

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE BAIXO CUSTO PARA AQUISIÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS DE UMIDADE E TEMPERATURA DO AR, EM AMBIENTES DE DESENVOLVIMENTO ANIMAL E VEGETAL¹

Késia Oliveira da SILVA², Sérgio Oliveira MORAES³

RESUMO

Dada a importância do ambiente bioclimático na produção animal e vegetal e portanto um controle ambiental adequado, o trabalho propõe como objetivo a construção de um sistema de aquisição automatizada de dados de temperatura e umidade relativa, utilizando um microcontrolador de dimensões reduzidas e baixo custo. É apresentada a montagem eletrônica, a etapa de calibração e programa referentes ao monitoramento térmico e de umidade. Os resultados preliminares permitem concluir que o sistema apresenta ótima aplicabilidade prática.

PALAVRAS-CHAVE: temperatura, umidade relativa, aquisição de dados

INTRODUÇÃO

O ambiente bioclimático influencia diretamente na produção animal e vegetal, e para se obter um desenvolvimento máximo do potencial genético, há necessidade de um controle ambiental.

Dentre os componentes do ambiente, o ar atmosférico é um dos principais a serem citados, sendo a temperatura e a umidade relativa as suas principais propriedades psicrométricas (Nääs, 1998). Estas medidas são de grande importância em áreas como agricultura e engenharia e os fabricantes de instrumentos têm se preocupado com esse desenvolvimento e já existe uma grande variedade de equipamentos comerciais com essa finalidade. A automatização na obtenção dos dados tem gerado avanços enormes pois permite o acesso a medidas em tempo real e portanto a tomada rápida de decisões.

Nos últimos anos tem surgido no mercado dispositivos que permitem a construção de sistemas de aquisição de dados, que atuam diferentemente dos “data loggers” pois ao utilizarem um microcomputador como suporte, diminuem o custo do “hardware” e permitem a análise de dados em programas de planilhas ou gráficos de maior intimidade com o usuário. A consequência é a diminuição de custos para aquisição automática de dados.(Dally et al., 1993).

¹ Trabalho desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas - ESALQ/USP como parte do programa de Mestrado em Agrometeorologia do primeiro autor.

² Eng.Agrícola, Aluna de Pós-Graduação em Agrometeorologia, Departamento de Ciências Exatas, Av. Pádua Dias n.11, cx: 09, CEP: 13.418-900, Piracicaba-SP, e-mail: kosilva@carpa.ciagri.usp.br, Bolsista CNPq.

³ Prof. Dr. Departamento de Ciências Exatas – ESALQ/USP, e-mail: somoraes@carpa.ciagri.usp.br.

Tendo em vista a importância destes fatores, o trabalho apresenta como objetivo a construção de um sistema de aquisição de dados utilizando um microcontrolador de dimensões reduzidas e baixo custo, facilmente programável pela porta paralela de um microcomputador, utilizando uma linguagem de programação PBASIC, que é muito próxima ao BASIC tradicional. O dispositivo contém funções especiais tais como: comunicação serial, conversão analógico/digital (malha RC) conversão digital/analógica (PWM), geração de som, medição de largura de pulso, e pode ser utilizado para resolver uma vasta gama de problemas de controle, sem a necessidade de usar circuitos específicos e complexos. Possui 16 pinos de I/Os programáveis tanto para saída como para entrada suportando correntes de até 20mA (Bernardes, 1997). O sistema utilizará termistores, como sensor de temperatura e capacitores como sensor de umidade relativa do ar (DeFelice, 1998).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Física do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ – USP, Piracicaba SP, e compreendeu as etapas de montagem do sistema e sua calibração.

Na montagem do sistema utilizou-se o BASIC STAMPII (BSII, PARALLAX Inc. (R)) como microcontrolador para aquisição dos dados de temperatura e umidade relativa do ar , o custo atual de um kit na Parallax seria de US\$ 149,00 (no Brasil é comercializado por exemplo pela Anacom, www.anacom.com.br). O sensor de temperatura (termistor), utilizado foi fornecido pela Philips componentes (código 2322 633 22222) é composto por duas resistências (CuNiFe) encapsuladas em um tubo de vidro. O sensor de umidade relativa da mesma procedência (código 2322 691 90001) é formado por uma folha de material não condutivo coberta nas duas faces por uma finíssima camada de ouro (condutor), numa estrutura que corresponde justamente a um capacitor plano. O conjunto é montado num invólucro dotado de pequenos orifícios, para dar acesso à umidade ao dielétrico (Braga,1996). O sistema é alimentado por uma bateria de 9V e conectado na porta paralela do microcomputador (Bernades, 1996). Os diagramas esquemáticos dos sensores de umidade e temperatura juntamente com as respectivas dimensões podem ser observados, respectivamente na Figura 1A e 1B.

