

## DESENVOLVIMENTO DE SENSOR ANALÓGICO-DIGITAL PARA AQUISIÇÃO DE DADOS AUTOMÁTICOS DE VELOCIDADE DO AR

Gabriela de Camargo <sup>1</sup>; Patrícia Sardinha Dias <sup>2</sup>; Lídia Alla Silva; Jhessica Spencer Luz Santana <sup>2</sup>; Pollyana Kellen Costa Gomes <sup>2</sup>; Raphaela Christina Costa Gomes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente do curso de Engenharia Agrícola da UEG – Câmpus Santa Helena de Goiás, email: gabrieladecamargo\_@outlook.com

<sup>2</sup>Discente do curso de Engenharia Civil da UEG – Câmpus Henrique Santillo, Anápolis-GO, email: patricia.sdias3@gmail.com

<sup>3</sup>Docente do curso de Engenharia Civil da UEG – Câmpus Henrique Santillo, Anápolis-GO, email: raphachris@gmail.com

**RESUMO:** O conhecimento dos parâmetros ambientais (temperatura, umidade relativa e velocidade do ar), seja para a produção vegetal ou animal, é determinante para se atingir bons índices produtivos e/ou servirem como parâmetros para tomadas de decisões, melhorando o desempenho dos sistemas observados. Esses parâmetros podem ser obtidos por meio de sensores que registram e armazenam os valores em um banco de dados ou são utilizados como atuadores. A instrumentação adequada pode trazer melhorias aos sistemas, porém dependem de estudos detalhados do seu comportamento através da aquisição de dados do equipamento e do ambiente onde ele está inserido. Dessa forma, por meio deste projeto, foi desenvolvido um anemômetro através de uma plataforma física de computação (Arduíno - código aberto), baseado em uma placa microcontroladora. Os resultados observados indicaram que além de ser de baixo custo se mostrou bastante eficaz na operação do anemômetro, no entanto faz-se necessário alguns ajustes quanto a dimensão do protótipo para refinar a leitura de velocidades do vento mais baixas.

**Palavras-chave:** Anemômetro; Software livre; Microcontrolador.

## DEVELOPMENT OF ANALOG-DIGITAL SENSOR TO ACQUIRE AUTOMATIC AIR SPEED DATA

**ABSTRACT:** The knowledge of the environmental parameters (temperature, relative humidity and air velocity), whether for vegetable or animal production, are determinant to reach good productive indexes and / or to serve as parameters for decision making, improving the performance of the observed systems. These parameters can be obtained by means of sensors that register and store the values in a database or are used as actuators. Proper instrumentation can bring improvements to systems, but rely on detailed studies of their behavior through the acquisition of data from the equipment and the environment where it is inserted. Thus, through this project, an anemometer was developed through a physical computing platform (Arduino - open source), based on a microcontroller board. The observed results indicated that in addition to being low cost it proved to be quite effective in the operation of the anemometer, however some adjustments are necessary as to the size of the prototype to refine the reading of lower wind speeds.

**Key-words:** Anemometer; Free software; Microcontroller.

## INTRODUÇÃO

A automatização na coleta de dados é uma tecnologia muito recente no país e por isso vem gerando discussões sobre a sua confiabilidade, custo e dificuldades de manutenção (PEREIRA et al., 2008).

Na agricultura, o monitoramento automático dos elementos meteorológicos tem contribuído não somente para o aumento da produtividade como, também, para a melhoria da qualidade dos produtos e para a preservação dos recursos naturais (SENTELHAS et al., 1997; TORRE NETO, 1995). A aquisição e medição dos dados, passou de um processo manual rudimentar, com amostragens discretas e susceptíveis a diversos tipos de falhas, para um sistema de medida totalmente automatizado, que oferece o registro contínuo de dados com extrema confiabilidade (TURCO; BARBOSA, 2008).

