

# Simulações Computacionais De Uma Vela Oscilante

Julimar Simões de Paula-DPF/UFV julimar.paula@ufv.br

Emilia do Carmo Elias Gomes Sobreira-DPF/UFV emilia.sobreira@ufv.br

Hallan Sousa e Silva-DPF/UFV hallan.silva@ufv.br

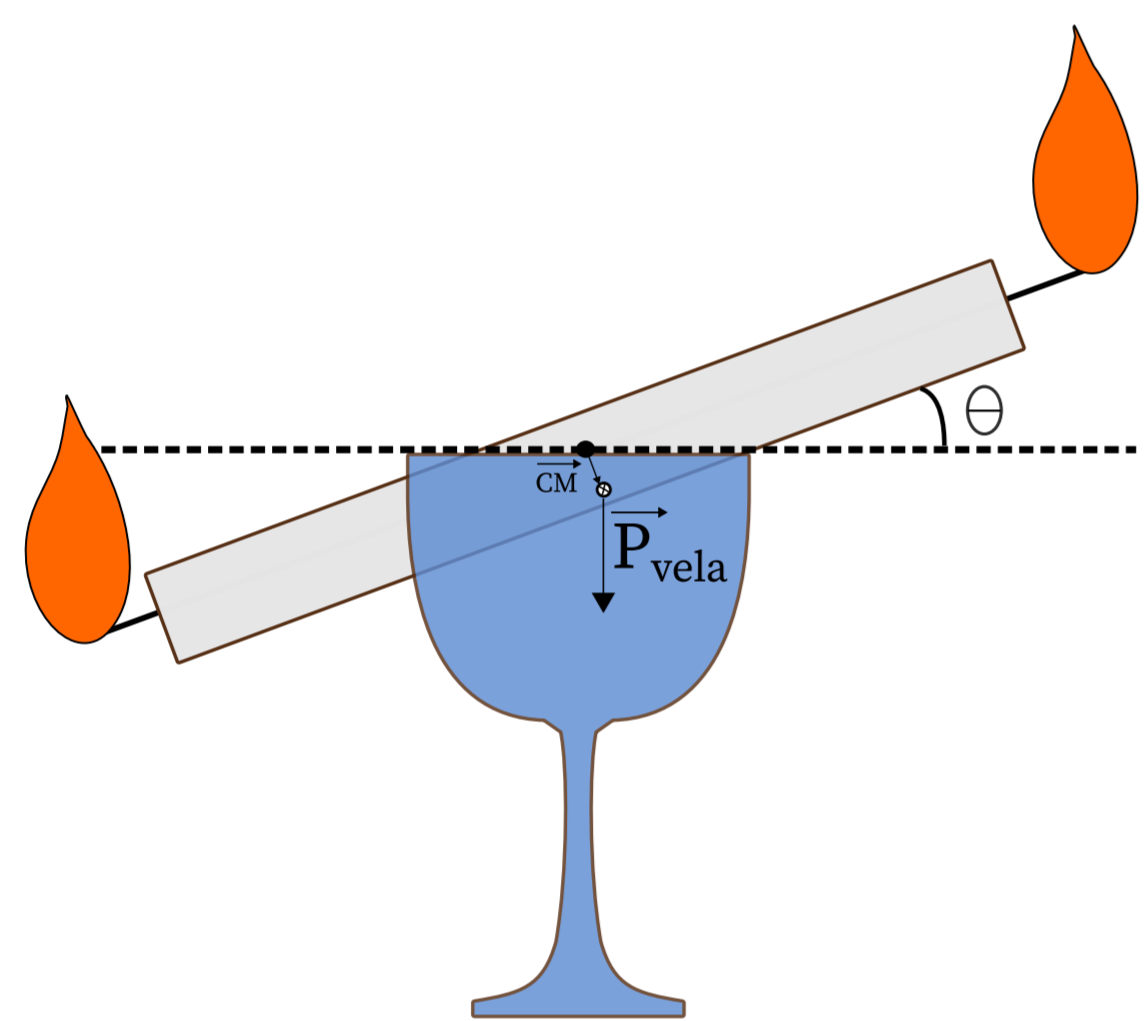
Alexandre Tadeu Gomes Carvalho-DPF/UFV atadeu@ufv.br

Área temática: Física Geral/Grande Área: Física

Palavras Chave: motor de vela - oscilações - simulação computacional

## Introdução

A vela oscilante é um motor que consiste de uma vela acesa de ambos os lados que se rotaciona devido a queda de suas gotas, ou seja, quando a vela perde massa. Esse experimento é muito usado para fins didáticos, despertando uma grande atenção dos estudantes, sendo um ótimo exemplo no estudo de oscilações. Apesar de ser um experimento bem difundido, esse carecesse de explicações mais aprofundada sobre sua dinâmica.