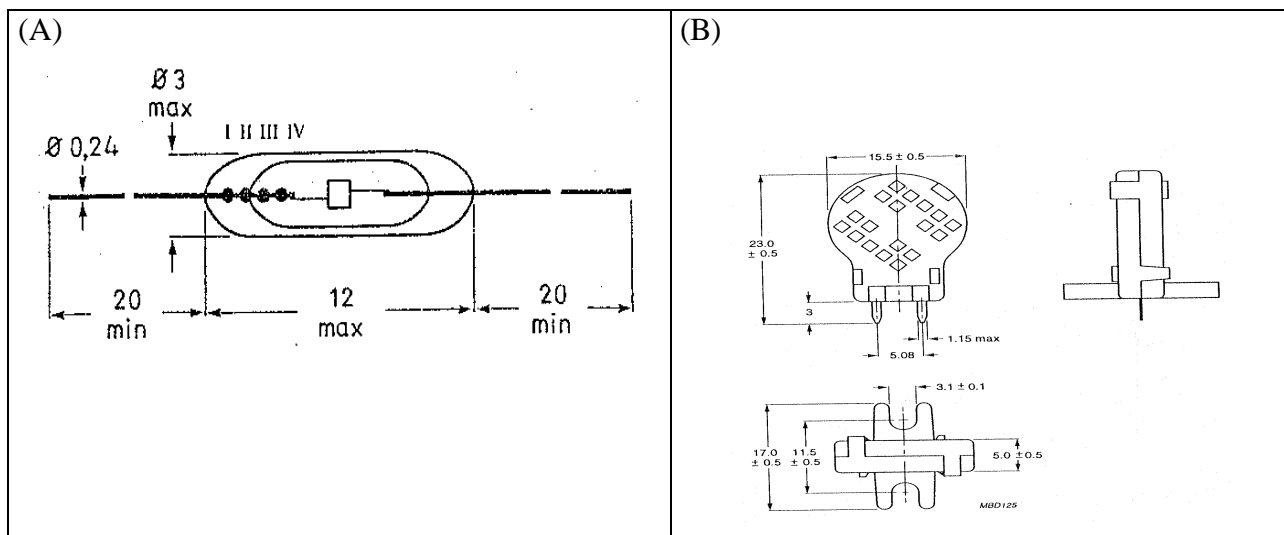


Figura 1 - Sensores de temperatura (A) e umidade relativa (B), dimensões em mm .

Para a calibração do sensor de temperatura foi confeccionado um “banho maria” desenvolvido no laboratório, usando uma pequena caixa de isopor cuja tampa serviu de suporte para o resistor de aquecimento do banho, termômetro padrão, sensor de temperatura a ser calibrado, e misturador.

O termômetro padrão (Certificado de calibração fornecido pela CALIBRATEC, 1996), possui escala interna de vidro opalino, capilar, refletor prata de mercúrio, faixa nominal de $-10,7^{\circ}\text{C}$ a $50,7^{\circ}\text{C}$, leitura $0,1^{\circ}\text{C}$, comprimento 470mm, $\varnothing 8,5\text{mm}$, marca Incoterm., foi fixado com uma fita plástica ao sensor de temperatura. Para imersão em água necessitou-se de isolamento da fiação do sensor, o que foi feito inicialmente por cola de silicone e depois envolvido por um pequeno saco plástico e na segunda calibração por uma bexiga. O termômetro padrão e o sensor foram fixados na tampa da caixa com cola de silicone. Para homogeneização da temperatura foi desenvolvido um misturador constituído por haste metálica, aletas e o movimento rotativo foi obtido fixando-se a haste a uma furadeira de velocidade controlada.

