

# Centro de massa

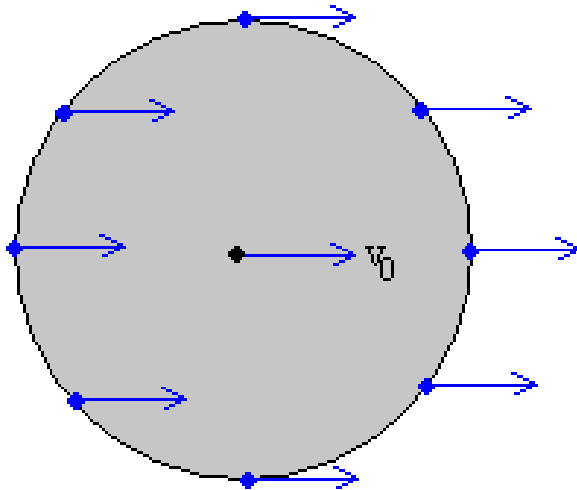


## Movimentos de translação e de rotação

Um sistema de partículas pode ter três tipos de movimento:

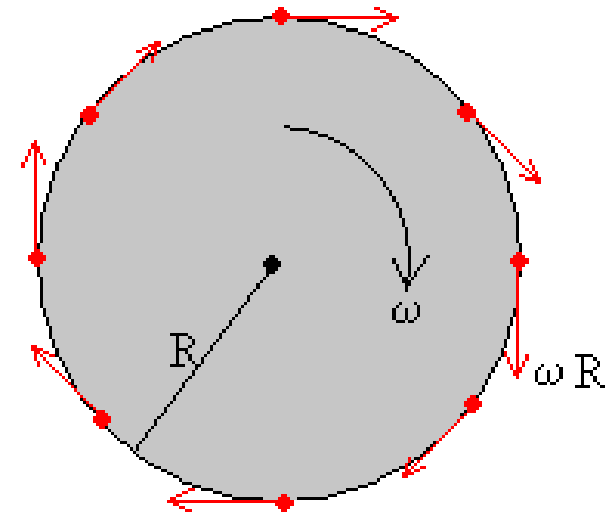
### 1 Translação

Todas as partículas têm, em cada instante, a mesma velocidade.



### 2 Rotação

As partículas sobre o eixo de rotação não mudam de posição e todos os outros giram em torno desse eixo.



### 3 A combinação de translação + rotação.

## Corpo rígido

Um sistema de partículas pode ser considerado **corpo rígido** se:

As **partículas do sistema apenas apresentam movimento de translação;**

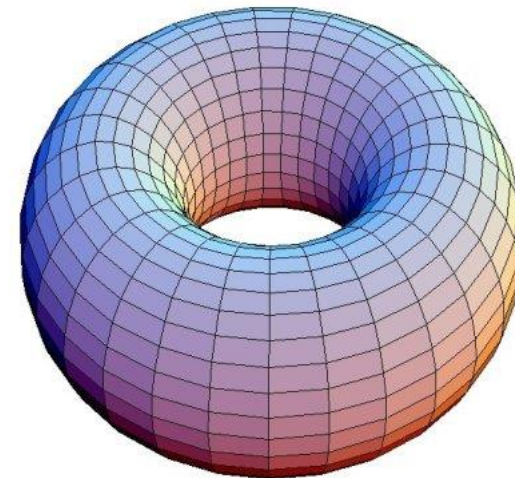
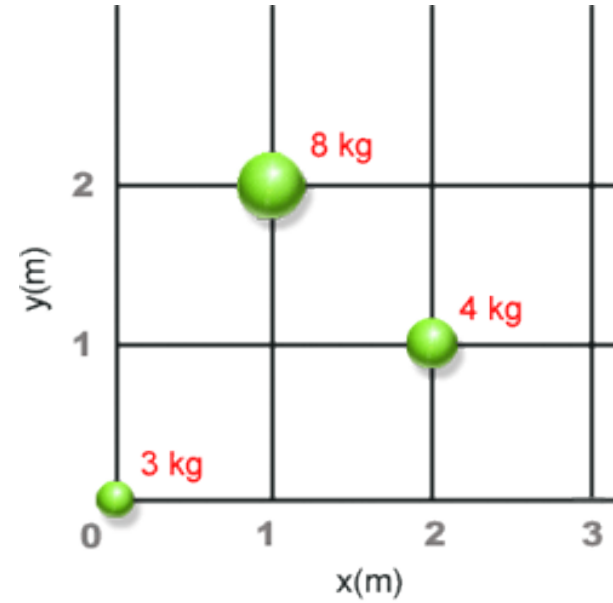
Não há deformação.

