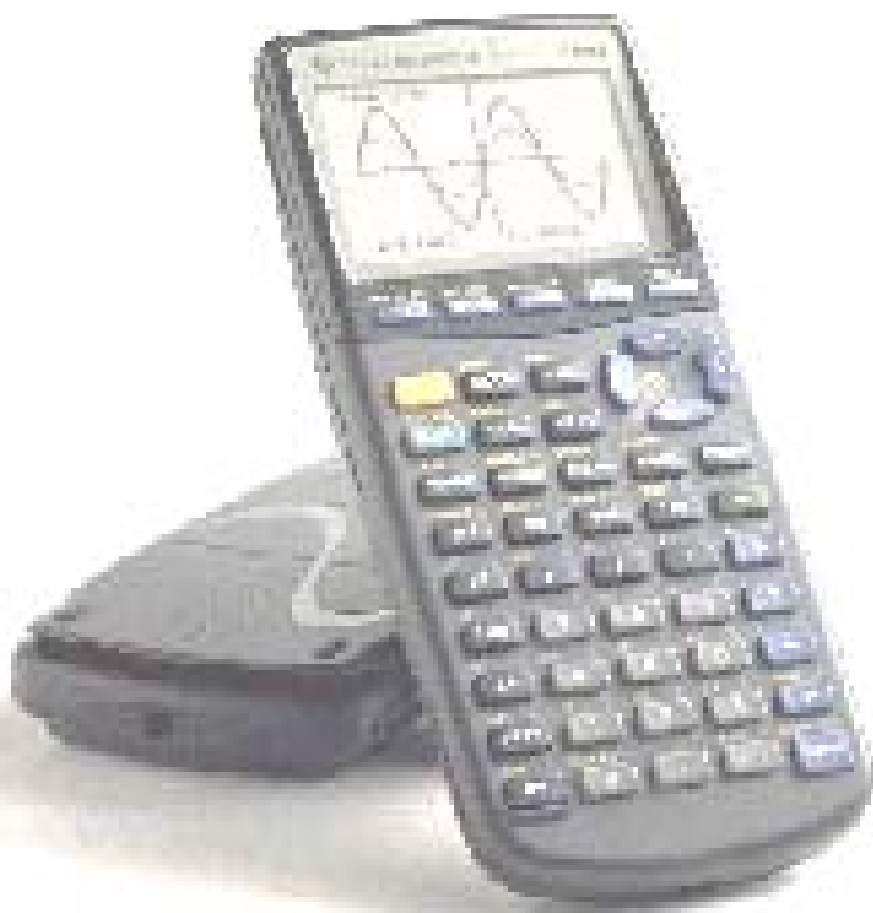


# Escola Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva

**A**



**er**



Grupo de Estágio  
Ciências Físico-Químicas  
2002/2003





# Índice

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1-DESCRIÇÃO DAS INTERFACES .....</b>	<b>4</b>
1.1- CBR <sup>TM</sup> .....	4
1.2- CBL 2 <sup>TM</sup> .....	6
1.3- VERNIER LABPRO <sup>®</sup> .....	7
1.4- CBL 2 <sup>TM</sup> VERSUS VERNIER LABPRO <sup>®</sup> .....	8
<b>2- SOFTWARE .....</b>	<b>9</b>
2.1 – RANGER .....	9
2.2 – DATAMATE .....	10
2.3 - LOGGER PRO <sup>®</sup> .....	12
<b>3- ACTIVIDADES EXPERIMENTAIS .....</b>	<b>13</b>
3.1- ESTUDO DO MOVIMENTO DE UM CARRO NUM PLANO INCLINADO .....	14
3.2- ESTUDO DO MOVIMENTO VERTICAL DE UM GRAVE .....	17
3.3- VERIFICAÇÃO DA LEI DA CONSERVAÇÃO DO MOMENTO LINEAR .....	18
3.4- VERIFICAÇÃO DA LEI DE CHARLES E GAY - LUSSAC .....	19
3.5- VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DA TERCEIRA LEI DE NEWTON .....	21
3.6- VERIFICAÇÃO DA LEI DA VARIAÇÃO DO MOMENTO LINEAR .....	23
3.7- DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO SOM NO AR .....	25
3.8- ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA .....	26
3.9- TITULAÇÃO ÁCIDO – BASE.....	27
3.10- VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE DE UM CONDUTOR .....	28
<b>ALGUNS SITES INTERESSANTES : .....</b>	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>30</b>



## Introdução

*“ Sem dúvida, a Ciência, não é perfeita e pode ser mal utilizada, mas é de longe o melhor instrumento que possuímos, que se corrige a si próprio, que progride sem cessar, que se aplica a tudo.*

*Obedece a duas regras fundamentais:*

*segundo a primeira, não existem verdades sagradas, todas as asserções têm de ser examinadas cuidadosamente, com espírito crítico, não têm valor os argumentos de autoridade; de acordo com a segunda, temos de rever ou afastar tudo aquilo que está em contradição com os factos. ”*

Carl Sagan, Cosmos, Lisboa,

Gradiva-Publicações, Lda, 1984, Cap. XIII

O mundo actual é constantemente modificado pela descoberta de novos conhecimentos, como é que a Escola pode desenvolver condições nos seus alunos para que eles possam perceber e compreender como cidadãos conscientes e responsáveis esta evolução ?

O objectivo da educação científica – a educação em Ciência, Matemática e Tecnologia – deveria ser, ajudar o cidadão a desenvolver os conhecimentos e os hábitos mentais de que necessita para se tornar intelectualmente independente e capaz de pensar por si próprio. Os hábitos mentais científicos podem ajudar a resolver problemas de uma forma sensata, ponderando apenas os factos relevantes, sem se deixar levar por outras questões. Conhecer os métodos utilizados em Ciência, conhecer o modo como os investigadores e cientistas trabalham e pensam, como formulam hipóteses poderá ser uma ferramenta fundamental, diremos mesmo um modo de vida, que deveria ser fomentado na Escola.

Sabemos que o ensino experimental das ciências, onde estes primeiros passos podem ser dados é praticamente inexistente, salvo algumas excepções; é mais fácil o professor enveredar por uma exposição de “ museu “ dos assuntos científicos esquecendo – se que a Física e a Química são quotidianas.

O conhecimento científico eficaz necessita de uma intervenção planeada do professor, a quem cabe a responsabilidade de sistematizar, tornar simples e claro, sem perder o rigor a sua transmissão de acordo com o nível etário dos alunos e dos contextos escolares.

Em nosso entender os professores de Ciências têm de dar o exemplo na utilização da Tecnologia, no ensino experimental, porque a Ciência e a Tecnologia são duas faces da mesma moeda.

É neste contexto que pretendemos dar o nosso contributo.

O Orientador de Estágio 02/03

## 1 – Descrição das interfaces

### 1.1 – CBR™

CBR™ é um sensor de movimento sónico que permite explorar as relações matemáticas e científicas entre a distância, velocidade, aceleração e tempo com a utilização de dados recolhidos nas actividades efectuadas. Podem ser explorados conceitos matemáticos e científicos tais como:

- Movimento: distância, velocidade, aceleração;
- Gráficos: eixos das coordenadas, declinação, intercepções;
- Funções: linear, quadrática, exponencial, sinusoidal;
- Cálculo: derivadas, integrais;
- Estatísticas e análises de dados: métodos de recolha de dados, análise estatística.



Figura 1 – CBR™

O CBR, tal como qualquer sensor de movimento sónico, mede o intervalo de tempo entre a transmissão do impulso ultra-sónico e o primeiro eco devolvido. Quando os dados são recolhidos, o CBR determina a que distância se encontra do objecto. Em seguida, determina a primeira e a segunda derivadas dos valores de distância relativamente ao tempo para obter a velocidade e a aceleração. Guarda estes valores nas listas L1, L2, L3 e L4 das calculadoras gráficas.

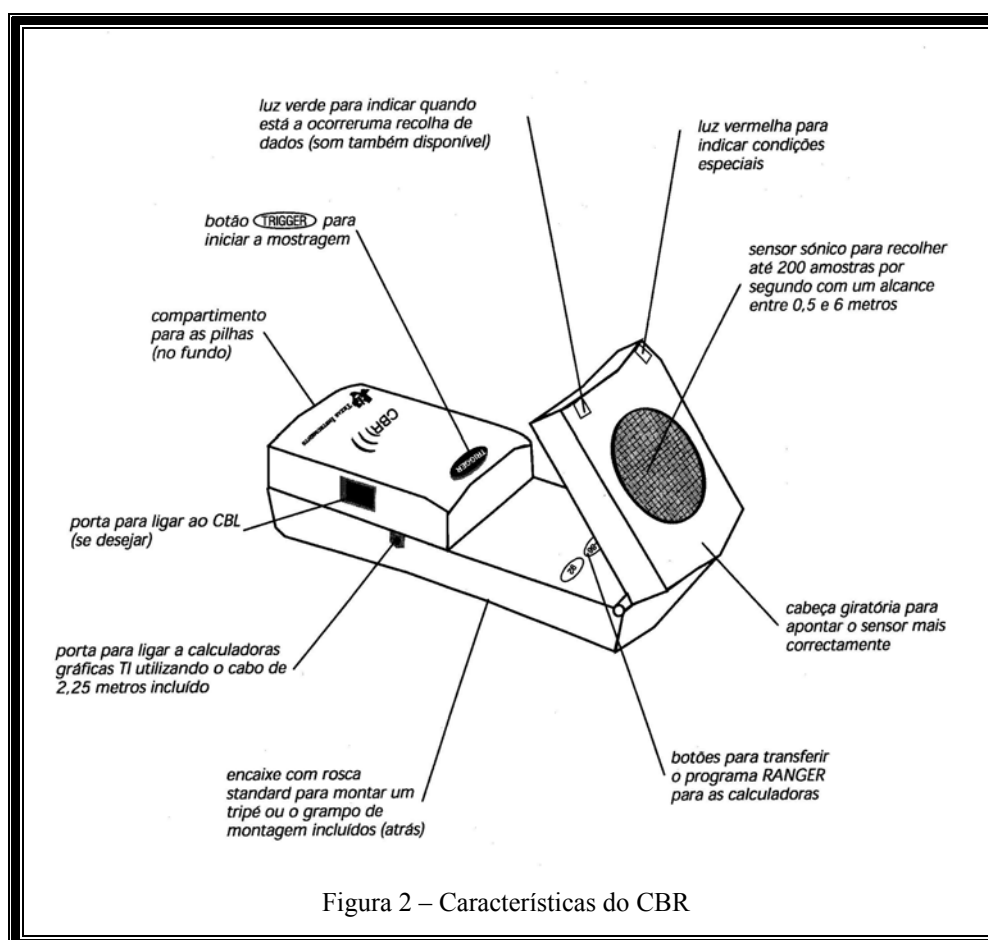
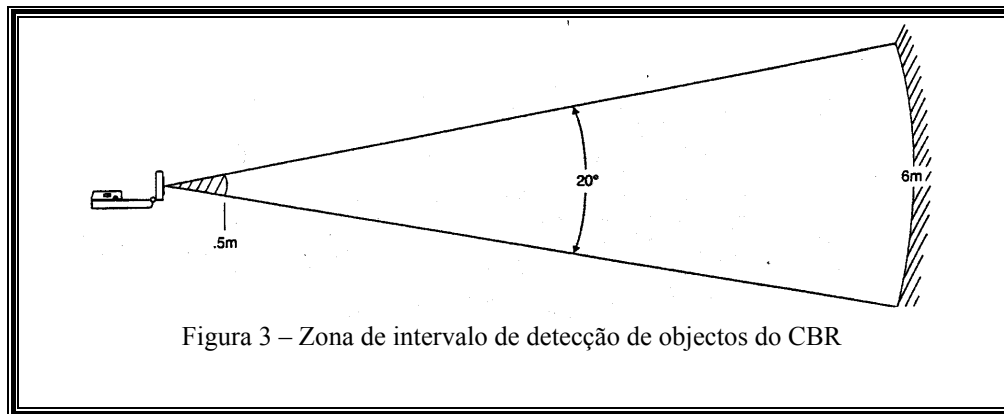


Figura 2 – Características do CBR

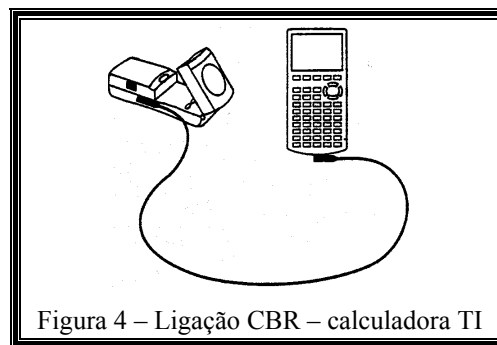
Se um objecto estiver a uma distância inferior a 0,5 m, impulsos consecutivos poderão sobrepor-se e serem incorrectamente identificados pelo CBR.

Por outro lado, uma vez que o impulso se desloca pelo ar, após cerca de 12 m (6 m na direcção do objecto e 6 m de regresso ao CBR), o eco devolvido poderá ser demasiado fraco para ser detectado. Este facto limita a distância efectiva do CBR ao objecto a menos de 6 m, tal como se indica na figura 3.



### Ligar o CBR à calculadora TI

O programa que se utiliza com o CBR chama-se RANGER e deverá ser transferido para a calculadora, antes de se iniciar a recolha de dados.



### Procedimento A: Transferência do programa RANGER para a calculadora TI:

- a. Prepare a calculadora para receber o programa, carregando nas teclas indicadas, consoante o modelo de calculadora.

TI-82 ou TI-83	TI-85/CBL ou TI-86	TI-92
y [LINK] ~ Í	y [LINK] ~ F2	Vá para o ecrã Home

- b. Com as setas } † seleccione RECEIVE e prima Í .
- c. Em seguida, abra a cabeça giratória existente no CBR, prima o botão de transferência de programa apropriado. Durante a transferência, a calculadora mostra RECEIVING (excepto na TI-92).
- d. Concluída a transferência, a luz verde do CBR acende-se, emitindo um aviso sonoro e no ecrã da calculadora aparece DONE.
- e. Para sair prima y [QUIT].

**Nota:** Após ter transferido o programa RANGER do CBR para a calculadora, não é necessário transferi-lo novamente, a menos que o elimine da memória.

## 1.2 – CBL 2<sup>TM</sup>

O Calculator-Based Laboratory <sup>TM</sup> 2 (CBL 2 <sup>TM</sup>) é um dispositivo portátil de recolha de dados do “mundo real”. Esta interface, é ligada às calculadoras TI-XX gráficas, podendo ser utilizada nas aulas das disciplinas de ciências (Física, Química, Biologia e Matemática), no laboratório e em saídas de campo.

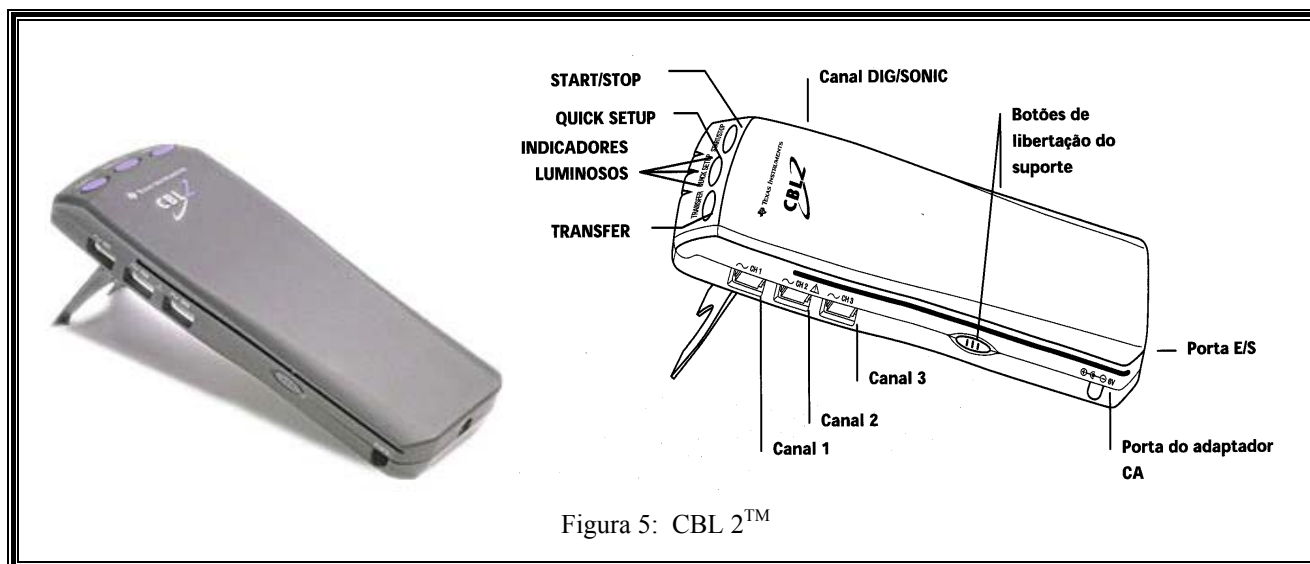


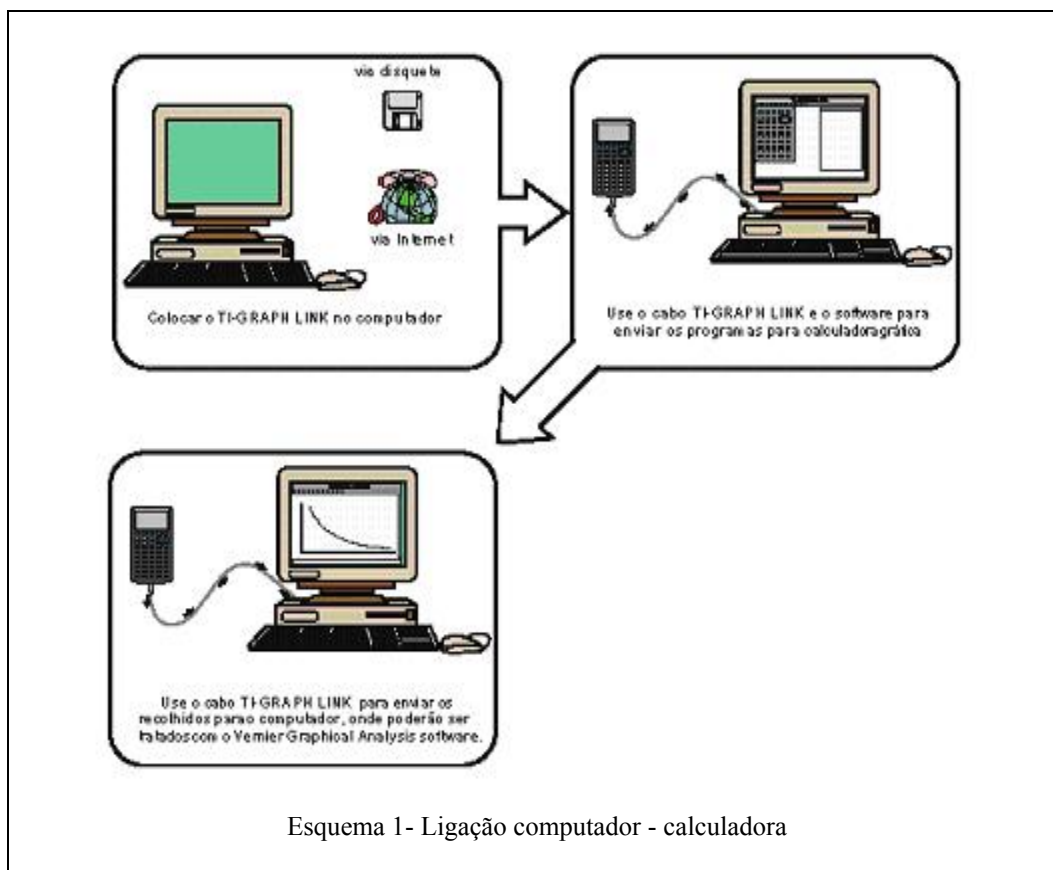
Figura 5: CBL 2<sup>TM</sup>

O CBL 2 possui em memória flash o DATAMATE, um programa multiusos que contém todas as informações básicas necessárias para executar as experiências com os sensores disponíveis. Este programa deverá ser transferido para a calculadora, antes de se iniciar a recolha de dados.

**Procedimento B:** Como transferir o programa DATAMATE para a calculadora TI-XX.

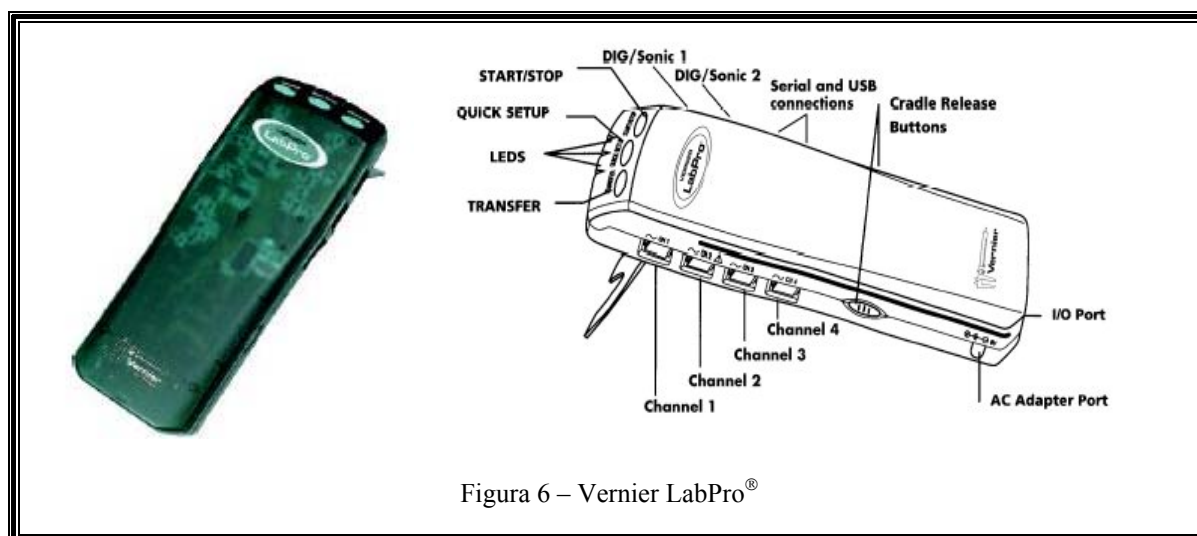
- Ligue o CBL2 à calculadora TI, utilizando o cabo “Short link cable” (TI – SLC) que é adquirido com a máquina;
- Ligue a calculadora, prima y e de seguida LINK;
- Com as setas } † seleccione RECEIVE e prima Í ;
- Prima tecla TRANSFER na parte frontal do CBL2 (figura 5). O programa/aplicação é transferido e aparece na lista de programas ou aplicações da calculadora.
- Para sair prima y [QUIT].

### 1.3 – Etapas para a ligação da calculadora gráfica TI-XX –PC



### 1.3 – Vernier LabPro®

O Vernier LabPro, tal como o CBL 2, possui o DATAMATE em memória ROM para ser utilizado com as calculadoras TI. Existe um software próprio para o computador que é o Logger Pro, onde estão incluídas todas as calibrações dos sensores e os parâmetros relativos às experiências que podem ser realizadas, nas mais variadas circunstâncias.



## 1.4 – CBL 2<sup>TM</sup> Versus Vernier LabPro<sup>®</sup>

As duas interfaces, CBL 2 e Vernier LabPro, são semelhantes, incluindo a sua aparência exterior. No entanto, existem algumas diferenças, destacando-se o facto do LabPro ser utilizado com computadores e calculadoras, enquanto que o CBL 2 é uma interface apenas para calculadoras. Além disso, o LabPro possui mais portas de ligação, apresenta elevada resolução e oferece maior flexibilidade.

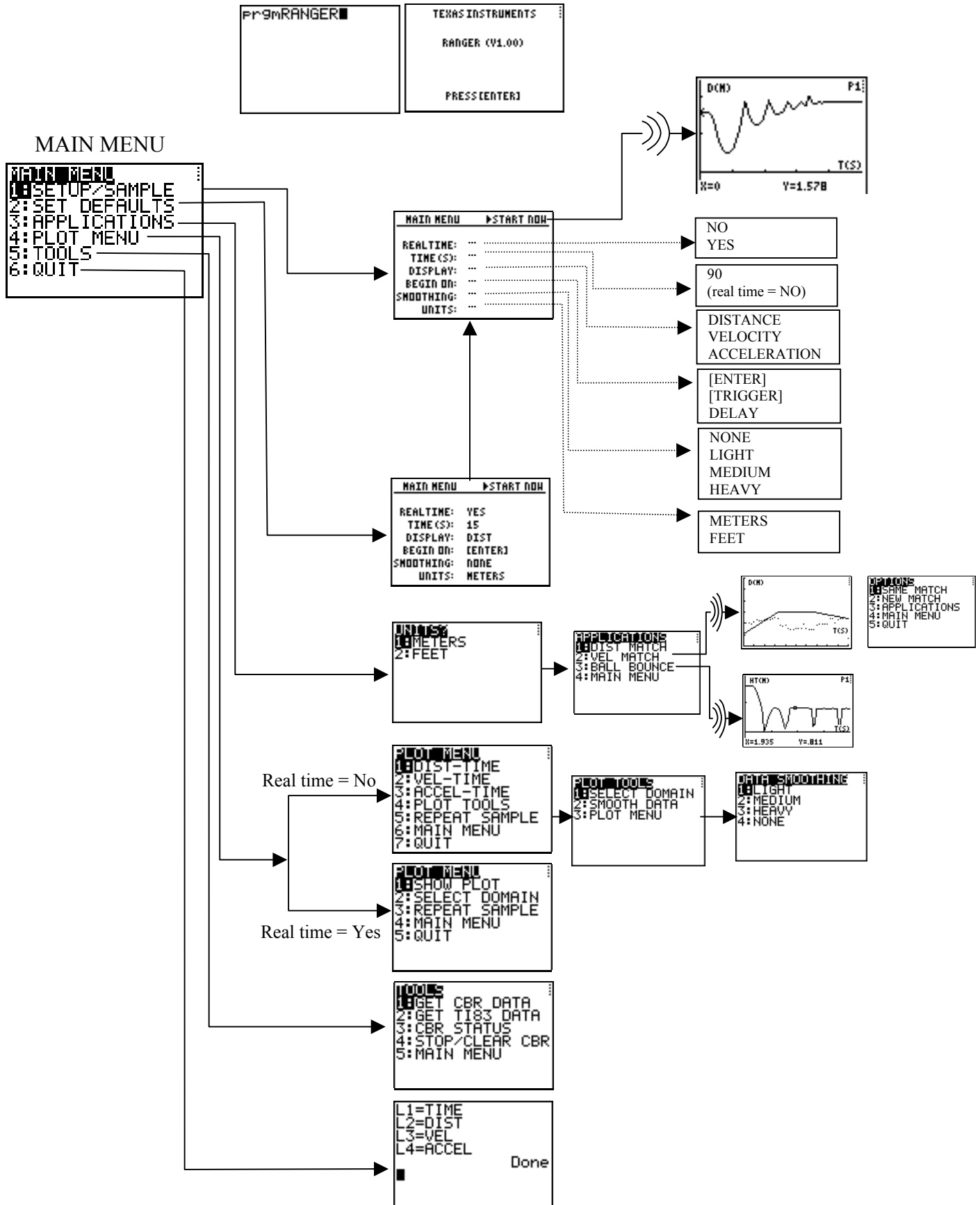
Na tabela seguinte faz-se uma comparação entre as duas interfaces.

**Tabela 1 - Comparação de algumas características do Vernier LabPro<sup>®</sup> e do CBL 2<sup>TM</sup>**

	LabPro	CBL 2
<b>Canais</b>	4 analógicos e 2 digitais/sónicos	3 analógicos e 1 digital/sónico
Sensores Vernier analógicos compatíveis	Todos	Todos
Sensores Vernier digitais compatíveis	Movimento (2), “photogate” (2), radiação, movimento de rotação, contador de gotas	Movimento, “photogate” (1), radiação, movimento de rotação, contador de gotas
Canais analógicos de output/gerador de função	Sim	Não
Canais digitais output	Sim (2)	Sim (1)
Velocidade máxima de amostras	50.000 amostras /segundo	50.000 amostras /segundo
Armazenamento interno de dados	12.000 pontos	12.000 pontos
Resolução	12 bit	10 bit
Portas de ligação	Série, USB, Input /output para a calculadora	Input /output para a calculadora (requer o Ti-Graph Link)
Compatibilidade com as calculadoras TI- XX	TI-73/82/83/83 Plus/83 Plus Silver Edition/86/89/92/92 Plus Voyage 200	TI-73/82/83/83 Plus/83 Plus Silver Edition/86/89/92/92 Plus Voyage 200
Programa em ROM	Sim (DATAMATE)	Sim (DATAMATE)
Sensores incluídos	Tensão	Temperatura, luz e tensão

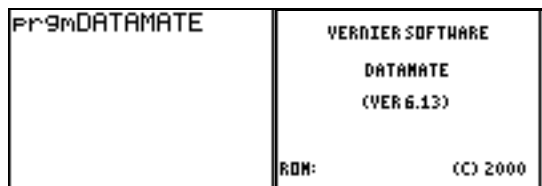
## 2 – Software

### 2.1 – RANGER utilizado no CBR™

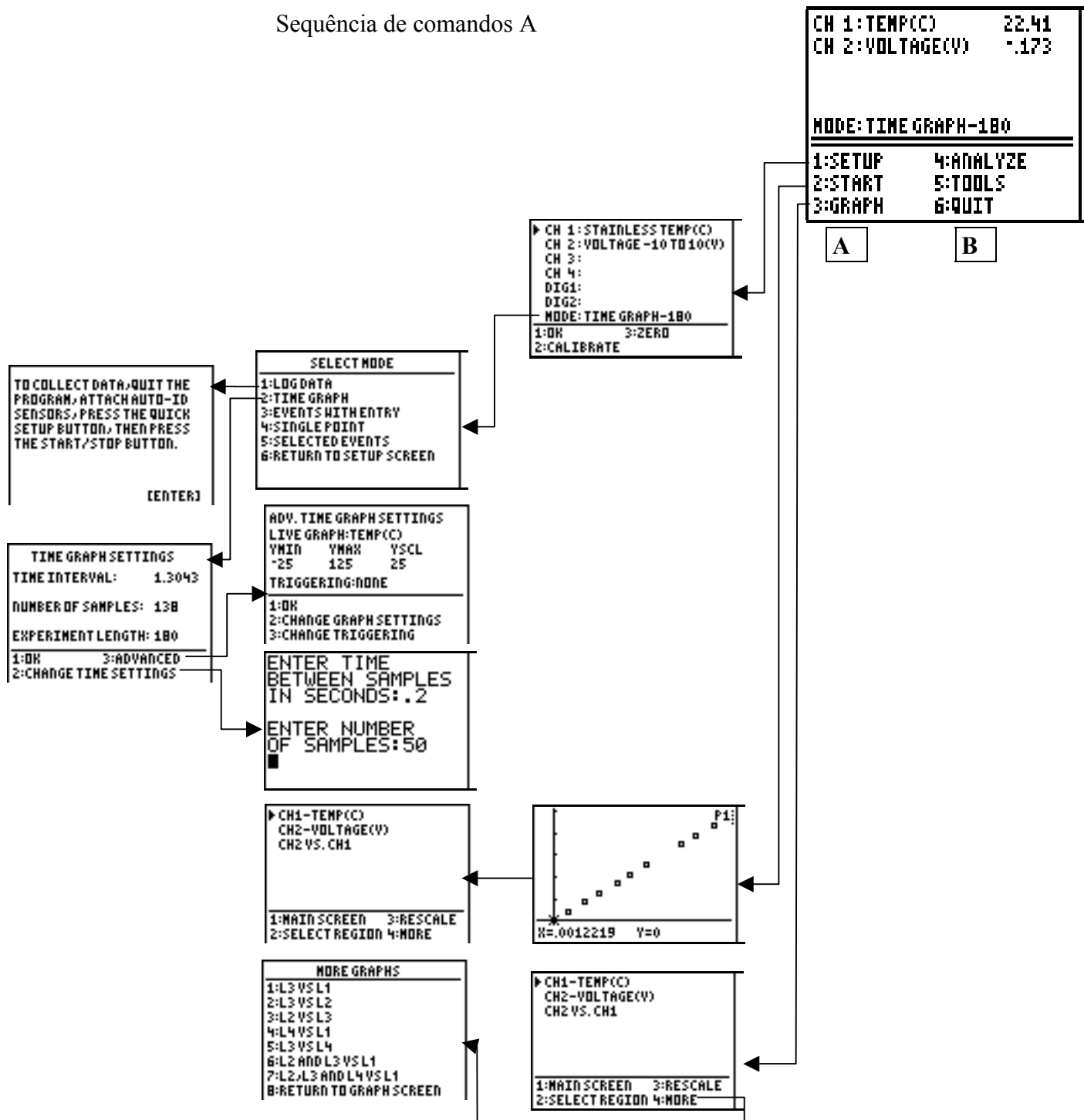




## 2.2 – DATAMATE utilizado com o CBL 2™ e o Vernier LabPro®

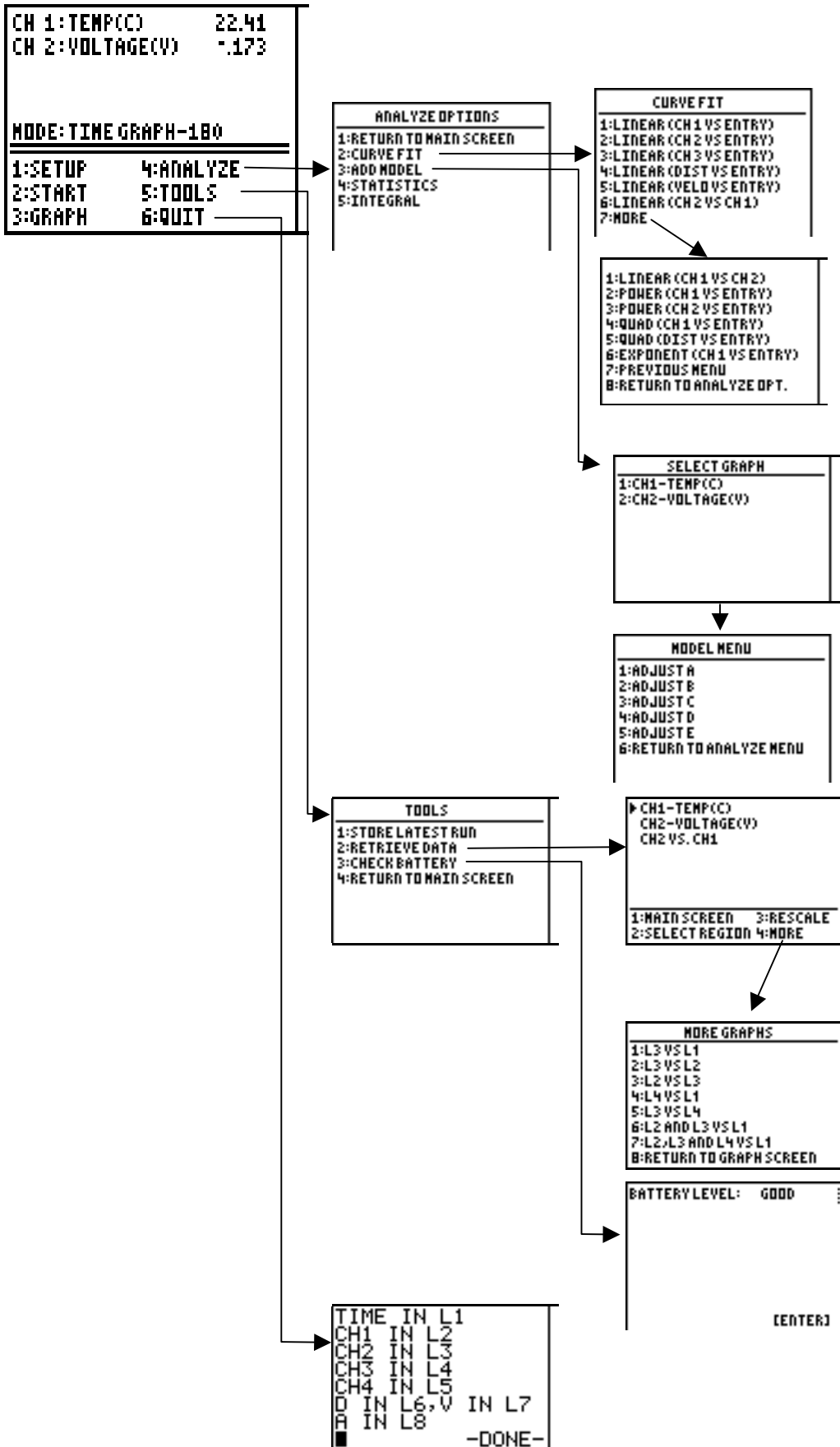


Sequência de comandos A





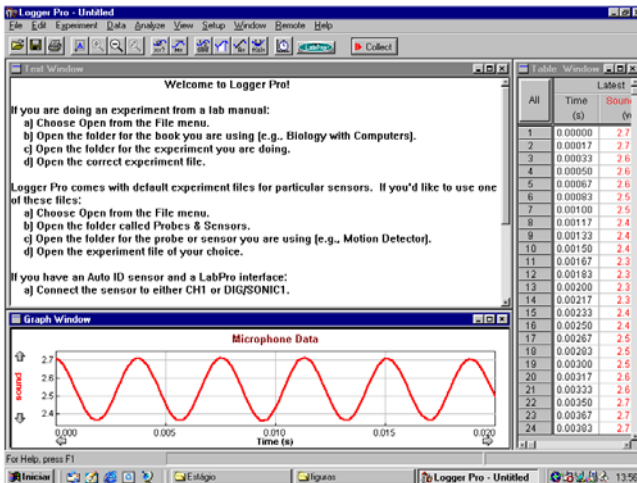
Sequência de comandos B



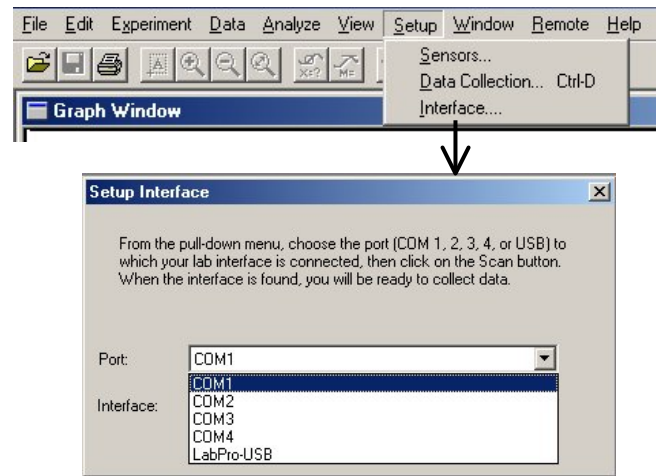
## 2.3 – LOGGER PRO® - Utilizado com o Vernier LabPro®



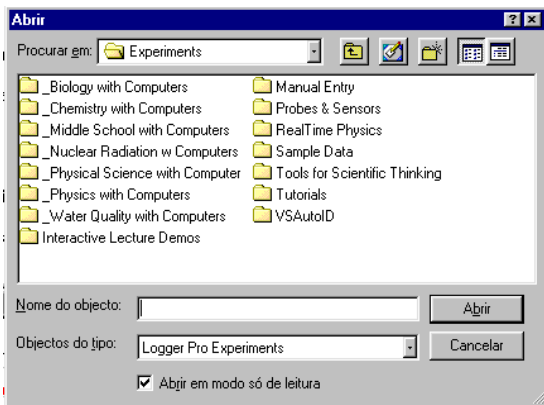
1. Ao iniciar o programa:



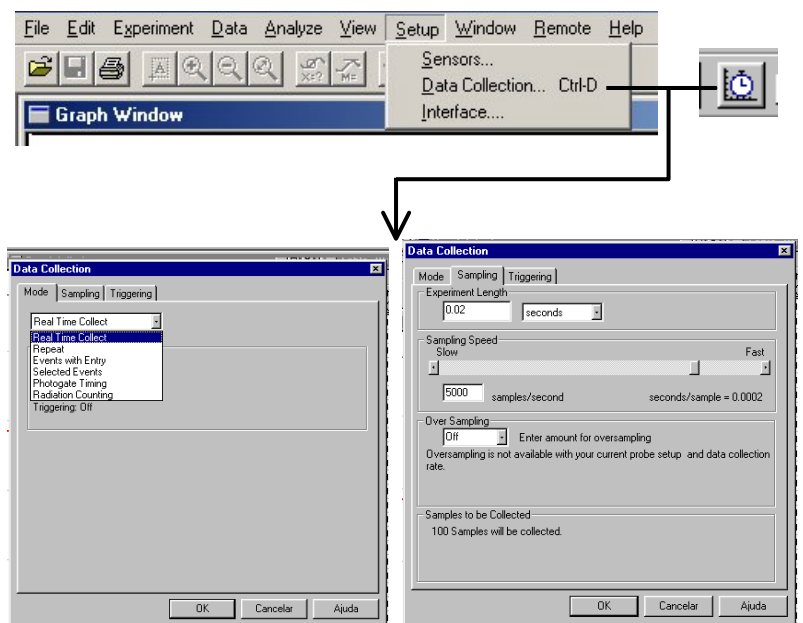
2. Escolha a porta de ligação:



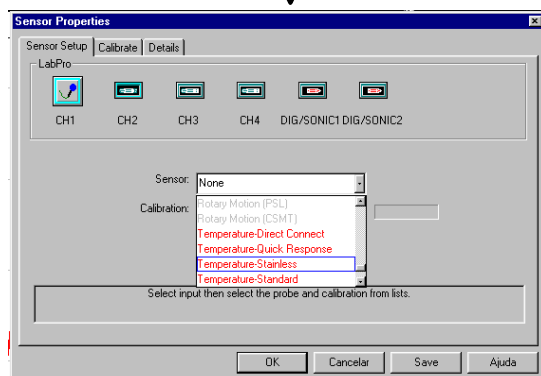
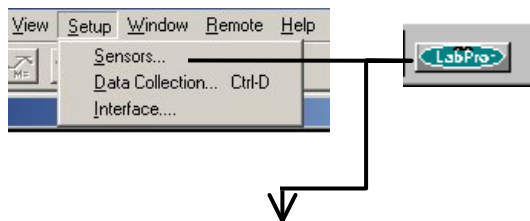
3. Escolha a experiência:



4. Definições idênticas, de intervalos de tempo, e numero de recolha de amostras, ao DATAMATE:



5. Definições de canais:



6. Selecciona Collect, para iniciar a experiência:





### 3 – Actividades experimentais

Algumas actividades laboratoriais onde se utilizam o CBR™, CBL 2™ e LabPro®.

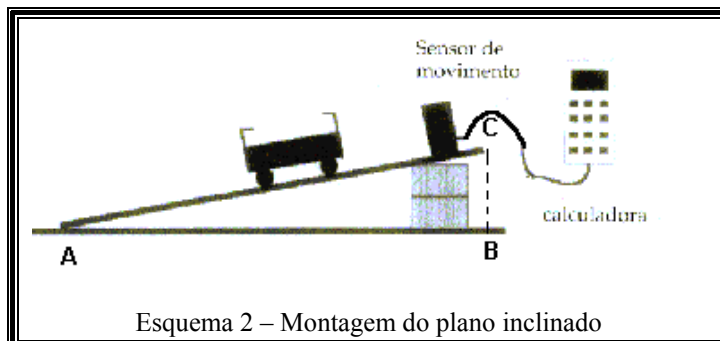
3.1- ESTUDO DO MOVIMENTO DE UM CARRO NUM PLANO INCLINADO	14
3.2- ESTUDO DO MOVIMENTO VERTICAL DE UM GRAVE	17
3.3- VERIFICAÇÃO DA LEI DA CONSERVAÇÃO DO MOMENTO LINEAR	18
3.4- VERIFICAÇÃO DA LEI DE CHARLES E GAY - LUSSAC	19
3.5- VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DA TERCEIRA LEI DE NEWTON	21
3.6- VERIFICAÇÃO DA LEI DA VARIAÇÃO DO MOMENTO LINEAR	23
3.7- DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO SOM NO AR	25
3.8- ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA	26
3.9- TITULAÇÃO ÁCIDO – BASE	27
3.10- VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE DE UM CONDUTOR	28

### 3.1 – Estudo do movimento de um carro num plano inclinado

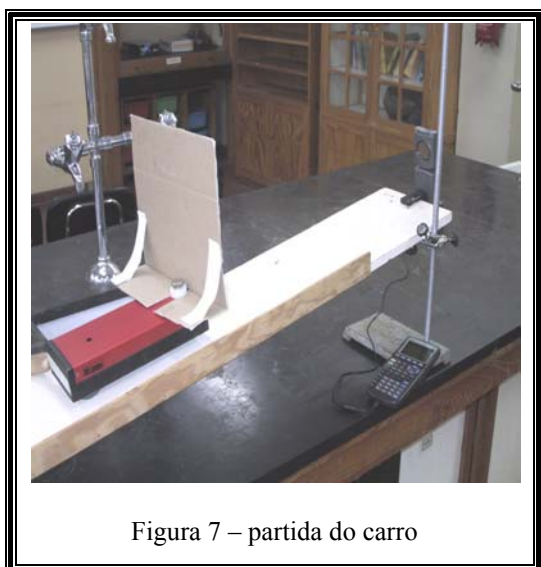
**Objectivo:** Análise das características do movimento de descida de um carro ao longo do plano inclinado.

#### Material

- Carro
- Fita métrica
- Sensor de movimento (CBR)
- Calculadora Texas TI
- Tábua de 2m
- Cabo de ligação CBR/TI



#### Procedimento Experimental



1. Faça a montagem como se indica no esquema 2.
2. Meça e registre as distâncias AB, BC e AC.
3. Meça a massa do carro e registre.
4. Transfira o programa RANGER para a calculadora, recorrendo ao procedimento A descrito na pag. 5.
5. Carregue na tecla  $\rightarrow$  e execute o programa RANGER.
  - a. No MAIN MENU, seleccione SETUP/SAMPLE.
  - b. Prima  $\downarrow$  para ver as definições.

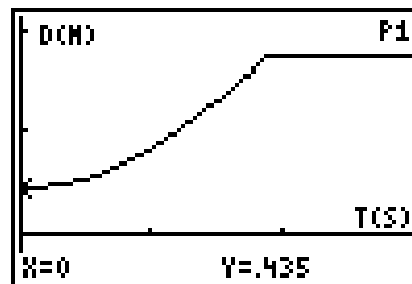
MAIN MENU	→START NOW
REALTIME:	YES
TIME(S):	15
DISPLAY:	DIST
BEGIN ON:	[ENTER]
SMOOTHING:	NONE
UNITS:	METERS



MAIN MENU	→START NOW
REALTIME:	NO
TIME(S):	3
DISPLAY:	DIST
BEGIN ON:	[ENTER]
SMOOTHING:	NONE
UNITS:	METERS

- c. Para modificar os valores dos itens, utilize as teclas } ↑ e prima ↓.
  - d. Quando as definições estiverem correctas, com as teclas } ↑ seleccione START NOW. Prima ↓, no ecrã surgirá a indicação que está pronto a recolher os dados, para iniciar esta recolha prima ↓.
6. Quando começar a ouvir os “cliques” largue o carro (não empurre) e afaste-se ligeiramente. Não convém fazer muitos ruídos, nem ter objectos no campo de detecção pois podem interferir com o sensor.

7. Concluído o movimento ao longo do plano, o gráfico posição – tempo é apresentado automaticamente. Verifique se o gráfico obtido está de acordo com o movimento, caso contrário, investigue as razões e repita o procedimento, primindo  $\leftarrow$  e escolha REPEAT SAMPLE.



### Parte I: Análise dos Resultados

A análise dos resultados pode ser realizada:

#### A – Na calculadora:

7.1. De modo a escolher os dados que interessam para a análise, prima  $\leftarrow$  para ver o PLOT MENU.

7.2. Selecione PLOT TOOLS e, em seguida, com as setas } † SELECT DOMAIN. Prima  $\leftarrow$ .

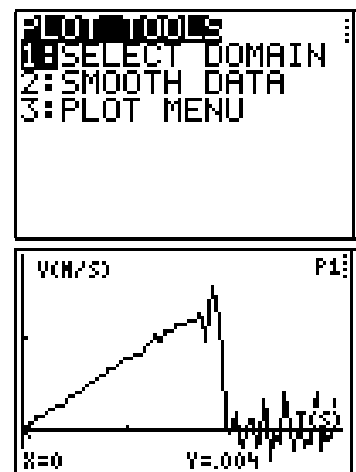
7.3. Mova o cursor para o ponto correspondente ao instante em que o carro foi libertado e prima  $\leftarrow$ .

7.4. Mova novamente o cursor para o ponto correspondente ao instante em que o carro atingiu o fim do plano e, prima  $\leftarrow$ . O gráfico novamente apresentado, mas apenas neste intervalo de tempo.

7.5. Para obter o gráfico  $v=v(t)$ , prima  $\leftarrow$  e selecione 2.

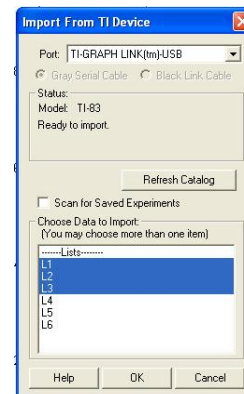
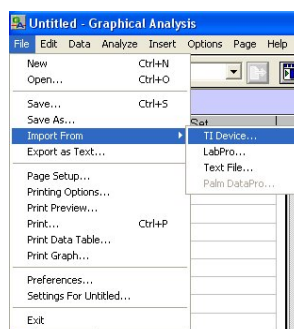
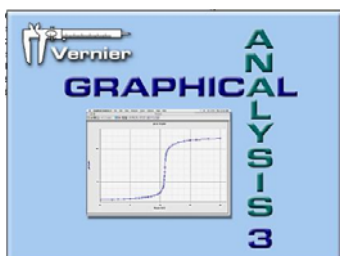
7.6. Para sair do programa prima  $\leftarrow$  e selecione Quit.

7.7. Utilizando o cálculo estatístico, podemos calcular os parâmetros da Lei do movimento.



#### B – No computador:

1. No programa “GRAPHICAL ANALYSIS FOR WINDOWS”, selecione o MENU “File” e escolha a opção “Import from TI Device”.



2. Selecione as listas L1 (tempo), L2 (posição) e L3 (velocidade) e escolha Ok.

3. O gráfico  $s=s(t)$  aparecerá automaticamente.

4. Para traçar o gráfico  $v=v(t)$ , vá ao menu Insert e selecione Graph.

5. Dê dois cliques em cima do gráfico, no menu Graph Options, selecione Axes Option.



6. Selecciona para o eixo das ordenadas a velocidade e prima Ok.
7. Para determinar a lei das velocidades, selecciona o Menu Analyze e escolhe Liner To Fit, a equação aparecerá automaticamente.

**Nota:** Em todos os casos em que se faz a análise na calculadora ou no computador, procede-se do mesmo modo.

## Parte II – Tratamento de resultados

Este estudo permite ter uma noção geral de toda a mecânica leccionada no 10º e 11º anos de escolaridade.

### A – Estudo cinemático

1. Análise os resultados experimentais (tabela de valores), indicando os instantes em que se inicia e termina o movimento ( $v = 0$  m/s e  $v = \max$ ).
2. Trace o gráfico da posição em função do tempo  $s=s(t)$  e da posição em função do tempo ao quadrado  $s=s(t^2)$ .
3. Determine a aceleração a partir do gráfico  $s= s(t^2)$ .
4. Comprove o resultado anterior utilizando o gráfico  $v=v(t)$ .
5. A partir do gráfico  $v=v(t)$ , determine a distância máxima percorrida pelo carro e compare este valor com o medido no plano..
6. Escreva as Leis deste movimento, indicando o intervalo de tempo em que as equações são válidas.

### B – Estudo Dinâmico (opcional)

7. Represente todas as forças que actuam sobre o carrinho.
8. Caracterize a força resultante.
9. Caracterize a força de atrito.
10. Determine a força média que actua sobre o carro durante o choque.
11. Represente o gráfico  $p = p(t)$ , calcule a força a partir deste.
12. Caracterize o impulso da força durante o choque.

### C – Estudo energético (opcional)

13. Determine o trabalho da força de atrito.
14. Determine a energia mecânica do sistema carro-terra no início e imediatamente antes do choque.
15. Explique o significado da variação da energia mecânica sofrida pelo carro.
16. Determine a resultante das forças que actuam sobre o carro, recorrendo à Lei do Trabalho-Energia.
17. Determine a potência da força resultante e explique o significado desta grandeza.

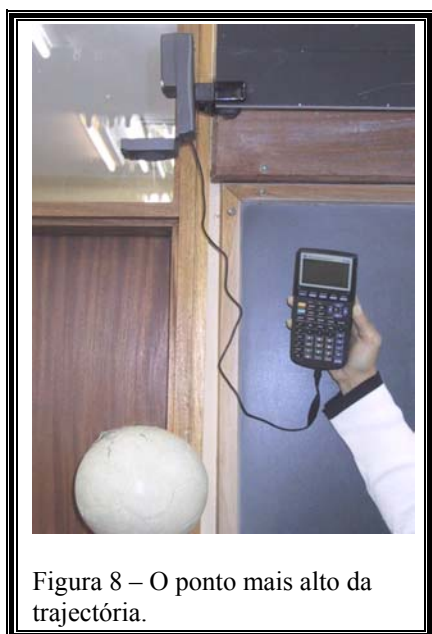
### 3.2 – Estudo do movimento vertical de um grave

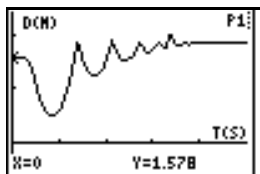
**Objectivo:** Determinar o valor da aceleração gravítica.  
 Calcular o coeficiente de restituição solo-bola

#### Material

- Bola
- Sensor de movimento / Calculadora Texas TI
- Cabo de ligação CBR/TI

#### Procedimento experimental



1. Repita os procedimentos 4 e 5 descritos na página 14.
2. Quando começar a ouvir os “cliques” lance a bola verticalmente na direcção do sensor e afaste-se. A distância máxima da bola ao sensor deve ser aproximadamente 50 cm.
3. Quando a recolha de dados estiver concluída, o gráfico posição - tempo é apresentado.
 
4. Verifique se o gráfico obtido está de acordo com o movimento, se tal não se verificar investigue as razões e repita o procedimento, primindo  $\overline{\text{I}}$  e escolha REPEAT SAMPLE.

#### Tratamento de resultados

1. Determine a aceleração a partir da regressão quadrática.
2. Comprove o resultado anterior utilizando o gráfico  $v = v(t)$ .
3. Escreva as Leis deste movimento, indicando o intervalo de tempo em que são válidas.
4. Determine o coeficiente de restituição solo / bola, que é a razão entre os valores da velocidade imediatamente depois e imediatamente antes do choque.

### 3.3 – Verificação da Lei da Conservação do momento linear

**Objectivo:** Verificar que numa colisão há conservação do momento linear.

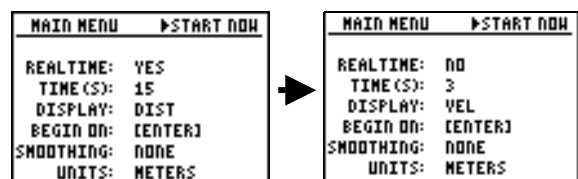
#### Material

- Sensor de movimento
- Calculadora Texas TI
- Cabo de ligação CBR / TI
- Carros
- Tábua de madeira.
- Fita métrica

#### Procedimento experimental

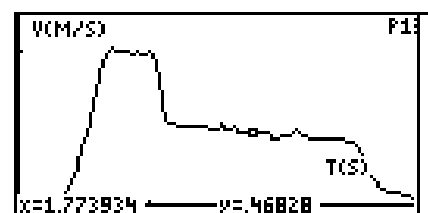


1. Meça a massa dos dois carros.
2. Repita os procedimentos 4 e 5 até a alínea C., descritos na página 14.
3. Em DISPLAY, mude para VEL, primindo  $\uparrow$



4. Quando as definições estiverem correctas, seleccione START NOW. Prima  $\uparrow$  para iniciar a actividade.

5. Coloque um dos carros acerca de 0.5 m do sensor e o outro a aproximadamente 1.00 m do primeiro.
6. Prima  $\uparrow$ , quando começar a ouvir os “cliques” empurre o carro e retire o braço.
7. Quando a recolha de dados estiver concluída, o gráfico velocidade - tempo é apresentado.
8. Verifique se o gráfico obtido está de acordo com o que aconteceu, caso contrário, investigue as causas e repita o procedimento 6 até 8. (Prima  $\uparrow$  e escolha REPEAT SAMPLE).



#### Tratamento de resultados

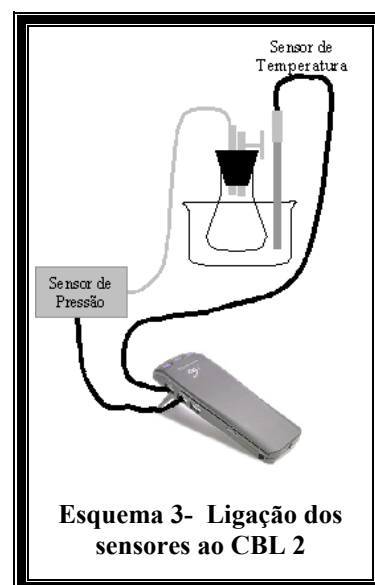
1. Determine o momento linear do sistema antes e após a colisão.
2. Verifique se há conservação do momento linear.
3. Classifique esta colisão. Justifique.
4. Determine a distância percorrida após a colisão.

### 3.4 – Verificação da Lei de Charles e Gay - Lussac

**Objectivo:** Verificação da Lei de Charles e Gay - Lussac.

#### Material

- Suporte com 2 garras
- Sensor de pressão
- Sensor de temperatura
- Calculadora Texas TI-83
- CBL 2
- Cabo de ligação CBL/TI-83
- Erlenmeyer
- Tina de vidro
- Placa de aquecimento



#### Procedimento experimental

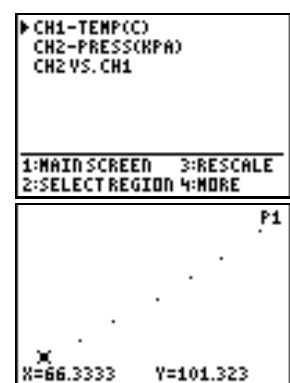


1. Faça a montagem de acordo com o esquema 3.
2. Ligue o sensor de temperatura ao CH1 e o sensor de pressão ao CH2 do CBL 2.
3. Transfira o programa DATAMATE para a calculadora de acordo com o procedimento B, descrito na página 6.
4. Ligue o CBL 2 à calculadora e execute o programa DATAMATE (prima e seleccione DATAMATE).
5. Espere que os sensores sejam detectados.

6. Para escolher o modo de recolha de dados, seleccione:
  - a. No MAIN MENU prima SETUP.
  - b. Utilizando as setas } † , seleccione MODE e prima [ .
  - c. Seleccione o MODE TIME GRAPH a partir do menu SELEC MODE, prima [ .



7. No TIME GRAPH SETTINGS, prima tecla 2 para alterar os parâmetros:
  - a. Em resposta à pergunta ENTER TIME BETWEEN SAMPLES IN SECONDS, introduza 15 s para o intervalo de amostras e prima  $\leftarrow$ .
  - b. Em resposta à pergunta ENTER NUMBER OF SAMPLES, indique um número de amostras a recolher: 20 e prima  $\leftarrow$ . Obterá um intervalo de tempo total de experiência que é dado pelo produto dos parâmetros introduzidos. Este valor será indicado no ecrã em “EXPERIMENT LENGTH” ( neste caso 300 s).
8. Prima tecla 1 duas vezes para voltar ao menu principal.
9. Ligue a placa de aquecimento e acompanhe a variação da temperatura a partir do ecrã da calculadora.
10. Quando atingir os 60 °C, feche a torneira para isolar o sistema e prima START (tecla 2). O CBL 2 fará um sinal sonoro, iniciando a recolha de dados.
11. Concluída a recolha dos valores de pressão e temperatura, prima  $\leftarrow$ . Aparecerá no ecrã a opção para seleccionar a representação gráfica. Com as setas  $\leftarrow$   $\rightarrow$ , seleccione CH2 Vs. CH1 e prima  $\leftarrow$ .



**Nota:** A temperatura máxima que o sensor de temperatura pode tolerar é 125 °C.

### Tratamento de resultados

1. Trace o gráfico  $p=p(T)$  e determine o declive da recta

**Sugestão:** utilize a ferramenta de Análise (Analyze) do DATAMATE.

2. O que pode concluir da relação de proporcionalidade destas duas grandezas?

### 3.5 – Verificação experimental da terceira Lei de Newton

**Objectivo:** Verificação da terceira Lei de Newton.

#### Material

- Dois sensores de força “Dual-Range force Sensor”.
- CBL 2
- Calculadora TI 83
- Cabo de ligação CBL / TI 83
- Elástico

#### Procedimento experimental



Figura 11 – Verificação da terceira Lei de Newton

1. Transfira o programa DATAMATE para a calculadora de acordo com o procedimento B, descrito na página 6
2. Ligue ao CH1 e CH2 do CBL 2 os sensores de força.
3. Na parte frontal dos sensores, escolha a escala de 10 N.
4. Prima  $\text{2ND}$  e execute o programa DATAMATE.
5. Espere até que os dois sensores sejam detectados.
6. Para escolher o modo de recolha de dados, repita o procedimento 6, descrito na página 19.

7. No TIME GRAPH SETTINGS, prima tecla 2 para alterar os parâmetros:

a) Em resposta à pergunta ENTER TIME BETWEEN SAMPLES IN SECONDS (A), introduza 0,2 s para o intervalo de tempo entre amostras e prima  $\text{ENTER}$ .

b) Em resposta à pergunta ENTER NUMBER OF SAMPLES (B), indique um número de amostras a recolher: 50 e prima  $\text{ENTER}$ . Obterá um intervalo de tempo total de experiência que é dado pelo produto dos parâmetros introduzidos. Este valor será indicado no ecrã em “EXPERIMENT LENGTH” ( neste caso 10 s).

```

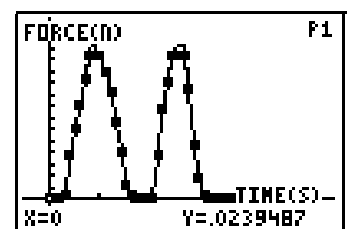
ENTER TIME
BETWEEN SAMPLES
IN SECONDS: .2
ENTER NUMBER
OF SAMPLES: 50
  
```

```

TIME GRAPH SETTINGS
TIME INTERVAL: .2
NUMBER OF SAMPLES: 50
EXPERIMENT LENGTH: 10
1:OK          3:ADVANCED
2:CHANGE TIME SETTINGS
  
```

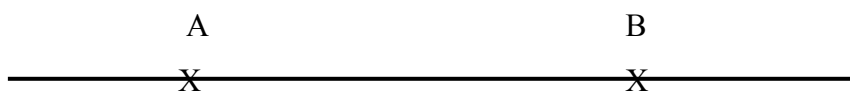


8. Prima OK para voltar ao menu principal.
9. Depois de feitas as montagens colocar os sensores a zero.
  - a. Seleccione o zero.
  - b. Seleccione ALL CHANNELS.
  - c. Espere que os valores de leituras indicados no ecrã estabilizem, carregue na tecla  $\leftarrow$ .
10. Coloque o elásticos entre os dois ganchos dos sensores.
11. Segure cada um dos sensores, seleccione START e aguarde, o sinal sonoro do CBL2.
12. Afaste suavemente e aproxime os sensores duas ou três vezes, não excedendo os 10 N.
13. O gráfico força em função do tempo aparecerá automaticamente.



### Tratamento de resultados

1. Interprete gráfico  $F = F(t)$ , o que pode concluir das duas forças?
2. Represente as forças e indique os pares acção – reacção.



3. Qual a razão que existe entre os impulsos das forças? Qual o seu valor?

### 3.6 – Verificação da Lei da Variação do Momento Linear

**Objectivo:** Verificação da Lei da Variação do Momento Linear.

#### Material

- CBL 2
- Sensor de força
- Sensor de movimento
- Calculadora Texas TI
- Cabo de ligação CBL 2 / TI
- Carro
- Tábua de madeira
- Elástico

#### Procedimento experimental



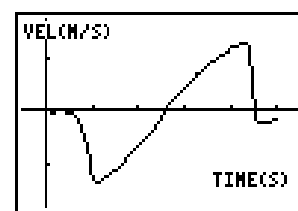
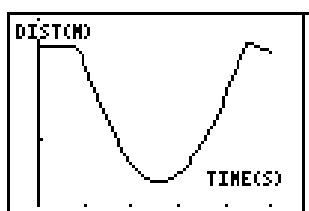
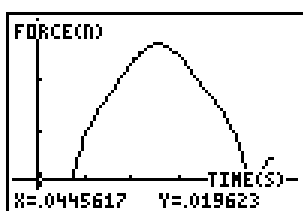
Figura 12 – Verificação da Lei da variação do momento linear

1. Meça a massa do carro.
2. Transfira o programa DATAMATE para a calculadora de acordo com o procedimento B, descrito na página 6.
3. Ligue o sensor de força ao canal 1 do CBL 2 e o sensor de movimento no DIG/ SONIC.
4. Execute o programa DATAMATE e prima  $\text{F1}$ .
5. O sensor de movimento é automaticamente detectado. Para seleccionar o sensor de força:
  - a. Prima tecla 1.
  - b. Com o cursor seleccione CH 1 e prima  $\text{F1}$ .
- c. Escolha o sensor de força – tecla 5.
- d. Seleccione DUAL FORCE 10 N, primindo tecla 2.
6. Para escolher o modo de recolha de dados, repita o procedimento 6, descrito na página 19.
7. No TIME GRAPH SETTINGS, prima tecla 2 para alterar os parâmetros:
  - a. Em resposta à pergunta ENTER TIME BETWEEN SAMPLES IN SECONDS, introduza 0,05 s para o intervalo de tempo entre amostras e prima  $\text{F1}$ .
  - b. Em resposta à pergunta ENTER NUMBER OF SAMPLES, indique um número de amostras a recolher: 50 e prima  $\text{F1}$ . Obterá um intervalo de tempo total de experiência que é dado pelo



produto dos parâmetros introduzidos. Este valor será indicado no ecrã em “EXPERIMENT LENGTH” ( neste caso 150 s).

8. Prima OK para voltar ao MENU SETUP.
9. Carregue tecla 3 para colocar o sensor a zero, prima tecla 1 para colocar o sensor de força a zero, carregue  $\leftarrow$ .
10. Prima START para iniciar, quando ouvir o sinal sonoro do CBL2 aplique uma força ao carro no sentido do sensor de movimento. Quando o carro voltar para trás, não deixe que este choque com o sensor de força.
11. Utilizando as setas  $\leftarrow$   $\rightarrow$  seleccionar um tipo de gráfico pretendido  $F = F(t)$ ,  $s = s(t)$  ou  $v = v(t)$ , para voltar ao menu anterior prima  $\leftarrow$ .



12. De seguida para seleccionar o intervalo de tempo em que a força actuou:
  - a. Escolha a opção 2- SELECT REGION
  - b. Em resposta a SELECT LEFT BOND escolha o instante em que a força começou a actuar, primando  $\leftarrow$
  - c. Com a seta  $\rightarrow$  escolha o instante em que a força deixou de actuar, prima  $\rightarrow$  e o gráfico aparecerá.
  - d. Prima  $\leftarrow$  para seleccionar outro tipo de gráfico,  $s = s(t)$  ou  $v = v(t)$ .

### Tratamento de resultados

1. A partir do gráfico  $s = s(t)$ , escreva as Leis do movimento.
2. Através do gráfico  $F = F(t)$ , determine o impulso.
3. A partir do gráfico  $v = v(t)$ :
  - a. Comprove o valor da aceleração.
  - b. Determine a distância total percorrida pelo carro.
  - c. Verifique a Lei da variação do momento linear.
4. Determine a força impulsiva média.

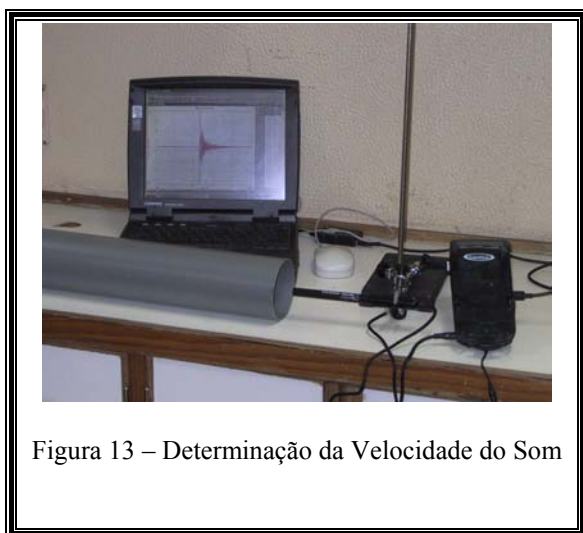
### 3.7 – Determinação da Velocidade do Som no ar

**Objectivo:** Determinar a velocidade do som no ar.

#### Material

- Tubo de pvc
- Lab Pro
- Computador (PC)
- Cabo de ligação USB do Lab Pro/PC
- Microfone
- Termómetro

#### Procedimento experimental



1. Meça a temperatura ambiente.
2. Ligue o microfone ao canal 1 do LabPro, e este ao computador na porta USB.
3. Execute o programa Logger Pro, que detectará automaticamente o microfone.
4. Seccione “SETUP DATA COLLECTION”, na janela “MODE” seccione “REPEAT”, de seguida seccione “SAMPLING”.
5. Defina 50000 amostras por segundo, “Experiment Length” 0,24. Prima OK.
6. Verifique que uma das extremidades do tubo está fechada e coloque o microfone na outra.
7. Prima COLLECT e, em simultâneo, faça um ruído forte (ex. uma palmada) junto à entrada do tubo. Prima STOP.
8. Automaticamente aparecerá o gráfico do nível do som em função do tempo.
9. Com o cursor seccione no gráfico dois picos consecutivos, vá ao menu “View” e seccione “Zoom In”.

#### Tratamento de resultados

1. A partir do gráfico, determine o intervalo de tempo que o som percorreu o tubo (dois máximos consecutivos). O primeiro máximo, corresponde ao instante em que o som foi produzido e, o segundo máximo ao instante em que a onda sonora é detectada novamente pelo microfone, após reflexão no fundo do tubo.
2. Determine a velocidade do som.

**Nota:** A velocidade do som no ar a 0 °C é 331 m/s. A velocidade varia com a temperatura cerca de 0,6 m/s para cada °C.

### 3.8 – Análise da iluminação de uma superfície em função da distância

**Objectivo:** Verificar que a intensidade da Luz que incide numa superfície é inversamente proporcional ao quadrado da distância.

#### Material

- Sensor de luz
- CBL 2
- Calculadora TI
- Cabo de ligação CBL / TI
- Fonte luminosa
- Régua de madeira
- 2 suportes e 2 garras

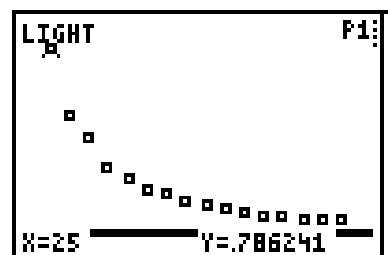
#### Procedimento experimental



Figura 14 – Análise da iluminação de uma superfície em função da distância

1. Transfira o programa DATAMATE para a calculadora de acordo com o procedimento B, descrito na página 6.
2. Ligue o sensor de luz ao CH 1 do CBL 2.
3. Execute o programa DATAMATE. Prima  $\leftarrow$ .
4. Esperar até que o sensor seja detectado.
5. Uma vez que o sensor só mede uma grandeza, a intensidade luminosa, é necessário introduzir a outra grandeza, distância. Para tal:
  - a) No MAIN MENU prima SETUP.
  - b) Utilizando as setas  $\rightarrow$   $\uparrow$ , seleccione MODE e prima  $\leftarrow$ .
  - c) Seleccione o MODE EVENT WITH ENTRY. Prima OK.

6. Posicione o sensor a 25 cm da fonte luminosa, ligando-a, prima START, em seguida, prima  $\leftarrow$  para guardar a primeira medição.
7. Em resposta à pergunta ENTER VALUE, introduza o valor da distância.
8. Repita os passos 6 e 7 várias vezes, afastando o sensor da fonte luminosa sucessivamente 5 cm.
9. Para finalizar prima  $\rightarrow$  e apague a luz.
10. O gráfico da intensidade luminosa em função da distância da fonte ao sensor aparecerá automaticamente.



#### Tratamento de resultados

1. Determine a constante de proporcionalidade e escreva a lei.

### 3.9 – Titulação Ácido – Base

**Objectivo:** Determinar o ponto de equivalência numa titulação ácido forte – base forte.

#### Material

- Sensor de pH
- CBL 2
- Calculadora TI
- Cabo de ligação CBL / TI
- Bureta
- Suportes
- Erlenmeyer
- Agitador magnético

#### Reagentes

- NaOH 0.1 M
- HCl 0.05 M
- Fenolftaleína

#### Procedimento experimental

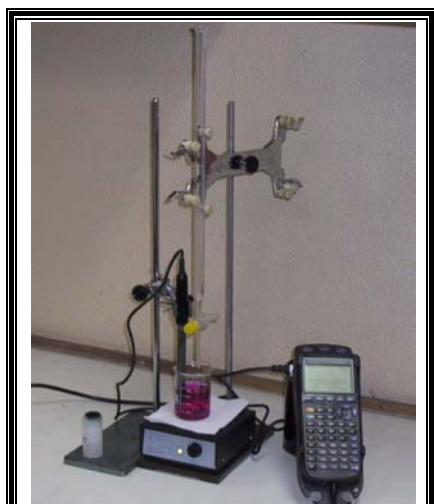
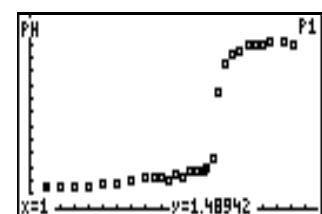


Figura 15 – Titulação ácido – base.

1. Transfira o programa DATAMATE para a calculadora de acordo com o procedimento B, descrito na página 6.
2. Deite 25,0 ml de HCl no gobelé e duas gotas de indicador fenolftaleína.
3. Ligue o sensor de pH ao CH1 do CBL 2.
4. Introduza com cuidado o sensor de pH na solução.
5. Execute o programa DATAMATE. Prima  $\uparrow$ .
6. Esperar até que o sensor seja detectado.
7. Repita o procedimento 5 descrito na página 26.
8. Prima START e espere que o pH estabilize, prima  $\uparrow$  para guardar o primeiro valor. Em resposta à pergunta ENTER VALUE, introduza o valor do volume (0 ml).
9. Adicione 1ml de NaOH e, em seguida, prima  $\uparrow$  para guardar a Segunda medição. Em resposta à pergunta ENTER VALUE, introduza o valor do volume (1 ml).
10. Repita o passo anterior até ter adicionado 8,0 ml de titulante.
11. A partir deste volume, adicione NaOH de 0,5 em 0,5 ml. Próximo de 11,0 ml, adicione 0,1 ml em 0,1 ml até o indicador mudar de cor, guardando sempre os volumes adicionados.
12. Para finalizar prima  $\downarrow$ .
13. O gráfico do pH em função do volume aparecerá automaticamente.



#### Tratamento de resultados

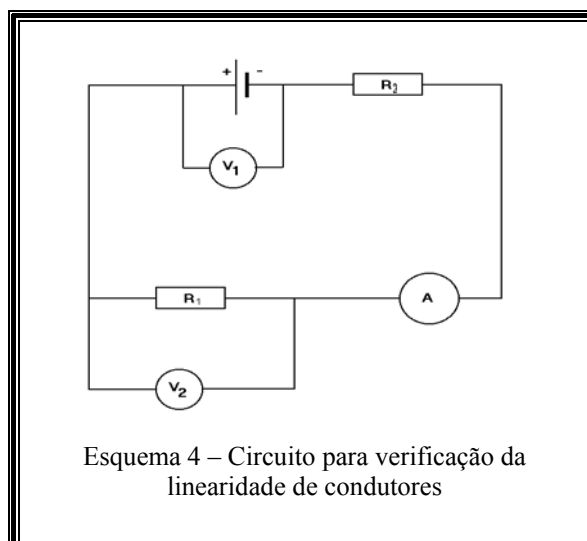
1. Determine o ponto de equivalência graficamente.
2. Determine a concentração exacta do HCl.

### 3.10- Verificação da linearidade de um condutor

**Objectivo:** verificar a linearidade de um condutor.

#### Material

- 1 Sensor de intensidade de corrente
- 2 Sensores de diferença de potencial
- CBL 2
- Calculadora TI 83
- Cabo de ligação CBL / TI 83
- Fios de ligação
- $R_2 = 50\Omega$
- $R_1 = 20\Omega$
- Díodo
- Fonte de alimentação

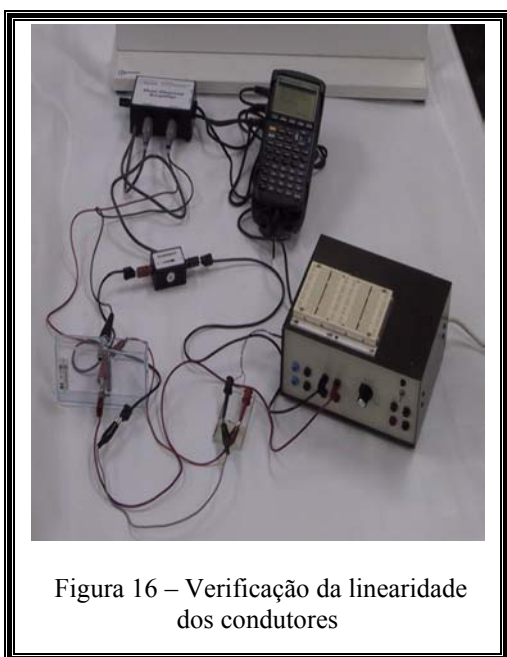


#### Procedimento experimental

**Nota 1:** A d.d.p máxima que o sensor de tensão pode medir é 5,0 V e a intensidade de corrente máxima que pode passar pelo sensor de corrente são 0,5 A.

**Nota 2:** As pontas vermelhas dos fios dos sensores devem ser ligadas ao pólo positivo da fonte de alimentação.

1. Transfira o programa DATAMATE para a calculadora de acordo com o procedimento B, descrito na página 6.



2. Faça as ligações como se indica no esquema 4.

3. Ligue o sensor de corrente ao CH1, o sensor  $V_2$  ao CH2 e o  $V_1$  ao CH3 do CBL 2.

4. Execute o programa DATAMATE

5. Com a fonte de alimentação desligada, coloque os sensores a zero:

- Selecione SETUP a partir do MAIN MENU.
- Selecione ZERO.
- Selecione ALL CHANNEL.
- Prima  $\left[ \text{F1} \right]$ .



6. Para escolher o modo de recolha os dados, seleccione:
  - a. SETUP a partir do MAIN MENU.
  - b. Prima } † para seleccionar MODE e prima Í .
  - c. Seleccione SELECTED EVENTS a partir do menu SELECT MODE. Esta opção permite registar valores seleccionados de U e I.
  - d. Prima OK para voltar ao menu principal.

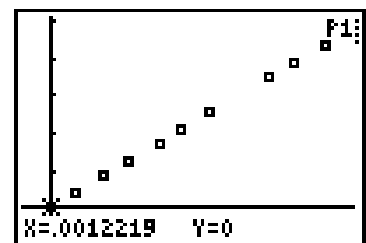
7. Coloque a fonte de alimentação a zero e ligue.

O aumento da d.d.p. deve ser gradual de aproximadamente 0,5 V em 0,5 V, tendo em atenção o valor máximo em  $V_1$  (5V).

8. Seleccione START e em resposta à pergunta “PRESS [ENTER] TO COLLECT”, prima Í para registar o primeiro valor de corrente e de potencial, que é zero.

9. Aumente ligeiramente o potencial e prima Í para registar o valor.

10. Repita este procedimento até atingir aproximadamente um potencial de 4 V no  $V_1$ . Após o último valor, prima ç .



11. Para ver o gráfico  $U = U(I)$  dos pontos escolha CH2 versus CH1 e prima Í .

12. Substitua a resistência 1 pelo díodo e repita os procedimentos 6-9.

13. De modo a obter o gráfico  $I = I(U)$ , escolha a opção MORE e prima Í . No ecrã obtido escolha a opção 3 (L2 vs L3).

### Tratamento de resultados

1. Trace recta no gráfico do potencial em função da intensidade de corrente  $U = U(I)$  e determine o respectivo declive para os dois condutores.
2. Compare a constante de proporcionalidade com o valor da resistência.
3. Analise os gráficos e conclua quanto à linearidade dos condutores.
4. Determine o erro percentual.



## Alguns sites interessantes:

### **Texas Instruments Homepage**

<http://www.ti.com/>

### **The Home Page for Users of TI Calculators and Educational Solutions**

<http://www.ti.com/calc/docs/calchome.html>

### **The Home Page for Users of TI Calculators and Educational Solutions**

<http://www.ti.com/calc/>

### **Texas Instruments Homepage**

<http://www.ti.com/corp/docs/home.htm>

### **Documentos diversos**

<http://www.ti.com/sc/docs/dsps/dsphome.htm>

### **GENICOM Worldwide Home Page**

<http://www.genicom.com/>

### **TI Graphing Calculators**

<http://www.ti.com/calc/docs/graph.htm>

<http://www.ftp/pub/graph-ti/programs>

<http://www.ti.com/calc/portugal/portugal.htm>

### **Calculadoras e material Vernier, em Portugal**

<http://www.dismel.pt/>

### **Programas de quase todos os tipos**

<http://www.ti-files.org>

## Bibliografia

- Exploring Physics and Math with the CBL System, Chis Brueningsen and Wesley Krawiec, Texas Instruments
- CBL Made Easy, Erik Schmit, Vernier Software
- Physical Science With CBL, Donald L. Valz and Sandy Sparka, Vernier Software.
- CBL SYSTEM, EXPERIMENT WORKBOOK, Texas Instruments, 1990-1993.
- Physics with Calculators, John Gastineau and David Vernier, Vernier Software & Technology, 2000
- Introdução ao CBL 2, Texas Instruments, 2000
- Como Começar com o CBR, Texas Instruments, 1997
- 2003 Catalog, Vernier Software & Technology.
- Aquisição de dados experimentais com sensores Vernier e máquinas de calcular TI, Rui Nazário, Abril/2002