Iniciou-se a calibração a temperatura de 0°C colocando-se água e gelo picado no interior da caixa e homogeneizando-se a mistura. A partir dessa temperatura forneceu-se ao resistor uma potência constante de 74.25W provocando uma elevação da temperatura que permitiu a coleta de pares de dados do sensor e do termômetro padrão até à temperatura de 50°C . A equação de calibração foi determinada por meio de regressões entre o sinal gerado pelo sensor de temperatura e a leitura do termômetro de mercúrio.

Foram realizados dois ensaios de calibração e duas regressões para cada calibração. Uma regressão foi obtida utilizando-se os recursos da planilha eletrônica “EXCEL 7.0”, e a outra utilizando o “software” Table Curve 2D. Resultaram duas equações, e a que apresentou melhor

coeficiente de correlação foi incluída no programa de aquisição de dados, calibrando assim o sensor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O esquema eletrônico do sistema de aquisição de dados “BASIC STAMP II” e a disposição dos respectivos sensores de temperatura (NTC) e umidade relativa do ar estão representados na Figura 2, que mostra também os demais componentes eletrônicos (e seus valores) utilizados na confecção do sistema.

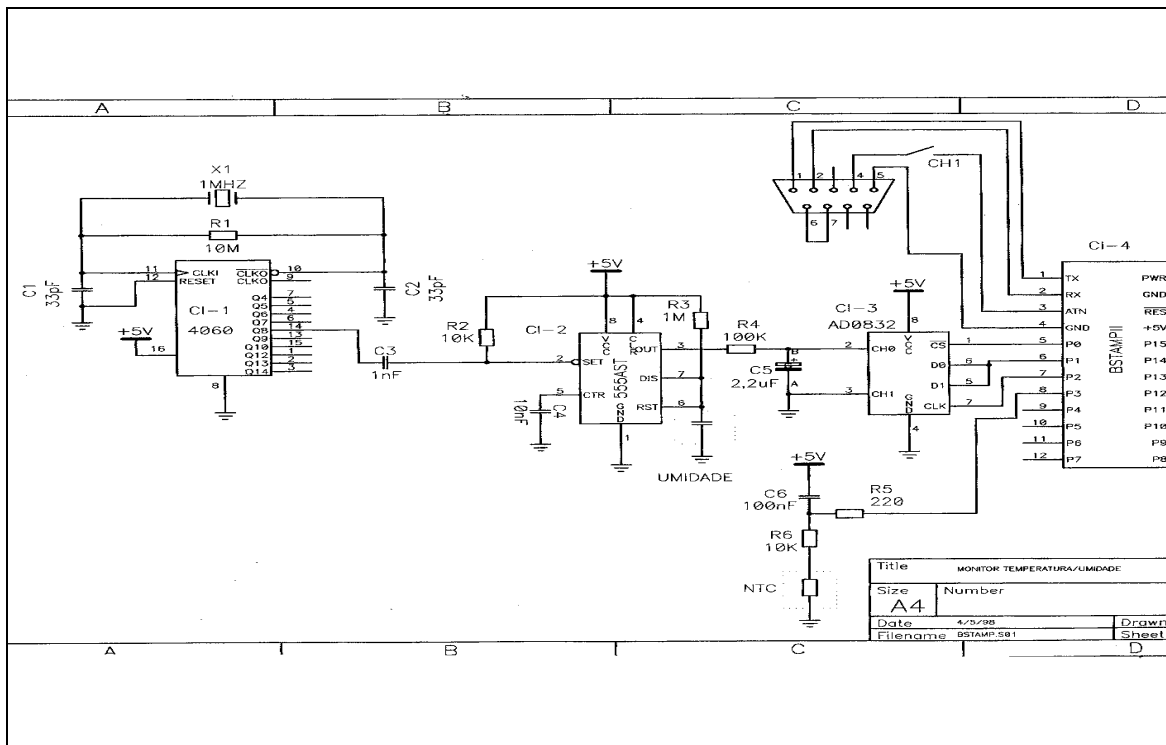
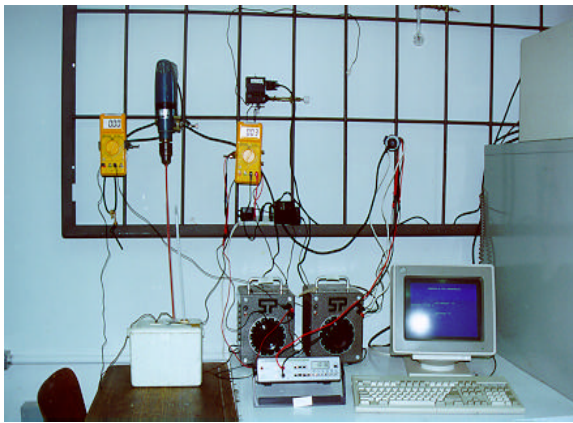
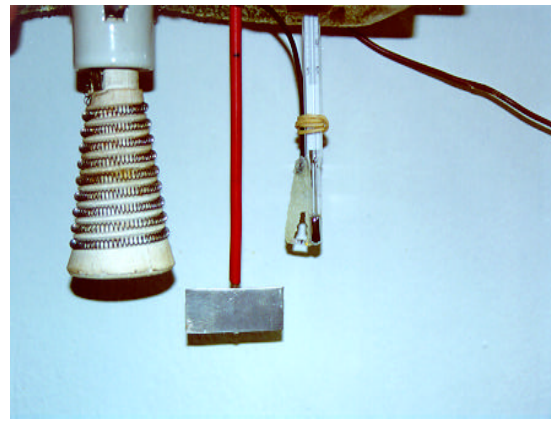


