

## TESTES DE DESEMPENHO EM UM SENSOR SONAR PROJETADO PARA O ENSINO DE FÍSICA

**CATTANI, Victor Augusto Kolhs<sup>1</sup>; ESTANISLAU, Matheus Gonçalves<sup>1</sup>;**  
**SAALFELD, Robison Quintana<sup>1</sup>; VAZ, Rodrigo Gonçalves<sup>1</sup>; ROCHA, Fábio**  
**Saraiva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Curso de Engenharia de Petróleo - UFPEL; <sup>1</sup> Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDTEC).  
fabio.saraiva.rocha@gmail.com

### 1 INTRODUÇÃO

Perante a disponibilidade crescente de tecnologia, torna-se cada vez mais importante a revitalização do ensino de física experimental em qualquer âmbito. Uma alternativa para essa mudança é a incorporação de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) às aulas, conferindo um número infindável de opções de desenvolvimento nas atividades práticas, permitindo maior dinamismo aos estudos de laboratório.

O mercado dispõe cada vez mais de sensores capazes de detectar as mais variadas características de um sistema (força, posição, temperatura, etc.), e que podem ser utilizados na medição em tempo real dessas grandezas. Esses sensores podem ser controlados por um microcontrolador. A informação obtida por esses dispositivos pode ser enviada em forma de sinais elétricos, para esse microcontrolador, que é capaz de processar as informações matematicamente, converter sinais analógicos em digitais e transmitir essas informações a um computador.

Um sensor sonar de posição emite ondas ultrassônicas e recebe a reflexão destas mesmas. Ele opera sinalizando o tempo entre a emissão e a recepção dessas oscilações. A partir do microcontrolador, pode-se então medir a distância a um obstáculo, considerando-se a velocidade de propagação dessas ondas no ar. A velocidade de propagação do ultrassom é dependente da temperatura, segundo a equação 1:

$$v(t) = 331,5 \left(\frac{m}{s}\right) + 0,6.T \left(\frac{m}{s}\right) \quad \text{Equação 1}$$

onde  $331,5 \frac{m}{s}$  corresponde à velocidade do som no ar a  $0^{\circ}\text{C}$ .

Uma alternativa para se obter, portanto, uma medida mais precisa de posição, é a adoção de um termômetro operando simultaneamente com um sonar. Pesquisadores interessados no ensino de física experimental, (ROCHA et. al) estudaram a utilização de um sensor sonar (baseado na técnica do pulso-eco de ultrassom) juntamente com um microcontrolador Basic Step – 1 OEM, ambos da marca TATO. O desempenho do sensor apresentado neste trabalho foi, então, comparado com o de um sensor sonar de movimento comercial da marca Vernier.

No presente trabalho, três mudanças são feitas em relação ao trabalho realizado por ROCHA et.al (2010). A primeira é a utilização do Arduino, que é uma plataforma independente (não proprietária) dotada de um microprocessador com linguagem de programação padrão (C/C++). A segunda é o incremento do projeto a partir da adição de um sensor de temperatura com o intuito de corrigir dinamicamente a velocidade da onda sonora no ar. A terceira é a substituição do

sensor sonar da marca TATO por um sensor sonar modelo HC-SR04 da marca ITEAD STUDIO com maiores potencialidades.

O objetivo do presente trabalho é a implementação de um dispositivo de medida de posição a partir da utilização de um módulo sonar (HSR-04 - ITEAD STUDIO) e a avaliação desse dispositivo com o intuito de determinar se ele é utilizável em laboratório de ensino de física. São apresentados os resultados obtidos em testes preliminares e perspectivas futuras.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica muito flexível e de fácil utilização, em termos do seu *hardware* e da sua programação padrão. Sua composição típica é formada por um microcontrolador Atmega 328 de placa única com suporte de entrada/saída embutido, portas digitais e analógicas além de uma interface serial. O sensor de temperatura utilizado neste projeto é o modelo *LM35DZ* da marca National Semiconductor. O termômetro possui uma precisão de 0,5 °C e tem seu sinal analógico lido, convertido e interpretado pelo Arduino.

A utilização do módulo sonar HSR-04 se deu devido a maior taxa de informações que esse pode fornecer em relação ao utilizado por ROCHA et. al (2010). Tal ferramenta tem a capacidade de processar até 20 dados posicionais por segundo.

