



**XIENCAC**  
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

**VII ELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **AFERIÇÃO DE REGISTRADORES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA UTILIZANDO SOLUÇÕES SALINAS SATURADAS**

**Willi de Barros Gonçalves**

(1) Arquiteto, Mestre em Engenharia Mecânica, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Artes - Conservação Preventiva, Professor do Departamento de Artes Plásticas, willidebarros@ufmg.br  
Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Artes Plásticas, Laboratório de Ciência da Conservação, Escola de Belas Artes, Av. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte - MG, 30270-901,  
Tel.: (31) 3409-5386

### **1. INTRODUÇÃO**

O uso de registradores de temperatura e umidade relativa - *data loggers* - tem se popularizado nas pesquisas que demandam medições destas variáveis ambientais, devido ao custo deste tipo de equipamentos ter se tornado bastante acessível. Entretanto, é comum que os registradores sejam adquiridos sem um certificado de calibração, ou que sejam utilizados após o vencimento desse certificado, sem que sejam aferidos ou novamente calibrados.

Geralmente os registradores apresentam uma precisão maior para a medição de temperatura que para a medição de umidade relativa, sendo que ambas tendem a diminuir com o tempo de uso dos sensores, em função do aumento da incerteza, devido à degradação química dos sensores e envelhecimento dos circuitos eletrônicos. A popularização deste tipo de sensores, nem sempre utilizados com os devidos cuidados, torna desejável o desenvolvimento de métodos simplificados para aferição do seu funcionamento. SCHELLENBERG (2002) aponta as dificuldades para a calibração precisa de sensores de umidade, devido ao seu funcionamento não-linear.

Dentre esses métodos, destaca-se o uso de soluções salinas saturadas. SCHELLENBERG (2001) discute esse uso, indicando os obstáculos práticos para o estabelecimento de padrões de calibração industrializados.

A solução saturada de um determinado sal é capaz de manter uma condição de equilíbrio na umidade relativa no interior de um recipiente fechado. Ela se comporta como um material "tampão", equilibrando eventuais variações na umidade relativa, relacionadas a variações de temperatura.

SILVA et al (2007) utilizaram soluções salinas saturadas para calibrar sensores de umidade desenvolvidos pelos autores. Já WINK (1946) utilizou soluções saturadas para obtenção de curvas de equilíbrio de umidade de diversos materiais higroscópicos. LU e CHEN (2007) avaliaram a incerteza na medição de sensores de umidade calibrados com soluções salinas. CAROTENUTO e DELL'ISOLA (1996) verificaram experimentalmente a umidade de equilíbrio de onze diferentes soluções saturadas.

### **2. OBJETIVO**

Esta comunicação apresenta os resultados parciais da aferição de dois modelos diferentes de registrador, realizada como preparação para os procedimentos experimentais de campo da pesquisa de doutorado do autor, atualmente em curso.

O objetivo do trabalho foi a verificação do funcionamento dos registradores em relação à medição de umidade relativa, visando a escolha de sensores de referência para uma segunda etapa da aferição, na qual está sendo verificada também a medição de temperatura.

### 3. MÉTODO

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ciência da Conservação da Escola de Belas Artes da UFMG. Foram aferidos oito sensores da marca ONSET, modelo HOBO UI-003 e oito sensores da marca T&D, modelo RTR-53. Inicialmente, foram pesquisados valores indicados na bibliografia para curvas de equilíbrio de umidade de diversas soluções saturadas, visando possibilitar a aferição dos sensores em diferentes regiões da sua faixa de sensibilidade.

Para o procedimento de aferição foram utilizadas soluções saturadas de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgNO}_3$  e  $\text{MgCl}_2$ , adotando-se as curvas de umidade indicadas por OMEGA (2010).

Os sensores foram colocados no interior de um dessecador de vidro cuja tampa tem um sistema de vedação apropriado para fazer vácuo, se necessário, o que é garantido com a aplicação de vaselina pastosa entre a tampa e a sua base, de forma a vedar completamente a passagem do ar (Figura 1). O recipiente contendo a solução saturada foi colocado na base do dessecador, sendo separado dos sensores por uma placa de porcelana perfurada.



Figura1– Montagem experimental.