Isto é uma aproximação: todo o corpo é estudado como uma **única partícula!**

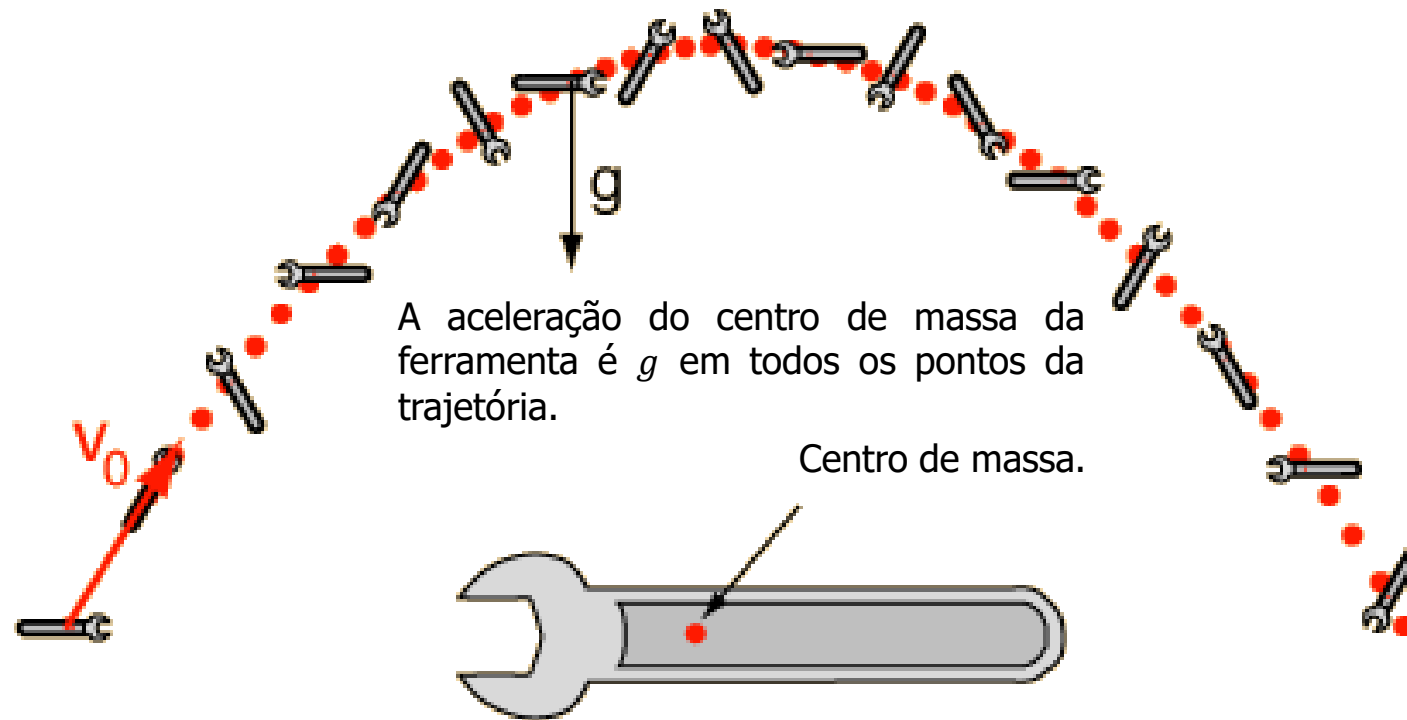
## Centro de Massa

Considera-se que todas as partículas do sistema estão num **único ponto do espaço**, com a **massa total** do sistema.

O centro de massa de um corpo pode não estar no corpo.