Os anemômetros são instrumentos usados para medidas de velocidade de ar e de outros fluidos; existem vários com características de construção e operação diferentes. Alguns anemômetros que utilizam o princípio de quantidade de movimento são os anemômetros de copos, de deflexão e o anemômetro de pás rotatórias de tamanho reduzido (PEARCY et al., 1989). Outros utilizam o princípio físico da termoeletricidade, como os anemômetros de fio quente, filme quente, termistor aquecido e de termopilhas (OWER; ANKHURST, 1977; LOMAS, 1986).

O uso de sensores torna-se um elemento importante nas malhas de controle, visto que fornecem os dados que serão usados para definir a atuação no processo, tanto a seleção como as técnicas de medição devem ser tratadas com cuidado, evitando-se a ocorrência de erros que afetam sensivelmente a precisão e efetividade das estratégias de controle (TERUEL, 2010).

O desenvolvimento de sensores para determinação e armazenamento de dados de velocidade do ar torna-se fundamental pela escassez e onerosidade dos mesmos. Por ser um parâmetro importantíssimo no processo de transferência de calor, o monitoramento de seu comportamento em ambientes de produção viabiliza a atuação de outros mecanismos de ajustes ambientais.

Dessa forma, com este projeto, pretendeu-se desenvolver um sensor de velocidade do ar que acoplado a um microcontrolador Arduino.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo, localizado no Município de Anápolis - GO. Inicialmente foi construído o anemômetro utilizando o sistema de canecas para a aquisição dos dados de velocidade do ar. Posteriormente foi implementado e programado a aquisição dos dados utilizando o microcontrolador arduino e todo o sistema que o compõe.

### **Materiais**

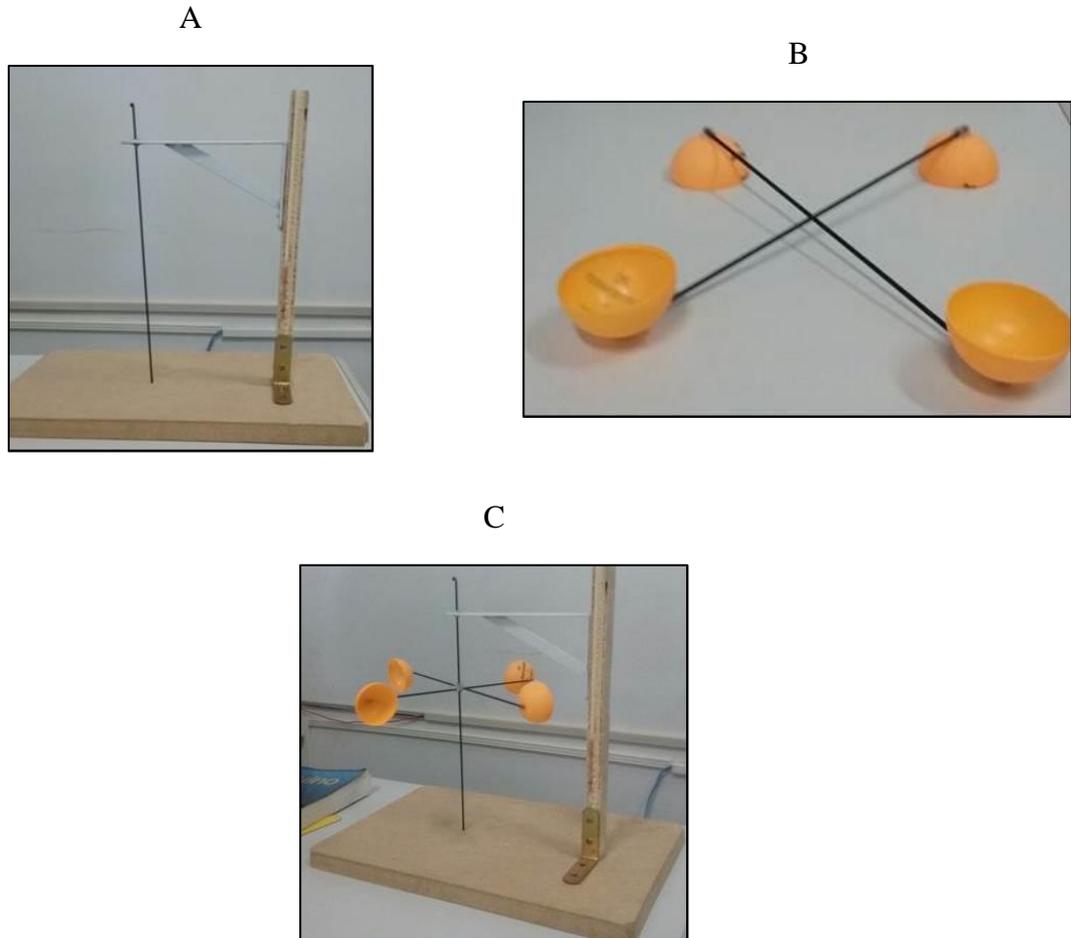
Para a confecção do anemômetro foram utilizados os seguintes materiais:

- Disco encoder 20 dentes;
- Sensor velocidade módulo encoder acoplador óptico Arduíno Pi;
- Cabo para sensor de velocidade;
- Placa Arduíno Uno;
- Cabo USB;
- Notebook;
- 3 hastes metálicas (raios de roda de bicicleta);
- Lamina de corte;
- 2 bolas de tênis de mesa;
- Pistola de cola quente;
- Placa de madeira;
- Suporte de madeira;
- 2 cantoneiras (5 cm x 5 cm);
- Pregos;
- Parafusos.

### **Montagem física (hardware)**

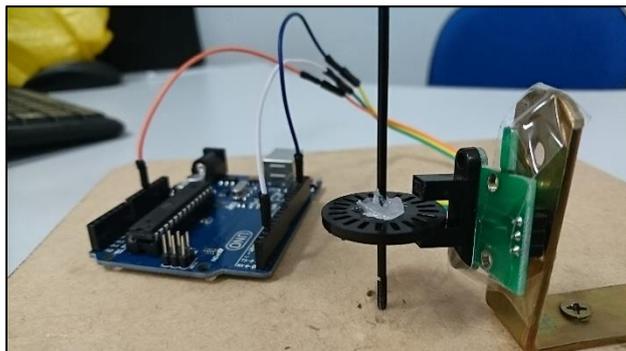
Inicialmente, montou-se o sistema com o auxílio de pregos, anexou-se ao suporte de madeira. Em seguida, parafusou-se as cantoneiras nas duas extremidades do suporte de madeira e encaixou-as a haste metálica usado como eixo das canecas (Figura 1A). Para a confecção das canecas do anemômetro foram utilizadas hastes metálicas e bolas de tênis de mesa. As hastes foram coladas uma na outra com cola quente no ponto central (Figura 1B). Para o eixo de rotação das canecas foram usados com a terceira haste metálica, unidas às demais com cola quente. As bolas de tênis, por sua vez, foram divididas ao meio. As quatro metades

de esfera foram coladas nas extremidades das hastes (Figura 1B) e o conjunto das canecas foram devidamente encaixados no restante do aparelho (Figura 1C).



**Figura 1-** Montagem do anemômetro e sua estrutura física (A), estrutura das canecas de rotação (B) e estrutura final com base de rotação (C).

Utilizando o hardware já montado, o disco encoder juntamente com o sensor fotoelétrico são instalados e posicionados próximos ao eixo de rotação (Figura 2). O encoder é formado pelo conjunto do disco perfurado e um sensor fotoelétrico. Os pulsos elétricos são enviados pelo sensor fotoelétrico para um circuito de controle assim que o disco começa a girar. O circuito de controle recebe os pulsos elétricos e transforma a variação de sua frequência numa variação de tensão. Após a montagem do circuito, os componentes são conectados. Após todos os componentes serem conectados corretamente, o Arduino é ligado e conectado utilizando o cabo USB.



