

## EFEITO DO AMORTECIMENTO EM MOVIMENTOS OSCILATÓRIOS

**Bairon Emiliano Pereira da Silva<sup>1</sup>, Alexandre Moreto Massoca<sup>2</sup>, Mario Susumo Haga<sup>3</sup>**

UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Departamento de Física e Química

Av. Brasil, 56, Bairro Centro, Caixa Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP

<sup>1</sup>bairon\_emiliano@hotmail.com, <sup>2</sup>a\_lexandrem@hotmail.com, <sup>3</sup>haga@dfq.feis.unesp.br

### RESUMO

Uma característica de qualquer estrutura mecânica e em certos circuitos eletrônicos é possuir frequências naturais de oscilação. Quando um sistema é agitado através da atuação de ações externas (por exemplo, uma perturbação), este vibrará. O intuito deste projeto foi analisar tais vibrações através de abordagens teórico experimentais em situações reais de movimentos harmônicos amortecidos, presentes e controlados em osciladores mecânicos com um grau de liberdade, com base em um sistema oscilador do tipo massa-mola, além de desenvolver habilidades e adquirir conhecimentos técnicos da engenharia de instrumentação.

Com a utilização de um carrinho, um trilho e mola, montou-se um oscilador em que a mola, através de uma de suas extremidades, foi fixada a um pino imóvel, e a outra extremidade ao carrinho, este que se movimenta sobre o trilho. Uma caneta foi presa também ao carrinho a fim de desenhar o gráfico do movimento realizado pelo oscilador (vide figuras 01 e 02).

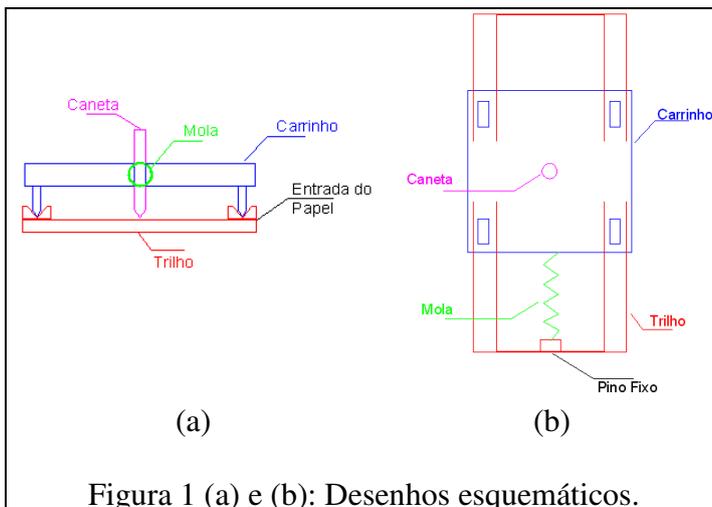


Figura 1 (a) e (b): Desenhos esquemáticos.

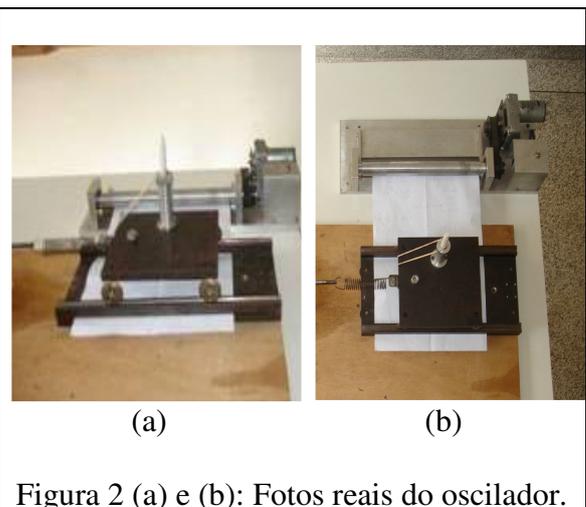


Figura 2 (a) e (b): Fotos reais do oscilador.

O movimento descrito pelo simulador, é dado por:

$$x(t) = A_0 \cdot e^{-\frac{b}{2m}t} \cdot \cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

onde:  $\omega = \sqrt{\frac{4k}{m} - \left(\frac{b}{2m}\right)^2}$  é a frequência angular do sistema (em *rad / s*);

*m* é a massa do carrinho (em *Kg*);

*A*<sub>0</sub> é a amplitude (em *m*);

*b* é o coeficiente de amortecimento do sistema (em *Kg / s*);