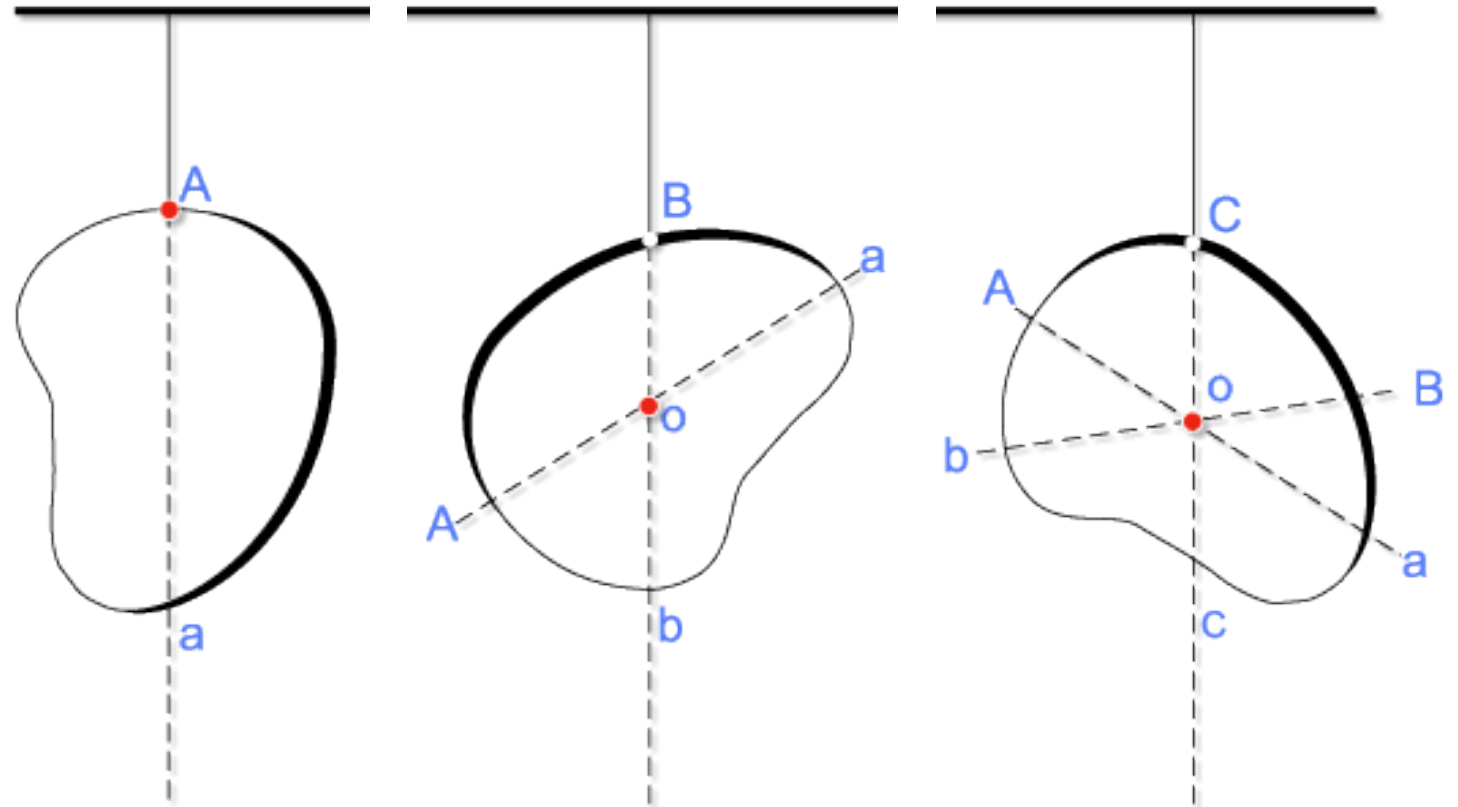


## Movimento do sistema e do Centro de Massa



# Posição do Centro de Massa

## Determinação experimental



## Posição do Centro de Massa

### Cálculo

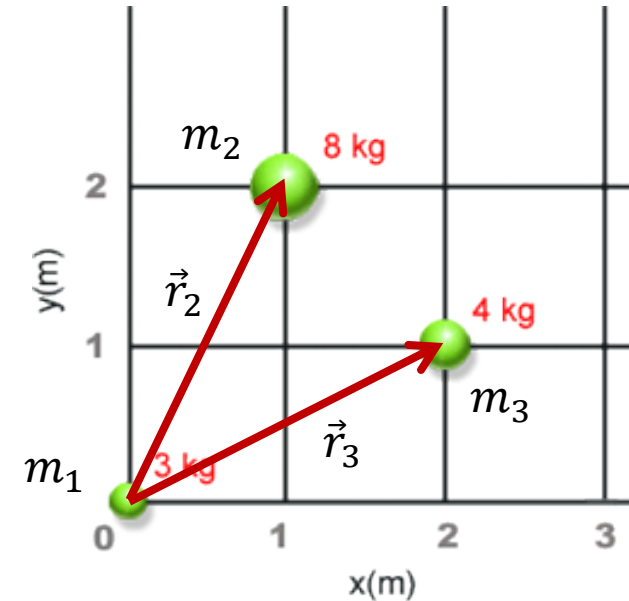
$$\vec{r}_{CM} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + \dots + m_n\vec{r}_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{1}{m_{total}} \sum_{i=1}^n m_i\vec{r}_i$$

