

Transdutores: nem sempre o que se mede é o que se objetivava medir

Diogo B. Tridapalli; Guilherme N. Hanninger e Zwinglio O. Guimarães-Filho
Instituto de Física da Universidade de São Paulo

E-mail: zwinglio@if.usp.br

Trabalho apresentado no Simpósio Nacional de Ensino de Física de 2001.

As tentativas de modernização de laboratórios didáticos geralmente são norteadas pela substituição de observadores humanos por sistemas eletrônicos de medida e aquisição de dados. Ao considerar a tomada automatizada de dados de um experimento, frequentemente são necessárias adaptações no arranjo experimental decorrentes das características dos transdutores empregados. *Assim, por exemplo, é usual numa experiência de queda determinarem-se tempos decorridos para distâncias fixas e não distâncias percorridas para tempos fixos, o que pode resultar em análises incorretas, quando tal fato é ignorado ^[1].

Microfones são transdutores muito empregados. Em particular, são utilizados para verificar a condição de ressonância em tubos de ar, excitados por vibrações sonoras de frequência ajustável. Um arranjo usual consiste de um tubo com uma das extremidades fechada por um êmbolo, com um alto-falante ligado a um gerador de áudio próximo à extremidade aberta. A condição de ressonância é determinada observando a amplitude do sinal de um microfone de eletreto, fixado lateralmente no final do tubo, próximo à extremidade aberta conforme pode ser observado na figura 1.

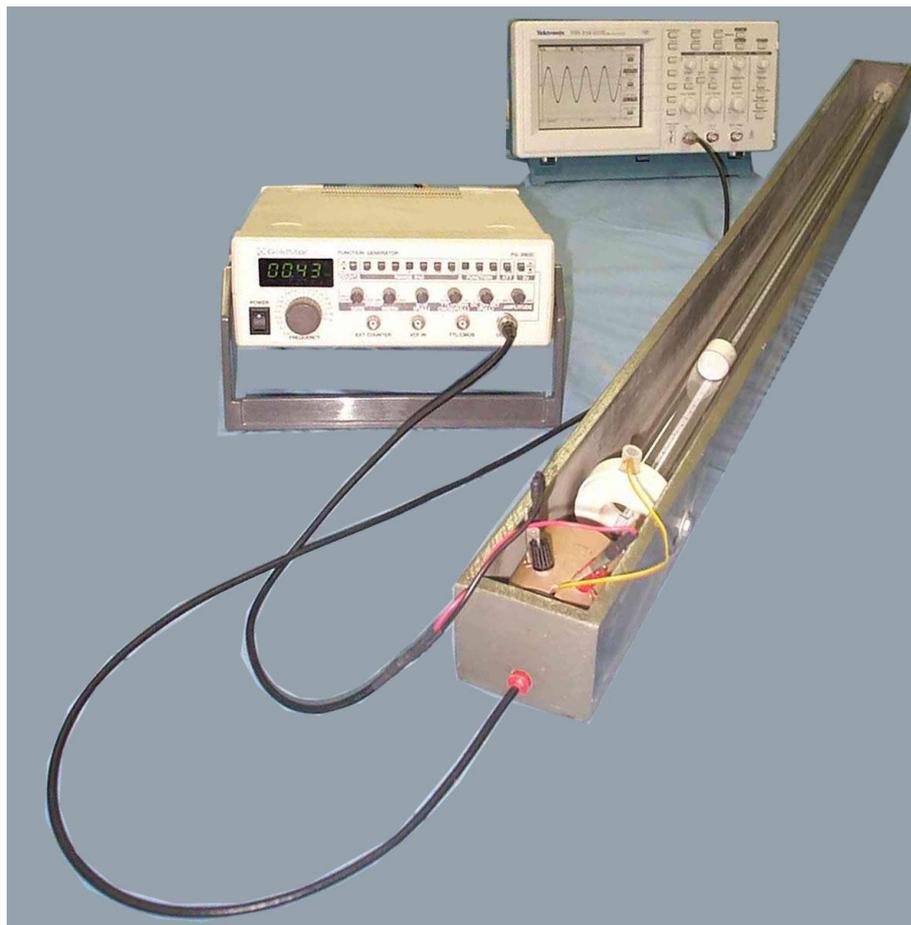


Figura 1- Foto do arranjo experimental.