Representação do Experimento



Registro Histórico

## Objetivos

Estudar a dinâmica do motor de vela, por meio de simulações computacionais, buscando entender seu funcionamento.

Reproduzir computacionalmente os resultados experimentais realizados no departamento de Física.

## Material e Métodos

A linguagem de programação escolhida para tanto foi o python e o método de Runge-Kutta para resolver numericamente as EDO's trabalhadas. Por meios desses, foi desenvolvido também um programa para a efetuação dos cálculos.

### Expressão básica utilizada

$$\alpha(t) = \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} = \frac{-P_{vela} d \cos(\theta(t) + \phi) + \pi L_{gota} P_{gota} \delta(t)}{I}$$

$\alpha$  = aceleração angular;  $\theta$  = posição angular da vela.

$d$  = distância entre o eixo de rotação e o centro de massa.

$\phi$  = diferença de fase devido a queda das gotas.

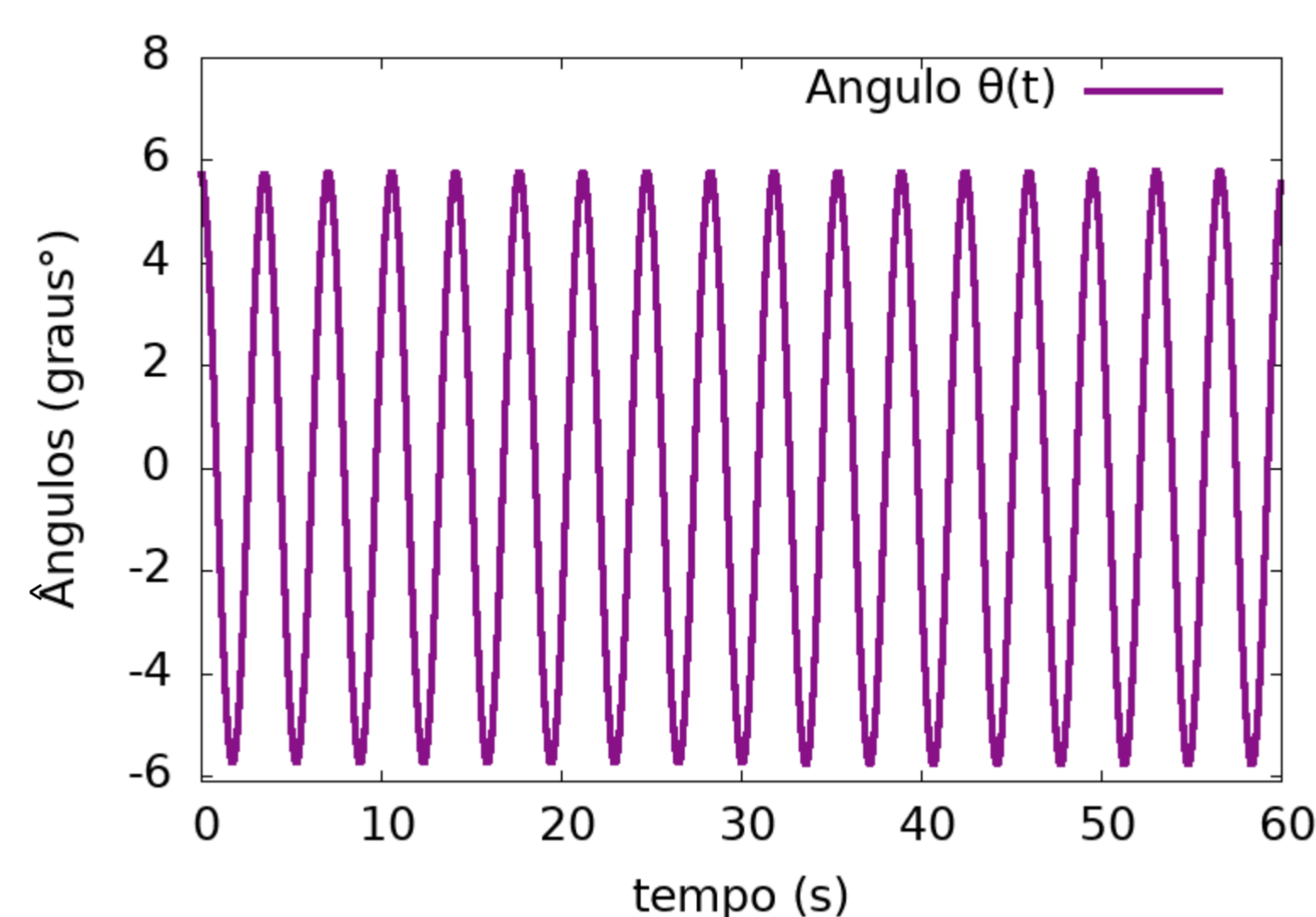
$L_{gota}$  = distância entre o eixo da vela e a gota antes de cair.