**Figura 2-** Sensor de velocidade fotoelétrico, disco encoder e fios jumper.

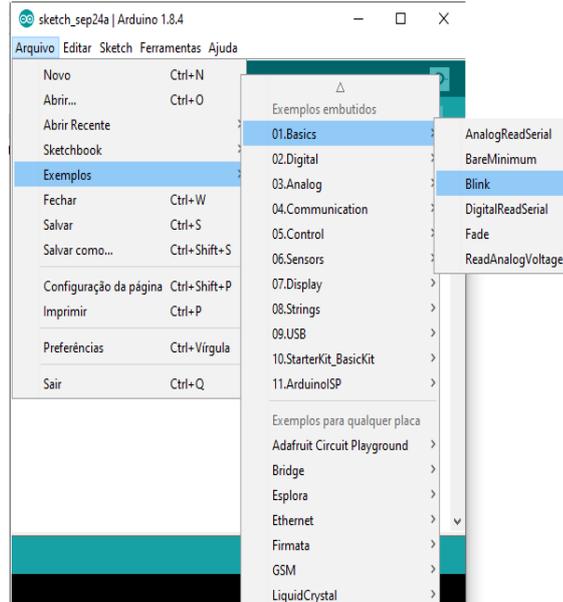
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Funcionamento do programa (Software)

Para programar o Arduino, utilizou-se um software livre no qual se escreve o código na linguagem computacional (baseada na linguagem C), o IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado). Este, permite que o usuário escreva um programa de computador, que é um conjunto de instruções das quais se faz o upload para o Arduino. Após o upload, o Arduino executará essas instruções, interagindo com o que estiver conectado a ele (MCROBERTS, 2011).

Para instalar o IDE no computador, primeiramente faz-se o download da versão mais recente, no site Arduino (<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>).

Após a conclusão do download, descompacta-se a pasta no diretório C:/. A seguir, conecta-se o Arduino ao computador utilizando o cabo USB, então observa-se se o LED verde de energia (PWR) acenderá. Isso significa que o Arduino está ligado a uma fonte de energia. Assim, abra o IDE. Para testar se tudo está funcionando corretamente, faz-se o upload de um *sketch* de exemplo do Arduino. Primeiramente, clica-se em ‘Arquivo’ e depois em ‘Exemplos’, após concluída essa ação, o IDE apresentará uma lista de exemplos. Iniciou-se com um exemplo simples, o ‘Basics’, e dentro desse o ‘Blink’.



**Figura 3-** Inserção do exemplo no IDE (*Integrated Development Environment*).

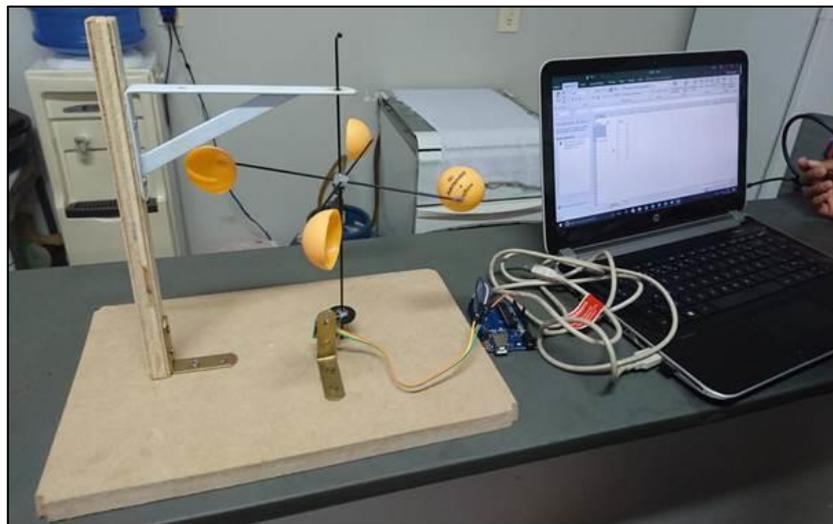
Após compilar o programa, verificou-se que o LED do pino 13 (ele se localiza ao lado dos LEDs RX e TX) começa a piscar. Se este fato acontecer significa que o Arduino está conectado, os drivers e softwares instalados com êxito e o upload do *sketch* do exemplo, executado corretamente.