O cálculo pode ser realizado para cada um dos eixos de forma independente:

$$x_{CM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_nx_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{1}{m_{total}} \sum_{i=1}^n m_ix_i$$

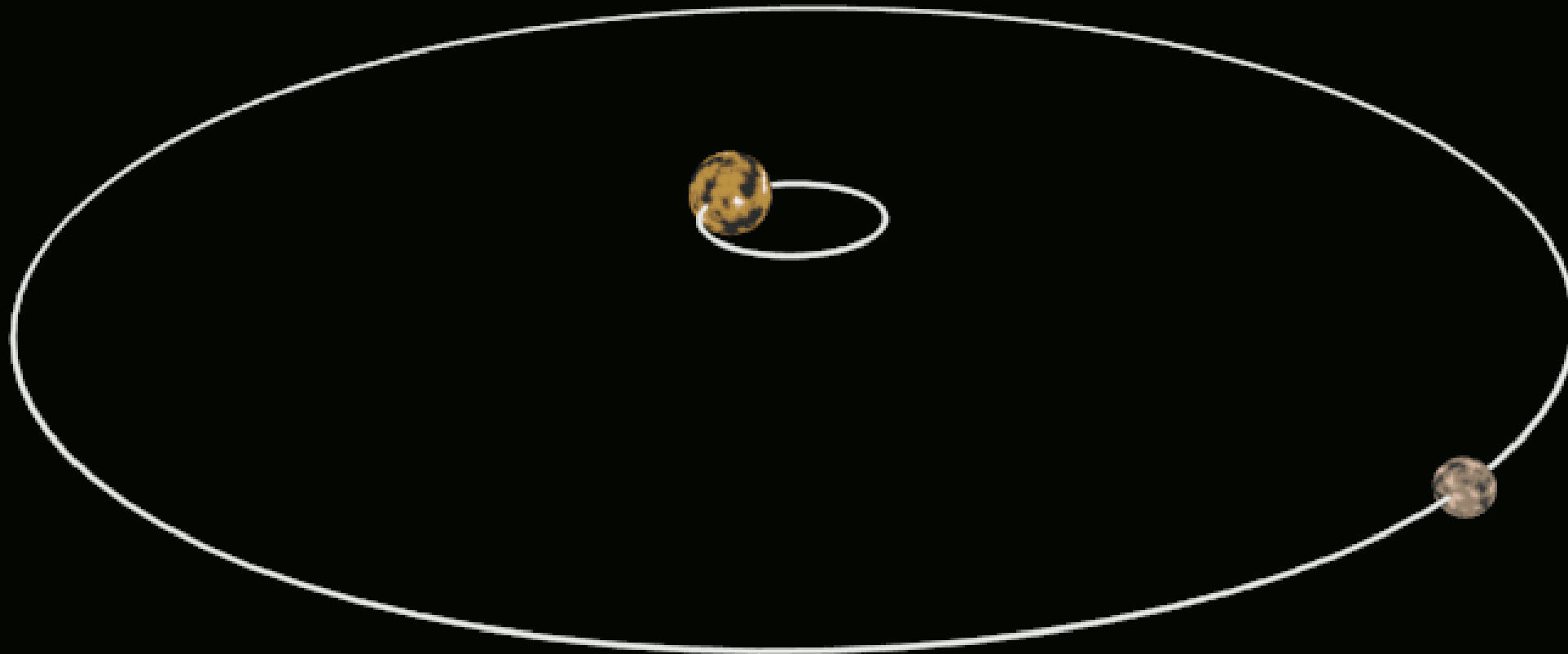
$$y_{CM} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + \dots + m_ny_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{1}{m_{total}} \sum_{i=1}^n m_iy_i$$