Figura 2 - Esquema eletrônico do sistema de aquisição de dados de temperatura e umidade relativa do ar.

A Figura 3 apresenta a montagem do sistema utilizado na calibração. Assim, a Figura 3(A) mostra a caixa de isopor utilizada no “banho maria”, o microcomputador de apoio, variadores de voltagem para ajustes do resistor de aquecimento e variação da rotação do misturador, através da furadeira elétrica. Mostra ainda três multímetros digitais utilizados no monitoramento da intensidade da corrente, tensão do resistor e da tensão na furadeira. A Figura 3(B) apresenta em detalhe a disposição do resistor, aleta do agitador, termômetro padrão e termistor, na parte inferior da caixa de isopor. A Figura 3(C) mostra o resultado da montagem e acondicionamento do BSII numa caixa de baquelite preta e os sensores conectados via cabo coaxial.



(A)



(B)



(C)

Figura 3 - Visão geral do sistema (A), disposição dos instrumentos utilizados na calibração (B) e sensor de temperatura e umidade relativa conectados ao BSII embutido na caixa de baquelite preta (C).

A confecção do “banho maria”, ao invés da utilização de um banho termostaticado a óleo, conforme Gruber (1992), deveu-se ao objetivo de que a aquisição de dados se desse a um custo razoável, bem como os processos dela decorrentes como por exemplo a própria calibração. As dificuldades encontradas deveram-se à utilização de um resistor de aquecimento não blindado e isolamento da fiação do termistor. A ocorrência de correntes de fuga que desestabilizavam as leituras pode ser solucionada com o envolvimento do sensor e fiação com uma bexiga, mas projetos futuros deverão ser realizados com resistor blindado (do tipo utilizado em aquários ornamentais). Após isolamento, a estabilidade eletrônica do sistema foi restituída e pode-se passar à etapa de calibração.

Foram obtidas duas equações de regressão para cada um dos dois ensaios de calibração e a equação que apresentou melhor coeficiente de correlação, foi incluída no programa de aquisição de dados (Figura 4). O coeficiente de correlação correspondente foi de 0,9999, e a equação já incluída no programa para a obtenção da temperatura em °C é apresentada em destaque na Figura 5 a qual mostra também a simplicidade da etapa de programação.

