



AVALIAÇÃO DO SENSOR AM2302 EM AMBIENTE EXTERNO PARA MEDIDAS DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR

**Arilson José de Oliveira Júnior¹, Silvia Regina Lucas de Souza², Tiago Aparecido Vicentin³,
Maria Márcia Pereira Sartori⁴, Enzo Dal Pai⁵ & Bruno Timóteo Rodrigues⁶**

¹Doutorando em Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu-SP,
arilsonjr@outlook.com.

²Profª. Dra. da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu-SP.

³Doutorando em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu-SP

⁴Pesquisadora III da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu-SP.

⁵Doutor em Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu-SP.

⁶Doutorando em Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu-SP.

1 INTRODUÇÃO

Os sensores de temperatura e umidade relativa do ar são constantemente aplicados em monitoramentos de condições climáticas em diversos tipos de ambientes. As medidas de temperatura e umidade relativa do ar são muitas vezes utilizadas como funções para obtenção de outras medidas, como por exemplo, a temperatura de bulbo úmido e temperatura de ponto de orvalho (LAWRENCE, 2005). Os sensores elétricos são instrumentos comumente aplicados como forma de medição das variáveis de temperatura e umidade relativa do ar, dentre os quais os tipos mais comuns são os chamados NTC (*Negative Temperature Coefficient*) e os Termopares. Atualmente o uso de dispositivos microcontroladores como forma de processamento de dados climatológicos vêm crescendo em trabalhos acadêmicos SOLER-LLORENS et al., 2016; ALI et al., 2016; FATEHNIA et al., 2016; HARIKRISHNAN, 2015; KOENKA; SÁIZ; HAUSER, 2014; REGUERA, P. et al., 2015), principalmente o da plataforma eletrônica *open-hardware* e *open-source* Arduino (ARDUINO, 2016). Considerando que o sensor de temperatura e umidade relativa do ar AM2302 possui fácil comunicação com microcontroladores Arduino, sua aplicação em monitoramentos climatológicos demonstra-se eficaz devido à sua acurácia, escala de medição e relação custo-benefício, além da facilidade de implementação de sistemas embarcados e de dispositivos para armazenamento de dados (*datalogger*) utilizando-se do sensor AM2302 juntamente com microcontroladores Arduino. Entretanto, não há trabalhos específicos de avaliação da acurácia do AM2302 em relação a um sensor padrão de monitoramento de variáveis climatológicas acurado.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a acurácia em ambiente externo do sensor de temperatura e umidade relativa do ar AM2302, em relação a um sensor padrão de monitoramento de variáveis climatológicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o processo de avaliação utilizou-se dois sensores digitais *AM2302* (1 e 2), também chamado de *DHT22* (AOSONG, 2016) (Figura 1 – A) e um sensor *Vaisala HMP45C* (CAMPBELL SCI, 1986-1998) (Figura 1 – B). O armazenamento dos dados foi realizado em um sistema de aquisição de dados (*Data Logger*) *CR23X*, para a gravação dos dados do sensor *Vaisala HMP45C*, e um módulo *SD Card*, para a gravação dos dados do sensor digital *AM2302*.

Figura 1 - Sensor digital de temperatura e umidade relativa do ar *AM2302* (A);
Sensor *Vaisala HMP45C* em abrigo (B)



(A)



(B)

O sensor digital *AM2302* apresenta acurácia de $\pm 2,0\%$ em condições de 25°C para medidas de umidade relativa do ar, com alcance de 0 a 99,9% UR (AOSONG, 2016). Para as medidas de temperatura do ar, possui acurácia de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (máximo: $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$) e alcance de $-40,0^{\circ}\text{C}$ a $80,0^{\circ}\text{C}$ (AOSONG, 2016).

O sensor utilizado como referência para comparação das medidas de temperatura e umidade relativa do ar – *Vaisala HMP45C* – tem acurácia de $\pm 1,0\%$ em 20°C para medidas de umidade relativa do ar, com alcance de 0,8% a 100% UR (CAMPBELL SCIENTIFIC, 2016). Em medidas de temperatura do ar o sensor *HMP45C* apresenta acurácia de $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ (-20°C), $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ (0°C), $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ (20°C) e com alcance de $-39,2$ a $60,0^{\circ}\text{C}$ (CAMPBELL SCIENTIFIC, 2016).

A avaliação dos sensores foi realizada por meio da comparação de medições feitas na estação meteorológica do departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciência Agrônomicas, FCA, UNESP, Botucatu/SP ($22^{\circ}53'07,9''$ S; $48^{\circ}26'26,1''$ W). Os dados foram coletados entre os dias 13 e 16 de agosto de 2016, em intervalos de 10 minutos, totalizando 505 dados. Foram realizadas comparações estatísticas mediante Teste T, a 95% CI (VIEIRA,

2006). Para as análises utilizou-se os softwares Minitab v.16 (MINITAB, 2014) e Origin v.6.0 (ORIGIN LAB, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios e desvios padrão das medidas de temperatura e umidade relativa do ar dos sensores *Vaisala HMP45C* e *AM2302 – 1*.