O algoritmo para a plataforma Arduino foi desenvolvido de forma a ler os sinais enviados pelo sensor sonar e pelo termômetro ao microcontrolador. Para este desenvolvimento, utilizou-se o algoritmo já disponível por ROCHA et.al (2010), para o cálculo de posição, o qual teve sua linguagem alterada para a linguagem do Arduino, sendo assim implementado a correção do cálculo de posição corrigido pela temperatura. Após desenvolvido, esse código foi gravado no microprocessador passando a operar sozinho, necessitando unicamente da fonte de alimentação dada pela própria conexão *USB*, que serve também para transferência de dados entre o computador e o Arduino.

O sensor de movimento comercial *Go!Motion*, da marca Vernier, acompanha um software próprio (proprietário), que registra os dados e confecciona gráficos demonstrativos em tempo real. Para o sensor desenvolvido neste trabalho, utilizou-se o programa Excel para registrar, também em tempo real, os dados que são obtidos ao longo do experimento. Esse registro é possível a partir do uso da ferramenta *PLX-DAQ* gratuitamente disponibilizada no endereço <http://www.parallax.com/tabid/393/Default.aspx>.

A fim de verificar o comportamento do sonar HC-SR04 na medida de posições, em um primeiro momento procurou-se fazer testes com um alvo estático: o sonar determinou a posição de um objeto que foi posicionado em diferentes distâncias dentro da faixa de valores estudada (de 25 cm a 125 cm). O objeto utilizado no teste estático foi uma caixa de plástico com 25 cm de largura e 13 cm de altura e suas diferentes posições foram determinadas através de uma régua milimetrada da marca Acrimet e, posteriormente, determinadas também através do sensor de movimento comercial *Go!Motion*. A caixa foi posicionada de 5 cm em 5 cm ao longo de toda a faixa de valores estudada. Essa faixa de valores é a mesma utilizada no teste dinâmico com o cilindro. Cada medida do sonar e do *Go!Motion* foi realizada separadamente, afastando a possibilidade de interferência de medida de

um instrumento com o outro. As medidas feitas pela régua foram tomadas como referência.

Para o teste com um alvo em movimento, um cilindro de PVC com 8 cm de diâmetro foi posicionado num plano inclinado no qual desce em rolamento (sem escorregar). Esse evento é então monitorado pelo sensor de movimento apresentado neste trabalho – que contém o sonar HSR-04 – e pelo sensor de movimento comercial Go!Motion. Devido ao fato de o sensor comercial ter uma precisão maior suas medidas, essas são tomadas como referência, nesse caso. Por conseguinte, a representação do desvio entre as posições acusadas por ambos os sensores ao longo percurso são representadas num gráfico com o intuito de avaliar o desvio apresentado.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferenças entre as distâncias acusadas pelo sonar HC-SR04 e pela régua, em relação à posição correta em cada ponto medido (desvio percentual) está mostrado na Figura 1A . De maneira similar, foi determinado o desvio percentual do sensor de movimento Go!Motion em relação à régua (Figura 1B).

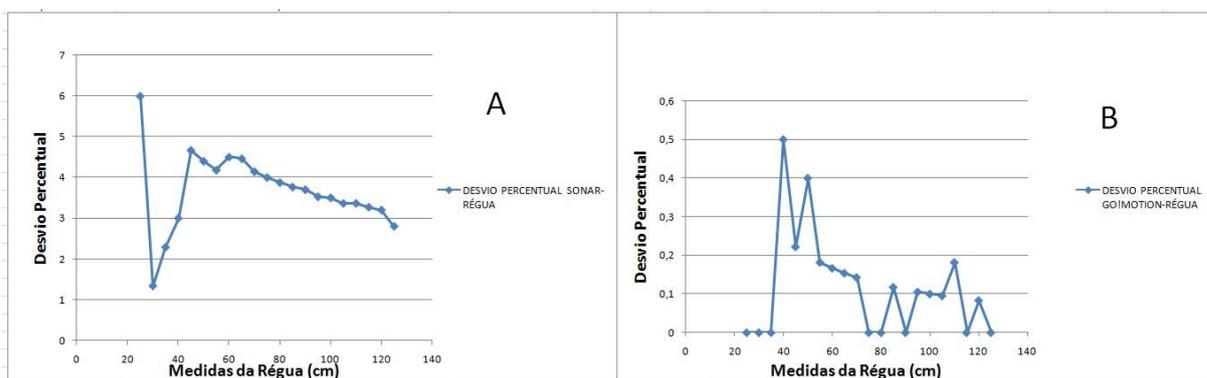


Figura 1: (A) Desvio percentual, em relação às medidas da régua, das distâncias medidas (A) pelo sensor sonar HC-RS04 e (B) pelo Go!Motion.

