

MECÂNICA E ONDAS

LABORATÓRIO COM A MÃO NA MASSA

Pedro Bicudo

Departamento de Física, Instituto Superior Técnico,

Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal,

bicudo@tecnico.ulisboa.pt ext. 3144

Resumo

Neste laboratório os alunos realizam trabalhos sem recurso a uma sala de laboratórios equipada com montagens experimentais. As experiências podem ser realizadas remotamente fora da universidade, em casa. Estes trabalhos seguem o conceito da Mão na Massa (" *Hands On* "), sendo as experiências montados com peças e ferramentas usadas correntemente no dia a dia.

Os seguintes trabalhos foram preparados em 2020, para a disciplina de Mecânica e Ondas, dos cursos de Engenharia do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa,

- 1) Parábola
- 2) Foguete
- 3) Pêndulo
- 4) Roda
- 5) Corda

I dream things that never were; and I say “Why not?”

John F. Kennedy

I. INTRODUÇÃO

Estes trabalhos seguem o conceito da Mão na Massa (Hands On) que foi iniciado no Massachusetts Institute of Technology nos anos 70, tendo-se aí consolidado no ensino da Física no início dos anos 90. Entretanto já se espalhou por vários países. Estes trabalhos são programados para as cadeiras de Física geral dos dois primeiros anos do ensino universitário, no entanto também se podem aplicar ao ensino secundário.

Para se manter interessante, vivo e actual, o ensino necessita periodicamente de ser reformado. A Física tem a grande vantagem de ser uma ciência experimental, de tal forma que muitos conceitos ensinados nas aulas teóricas podem ser facilmente testados no laboratório. Esta faceta da Física foi esquecida em muitos liceus e também em algumas universidades, o que contribuiu para tornar a Física uma matéria algo cinzenta, apenas apreciada pelos alunos com maior capacidade de cálculo e abstracção. A Mão na Massa constitui uma reforma no ensino da Física (e não só), que pretende potenciar a interacção dos alunos com a Física experimental. Verifica-se que esta abordagem motiva muito os alunos para a Física e melhora o sucesso escolar.

O método da Mão na Massa desenvolve ainda a capacidade dos alunos em tomar iniciativa. Pretende-se que os alunos desenvolvam a quase totalidade das experiências a realizar. Em vez de encontrarem uma experiência totalmente montada numa bancada, pronta a funcionar, os alunos devem conceber a experiência, procurar os materiais e peças a utilizar e montar a experiência. Este método pode contribuir para os formar diplomados realmente empreendedores.

Este conceito aplica-se a todo o tipo de experiências. As experiências mais simples, realizadas com materiais caseiros, são praticamente grátis e são essencialmente úteis para apoiar a aprendizagem da matéria. Devido ao baixo custo desta opção, torna-se ainda possível que todos os alunos realizem uma dada experiência em sintonia com a matéria leccionada nas aulas teóricas, e que as principais Leis estudadas sejam medidas. As experiências mais tecnológicas são mais trabalhosas e dispendiosas, mas devem aplicar-se quando se pretende que os alunos também aprendam a trabalhar com técnicas de engenharia moderna.

No caso particular deste laboratório, insere-se na disciplina de Mecânica e Ondas lecionada no Instituto Superior Técnico, tendo começado a ser utilizado em 1993. Neste caso pretende-se apoiar a aprendizagem da matéria, e a tecnologia utilizada é corrente. Os alunos realizam trabalhos em casa ou nas salas de estudo, podendo trabalhar presencialmente ou remotamente, sendo as experiências montadas com peças e ferramentas usadas no dia a dia. Os trabalhos que podem ser realizados são os seguintes,

- 1) Parábola
- 2) Foguete
- 3) Pêndulo
- 4) Roda
- 5) Corda

As regras de funcionamento dos trabalhos são detalhadas na secção II. Na secção III explica-se os erros de medição e o cálculo dos erros a apresentar nos resultados. Os guias dos cinco trabalhos experimentais são apresentados na secção IV. Finalmente a bibliografia figura na secção V.

II. FUNCIONAMENTO DOS TRABALHOS

A. Avaliação dos trabalhos

Os alunos realizam, nas salas de estudo ou em casa, a montagem das experiências pelo seu próprio meio, com peças e ferramentas usadas correntemente no dia a dia .

Os trabalhos são obrigatórios e pesam de 25% da nota total e têm um intervalo no mínimo de algumas semanas.

