

PLUVIÓGRAFO COM LEITURA EM TEMPO REAL BASEADO NO MICROCONTROLADOR ARDUINO

FERNANDO LOPES GODINHO¹, SIDNEY PEREIRA²

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais Campus Montes Claros – ICA/UFMG, (38) 2101-7730, fernandogodinho@live.com

² Professor Adjunto, ICA/UFMG Campus Montes Claros, sidney@ica.ufmg.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

TÍTULO: PLUVIÓGRAFO COM LEITURA EM TEMPO REAL BASEADO NO MICROCONTROLADOR ARDUINO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi o de desenvolver um pluviógrafo automatizado com leitura em tempo real empregando o microcontrolador Arduino. O experimento foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, Campus Montes Claros. Para a medição do volume precipitado, a altura da coluna de água captada pelo tubo coletor do pluviógrafo era percebida pelo sensor sonoro de distância conectado ao microcontrolador Arduino. Na calibração do sistema foi empregado um pluviógrafo com área de coleta de $1,63 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, que conduzia a água para um tubo cilíndrico com área de $4,19 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. Com estas dimensões, 1 mm de precipitação implica em uma variação de 3,9 mm na altura da coluna de água no tubo cilíndrico, altura essa obtida com a adição de 16,3 mL de água. Desta forma, foram testadas precipitações entre 1 mm e 50 mm em seis repetições. O erro padrão das médias de altura de coluna de água observadas ficou compreendido no intervalo de 0,4 mm a 0,7 mm. Portanto, o pluviógrafo desenvolvido permite a leitura da precipitação, em tempo real, com uma resolução de 1,0 mm e exatidão de $\pm 0,3 \text{ mm}$, para o intervalo de precipitações de 1 mm a 50 mm.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação, volume de água, sensor.

TITLE: RAIN GAUGE WITH REAL TIME READING BASED ON MICROCONTROLLER ARDUINO

ABSTRACT: The objective of this paper was to develop an automated rain gauge real-time reading using an Arduino microcontroller. The experiment was developed in the Institute of Agricultural Sciences of UFMG, Montes Claros Campus. For measuring rainfall volume, the height of the water column captured by the collector tube rain gauge was perceived by the audible distance sensor connected to the Arduino microcontroller. For the calibration of the system a rain gauge was used with an area of $1.63 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, which drove the water into a cylindrical tube with area of $4.19 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. With these dimensions, 1 mm of precipitation implies a variation of 3.9 mm at the height of the column of water in the cylindrical tube, which can be obtained by adding 16.3 mL water. Thus, precipitations between 1 mm to 50 mm were tested in six replicates. In terms of water column height measured by the sensor, the standard error of the averages observed has ranged from 0.4 mm up to 0.7 mm. This implies a maximum reading error in the precipitation of 0.3 mm. Therefore, the rain gauge developed allows reading of precipitation, in real time, with a resolution of 1.0 mm and accuracy of $\pm 0.3 \text{ mm}$ for the precipitation range from 1 mm to 50 mm.

KEYWORDS: Precipitation, volume of water, sensor.

