



**ESCOLA SECUNDÁRIA JOSÉ RÉGIO
DE VILA DO CONDE**

Acção de Formação:

**" Utilização e Organização dos Laboratórios
Escolares "**



Formador: Prof. D^{tor} Victor Duarte Teodoro

Colaboradores: D^{tora} Maria do Céu Pereira

D^{tora} Maria Alzira Duarte Reis Bastos

D^{tor} Carlos Cunha

D^{tora} Filipa Silva

D^{tora} Celeste Calado

Formando: Cândido Mário Azevedo P. Dias

Junho / Julho 2010 - Braga

Problema:

"Existirá alguma relação entre a altura de onde cai uma bola e a altura atingida no primeiro ressalto ? "

1- Fundamentos teóricos:

Este trabalho pretende dar resposta a esta questão programática, calculando para o efeito o coeficiente de restituição da bola que se deixa cair de uma determinada altura. Assim, deixa-se cair a bola de uma dada altura e medir-se-á a altura atingida no primeiro ressalto.

A dissipação de energia pode estimar-se através do **coeficiente de restituição**. Numa colisão frontal da bola com alvo fixo (solo) define-se **coeficiente de restituição da bola** como:

$$e = \frac{v_f}{v_i}$$

e – coeficiente de restituição
 v_f – velocidade imediatamente após o choque (de afastamento) solo)
 v_i – velocidade imediatamente antes do choque (de aproximação ao solo)

$e = 0 \Rightarrow$ Toda a energia foi dissipada (a bola não ressalta), $v_f = 0$ m/s \Rightarrow colisões perfeitamente inelásticas;

$e = 1 \Rightarrow$ Não há dissipação de energia (a bola sobe até à altura de que cai), $v_f = v_i \Rightarrow$ colisões elásticas.

Os valores dos coeficientes de restituição estão compreendidos entre 0 e 1, e dependem das propriedades elásticas dos materiais que colidem, neste caso da bola e do tipo de solo.

Como poderemos determinar experimentalmente o coeficiente de restituição da bola ?

Se considerarmos desprezável a resistência do ar, temos:

- No ressalto: $E_{cf} = \frac{1}{2} m v_f^2$ é proporcional a $h_{\text{ressalto}} (h_f)$

- Na queda: $E_{ci} = \frac{1}{2} m v_i^2$ é proporcional a $h_{\text{queda}} (h_i)$

$$\frac{\frac{1}{2} m v_f^2}{\frac{1}{2} m v_i^2} = \frac{m g h_f}{m g h_i} \Rightarrow \frac{v_f^2}{v_i^2} = \frac{h_f}{h_i} \Rightarrow e^2 = \frac{h_f}{h_i} \quad (1)$$

3- Questões pré-laboratoriais:

1- Duas bolas com diferente elasticidade alcançarão a mesma altura no primeiro ressalto ? Qual delas atingirá maior altura ?

R: _____

2- Que transformação de energia ocorre:

2.1- no movimento de queda da bola ?

2.2- no movimento de ressalto da bola ?

R: _____

3- Se desprezarmos a resistência do ar, que forças actuam sobre a bola :

3.1- no movimento de queda e durante o movimento de ressalto ?

3.2- durante a colisão com o solo ?

R: 3.1- _____

3.2- _____

4- Se desprezarmos a resistência do ar, haverá conservação da energia mecânica durante o movimento de queda da bola ? E durante o movimento de ressalto ? E durante a colisão com o solo ?

R: _____

5- Qual deverá ser o valor do coeficiente de restituição da bola se as alturas de queda e de ressalto forem iguais? E se a altura do ressalto for metade da altura da queda?

