

**Documento de apoio para o professor****Conceitos a explorar:**

Diga o que entende por:

• <i>movimento</i>	• <i>variação de posição espacial de um objecto ou ponto material no decorrer do tempo.</i>
• <i>força</i>	• <i>o que pode alterar o estado de repouso ou de movimento de um corpo, ou causar-lhe deformação.</i>
• <i>velocidade linear</i>	• <i>medida da rapidez com a qual um corpo altera sua posição.</i>
• <i>velocidade angular</i>	• <i>relação entre o ângulo descrito pela partículas e o intervalo de tempo gasto para descreve-lo.</i>
• <i>período do movimento</i>	• <i>tempo necessário para que as características do movimento realizado por um corpo voltem a repetir-se.</i>
• <i>aceleração centrípeta</i>	• <i>aceleração originada pela variação da direcção do vector velocidade de um móvel. É perpendicular à velocidade e aponta para o centro da curvatura da trajectória.</i>

**Questões pré-laboratoriais**

Suponha um corpo em movimento circular e uniforme. Considere as seguintes grandezas físicas: massa ( $m$ ) do corpo, raio ( $r$ ) da trajectória e valor da velocidade angular ( $\omega$ ) com que o corpo se movimenta.

a) Identifique, para o movimento do corpo, a(s) que influencia(m) o(s) valor(es) da(o):

- *período do movimento ( $T$ )*
- *frequência do movimento ( $f$ )*
- *velocidade do movimento ( $v$ )*
- *aceleração do movimento ( $a$ )*
- *resultante das forças que actuam no corpo ( $F_r$ )*

A massa do corpo influencia o valor da resultante das forças que actua no corpo.

O raio da trajectória influencia os valores da velocidade linear ( $v$ ), da aceleração ( $a$ ) e da resultante das forças.

O valor da velocidade angular influencia todas as grandezas referidas.

b) Se a velocidade angular duplicar, e se o raio da trajectória e a massa do corpo forem constantes, o que acontece à aceleração?

A aceleração, dita centrípeta, é independente da massa, sendo dada por  $a = \omega^2 r$ . Se a velocidade angular duplicar, a aceleração tornar-se-á quatro vezes maior.

c) Se o raio da trajectória for reduzido para metade e a velocidade angular e a massa do corpo forem constantes, o que acontece à aceleração?

A aceleração reduzir-se-á também para metade.

### Grandezas a medir experimentalmente:

Indique as unidades em que se exprimem as grandezas a medir nesta actividade:

• Massa	kg (quilograma)
• Força	N (newton)
• Raio da trajectória	M (metro)
• Tempo de revolução	S (segundo)

### Verificação de material

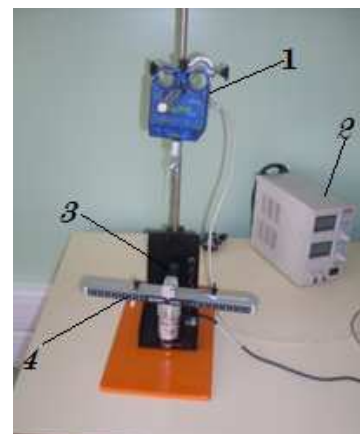
Tendo por base as indicações para instalação do equipamento, identificar o equipamento a utilizar e referir a sua função.

1- **sensor de força** – medir a força a que a massa fica sujeita.

2- **fonte de alimentação** – fornecer energia ao motor.

3- **photogate** – determinar o tempo de uma revolução.

4- **braço rotativo** do equipamento para estudo da força centrípeta – suporta as massas e permite alterar o raio da trajectória.