* transdutor- aparelho que transforma um efeito físico num sinal elétrico.

Esse experimento é utilizado para medir a velocidade do som nos laboratórios didáticos do Instituto de Física da USP [2], determinando-se o comprimento de onda correspondente a uma frequência prefixada, através da variação do comprimento do tubo, com o uso do êmbolo.

Em uma das turmas, decidiu-se utilizar a informação, tanto da condição em que o microfone registrava amplitude máxima, quanto da de amplitude mínima. Com a informação dos mínimos, foi possível determinar o comprimento de onda com precisão equivalente à obtida com as posições dos máximos. No entanto, ao contrário do que se esperava, os mínimos não estavam na metade do intervalo entre dois máximos, como pode ser visto na Figura 2.

Amplitudes do Sinal em relação ao comprimento do tubo - 600Hz

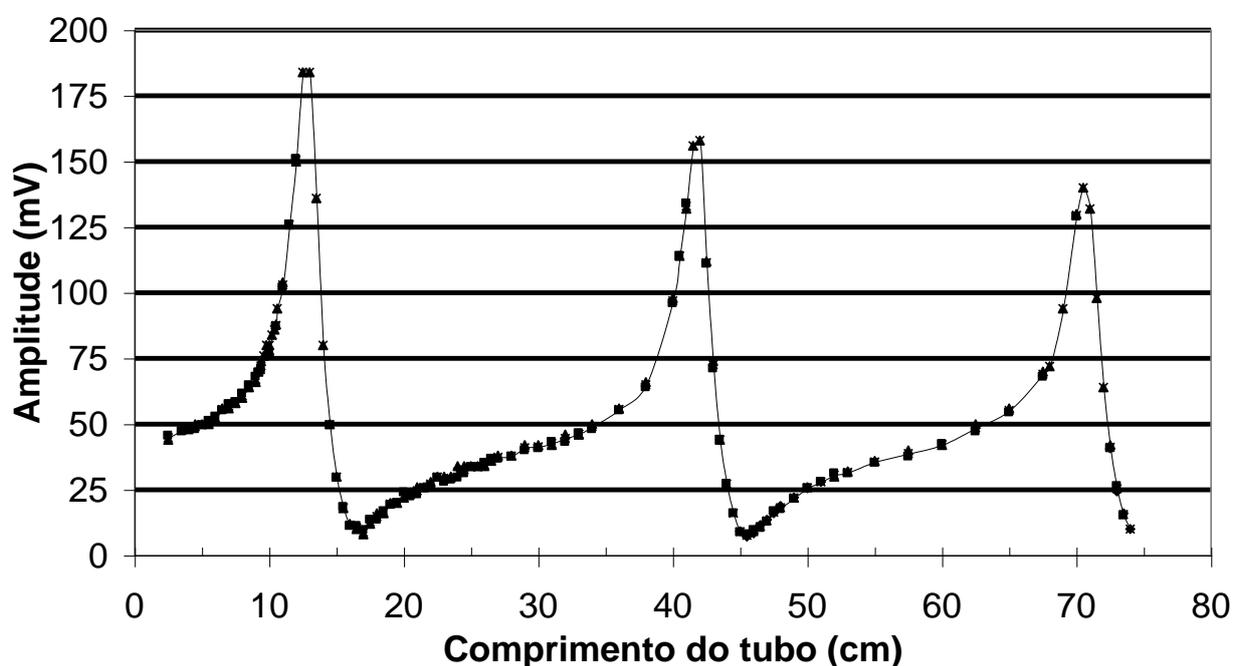


Figura 2 – Amplitude do sinal captado pelo microfone variando-se o comprimento do tubo, na frequência 600Hz. Pode-se perceber que as posições onde o sinal era mínimo não estão na metade do intervalo entre dois máximos adjacentes.