$P_{vela}$  = peso da vela ;  $I$  = momento de inércia.

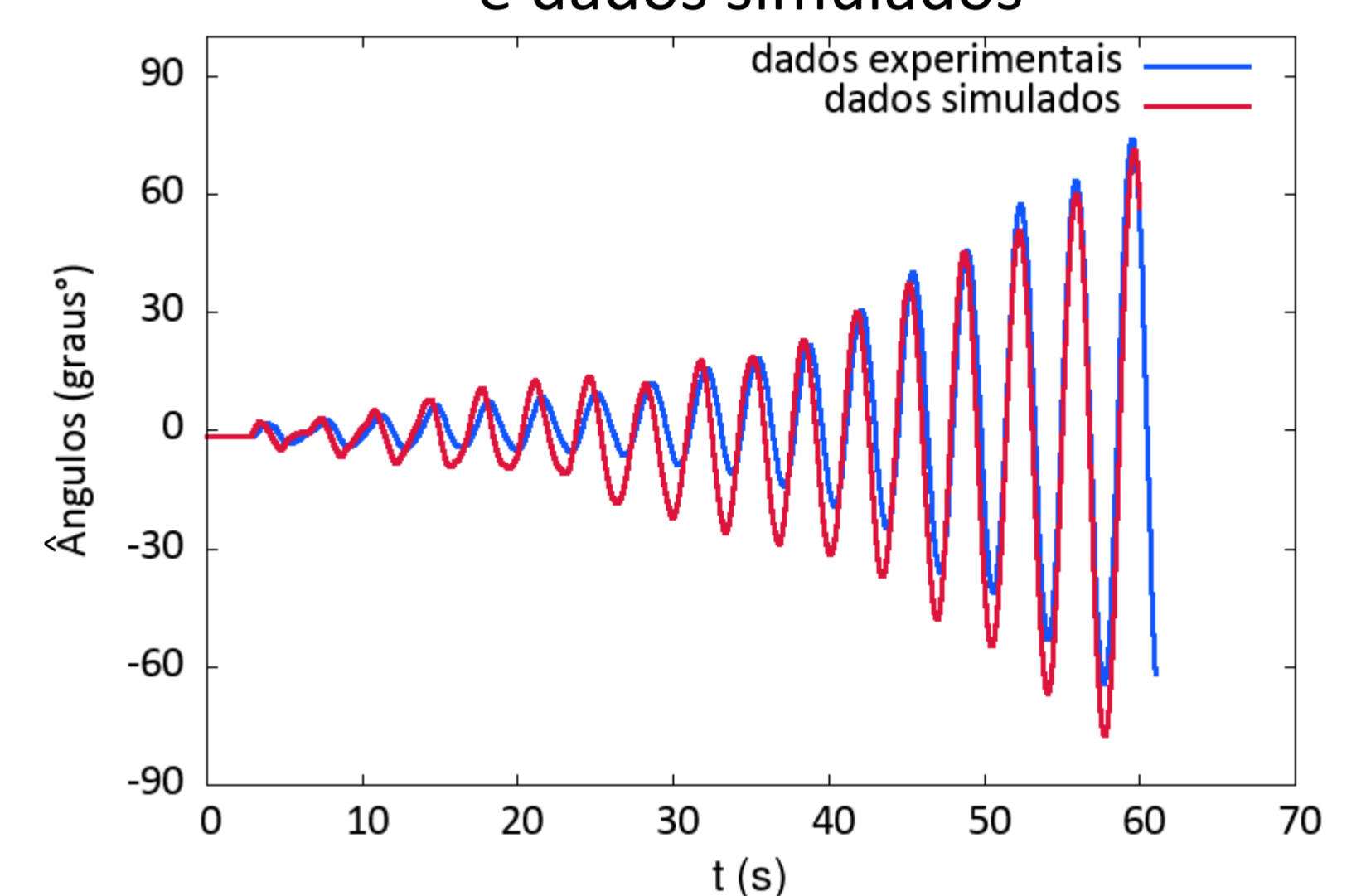
$\delta(t)$  = função que determina o instante no qual a gota cai