$$z_{CM} = \frac{m_1z_1 + m_2z_2 + \dots + m_nz_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{1}{m_{total}} \sum_{i=1}^n m_iz_i$$



## Importância da posição do Centro de Massa

### Sistema duplo

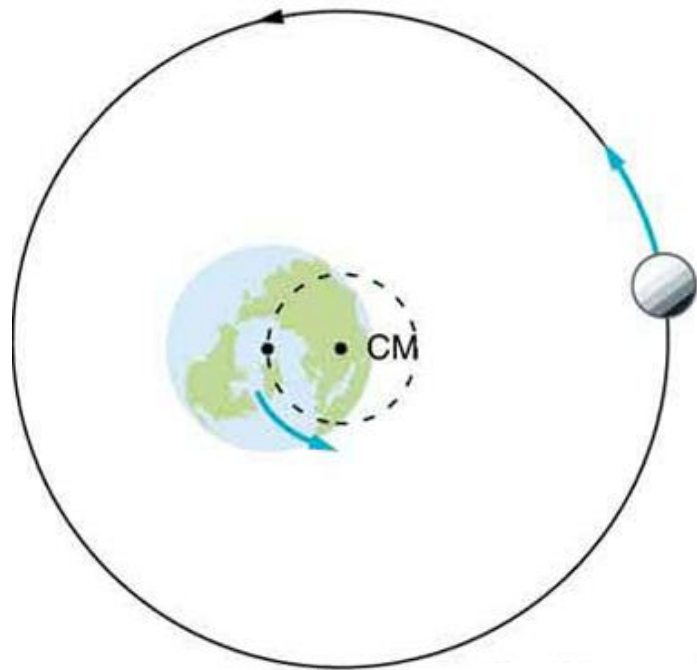


[Imagem: Wikipedia]