Após a vedação do recipiente, os sensores eram deixados em repouso por um período de 24h, após o que era feita a leitura dos dados.

### 4. RESULTADOS PARCIAIS

A Figura 2 apresenta um gráfico típico resultante do procedimento de aferição:

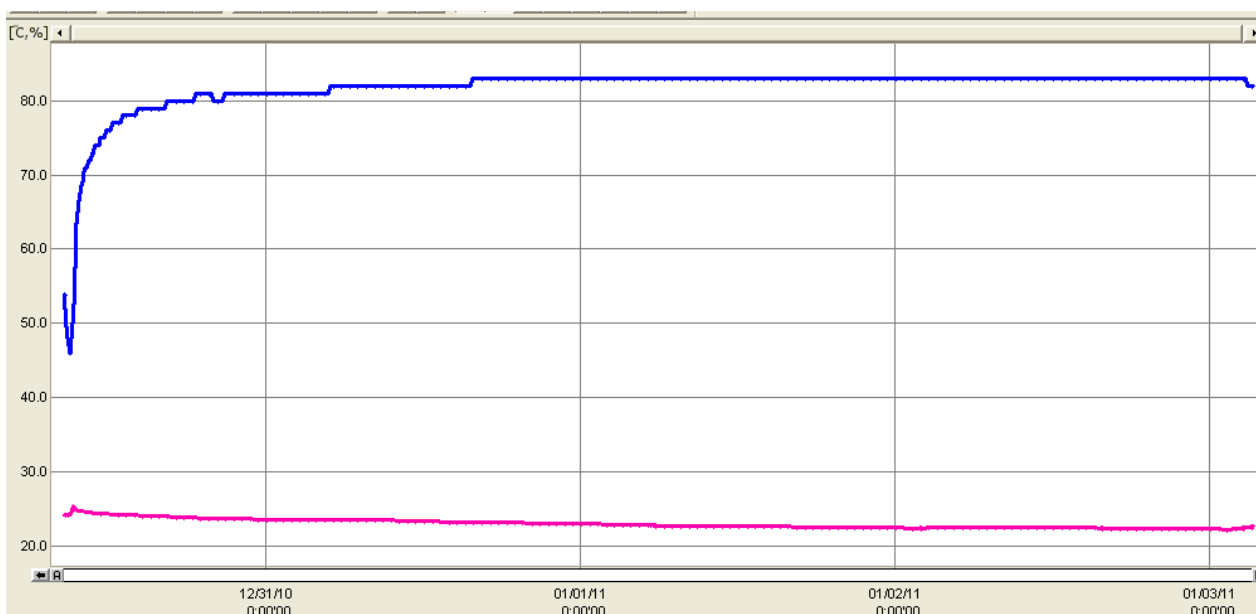


Figura2 – Gráfico de Temperatura/Umidade relativa x Tempo. Sensor T&D 1526, solução de  $\text{KCl}$

Após a aferição dos sensores com a solução salina de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verificou-se que a mesma não se mostrou adequada para o procedimento, em virtude da hidratação do sal em nível molecular (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.10H<sub>2</sub>O), optando-se por fazer a aferição na faixa de umidade relativa em torno de 80% com o sal KCl.

Com os resultados das aferições, foi possível montar a Tabela 1, a partir da qual foram escolhidos os sensores de referência para a segunda etapa do trabalho, indicados em amarelo na tabela. Após a estabilização do sensor, foi calculada a umidade relativa esperada a partir da temperatura constante medida nas condições de equilíbrio. Esta foi comparada com a umidade relativa constante medida, obtendo-se os desvios absolutos, para cada sensor e cada uma das três soluções salinas testadas. Foi então calculada a média aritmética dos módulos dos desvios absolutos para cada sensor. Foram considerados como sensores de referência os que apresentaram os menores desvios médios.

A segunda etapa do trabalho está sendo realizada no 5º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia, com a verificação do funcionamento dos sensores escolhidos com relação à medição de temperatura.