## Resultados e Discussão

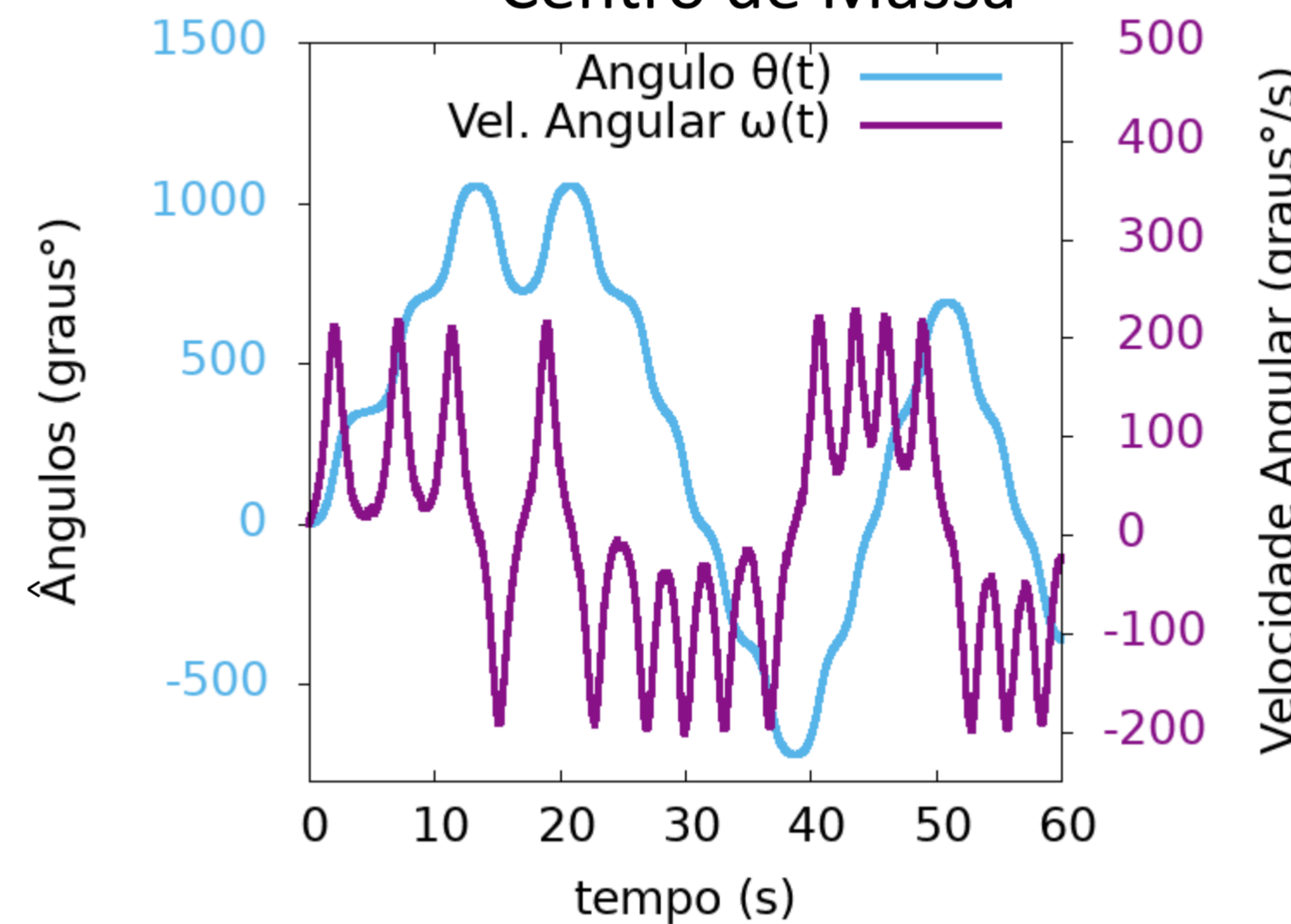
Vela Simulada como Pêndulo Físico



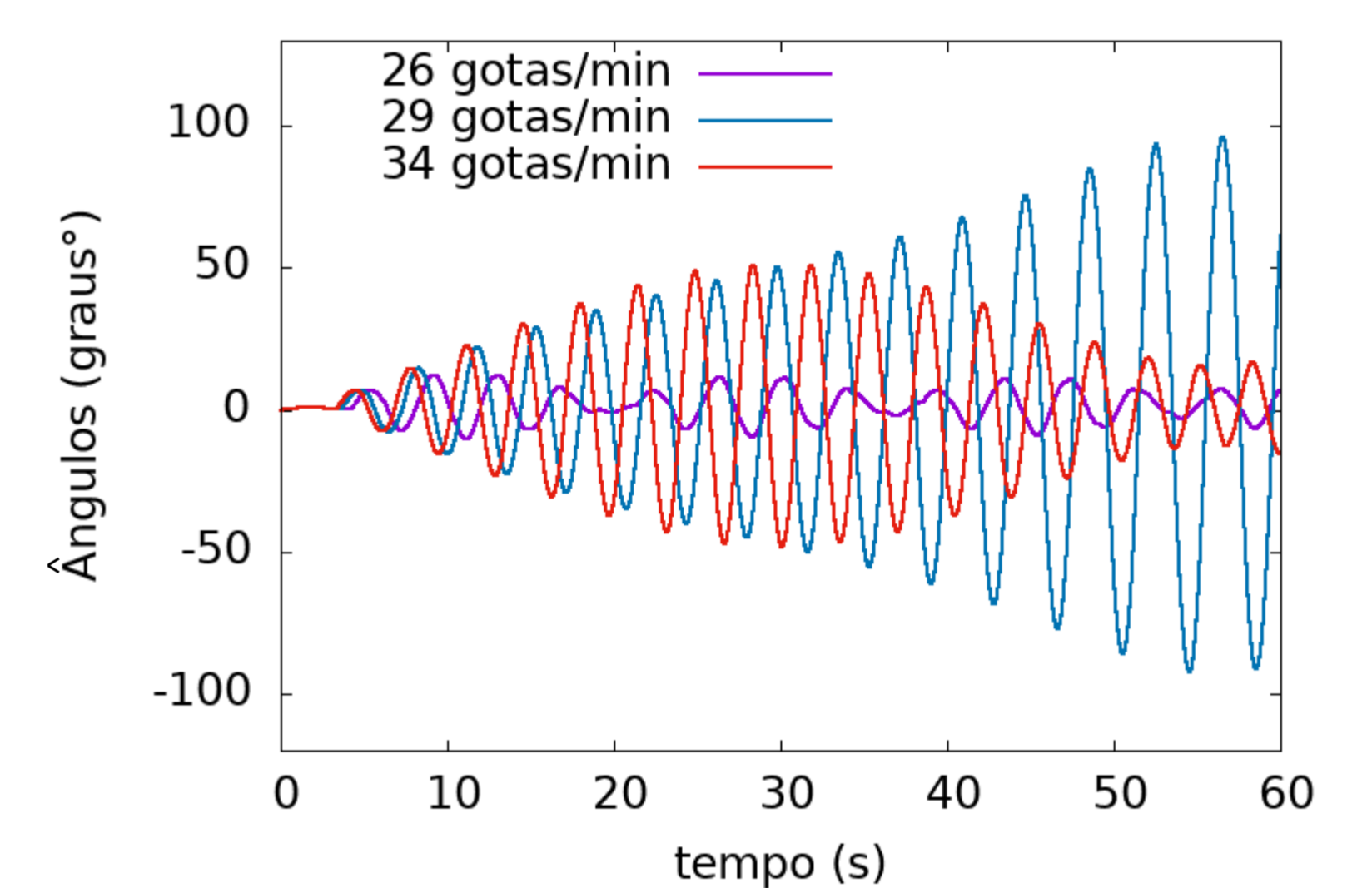
Comparação entre dados experimentais e dados simulados



Vela Simulada: Eixo a Cima do Centro de Massa



Gotas simuladas computacionalmente



## Conclusões

Os nossos resultados numéricos de posição e de velocidade angular, estão de acordo com resultados experimentais.

Informações dos experimentos que foram utilizadas nas simulações computacionais também mostraram que as gotas de parafina que se desprendem da vela ao longo do tempo, são importantes para o início e manutenção das oscilações da vela, mudança na frequência de formação das gotas, levam a diferentes dinâmicas.

Pelas simulações computacionais, pudemos observar também que a localização do eixo de rotação em relação ao centro de massa é de grande importância para a determinação dos pontos de equilíbrio estável e instável e na determinação da dinâmica final da vela.

No futuro, novos experimentos serão realizados no Departamento de Física com a vela oscilante para tentar reproduzir os resultados previstos pelas simulações computacionais.

## Bibliografia

Stephen T. Thornton, Jerry B. Marion. Dinâmica Clássica de Partículas e sistemas. Cengage Learning, 5ª edição, 2012.

Marcelo Alonso, Edward J. Finn. Física um curso universitário. Estudantil. Volume I.

Neide Maria Bertoldi Franco. Cálculo Numérico. Pearson, 2015.