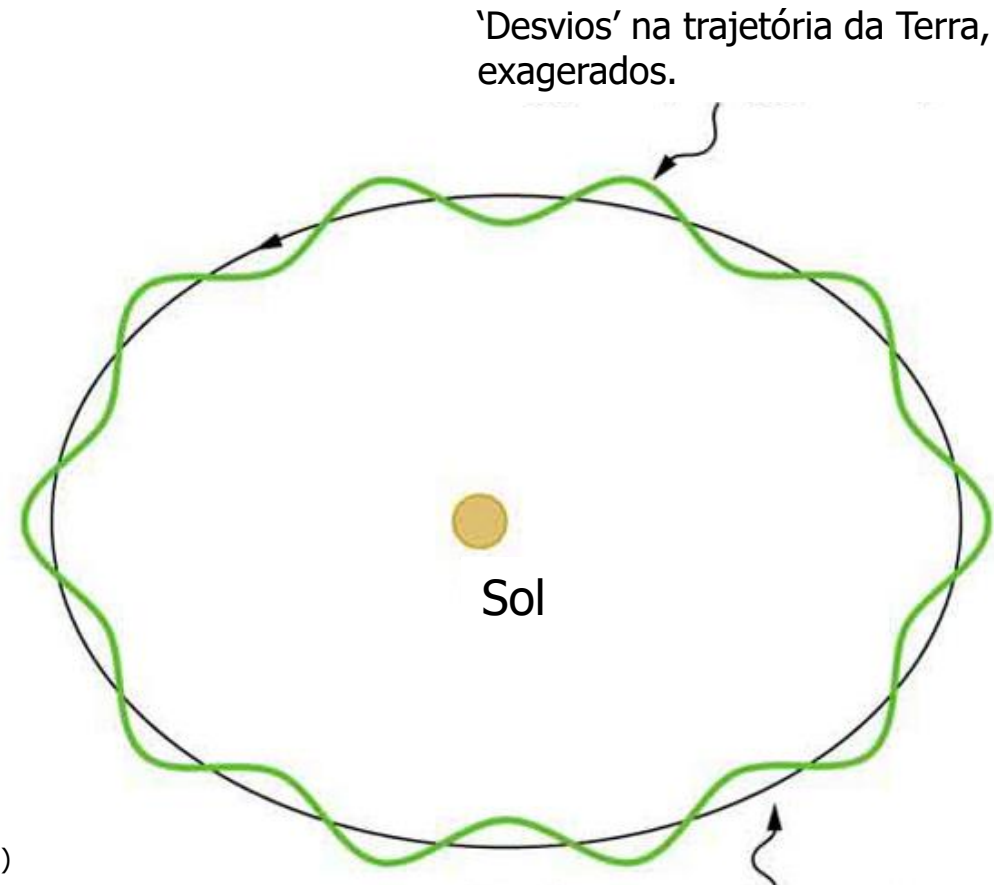


# Importância da posição do Centro de Massa

## Sistema Terra-Lua



(não se encontra à escala)