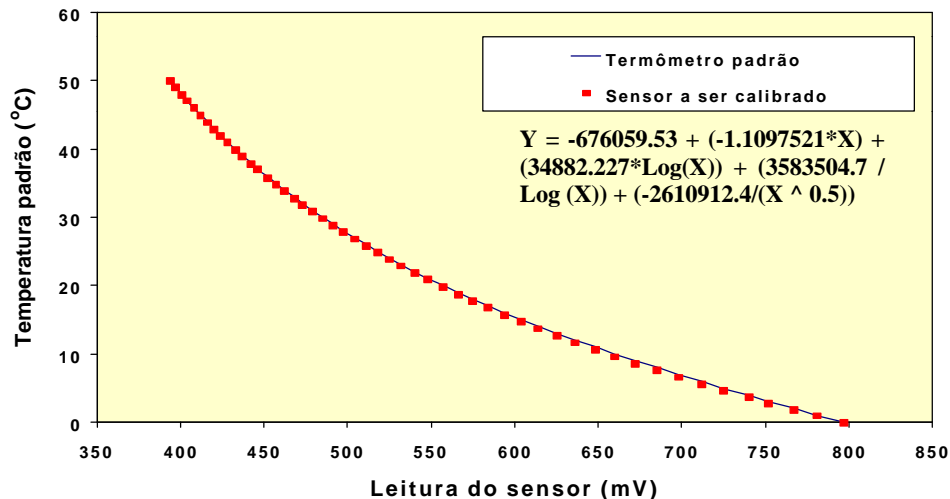


Figura 4 - Curva de regressão relacionando os dados de temperatura em °C do termômetro padrão e respectivas leituras do BSII (mV).

```

Open "COM1:9600,N,8,1,CD0,CS0,DS0,OP0,RS" For Input As #1
COLOR 7, 1
Cls
Print
COLOR 14, 1
LOCATE 3, 20
Print " LABORATORIO DE FÍSICA E AGROMETEOROLOGIA "
AGAIN:
  LOCATE 10, 29
  letras$ = Input$(3, #1)
  Print "VALOR TEMPERATURA = "; Val(letras$)
  Rem Equação estimada na regressão
  T = -676059.53 + (-1.1097521 * (Val(Letra$)) + (34882.227 * Log(Val(letras$))) +
  (3583504.7 / (Log(Val(letras$)))) + (-2610912.4 / (Val(letras$) ^ 0.5)))
  Print "TEMPERATURA = "; T; " oC"
  LOCATE 15, 29
  letras$ = Input$(3, #1)
  Print "VALOR UMIDADE ="; Val(letras$)
  U = 1149.2 * Log(Val(letras$)) - 5967.2
  Print "UMIDADE = "; U; " %"
GoTo AGAIN
  
```

Figura 5 - Programa de temperatura e umidade relativa onde a equação referente à temperatura já é resultante da calibração.

Após a calibração, o sistema de aquisição de dados entrou em operação normal para o monitoramento da temperatura ambiente e o encontra-se em fase de calibração o sensor de umidade relativa. O tempo ajustado para amostragem e armazenamento de dados foi de 60 segundos. Os valores de tempo e temperatura, a cada 60 segundos são descarregados em uma planilha eletrônica

do programa “Excel 7.0”, que permite a manipulação dos dados segundo as necessidades do operador. Há que se destacar ainda que durante a execução deste projeto foi disponibilizada uma página na INTERNET referente à utilização do “BASIC STAMP”, em estações meteorológicas (www.oeonline.com/~tparnell/index.html, Novembro de 1998).

CONCLUSÃO

A utilização do “BASIC STAMP (R)” na confecção de um sistema de aquisição de dados de temperatura e umidade relativa mostrou-se totalmente viável, tanto pela facilidade de operação quanto pelo custo do sistema.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND REFRIGERATION AND AIR CONDITIONED ENGINEERS. **Handbook of fundamentals**. New york, 1985. P.139-198:Environment.

BERNADES, L.H.C.; Automação na avicultura. **Saber Eletrônica**, v.33, n. 291, p.26-29, abr., 1997.

BERNADES, L.H.C.; Basic stamp. **Saber Eletrônica**, v.32, n. 279, p.16-24, abr., 1996.

BRAGA, N.C.; Medidor de umidade relativa. **Saber Eletrônica**, v.32, n. 287, p.41-44, dez., 1996.

CALIBRATEC, **Comércio e Assistência Técnica de Instrumento de Medição Ltda**. Rua Djalma Dutra, 256 – Luz – CEP. 01103-010 –SP/SP.

DALLY, J.W.; WILLIAM, F.R.; McCONNELL, K.G.; **Instrumentation for engineering measurements**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1993. 584p.

DeFELICE, T.P. **An introduction to meteorological instrumentation and measurement**. Prentice Hall, Inc. New Jersey, 1998, 229p.

GRUBER, J.; PARDINI,V.L.; VIERTLER, H.; Termômetro digital IV multicanal empregando LM35 como sensor de temperatura. **Saber Eletrônica**, v32, n.312, p.8-11, 1999.

NÄÄS, I. A. Zootecnia de precisão: Aplicação na produção de Leite. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO NA PRODUÇÃO DE LEITE. **Anais...**Piracicaba 1998, p.1-9.