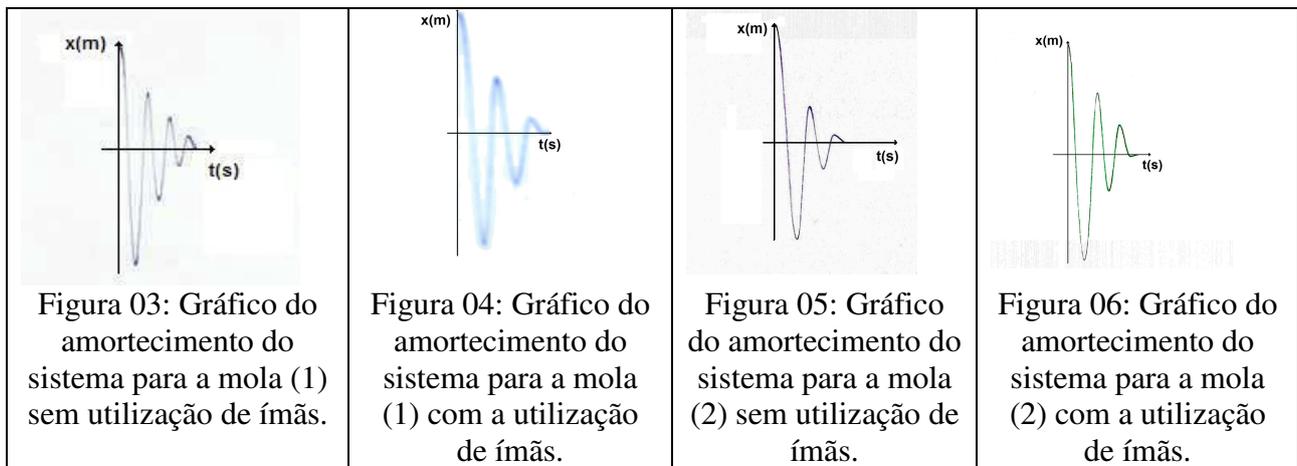
*t* é o tempo (em *s*);

$\varphi$  é a fase do movimento (em *rad*);

$k$  é o coeficiente de elasticidade da mola (em  $N/m$ );  
 $x$  é o deslocamento do carrinho (em  $m$ ).

Para tal experimento, utilizou-se duas molas diferentes com coeficientes elásticos  $k_1 = 343,4 N/m$  e  $k_2 = 174,38 N/m$  determinados experimentalmente, e ainda para situações diferentes (com e sem a utilização de ímãs). Com a utilização dos ímãs entre o trilho e o carrinho, obteve-se um amortecimento maior, pois o campo magnético do ímã gera uma força restauradora, contrária ao movimento do carrinho.

Através dos gráficos obtidos experimentalmente (vide figuras 03 a 06) foram obtidas as constantes de amortecimento através do Método dos Mínimos Quadrados. Para se obter as coordenadas de espaço e tempo dos pontos críticos de máximo e mínimo do decaimento logarítmico utilizado no Método, foi feita uma relação com o espaço percorrido no papel e a velocidade do puxador de papel determinada experimentalmente.



As respostas do sistema para as diferentes condições de amortecimento foram avaliadas e os resultados obtidos seguem-se abaixo:

Tabela 1: Resultados experimentais para as constantes de amortecimento do sistema.

Situação	Constante de Amortecimento $b$ (kg/s)
Mola (1) sem ímãs	$b = 5,471$
Mola (2) sem ímãs	$b = 5,797$
Mola (1) com ímãs	$b = 7,206$
Mola (2) com ímãs	$b = 6,394$

Teoricamente, as constantes de amortecimento obtidas para certo sistema, com a utilização de molas diferentes, devem ser iguais, pois o amortecimento independe da constante da mola e sim do sistema utilizado. Para o caso sem ímãs percebeu-se uma semelhança entre os valores obtidos. Já para o caso com ímãs houve uma considerável discrepância. Essa se deve principalmente a grande flexibilidade da mola (2) em relação à mola (1), dificultando assim a obtenção dos gráficos.

## REFERÊNCIAS

Dantas, E.M., 1970, “Elementos de Equações Diferenciais”, Editora Ao Livro Técnico S.A., Rio de Janeiro.

Edwards Jr., C.H. and Penney, D.E., 1995, “Equações Diferenciais Elementares com Problemas de Contorno”, Editora Prentice-Hall do Brasil, Rio de Janeiro.

Halliday, D. and Resnick, R., 1996, “Física 2”, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro.

Nussenzveig, H. Moysés, 1996, “Curso de Física Básica 2 – Fluidos, Oscilações, Ondas e Calor”, Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo.

Resnick, Robert, 1973, “Física 1”, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, Rio de Janeiro, Vol. 2.

Ruggiero, M.A.G. and Lopes V.L., 1997, 1998, “Cálculo Numérico – Aspectos Teóricos e Computacionais”, Editora Makron Books do Brasil, São Paulo.

Young, H.D. and Freedman, R.A., 2004, “Física 2 – Termodinâmica e Ondas”, Editora Pearson Education do Brasil, São Paulo.