

## MODELOS DE SIMULAÇÃO DINÂMICA PARA SISTEMAS MECÂNICOS SIMPLES E COMPARAÇÃO COM UM SOFTWARE COMERCIAL

VITOR H. GOMES<sup>1</sup>; LEONARDO B. BARUFFALDI<sup>2</sup>

Estudante do curso Técnico em Mecânica Integrado ao Ensino Médio do IFSP Campus Hortolândia<sup>1</sup>, Professor do IFSP Campus Hortolândia<sup>2</sup> ✉Leonardo.Baruffaldi@ifsp.edu.br

### RESUMO

A simulação computacional é utilizada para estudar e compreender os mais variados sistemas mecânicos. Esta pesquisa parte da criação e representação destes sistemas por meio de modelos de simulação dinâmica, criados através de um programa na linguagem Python. Ademais, a pesquisa tem a pretensão de comparar estes modelos de simulação dinâmica com os modelos gerados por um software comercial de simulação dinâmica. A fim de compreender se é possível obter os mesmos resultados do software comercial em um programa gratuito, barateando os custos de estudo destes sistemas mecânicos simples e auxiliando os alunos a compreenderem como dados de um determinado sistema, podem ser mensurados.

### INTRODUÇÃO

Basicamente, o sistema mecânico simples analisado ao longo de todo o nosso trabalho, foi um sistema composto por duas molas e duas massas. Este tipo de sistema mecânico é uma variação do sistema massa mola simples, composto por uma mola e uma massa. Além disso, é composto por três forças (Força Elástica de mola, força da componente de amortecimento e força peso da massa). No entanto, o sistema massa mola duplo, além de duplicar os elementos, também duplica as forças presentes no sistema. Portanto, calcular os valores de deslocamento e velocidade do sistema acaba se tornando um pouco complicado.

### METODOLOGIA

Para encontrar os valores de deslocamento e velocidade do sistema massa mola duplo, aplicamos as Leis de Newton (com o propósito de calcular as forças resultantes presentes em cada um dos corpos do sistema) e o método de Euler. Por sua vez, este método parte da segunda lei de Newton e permite a obtenção dos valores de deslocamento e velocidade de um sistema ao longo de um determinado espaço de tempo. Possibilitando a mensuração do comportamento dinâmico do sistema mecânico analisado. Com as leis de Newton e o método de Euler, obtemos o seguinte sistema de equações:

$$\begin{cases} m_1 \cdot a_1 = m_1 \cdot g + (-K_1 - K_2) \cdot X_1 + (-C_1 - C_2) \cdot V_1 + K_2 \cdot X_2 + C_2 \cdot V_2 \\ m_2 \cdot a_2 = m_2 \cdot g - K_2 \cdot (X_2 - X_1) - C_2 \cdot (V_2 - V_1) \\ X_1 = \Delta t \cdot \{ \Delta t \cdot [m^{-1} \cdot F_1] + Vi \} + Xi \\ X_2 = \Delta t \cdot \{ \Delta t \cdot [m^{-1} \cdot F_2] + Vi \} + Xi \end{cases}$$

Através deste sistema de equações, é possível se obter os valores de deslocamento (X) e velocidade (V) dos corpos. Com o sistema de equações pronto, partimos para a resolução do mesmo. Com isso, implementamos este sistema em um programa na linguagem Python. O parâmetros utilizados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de simulação dinâmica para os corpos um e dois do sistema mecânico.

Variáveis	Corpo 1	Corpo 2
Massa	82 kg	100 kg
Rigidez de Mola	25 N/m	50 N/m
Coefficiente de Amortecimento	2.5 N.s/m	5 N.s/m
Amplitude de força externa	0 N	70 N

### RESULTADOS

Com a implementação do sistema massa mola duplo no código em Python e a aplicação destes parâmetros de teste para corpo, obtivemos alguns resultados satisfatórios, dentre eles podemos ressaltar os valores de frequência amortecidas e o deslocamento dos corpos.

Tabela 2. Frequências naturais amortecidas pelo sistema em Python e no Simpack.

Frequências Amortecidas	Python	Simpack
W1	0.05 Hz	0.0545526 Hz
W2	0.18 Hz	0.180969 Hz

Observando a tabela e visível que ambos os corpos possuem valores bem próximos de frequências amortecidas. Sendo assim, podemos concluir que os ambos os sistemas estão em conformidade. Isto é ressaltado quando analisamos os gráficos de deslocamento.

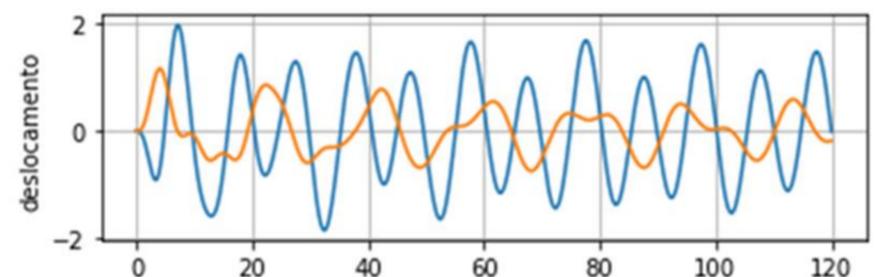


Figura 2. Deslocamento do corpo simulado em Python, com a frequência de oscilação de 0.10 Hz.

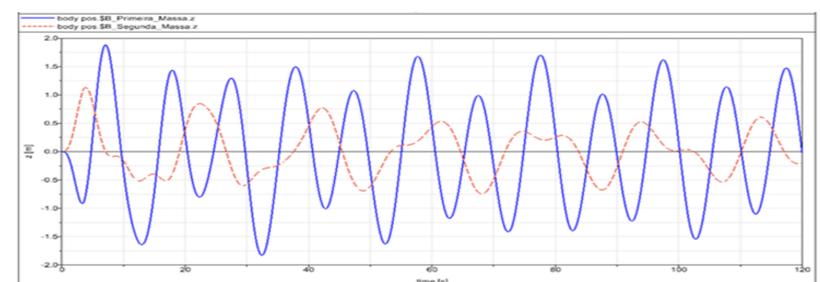


Figura 3. Deslocamento do corpo simulado no Simpack, com a frequência de oscilação de 0.10 Hz.

Comparando os gráficos de deslocamento, visualizamos que ambos os gráficos apresentam comportamentos bem próximos. Reafirmando, que é possível representar um sistema mecânico em uma ferramenta gratuita e obter os mesmos valores de um software comercial.

### AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Vale S.A. pelo financiamento ao projeto por meio do convênio Cátedra de Vagões e do projeto Desenvolvimento de modelos de simulação para carros de passageiros da EFVM e EFC - escopo IFSP.