Tabela 1 - Comparação das médias de temperatura e umidade relativa do ar entre os sensores *Vaisala HMP45C* e *AM2302 – 1*

Dia	Sensor	N	Ta (°C)		Ur (%)	
			Média	StDev	Média	StDev
13/08	<i>Vaisala HMP45C</i>	139	14,71 a	4,16	64,9 a	13,8
	<i>AM2302 – 1</i>	139	14,91 a	5,66	59,1 b	18,1
14/08	<i>Vaisala HMP45C</i>	144	16,62 a	5,03	55,1 a	19,7
	<i>AM2302 – 1</i>	144	17,11 a	6,83	50,1 a	23,8
15/08	<i>Vaisala HMP45C</i>	144	22,38 a	5,20	38,14 a	7,59
	<i>AM2302 – 1</i>	144	22,26 a	6,17	33,28 b	9,21
16/08	<i>Vaisala HMP45C</i>	78	22,36 a	3,23	41,90 a	4,00
	<i>AM2302 – 1</i>	78	22,07 a	4,49	37,91 b	5,84

Valores médios seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste t.
StDev: desvio padrão

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios e desvios padrão das medidas de temperatura e umidade relativa do ar dos sensores *Vaisala HMP45C* e *AM2302 – 2*.

Tabela 2 - Comparação das médias de temperatura e umidade relativa do ar entre os sensores *Vaisala HMP45C* e *AM2302 – 2*

Dia	Sensor	N	Ta (°C)		Ur (%)	
			Média	StDev	Média	StDev
13/08	<i>Vaisala HMP45C</i>	139	14,71 a	4,16	64,9 a	13,8
	<i>AM2302 – 2</i>	139	14,48 a	4,43	64,2 a	15,4
14/08	<i>Vaisala HMP45C</i>	144	16,62 a	5,03	55,1 a	19,7
	<i>AM2302 – 2</i>	144	16,24 a	5,38	54,7 a	21,4
15/08	<i>Vaisala HMP45C</i>	144	22,38 a	5,20	38,14 a	7,59
	<i>AM2302 – 2</i>	144	22,00 a	6,09	37,68 a	8,83
16/08	<i>Vaisala HMP45C</i>	78	22,36 a	3,23	41,90 a	4,00
	<i>AM2302 – 2</i>	78	22,35 a	5,14	41,78 a	6,31

Valores médios seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste t.
StDev: desvio padrão

Observa-se nas Figuras 5 e 6 os gráficos das variações de temperatura e umidade relativa do ar durante os dias 13, 14, 15 e 16/08/2016 entre os sensores *Vaisala HMP45C*, *AM2302 – 1* e *AM2302 – 2*.

Figura 2 - Medidas de temperatura do ar dos sensores *Vaisala HMP45C*, *AM2302 – 1* e *AM2302 – 2*

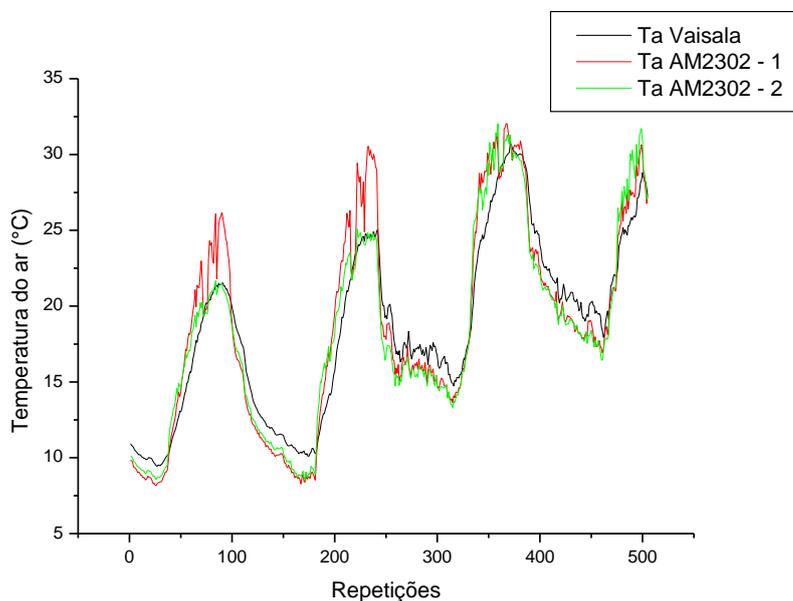
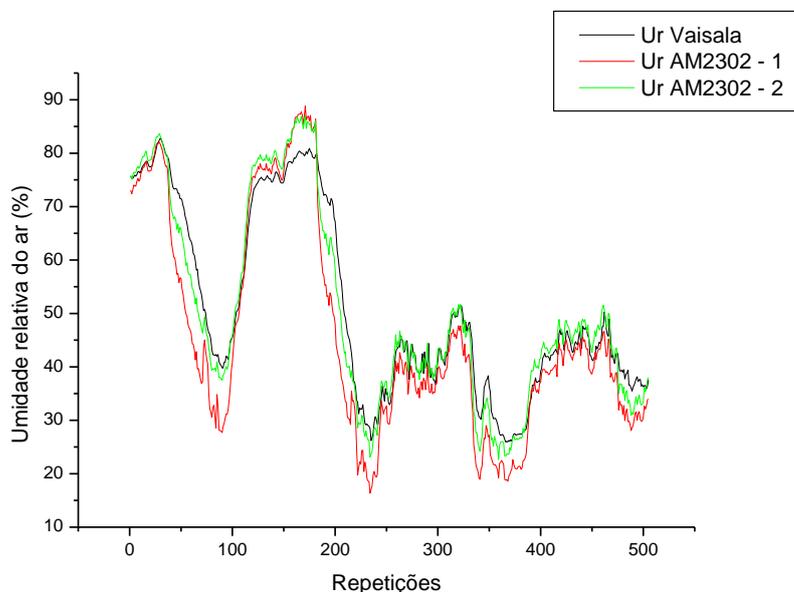