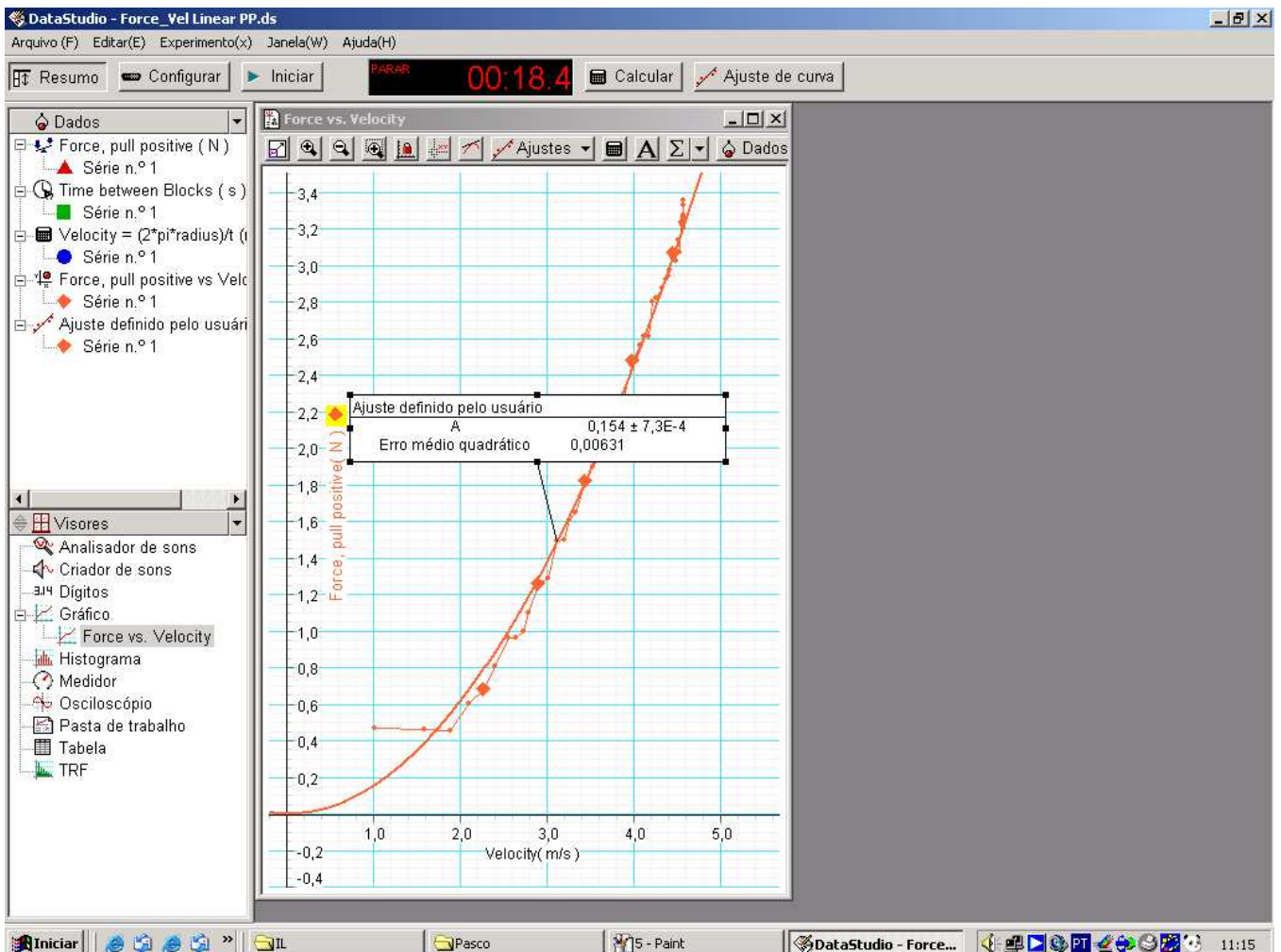
### Discussão de resultados

Confrontar o valor do coeficiente obtido com o valor esperado.

Na experiência exemplificada foram utilizadas massas de 30g e o raio da trajetória era 0,06m.

Por aplicação da expressão  $F_c = \frac{mv^2}{r}$  e atendendo às especificações do aparelho, obter-se-á 0,575 para valor do coeficiente.

A discrepância com os valores fornecidos pelo equipamento dever-se-á a não terem sido desprezados os primeiros pontos do gráfico, como se veio a confirmar posteriormente.



**Questões pós-laboratoriais**

*O movimento de um satélite geoestacionário tem características bem definidas: o período é de 24h e a altitude é de 35 880km. A velocidade dependerá da sua massa? Justificar.*

*Não. Aplicando a segunda lei de Newton  $\vec{F}_r = m\vec{a}$ , vem  $F_r = m\frac{v^2}{r}$ . Atendendo a que  $\vec{F}_r = \vec{F}_g$ , virá  $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ , donde  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$*

**Nota:**

*Para que a resposta a esta questão pudesse ser dada com base numa actividade experimental, os alunos teriam que ter construído um gráfico que relacionasse a aceleração no movimento circular uniforme com a massa (mantendo constante a velocidade angular e o raio da trajectória). Veriam que a linha que melhor se ajusta ao gráfico aceleração-massa é uma recta horizontal, concluindo daí que a aceleração não depende da massa. Como a aceleração é dada por  $a = \frac{v^2}{r}$ , mantendo-se constantes  $a$  e  $r$ ,  $v$  também será constante e independente da massa do satélite.*

*Sugere-se para o efeito a consulta da experiência 3, no site [http://www.esb3-viriato.edu.pt/projectos/noticias\\_projs/resultados\\_al1\\_4.pdf](http://www.esb3-viriato.edu.pt/projectos/noticias_projs/resultados_al1_4.pdf).*