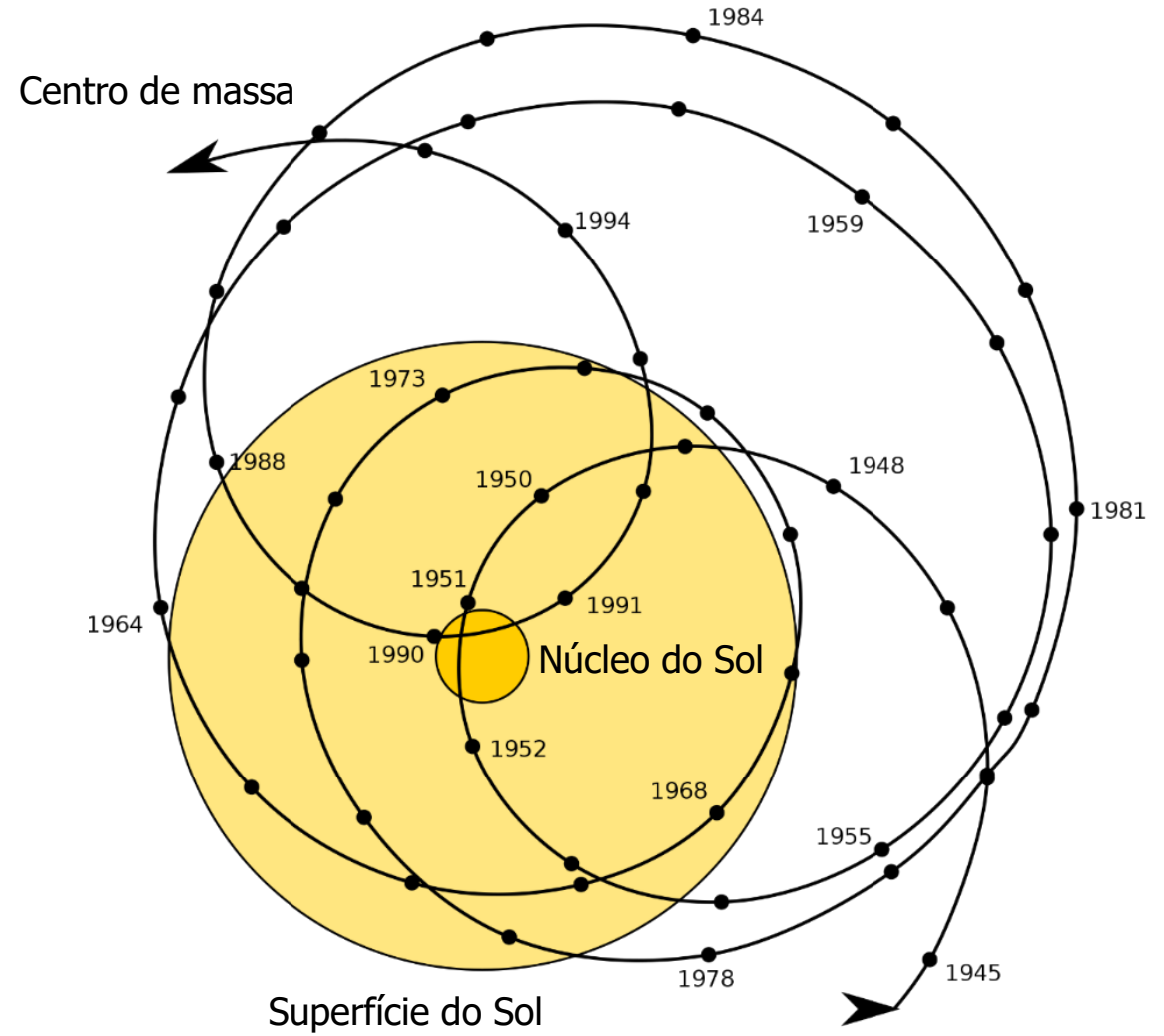


'Desvios' na trajetória da Terra, exagerados.

O centro de massa Terra-Lua segue uma trajetória elíptica.

# Importância da posição do Centro de Massa

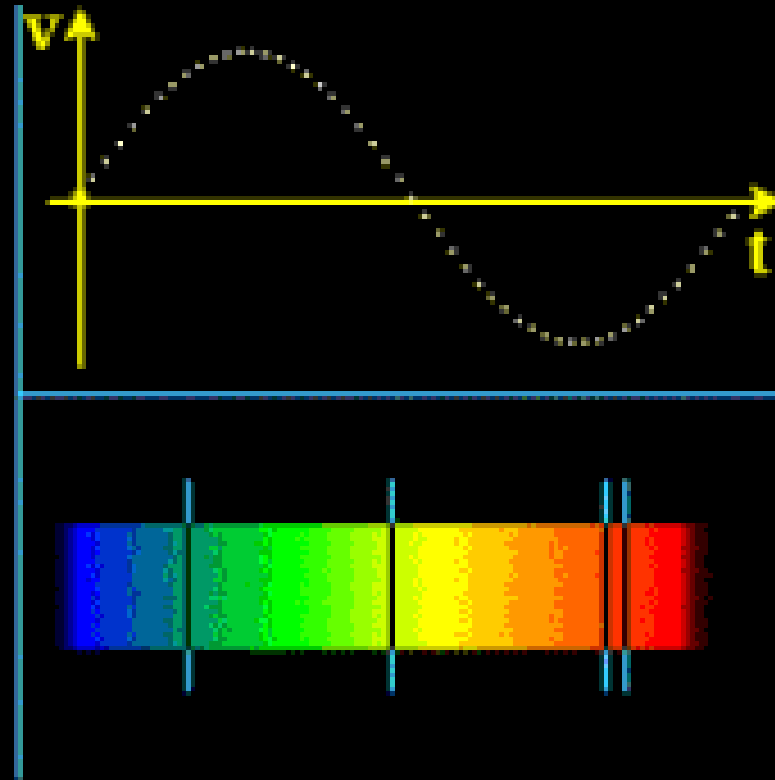
## Posição do centro de massa do Sol



[Imagem: Teach Astronomy, adaptada]

## Importância da posição do Centro de Massa

### Deteção de exoplanetas (método radial)



## Velocidade do Centro de Massa

$$\vec{v}_{CM} = \frac{d\vec{r}_{CM}}{dt} = \frac{1}{m_{total}} \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i$$

## Aceleração do Centro de Massa

$$\vec{a}_{CM} = \frac{d\vec{v}_{CM}}{dt} = \frac{1}{m_{total}} \sum_{i=1}^n m_i \vec{a}_i$$

## Aplicação da 2ª Lei de Newton

Como a resultante das forças interiores de um sistema é nulo, **apenas as forças exteriores podem alterar a aceleração do centro de massa de um sistema:**

$$\vec{F}_{externas} = m_{total} \vec{a}_{CM}$$

## Bibliografia

- G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, J. A. Paixão, R. Nogueira e C. Portela, "Novo 12F", Texto Editores, Lisboa, 2017.
- M. Alonso, E. J. Finn, "Física", Escolar Editora, 2012, Lisboa.
- N. Maciel, M. C. Marques, J. E. Villate, C. Azevedo, A. Cação, A. Magalhães, "Eu e a Física 12º", Porto Editora, Porto, 2017.