Figura 3 - Medidas de umidade relativa do ar dos sensores *Vaisala HMP45C*, *AM2302 – 1* e *AM2302 – 2*



Em comparação geral dos valores medidos entre o dia 13 e 16/08, para um total de 505 dados, os valores médios de temperatura do ar dos sensores *AM2302 – 1* e *AM2302 – 2* não diferiram significativamente em relação ao sensor *Vaisala HMP45C*. Para medidas de umidade relativa do ar houve diferença significativa para o sensor *AM2302 – 1*.

4 CONCLUSÕES

Conforme análise comparativa realizada entre o sensor digital *AM2302* e *Vaisala HMP45C* em ambiente externo, conclui-se que o sensor apresenta boa acurácia se comparado com um sensor comercial de temperatura e umidade relativa do ar. Um período maior de medição é sugerido a fim de obter uma melhor análise dos resultados, considerando ainda a inserção do sensor também em ambiente interno.

5 REFERÊNCIAS

ARDUINO. Introduction Arduino. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

ALI, A. S. et al. Open Source Building Science Sensors (OSBSS): A low-cost Arduino-based platform for long-term indoor environmental data collection. **Building And Environment**, Oxford, v. 100, p.114-126, maio 2016. Elsevier BV.



FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU

5ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu
24 a 27 de Outubro de 2016, Botucatu – São Paulo, Brasil



AOSONG. **AM2302 RH&T Digital Sensor.** Disponível em:
<<http://www.aosong.com/en/products/details.asp?id=117>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

AOSONG. **AM2302 Product Manual.** Disponível em:
<<http://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/AM2302.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

CAMPBELL SCIENTIFIC. **HMP45C-L Temperature and Relative Humidity Probe.** Disponível em:
<<https://www.campbellsci.com/hmp45c-l>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

FATEHNIA, M. et al. Automating double ring infiltrometer with an Arduino microcontroller. **Geoderma**, Amsterdam, v. 262, p.133-139, jan. 2016. Elsevier BV.

HARIKRISHNAN, R. An Integrated Xbee Arduino and Differential Evolution Approach for Localization in Wireless Sensor Networks. **Procedia Computer Science**, Amsterdam, v. 48, p.447-453, 2015. Elsevier BV.

KOENKA, I. J; SÁIZ, J; HAUSER, P. C. Instrumentino: An open-source modular Python framework for controlling Arduino based experimental instruments. **Computer Physics Communications**, Amsterdam, v. 185, n. 10, p.2724-2729, out. 2014. Elsevier BV.

MINITAB. Minitab statistical software. Disponível em: <<http://www.minitab.com>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

ORIGIN LAB. Origin. Disponível em: <<http://www.originlab.com/index.aspx?go=PRODUCTS/Origin>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

REGUERA, P. et al. A LOW-COST OPEN SOURCE HARDWARE IN CONTROL EDUCATION. CASE STUDY: ARDUINO-FEEDBACK MS-150. **Ifac-papersonline**, v. 48, n. 29, p.117-122, 2015. Elsevier BV.

SOLER-LLORENS, J.I. et al. Development and programming of Geophonino: A low cost Arduino-based seismic recorder for vertical geophones. **Computers & Geosciences**, Oxford, v. 94, p.1-10, set. 2016. Elsevier BV.

VIEIRA, S. **Análise de variância: Anova.** São Paulo: Atlas, 2006. 204 p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes, ao programa de Energia na Agricultura e ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas, FCA, UNESP, pela disponibilidade do local e dos equipamentos necessários para a realização deste trabalho.