No primeiro caso, percebe-se que, a partir de 30 cm de distância até o fim da faixa de posições que abrange os experimentos, os valores de posição dos alvos estáticos acusados pelo sensor sonar apresentam um erro menor que 5%, erro esse que diminui ao longo do percurso conforme esse se aproxima do fim. Em relação ao Go!Motion, o desvio não é em momento algum maior que 0,5%, valor dentro do esperado segundo as instruções do fabricante.

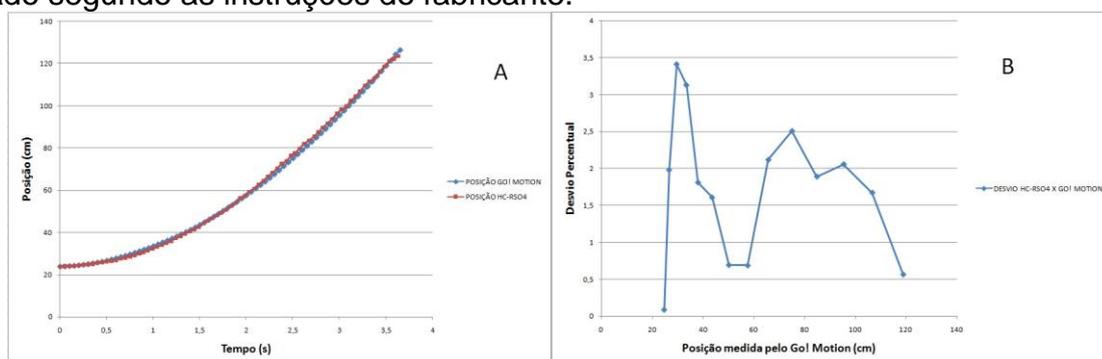


Figura 2 : (A) Registro de posição versus tempo de um cilindro em rolamento; (B) Desvio das medidas do sonar HC-RS04 com relação às medidas do Go! Motion

Através da experiência descrita na metodologia, o evento do cilindro rolando foi monitorado e registrado pelos dois sensores com o intuito de comparação do desempenho de ambos. Os resultados podem ser vistos na Figura 2. O desvio percentual do sensor sonar HC-SR04 foi então calculado ao longo de todo o percurso no qual o cilindro rolou (Figura 2). Como se pode constatar, o desvio em relação ao sensor de movimento comercial não é, em nenhum momento, superior a 3,5%.

#### **4 CONCLUSÃO**

O objetivo maior do trabalho é concluir sobre a viabilidade da utilização do sensor sonar modelo HC-SR04, ligado ao termômetro e ao Arduino, no ensino de física em laboratório. Para isso, o sensor sonar apresentado neste trabalho foi submetido a dois testes principais, como mostrado ao decorrer do trabalho. No teste dinâmico, os erros constatados no trecho de 30 cm a 125 cm não ultrapassam 5% em relação à referência; já no teste com o alvo em movimento, o erro não foi, ao longo de todo o percurso, maior que 3,5% em relação à referência. Esses valores de desvio nos levam a afirmar que, em se tratando de ensino de física, o uso do sensor sonar HC-SR04 é viável.

O uso do Arduino levou a uma maior praticidade no decorrer dos experimentos, por ser flexível em suas possibilidades. O uso do termômetro não se mostrou tão relevante no resultado dos experimentos; porém, a presença do sensor de temperatura no circuito passa uma maior confiabilidade nos experimentos realizados em dias com temperaturas mais distantes da ambiente padrão.

A continuidade do projeto que está esse trabalho, é a implementação do cálculo simultâneo de velocidade e aceleração do alvo em movimento, utilizando-se uma ferramenta numérica diretamente no microcontrolador do Arduino.

#### **5 REFERÊNCIAS**

ROCHA, Fábio Saraiva, GUADAGNINI, Paulo Henrique. Sensor sonar de movimento para ensino de física experimental. **Latin-American Journal of Physics Education**. Cidade do México, p.306 – 315, 2010.