R: _____

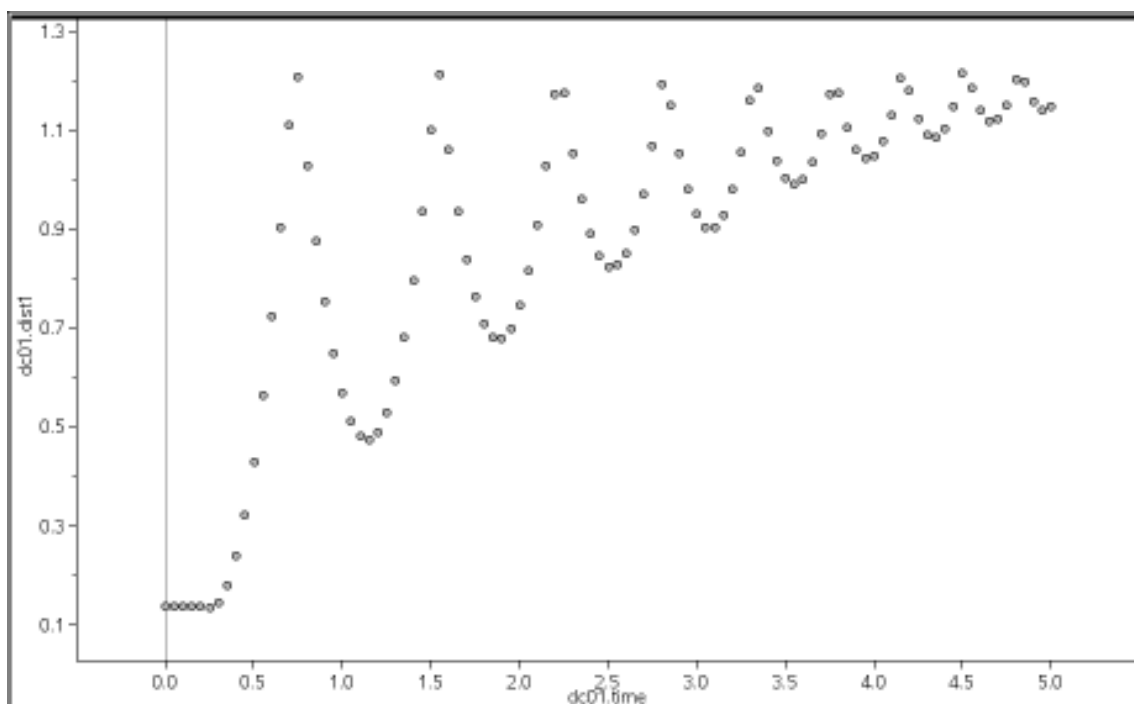
4- Material:

- Calculadora TI – Nspire (versão 2.0 do sistema operativo)
- CBR2 (sensor de movimento)
- Cabo de ligação da máquina de calcular ao CBR2
- Bola de basquetebol (e ou de futebol)
- Computador com software específico



5- Procedimento Laboratorial:

1. Prende o CBR2, a um suporte adequado, a uma distância do solo de, pelo menos, 1,5 m.
2. Coloque a bola debaixo do CBR2, aproximadamente a 15 cm, como se ilustra na figura.
3. Faça um teste de alguns saltos com a bola. A bola tem que fazer pelo menos 5 saltos, ficando abaixo do CBR2.
4. Ligue a máquina de calcular e abra um novo documento.
5. Ligue a calculadora ao CBR2 e seleccione **Dados e Estatística** no Início Automático.
6. Fica registado no ecrã a distância do CBR2 ao solo. Registe este valor: (exemplo - 1,21 m).
7. Posicionar a bola e carregar em **Start**.
8. Obtém-se, no visor da calculadora, um gráfico semelhante ao da figura.



9. Ir ao **Ecrã Inicial** e adicionar nova página de **Listas e Folhas de Cálculo**.

Na coluna A, na primeira linha, na tecla **var**, **ligar a dc01.time1**. Pressionar **enter**.

Na coluna B, na primeira linha, na tecla **var**, **ligar a dc01.dist1**. Pressionar **enter**.