INTRODUÇÃO: A quantidade de chuvas totais na Região Norte de Minas Gerais é razoável, na ordem de 800 mm a 1100 mm, porém, são concentradas nos meses mais quentes do ano, com altas taxas de evaporação, o que dificulta a implementação de atividades agrícolas e suas sustentações. O monitoramento das chuvas é indispensável, pois, acontecimentos extremos estão cada vez mais frequentes. Disto resulta a necessidade do monitoramento para precaver a população e produtores de chuvas intensas e seus efeitos danosos. Dois aparelhos são muito utilizados para medir a quantidade e intensidade das chuvas, são eles o pluviômetro e o pluviógrafo. O primeiro utiliza da leitura da água precipitada em um recipiente para definir a quantidade de chuva em um dia ou durante toda uma precipitação, já o outro registra a intensidade de precipitação, fornecendo dados a cada instante. Os microcontroladores são dispositivos eletrônicos que resumem em um a função de vários outros controladores, diminuindo em tamanho e facilitando a manutenção. Existem inúmeros dispositivos microcontroladores disponíveis no mercado, um deles é o Arduino. Este pode ser acoplado a diversos sensores e entre estes o sensor ultrassônico HC-RS04, que permite medir a distância entre um objeto e o sensor. O objetivo deste trabalho é desenvolver e avaliar a precisão de um pluviógrafo para monitoramento de precipitações, em tempo real, baseado no microcontrolador Arduino.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi desenvolvido no “Laboratório de Instrumentação e Automação Agriambiental” do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, Campus Montes Claros. O sistema de aquisição de dados construído é um pluviógrafo que utiliza um sensor ultrassônico (Fig. 1) através do qual é possível medir a distância da superfície água que cai no recipiente do pluviógrafo ao sensor e, dessa forma, calcular a altura da lâmina de água e conseqüentemente a precipitação instantânea. Para obtenção, armazenamento e processamento das informações, foram usados os seguintes materiais: sensor sonoro HC-SR04, Arduino Uno R3, notebook.

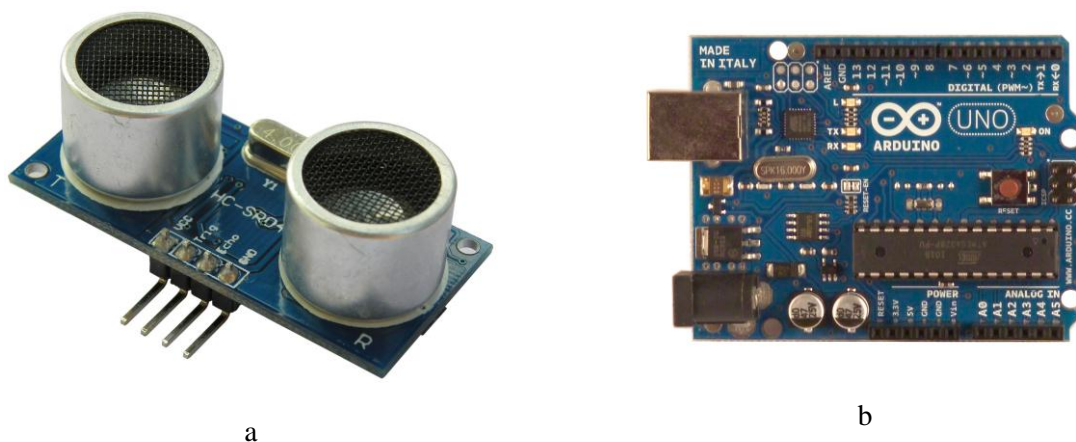


FIGURA 1. a) sensor sonoro HC-SR04; b) Arduino Uno R3.

O projeto do pluviógrafo com sensor ultrassônico consiste em dois tubos PVC de diâmetros conhecidos ligados entre si por uma mangueira. Esta mangueira está ligada a um funil conectado ao primeiro tubo PVC, o cano mais espesso serve como receptor da água da chuva que escoará a partir do funil para a mangueira que, por conseguinte, está ligada ao segundo tubo PVC. No segundo tubo PVC se encontra o sensor ultrassônico fixado ao topo. O sensor faz a medida de distância entre ele e a água que está sendo reservada no segundo tubo PVC, daí quantifica-se a altura de coluna de água. Com esses dados é automaticamente calculada a quantidade em milímetros de água no reservatório (tubo PVC dois). O sistema de aquisição de dados foi desenvolvido com a plataforma Arduino baseada no chip Atmega 328. Este possui catorze pinos de entrada/saída digital, seis entradas analógicas, um