Para inserção do código do anemômetro, foi inserido na plataforma IDE o código abaixo.

```
//Programa: Sensor de velocidade Arduino
//Pino ligado ao pino D0 do sensor
int pino_D0 = 2;
int rpm;
volatile byte pulsos;
unsigned long timeold;
//Altere o numero abaixo de acordo com o seu disco encoder
unsigned int pulsos_por_volta = 20;
void contador()
{
  //Incrementa contador
  pulsos++;
}
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  //Pino do sensor como entrada
  pinMode(pino_D0, INPUT);
  //Interrupcao 0 - pino digital 2
  //Aciona o contador a cada pulso
  attachInterrupt(0, contador, FALLING);
```

```
pulsos = 0;
rpm = 0;
timeold = 0;
}
void loop()
{
  //Atualiza contador a cada segundo
  if (millis() - timeold >= 1000)
  {
    //Desabilita interrupcao durante o calculo
    detachInterrupt(0);
    rpm = (60 * 1000 / pulsos_por_volta) / (millis() - timeold) * pulsos;
    timeold = millis();
    pulsos = 0;
  }
  //Mostra o valor de RPM no serial monitor
  Serial.print("RPM = ");
  Serial.println(rpm, DEC);
  //Habilita interrupcao
  attachInterrupt(0, contador, FALLING);
}
}
```

Após inserido o código, o disco encoder gira e este conectado as conchas que giram de acordo com a velocidade do ar, assim o foto sensor fornece a velocidade em rpm no monitor serial (Figura 4).



**Figura 4-** Protótipo do anemômetro em funcionamento.

Foram realizadas leituras de velocidade do ar e os resultados variaram entre 0 a 186 rpm durante 3 horas de coleta de dados. O sensor foi disposto a uma altura de 1 metro e livre de obstáculos ao vento.

De acordo com PREDOLIN (2017) neste tipo de anemômetro de canecas, é necessário calibração dos dados e são razoavelmente sensíveis em baixas velocidades de vento. Sugerindo, este mesmo autor, alterar a dimensão do anemômetro de forma a obter uma relação do diâmetro da caneca com o raio do centro de giro da caneca mais adequada. Este procedimento permitiria respostas mais rápidas na aceleração e desaceleração do equipamento, sem sacrificar a leitura em baixas velocidades do vento.

## CONCLUSÕES

A placa Arduino, além de ser de baixo custo se mostrou bastante eficaz na operação do anemômetro, no entanto faz-se necessário alguns ajustes quanto a dimensão do protótipo para refinar a leitura de velocidades do vento mais baixas.

## REFERÊNCIAS

OWER, E.; PANKHURST, R.C. **The measurement of air flow**. 5.ed. New York: Pergamon Press, 1977. 374p

PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.A.; RUNDEL, P.W. **Plant physiological ecology; field methods and instrumentation**. New York: Chapman and Hall, 1989. 442p.

PEREIRA, L.M.P.; CARAMORI, P.H.; RICCE, W.S.; CAVIGLIONE, J.H. Análise comparativa de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática em Londrina-PR. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 299-306, abr./jun. 2008.

PREDOLIN, R.E. **Desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados usando plataforma aberta**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). USP, Bauru – SP, 2017.

SENTELHAS, P. C.; MORAIS, S. O.; PIEDADE, S. M. S.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; MARIN, F. R. Análise comparativa de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 215-221, 1997.

TERUEL, B.J. Controle automatizado de casas de vegetação: Variáveis climáticas e fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.237–245, 2010.

TORRE NETO, A. **Estudo e implementação de um sistema de monitoramento remoto de variáveis edafo-ambientais**. 1995. Tese (Doutorado em Física) - Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

# 11<sup>a</sup> JORNADA ACADÊMICA

TURCO, J.E.P.; BARBOSA, J.C. Avaliação de duas estações meteorológicas automatizadas, para estimativa diária da evapotranspiração de referência obtida pelo método de Penman-Monteith. **Irriga**. Botucatu, v.13, n.3, p.339-354, julho-setembro, 2008.