Visando interpretar este problema, o experimento foi retomado dentro da proposta de atividade livre ao final da disciplina [3] e a equipe de alunos verificou que o microfone não *mede*, de fato, a amplitude da onda sonora no tubo, mas sim, a variação de pressão na posição em que estiver colocado, grandezas que, no caso de ondas sonoras estacionárias, não são equivalentes. Para confirmar esta hipótese, também foi desenvolvido um programa que simula a propagação das ondas no tubo e com ele foi possível reproduzir a assimetria das posições dos máximos e dos mínimos medidos pelo microfone de eletreto, Figura 3.

Convém destacar que os valores obtidos por esse método para a velocidade do som estavam numericamente corretos, sendo respectivamente 349,5(21)m/s e 350,3(22)m/s a 25,5(5)°C, a partir das amplitudes máximas e mínimas. Isto se deve ao fato que a velocidade é determinada pela diferença entre duas posições seguidas do êmbolo para o efeito observado (amplitude máxima ou mínima), que é igual a meio comprimento de onda. Entretanto, é importante salientar que a

interpretação do arranjo experimental, quando se passou a utilizar o microfone para determinar a condição de ressonância, ficou conceitualmente errada e fornece, por exemplo, valores incorretos para determinações absolutas do comprimento do tubo ressonante.

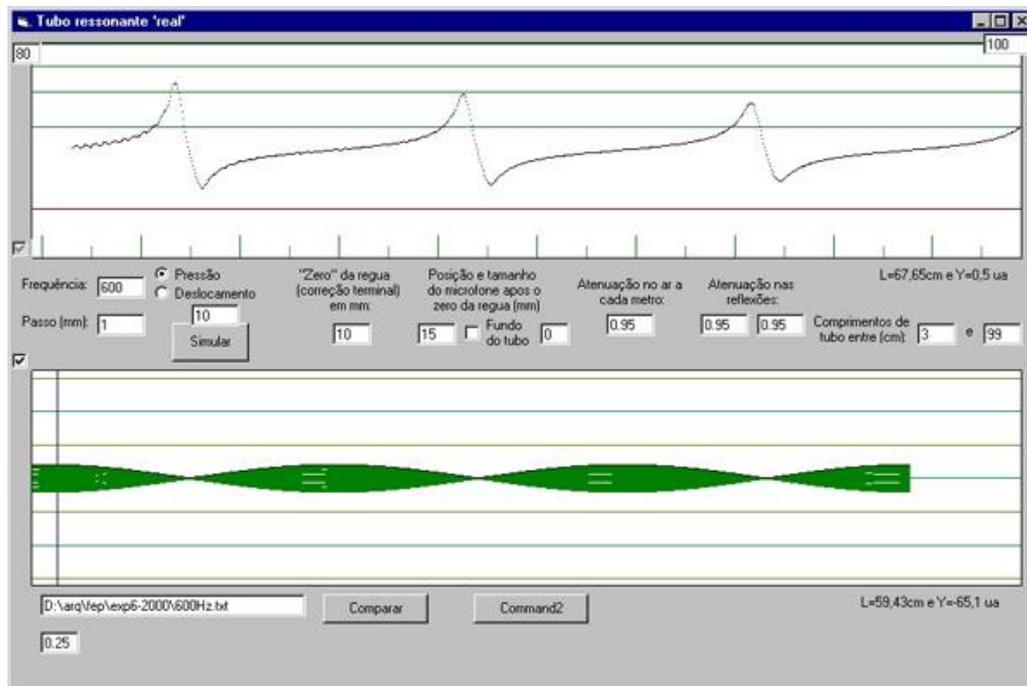


Figura 3- Janela do programa com uma simulação com uma frequência de 600 Hz.

Agradecimentos:

Agradecemos aos técnicos do Laboratório Didático pela ajuda para a realização deste trabalho.

- 1) W.J. Leonard, "Dangers of Automated Data Analysis", The Physics Teacher, 220 v.35 (1997)
- 2) J. H. Vuolo et al., *Apostila de Física Experimental II*, Universidade de São Paulo, (2000)
- 3) L.B. Horodynski-Matsushigue et al, *Um experimento optativo como avaliação de aprendizagem em um curso introdutório de laboratório de Física*, Programas e Resumos do XIII SNEF 1999, pág. 42.