cristal oscilador de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação uma conexão ICSP e um botão de *reset* (McROBERTS, 2011). O pluviógrafo construído possui área de coleta de $1,63 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, que conduzia a água para um tubo cilíndrico com área de $4,19 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. Com estas dimensões, 1 mm de precipitação implica em uma variação de 3,9 mm na altura da coluna de água no tubo cilíndrico, o que pode ser obtido com a adição de 16,3 mL no coletor do pluviógrafo. Desta forma, foram testadas as precipitações de 1 mm, 5 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm e 50 mm em seis repetições com leituras obtidas pelo Arduino em tempo real.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 e Tabela 2 apresentam os dados obtidos na calibração do sistema bem como os erros associados a estas. Em termos de altura da coluna de água medida pelo sensor, o erro padrão das médias observadas ficou compreendido no intervalo de 0,4 mm a 0,7 mm. Isto implica em um erro máximo na leitura da precipitação de 0,3 mm. Portanto, o pluviógrafo desenvolvido permite a leitura da precipitação, em tempo real, com uma resolução de 1,0 mm com erro de até 0,3 mm nas leituras realizadas, para o intervalo de precipitações de 1 mm a 50 mm. Trata-se de um erro aceitável, uma vez que os pluviógrafos presentes no mercado costumam apresentar erro tamanho ou maior.

TABELA 1: Calibração do sensor do pluviógrafo.

mm de chuva	V(mL)	Altura(mm)	LE(mm)	Leituras					
				1	2	3	4	5	6
1	16,3	3,89	342,11	342	342	343	340	342	243
5	81,4	19,46	326,54	326	326	328	326	327	326
10	162,9	38,91	307,09	307	307	308	307	308	308
20	325,7	77,82	268,18	270	271	270	268	269	269
30	488,6	116,73	229,27	230	228	228	229	231	230
40	651,4	155,65	190,35	192	188	191	192	190	193
50	814,3	194,56	151,44	151	154	150	151	151	149

Le: Leitura esperada.

TABELA 2: Erros nas médias das leituras da Tabela 1.

Médias	DP	E. da Média	E. total	E. de volume	E. de lâmina
341,8	1,0	0,4	1,08	4,5	0,28
326,5	0,8	0,3	1,06	4,4	0,27
307,5	0,5	0,2	1,02	4,3	0,26
269,5	1,0	0,4	1,09	4,5	0,28
229,3	1,2	0,5	1,12	4,7	0,29
191,0	1,8	0,7	1,24	5,2	0,32
151,0	1,7	0,7	1,21	5,1	0,31

DP: Desvio padrão; E.: Erro.

CONCLUSÃO: O sistema desenvolvido baseado no microcontrolador Arduino apresentou-se como uma alternativa viável técnica e economicamente para o monitoramento pluviométrico, uma vez que apresenta um erro de leitura diminuto e alta resolução na leitura da lâmina precipitada em tempo real.

REFERÊNCIAS

GARCIA, R. F.; QUEIROZ, D. M. de; MIYAGAKI, Olímpio H. and PINTO, Francisco de A. de C. Programa computacional para aquisição de dados para avaliação de máquinas agrícolas. **Rev. Bras. Eng. Agrícola Ambiental**, vol. 7, n. 2, pp. 375-381, 2003.

MCROBERTS, M.; Arduino Básico, (tradução Rafael Zanolli), Novatec Editora, 1ª Ed., 2011.

PALMIERI, A. M. **Desenvolvimento de sistema automatizado de baixo custo para coleta e armazenamento de dados de variáveis climáticas: aplicações no ambiente agrícola**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RICHTER, E. M.; ROCHA, R. P. F.; ANGNES, L. Multímetro interfaceado de baixo custo para aquisição de dados. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 313-314, 2004.

SILVA, R. Introdução a Família dos Microcontroladores PIC. The Bug Magazine, 1 ed., 2006.

SOUZA, A. R. de; et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Rev. Bras. Ensino Física**, vol. 33, n. 1, pp. 01-05, 2011.