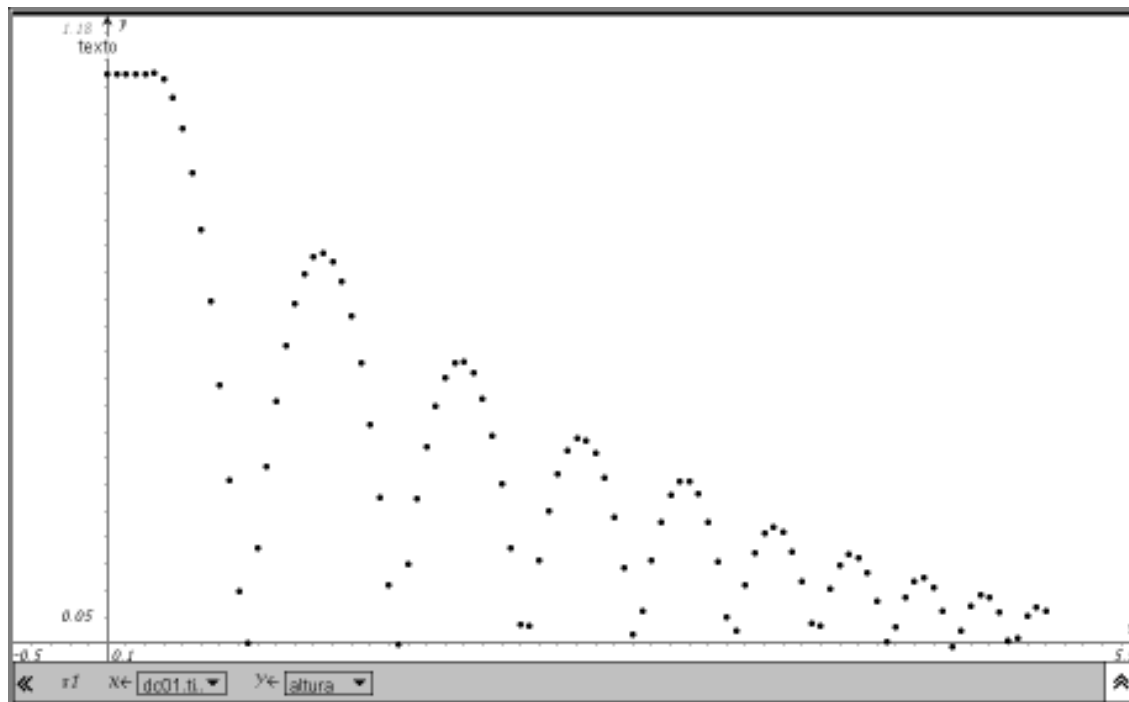
Na coluna C, definir a variável **altura** (1ª linha); na segunda linha, introduzir fórmula “=1,21- **var**, **dc01.dist1**”. Pressionar **enter**.

	dc01.t...	dc01.d...	altura											
			=1,21-'dc01											
1	0.	0.136967	1.07313											
2	0.05	0.136967	1.07313											
3	0.1	0.136967	1.07313											
4	0.15	0.136609	1.07339											
5	0.2	0.136143	1.07396											
6	0.25	0.134487	1.07551											
7	0.3	0.144898	1.06511											
8	0.35	0.179333	1.03067											
9	0.4	0.238203	0.971797											
10	0.45	0.320996	0.889004											
11	0.5	0.429611	0.791389											
12	0.55	0.563409	0.646591											
13	0.6	0.722993	0.487007											
14	0.65	0.902637	0.307363											
15	0.7	1.1105	0.099499											
16	0.75	1.20922	0.000785											
17	0.8	1.02893	0.181172											
18	0.85	0.875781	0.334219											
19	0.9	0.752833	0.457167											

10. Adicionar nova página de **Gráficos e Geometria**. Ir a **menu, 3: Tipo de gráfico e 4: Gráfico de dispersão**. Clicar em **enter**.

Para a variável x, em **var** seleccionar **dc01.time** seguido de **enter** e para a variável y, em **var** escolher **altura**, seguido de **enter**.

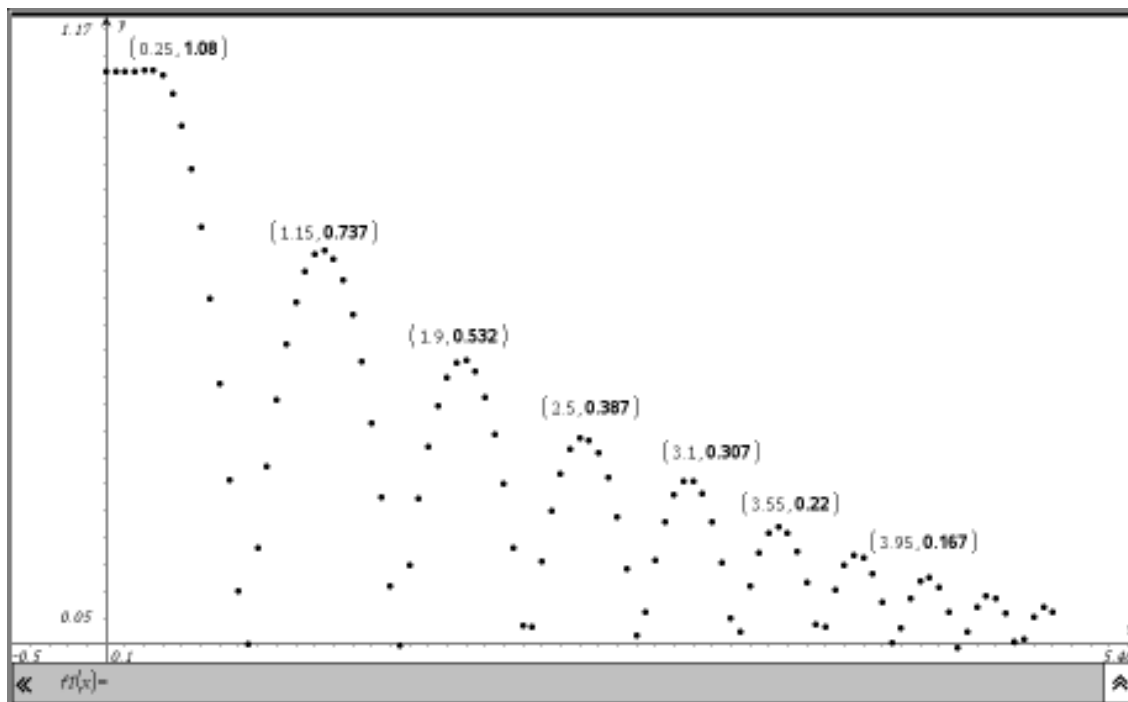
Para ajustar a janela, ir a **menu, 4: Janela e 9: Zoom – Dados**, seguido de **enter**.



11. No gráfico altura em função do tempo, ir a **menu, 7: Pontos e rectas e 1: Ponto**, seguido de **enter**.

Colocar o cursor no ponto de altura máxima e pressionar **enter**. Repetir este procedimento para os outros pontos de altura máxima.

Com o cursor na coordenada y de cada ponto, pressionar **var** e escolher **1: Guardar Var** e digitar **h1**. Repetir o procedimento para os outros pontos de y máximo com **h2, h3**, etc.

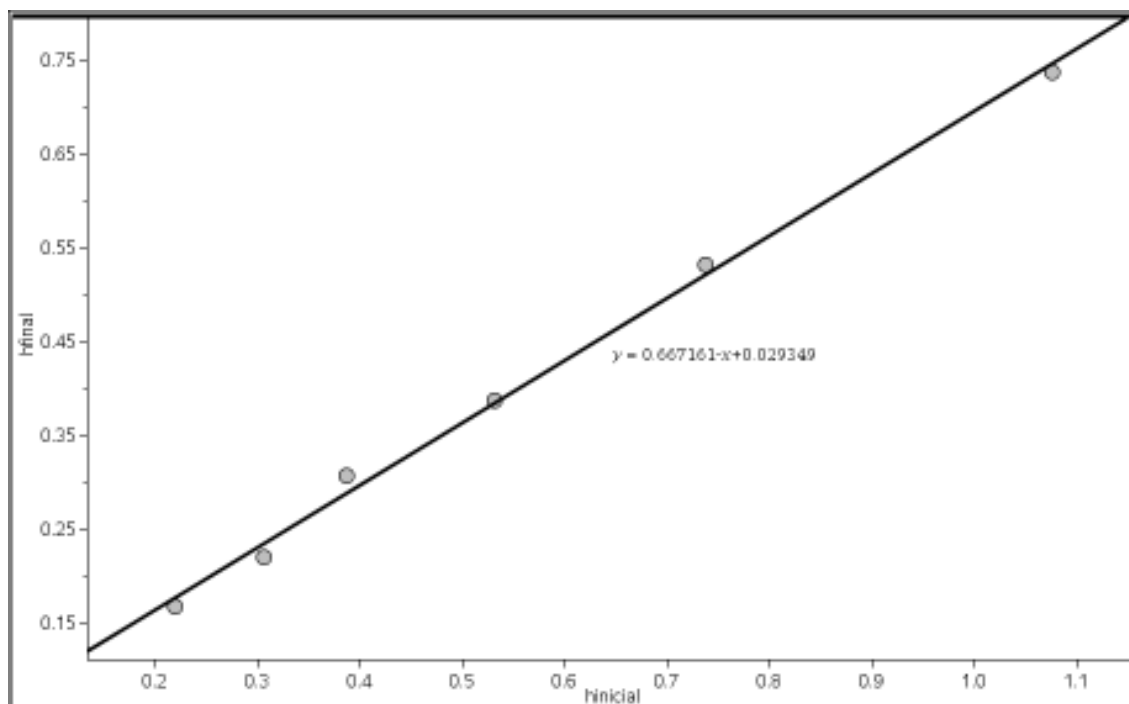


12. Ir à página de **Listas e Folha de Cálculo**. Na coluna D, na primeira linha escrever **h inicial**; na terceira linha dessa coluna pressionar **var, 3: Ligar a: h1**. Seguir o mesmo procedimento para as linhas seguintes com as variáveis de **h2 a h6**.

Na coluna E, na primeira linha escrever **h final**; na terceira linha pressionar **var, 3: Ligar a: h2**. Seguir o mesmo procedimento para as linhas seguintes com as variáveis de **h3 a h7**.

dc01.t...	dc01.d...	altura	h inicial	h final	F	G	H	I	J	K	L	M
dc01.time		=1.21-dc01.d...										
1	0.	0.136967	1.07313	h1								
2	0.05	0.136967	1.07313	h2								
3	0.1	0.136967	1.07313	h3								
4	0.15	0.136609	1.07339	h4								
5	0.2	0.136143	1.07396	h5								
6	0.25	0.134487	1.07551	h6								
7	0.3	0.144898	1.06511									
8	0.35	0.179333	1.03067									
9	0.4	0.238203	0.971797									
10	0.45	0.320996	0.889004									
11	0.5	0.429611	0.781389									
12	0.55	0.563409	0.646591									
13	0.6	0.722993	0.487007									
14	0.65	0.902637	0.307363									
15	0.7	1.1105	0.099499									
16	0.75	1.20922	0.000785									
17	0.8	1.02893	0.181172									
18	0.85	0.875781	0.334219									
19	0.9	0.752833	0.457167									

13. No **Ecrã inicial** abrir nova página de **Dados e Estatística**. Junto ao eixo dos xx clicar para adicionar variável, **enter**; e escolher **h inicial**. No eixo dos yy clicar para adicionar variável e escolher **h final** seguido de **enter**.
- Ir a menu **4: Analisar, 6: Regressão e 1: Mostrar linear (mx+b)**. Clicar em **enter**.



6- Questões Pós-laboratoriais:

1- Com base no declive da recta obtida, determine o coeficiente de restituição da bola.

R:

2- Calcule a altura do ressalto quando se larga a bola de uma altura de 70 cm.

R:

3- Determine a velocidade da bola quando toca no solo , admitindo que é larga da altura anterior.

R:

4- A bola que utilizei para realizar a actividade laboratorial foi uma bola de basquetebol. Se tivesse utilizado uma bola de futebol obteria um valor superior ou inferior para o coeficiente de restituição ? Justifique.

R:

5- Questão Problema: " Existirá alguma relação entre a altura de onde cai uma bola e a altura atingida no primeiro ressalto ? "

R:
