



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
Instituto de Física  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Mestrado Profissional em Ensino de Física

CINEMÁTICA DAS CORRIDAS:  
ROTEIRO PARA O PROFESSOR

José Luiz dos Santos

Material instrucional associado à dissertação  
“Cinemática das Corridas de Atletismo”,  
apresentada no Curso de Mestrado Profissional  
em Ensino de Física da Universidade Federal do  
Rio de Janeiro (2012).

## **Cinemática das Corridas: Roteiro para o Professor**

Esse roteiro segue, inicialmente, uma proposta de estudo dirigido, tendo em vista a não familiaridade dos alunos com o tipo de modelagem e atividade proposta.

Antes de iniciar as atividades o professor divide a turma em grupos de cinco componentes, no máximo, e entrega a cada aluno um roteiro (que acompanha este) onde o modelo está descrito. O roteiro para os alunos serve de referência para que os estudantes acompanhem o desenvolvimento do modelo realizado pelo professor em aula expositiva.

As atividades começam efetivamente com a discussão das questões motivadoras sobre corridas de velocidade contidas no início do roteiro para os alunos, seguido da apresentação do modelo pelo professor.

Nessa fase os alunos acompanham passo-a-passo o desenvolvimento do modelo pelo professor, onde ele esclarece possíveis dúvidas.

A pergunta mais comum é “De onde vem a fórmula que defini  $V(D)$ ?”. É importante ressaltar que é uma expressão parte da proposta do modelo, sendo justificada (ou não) pelo sucesso (ou fracasso) da sua aplicação.

Após a apresentação do professor, é proposto para os grupos a (re)construção do modelo, sem ajuda do professor, seguindo os passos da apresentação. Nessa etapa cabe aos próprios alunos a discussão para esclarecimento de dúvidas; caso não consigam, deverão recorrer ao professor.

O professor marcará um dia para dois grupos apresentarem a (re)construção do modelo na forma de seminário, um para a parte do construção do modelo e outro para aplicação do mesmo. Os dois grupos serão sorteados na hora do seminário.

Cumprida essa fase, eles deverão aplicar o modelo em uma ou mais situações diferentes da apresentada no roteiro (recordes mundiais atuais).

No final cada grupo apresenta os resultados encontrados para discussão e conclusões.

*Utilizando a planilha Excel para determinar os parâmetros do modelo*

Uma das formas de representação do modelo é dada pela expressão

$$T = a_2 D^2 + a_1 D + a_0 \quad (1)$$

onde  $a_2 = 1 / (\lambda V_0)$ ,  $a_1 = 1 / V_0$  e  $a_0 = T_L$ .

As constantes  $\lambda$ ,  $V_0$  e  $T_L$ , são a distância em que o desgaste físico se torna significativo para um corredor de corridas de velocidade, a velocidade máxima atingida por ele e o tempo gasto no processo de largada, respectivamente. São parâmetros importantes para analisar o desempenho desse corredor.

Para encontrar os valores desses parâmetros é necessário determinar os coeficientes da função quadrática expressa na equação (1). O procedimento para isso está descrito no roteiro dos alunos. Para evitar o trabalho enfadonho de resolver à mão um sistema de três equações e três incógnitas utilizamos a planilha *Excel* do *MS Office*, seguindo as etapas descritas a seguir:

1. Abra um documento em branco da planilha *Excel* e crie uma tabela com os valores dos recordes mundiais atuais, conforme mostrado abaixo:

D (m)	T (s)
100	9,58
200	19,19
400	43,18

Figura 1: tabela com recordes mundiais atuais de corridas de velocidade para confecção do gráfico utilizando a planilha *Excel*.

2. Com a tabela em destaque, clique em inserir, na barra de ferramentas; gráficos; dispersão e escolha “Dispersão Somente com Marcadores”, como tipo de gráfico. A tela deverá ter a seguinte aparência.

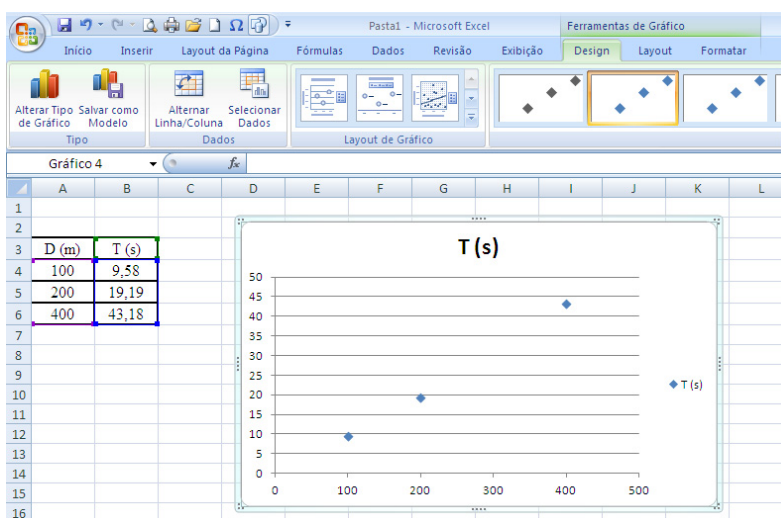


Figura2: Tela com tabela e o gráfico com os pontos tabela plotados.

O título do gráfico [T(s)] está na caixa de texto sobre o mesmo. Dê dois cliques e digite um título adequado (sugestão: Recordes mundiais de 2012). Destaque com um clique sobre a legenda [♦T(s)] do gráfico (à direita do mesmo) e apague-a (delete).

Coloque o mouse sobre um dos pontos do gráfico e clique com o botão direito. Aparecerá uma tela conforme a figura 3.

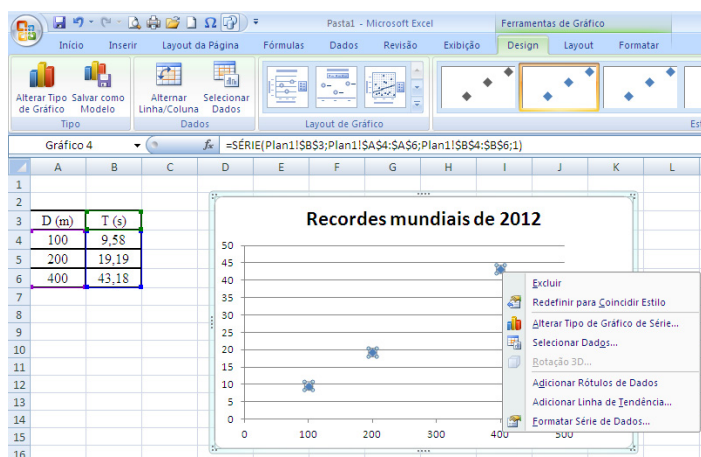


Figura 3: Tela com caixa de diálogo para adicionar linha de tendência.

3. Clique em “Adicionar linha de tendência”. Surgirá uma tela de interface conforme a figura 4.

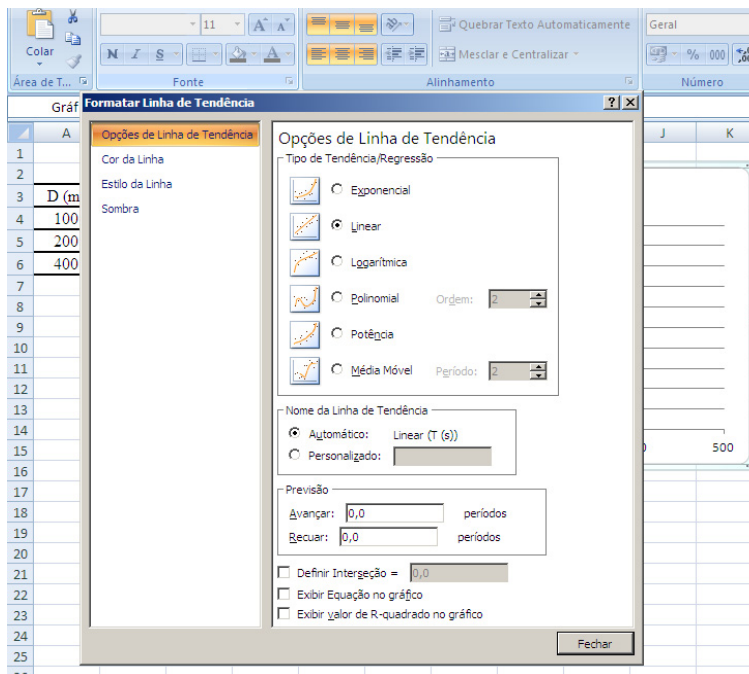


Figura 4: tela de interface para adicionar linha de tendência.

Como a função da equação (1) é do segundo grau, clique na opção “Polinomial” escolhendo “Ordem 2”, digite em “Recuar” o valor “100”, clique em “Exibir Equação no gráfico” e em fechar.

Aparecerá o gráfico com a equação e os respectivos coeficientes, conforme a figura 5.



Figura 5: Tela com a tabela, o gráfico e a função do mesmo, com os respectivos coeficientes.

O eixo da ordenada ( $y$ ) corresponde à distância da prova  $D(m)$  e o eixo da abscissa ( $x$ ) ao recorde de cada prova  $T(s)$ .

4. Na função apresentada no gráfico aparecem os coeficientes da equação (1) quando aplicados os valores dos recordes mundiais das provas de 100, 200 e 400 m.

Os coeficientes  $8E-05$  ( $8 \times 10^{-5}$ );  $0,0722$  e  $1,56$  da função do gráfico correspondem a

$$a_2 = 1 / (\lambda V_0), a_1 = 1 / V_0 \text{ e } a_0 = T_L.$$

5. A planilha também pode ser utilizada para determinar os parâmetros  $\lambda$ ,  $V_0$  e  $T_L$ , que fornecem dados das performances dos atletas. Basta inserir as fórmulas

$$\lambda = a_1/a_2; V_0 = 1/a_1$$

e substituir os valores dos coeficientes obtidos no item anterior.

Para inserir as fórmulas, clique em uma célula vazia, digite  $\lambda$ . Na célula ao lado digite “= 0,0722/8E-5” (ou = 0,0722/0,00008) e tecla “enter”. O resultado dessa operação aparecerá, conforme apresentado na figura 6.

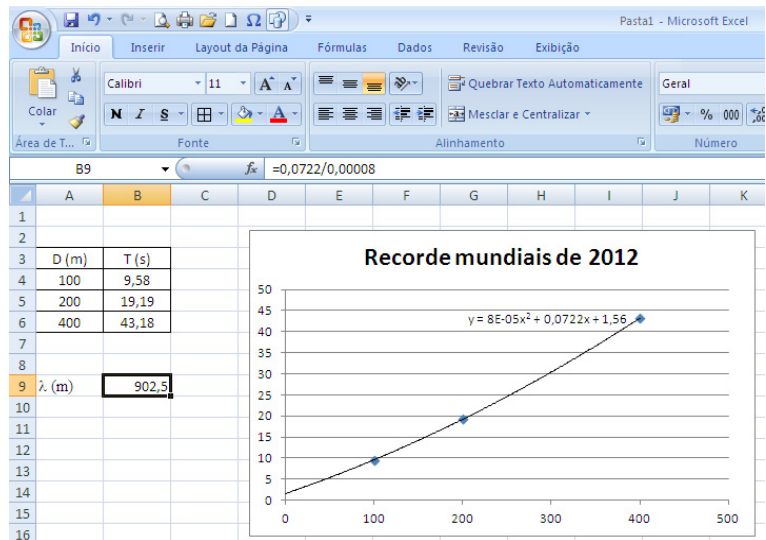


Figura 6: inserindo fórmula para obtenção de  $\lambda$ . Na célula A9 foi digitado  $\lambda$  com auxílio de “Inserir Símbolo” na barra de ferramentas da planilha do Excel. O resultado que aparece na célula B9 foi obtido digitando-se “= 0,0722/8E-5” na própria célula.

Na célula A10 digite  $V_0$  (m/s) e, na célula B10, digite “=1/0,0722”. Tecla “enter” e o resultado aparecerá como na figura 7.

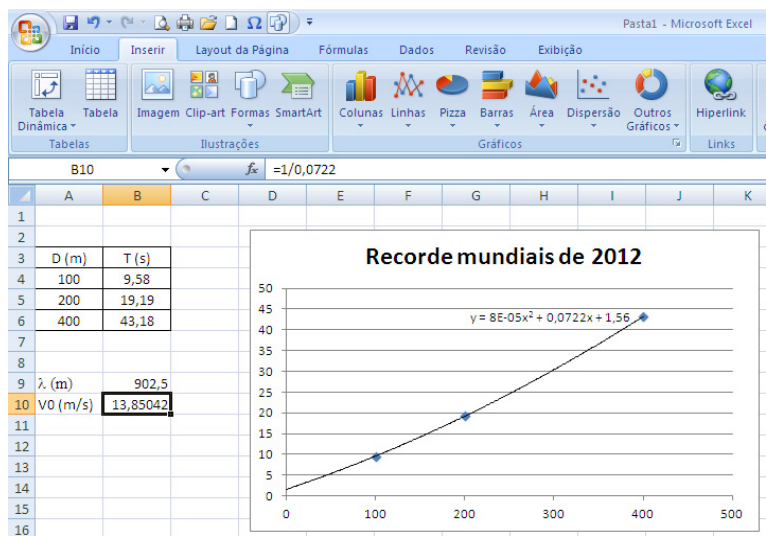


Figura 7: inserindo fórmula para obtenção de  $V_0$ . Na célula B10 foi digitado “=1/0,0722”.

Apenas para completar a tabela com os valores dos parâmetros que fornecem dados das performances dos atletas, digite  $T_L$  (s) na célula A11 e o valor 1,56, que o valor de  $a_0$ . Aparecerá como representado na figura 8.

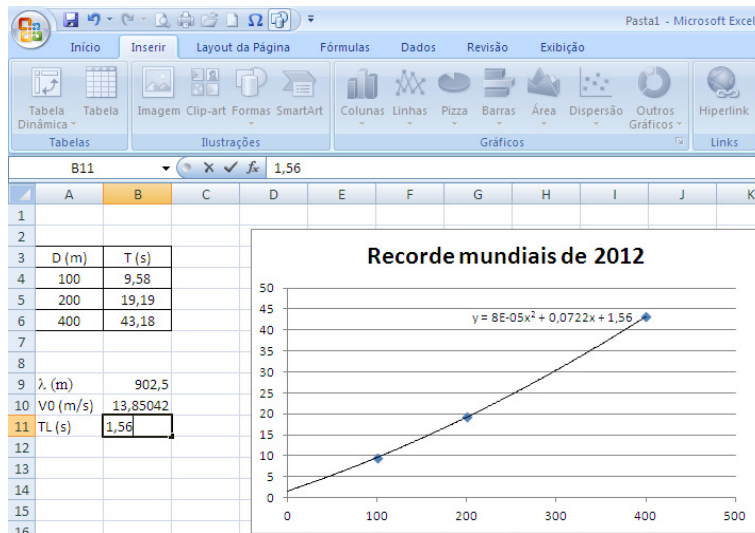


Figura 8: Figura com a tabela dos recordes, gráfico e função correspondente e os valores dos parâmetros que fornecem os dados da performance dos atletas após aplicarmos o modelo desenvolvido por nós.

Assim os valores dos parâmetros desejados são  $V_0 = 13,8$  m/s,  $\lambda = 909$  m,  $T_L = 1,56$  s, obtidos sem cálculos enfadonhos que tiram o foco da aplicação e análise do modelo.