Tabela 1 – Resultados das aferições de umidade relativa e escolha dos sensores de referência para segunda etapa de aferição de temperatura

sal	KCl				Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>				MgCl <sub>2</sub>				média dos módulos dos desvios
	temp. medida (oC)	UR esperada (%)	UR medida (%)	desvio absoluto (%)	temp. medida (oC)	UR esperada (%)	UR medida (%)	desvio absoluto (%)	temp. medida (oC)	UR esperada (%)	UR medida (%)	desvio absoluto (%)	
hobo 7077	24,7	84,4	82,1	-2,3	23,7	53,3	55,8	2,5	24,2	32,8	35,0	2,2	2,3
hobo 7078	24,4	84,4	83,3	-1,1	23,9	53,2	56,2	3,0	23,8	32,9	36,6	3,7	2,6
hobo 7079	24,6	84,4	81,7	-2,7	23,6	53,3	56,0	2,7	24,3	32,8	34,0	1,2	2,2
hobo 7080	24,3	84,4	84,7	0,3	24,0	53,2	56,8	3,6	23,7	32,9	38,3	5,4	3,1
hobo 7081	24,5	84,4	84,2	-0,2	23,5	53,3	57,7	4,4	23,7	32,9	37,2	4,3	3,0
hobo 7082	24,5	84,4	81,7	-2,7	23,9	53,2	54,2	1,0	23,8	32,9	36,2	3,3	2,3
<b>hobo 7083</b>	<b>24,2</b>	<b>84,5</b>	<b>83,3</b>	<b>-1,2</b>	<b>23,7</b>	<b>53,3</b>	<b>55,2</b>	<b>1,9</b>	<b>24,2</b>	<b>32,8</b>	<b>34,6</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>
hobo 7084	24,2	84,5	83,3	-1,2	23,7	53,3	56,0	2,7	23,6	32,9	37,2	4,3	2,7
<b>t&amp;d 1526</b>	<b>22,5</b>	<b>84,7</b>	<b>83,0</b>	<b>-1,7</b>	<b>23,6</b>	<b>53,3</b>	<b>53,0</b>	<b>-0,3</b>	<b>23,8</b>	<b>32,8</b>	<b>33,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>
t&d 1527	22,2	84,8	82,0	-2,8	23,5	53,3	51,0	-2,3	23,5	32,9	33,0	0,1	1,8
t&d 1528	22,3	84,8	82,0	-2,8	23,3	53,4	53,0	-0,4	23,6	32,9	33,0	0,1	1,1
t&d 1530	22,3	84,8	85,0	0,2	23,6	53,3	54,0	0,7	23,6	32,9	35,0	2,1	1,0
t&d 1531	22,2	84,8	84,0	-0,8	23,6	53,3	54,0	0,7	23,6	32,9	35,0	2,1	1,2
t&d 1532	22,3	84,8	83,0	-1,8	23,5	53,3	54,0	0,7	23,6	32,9	34,0	1,1	1,2
<b>t&amp;d 1533</b>	<b>22,3</b>	<b>84,8</b>	<b>84,0</b>	<b>-0,8</b>	<b>23,7</b>	<b>53,3</b>	<b>53,0</b>	<b>-0,3</b>	<b>23,6</b>	<b>32,9</b>	<b>34,0</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>
t&d 1535	22,3	84,8	83,0	-1,8	23,6	53,3	53,0	-0,3	23,7	32,9	33,0	0,1	0,8
												média	1,1

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAROTENUTO, A. e DELL'ISOLA, M. An Experimental Verification of Saturated Salt Solution-Based Humidity Fixed Points. **International Journal of Thermophysics**. Vol. 17. No. 6, 1996.
- LU, T. e CHEN, C. Uncertainty evaluation of humidity sensors calibrated by saturated salt solutions. **Measurement**, Volume 40, Issue 6, July 2007, Pages 591-599.
- SCHELEMERG, R. How Hard Could That Be? Practical Humidity Calibration Experiences. **Cal Lab**, Jan-Feb-Mar, 2001, p. 40-42.
- SCHELEMERG, R. The Trouble With Humidity: The Hidden Challenge of RH Calibration **Cal Lab**, Oct-Nov-Dec, 2002, p. 40-42
- SILVA et al. Sistema automatizado para aquisição de dados de umidade relativa do ar. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.630-638, set./dez.2007
- WINK, W. Determining Moisture Equilibrium Curves of Hygroscopic Materials. **Industrial Engineering Chemistry Anal. Ed.**, 1946, 18 (4), pp 251-252

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece à FAPEMIG pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto.