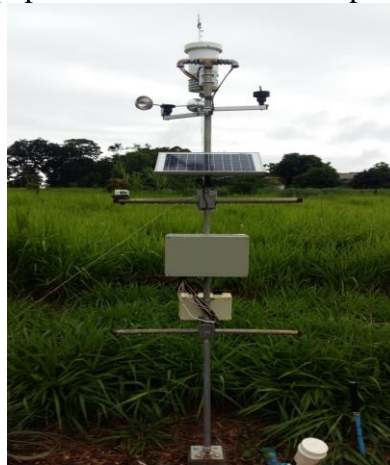


FIGURA 1. Estação meteorológica depois de todo o equipamento montado.

A Tabela 2 mostra os valores médios de temperatura ambiente, pressão atmosférica, umidade relativa e velocidade do vento durante os dias de 26/02/2019 a 19/03/2019 obtidos pelas duas estações meteorológicas. É possível ver que os valores estavam muito próximos, e as mesmas letras ao lado de cada média significam que a temperatura média do ambiente foi estatisticamente igual ao nível de confiança de 95% nos dias 07, 08 e 12 de março de ambas as estações meteorológicas, bem como umidade relativa do ar em 12 de março. Nos dias 03, 13 e 15 de março, a velocidade média do vento também foi considerada estatisticamente igual ao nível de 95% nas duas estações.

A Tabela 3 mostra a precipitação coletada nos dias 13 e 16 de março de 2019. Em 13 de março de 2019 e 16 de março de 2019 o volume de chuva coletado pelas duas estações meteorológicas foi muito semelhante. Em 13 de março de 2019, a estação M estimou um volume maior de chuvas, enquanto em 16 de março de 2019 a estação C estimou um volume

maior de chuvas. Apesar de o teste de Tukey ter apresentado muitos dias com médias diferentes estatisticamente ao nível de 95% de confiança para as estações montada e comprada, ambas obtiveram oscilações similares, isto é, quando a temperatura ambiente, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e velocidade do vento diminuíram para a estação comprada, também diminuíram para a estação montada, assim como quando aumentava na estação comprada também aumentava na estação montada

TABELA 2. Dados médios coletados na estação meteorológica montada e adquirida, obtidos durante o dia 26-02 a 19-03, 2019.

Dia	TA		PA		UR		VV	
	M	C	M	C	M	C	M	C
26-02	21,31 a	23,73 b	965,47 a	961,87 b	71,56 a	66,03 b	7,14 a	5,92 b
27-02	23,36 a	24,67 b	966,11 a	962,08 b	62,72 a	70,94 b	4,85 a	5,35 b
28-02	23,20 a	24,38 b	967,28 a	963,51 b	49,06 a	62,55 b	5,56 a	6,22 b
01-03	24,91 a	26,43 b	966,24 a	962,53 b	16,70 a	42,89 b	4,40 a	4,82 b
02-03	27,17 a	28,58 b	966,97 a	964,00 b	7,40 a	34,78 b	3,53 a	3,53 b
03-03	23,87 a	28,7 b	966,69 a	963,70 b	12,36 a	38,00 b	5,22 a	5,60 a
07-03	24,43 a	23,91 a	965,63 a	962,62 b	75,11 a	82,00 b	10,53 a	8,44 b
08-03	25,87 a	26,48 a	964,46 a	961,12 b	59,88 a	73,20 b	15,33 a	14,37 b
12-03	22,84 a	22,41 a	965,42 a	961,50 b	92,49 a	90,06 a	5,39 a	6,82 b
13-03	21,35 a	24,25 b	965,00 a	961,16 b	99,9 a	85,62 b	3,32 a	3,53 a
15-03	27,04 a	27,87 b	966,04 a	962,10 b	62,54 a	74,14 b	3,19 a	4,59 a
16-03	25,85 a	23,69 b	966,83 a	962,19 b	57,64 a	84,57 b	10,39 a	9,14 b
17-03	24,85 a	22,90 b	964,99 a	960,48 b	75,60 a	89,13 b	16,61 a	10,30 b
18-03	25,91 a	22,52 b	964,13 a	959,24 b	71,23 a	92,63 b	16,47 a	6,29 b
19-03	25,22 a	22,24 b	963,95 a	959,81 b	64,77 a	91,70 b	3,52 a	1,03 b

M– estação montada; C– estação comprada; TA – temperatura ambiente (°C); PA – Pressão atmosférica (hpa); UR – umidade relativa do ar (%); VV – velocidade do vento (km/h). Letras iguais indicam medias iguais ao nível de 95% de confiança pelo método de Tukey.

TABELA 3. Dados de volume de chuva coletados nos dias 13 e 16 de março de 2019.

Estação	13/03/2019	16/03/2019
M	5,00 mm	1,75 mm
C	3,60 mm	2,70 mm

M– estação montada; C– estação comprada.

**CONCLUSÕES:** Espera-se com este trabalho incentivar aos leitores que montem sua própria estação meteorológica, visto que nossa estação foi montada com custo de aproximadamente R\$ 1.323,47, o qual se comparado ao custo de uma estação de mercado similar, custa cerca de 60% a mais. E por meio dos resultados das estatísticas e análises dos dados coletados pela estação montada e adquirida é possível verificar que o protótipo construído neste trabalho é capaz de coletar dados climáticos com precisão equivalente à estação meteorológica adquirida.

#### REFERÊNCIAS:

- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Geneva, CH: IPCC, 2014. 151p.
- MORÓN, C.; DÍAZ, J.; FERRANDEZ, D.; SAIZ, P. Design, Development and Implementation of a Weather Station Prototype for Renewable Energy Systems. **Energies**, v.11, n.2234, p.1-13, 2018.
- TENZIN, S.; SIYANG, S.; POBKURUT, T.; KERDCHAROEN, T. **Low cost weather station for climate-smart agriculture**. In: 9TH International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST), 2017. p.172-177.