Pretende-se que os cálculos necessários estejam correctos e as unidades também. A pontuação de cada trabalho será de 20/20 para trabalhos correctos, sendo a parte experimental ponderada em 10 valores e a parte de análise dos resultados e de cálculos teóricos ponderada também em 10 valores. Os trabalhos não são difíceis mas a nota máxima só é atingida com muito rigor. Os alunos devem verificar muito bem o relatório antes de o entregar.

Exemplos de erros correntes, a evitar são,

- não cumprir com as instruções do enunciado
- erros de unidades (unidades erradas ou omitidas) tanto em resultados como em gráficos,
- omitir os resultados medidos,
- não apresentar conclusão .

B. Material necessário para a realização dos trabalhos

Neste caso o IST não fornece material aos alunos por as experiências de Mecânica e Ondas poderem ser construídas com material de uso corrente, que se encontre em qualquer habitação ou que tenhamos habitualmente no bolso.

Em particular usamos diariamente aparelhos de medida. Por exemplo uma webcam, um telemóvel com câmara fotográfica ou uma máquina digital será necessária para as fotografias da montagem experimental. Um cronómetro ou telemóvel com cronómetro também será necessário na maioria das experiências. Uma balança de cozinha e uma fita métrica, de costura ou de bricolage também serão necessárias.

Quanto à montagem experimental propriamente dita, necessita de objectos e materiais usados no dia a dia como uma mangueira com água, uma garrafa de plástico, um cordel e um objecto com massa, um fio e uma roda, um colar, etc...

C. Organização dos trabalhos

Os alunos dividem-se em grupos de trabalho, trabalhando em equipa, de 3 alunos. Cada grupo deve se inscrever, ficando numerado.

Para cada trabalho o grupo entrega um relatório. Cada relatório deve incluir fotografias que ilustrem a montagem experimental, ou mesmo contribuam para a experiência, e ainda que comprovem que o trabalho foi efectivamente realizado pelos membros do grupo. Espera-se rigor e imparcialidade na medição dos resultados. Todas as medições e resultados devem incluir a respectiva unidade física. Os trabalhos devem incluir a estimativa dos erros, tanto nas medições como nos resultados calculados.

O relatório é dividido em secções, devendo cada secção começar numa nova página. Esperam-se trabalhos sucintos e claros, com uma, duas ou no máximo três páginas por secção.

- Primeiro tem-se a capa com o número do grupo e turma (canto superior esquerdo, letra de 3 cm de altura), número e nome dos alunos, ordenados por ordem numérica (5 cm abaixo do canto superior direito, letras de 1 cm de altura), nome do trabalho (centro, letra de 3 cm de altura) e curso dos elementos (baixo da página, letras de 1 cm de altura).
- Na secção **I**, mostram-se as fotos do grupo com a montagem experimental.
- Na secção **II**, que é geralmente facultativa, introduz-se o trabalho e dá-se a motivação teórica do trabalho.
- Na secção **III**, apresentam-se as plantas e a descrição da montagem experimental. Também se inclui uma tabela com o inventário de todas ferramentas ou componentes utilizadas.
- Na secção **IV**, são coligidas em tabelas as observações e medições experimentais, incluindo as respectivas unidades físicas e o valor dos erros experimentais.
- Na secção **V**, detalham-se os cálculos dos resultados pedidos nos guias, que por vezes são mostrados em tabelas ou gráficos, incluindo as unidades.
- Na secção **VI**, são estimados os erros dos resultados.
- Na secção **VII**, finalmente, conclui-se. A conclusão deve, pelo menos, incluir comentários quantitativos sobre o resultado principal do trabalho realizado.

D. Matéria aplicada nos trabalhos

Um laboratório que trabalha a par com matéria teórica deve, pelo menos, ilustrar os princípios da física que são dadas nas aulas teóricas. Estes trabalhos ilustram respectivamente os tópicos da física,

- Parábola: lei de Newton e queda de grave,
- Foguete: momento linear,
- Pêndulo: movimento oscilatório,
- Roda: momento da força e momento angular,
- Corda: ondas estacionárias e catenária.

E. Cuidados a ter com a segurança

Estas experiências não são excessivamente perigosas, e por isso não vêm acompanhadas por um protocolo de segurança. No entanto os alunos devem se responsabilizar por manter a sua integridade física.

Em particular devem usar cuidadosamente qualquer ferramenta cortante como uma faca, chave de fendas, fita métrica ou alicate. Devem ter cuidado quando subirem a escadotes ou escadas, e quando manusearem água. Devem ainda garantir que não se encontram na trajectória das componentes móveis das experiências.

III. B+A= BA DOS ERROS DE MEDIÇÃO E DO CÁLCULO DE ERROS

Como a Física é uma ciência da natureza, assenta sobre medições. Ora as medições experimentais nunca são 100% exactas. Assim todas as medições devem incluir o erro, que mede a precisão experimental. Por outro lado os erros de medição acabam por afectar os resultados a calcular nos resultados. Assim os resultados também devem ser acompanhados pelo respectivo erro.

A. Erros de medição

Comecemos por ver os erros de medição, que devem ser apresentados no relatório, na secção IV das medições experimentais, seja nas tabelas ou nos gráficos que coligem as medições.

Uma medição, digamos de um observável x , tem sempre um intervalo de erro, limitado pelos valores x_{min} e x_{max} ,

$$x \in [x_{min}, x_{max}] , \quad (1)$$

onde, baseados no nosso rigor e também no nosso bom senso estimamos que o valor correcto pertence a este intervalo. Por exemplo, no 1o trabalho, da parábola, quando pretendemos medir a posição z no eixo vertical do máximo do jacto de água, o intervalo do erro de medição tem sempre como amplitude a menor divisão da escala de régua. Mas neste exemplo a amplitude ainda inclui a espessura do jacto de água, que é bem maior que a menor divisão da escala da régua.

Em física, para ficarmos com uma notação mais compacta, exprime-se o mesmo intervalo de erro, em termos do centro do intervalo e da metade do intervalo,

$$\begin{aligned} x &= \bar{x} \pm \Delta x , \\ \bar{x} &= \frac{x_{min} + x_{max}}{2} , \\ \Delta x &= \frac{x_{max} - x_{min}}{2} . \end{aligned} \quad (2)$$

Graficamente, designa-se o intervalo de erro por barra de erro,


$$\begin{array}{c} x_{min} \qquad \bar{x} \qquad x_{max} \\ | \text{-----} \bullet \text{-----} | \\ \qquad \qquad \qquad \Delta x \end{array} \quad (3)$$

Nota-se que se pode apresentar uma barra de erro vertical e uma horizontal quando a medição é a duas dimensões. Por exemplo, no 1o trabalho, da parábola, quando pretendemos medir a posição do máximo do jacto de água, podemos ter uma barra de erro na vertical para a medição do z e uma barra de erro na horizontal para a medição do x .

B. Erros dos resultados

Como a linguagem de Física é a matemática, pretende-se geralmente calcular um ou mais resultados R a partir dos valores medidos $x, y, z \dots$, ou seja R é uma função dos valores medidos $x, y, z \dots$,

$$R = R(x, y, z \dots), \quad (4)$$

onde $x, y, z \dots$ são medições genéricas de física sejam elas distâncias, tempos, temperaturas, cargas eléctricas, etc.

Por o calculo dos erros ser mais trabalhoso que o calculo do resultado, na secção **V** do relatório os resultados R são calculados a partir dos centros dos intervalo de erro $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z} \dots$,

$$\bar{R} = R(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z} \dots). \quad (5)$$

Vejamos como os erros de medição afectam o resultado a calcular, notando que na secção **VI** seguinte do relatório são calculados os erros de cada resultado R . Os resultados com os respectivos erros são finalmente coligidos na última secção **VII**.

Dado que cada medição, seja ela de $x, y, z \dots$ pertence a um intervalo de erro, o resultado R passa também a pertencer a um intervalo. Ou seja os erros de $x, y, z \dots$ propagam-se até ao resultado R ,

$$\begin{aligned} R &\in [R_{min}, R_{max}], \\ R &= \bar{R} \pm \Delta R. \end{aligned} \quad (6)$$

Em rigor deveríamos varrer todos os valores de $x \in [x_{min}, x_{max}]$, $y \in [y_{min}, y_{max}] \dots$ para gerar o intervalo $[R_{min}, R_{max}]$ a que pertence R .

No entanto para simplificar e reduzir a carga horária dos relatórios, aqui pede-se apenas que os alunos usem o seu bom senso para identificar qual dos valores medidos tem um erro maior. Por exemplo consideramos o caso em que o erro relativo de $y = \Delta y / \bar{y}$ e bem maior

que todos os outros erros relativos. Então pede-se apenas que os alunos calculem o efeito do erro da medição de y para o resultado R .

Neste caso basta calcular $R(\bar{x}, y_{min}, \bar{z} \dots)$ e $R(\bar{x}, y_{max}, \bar{z} \dots)$. Então podemos assumir que o intervalo de erro tem por amplitude a diferença entre estes dois resultados,

$$\Delta R = \frac{|R(\bar{x}, y_{min}, \bar{z} \dots) - R(\bar{x}, y_{max}, \bar{z} \dots)|}{2}, \quad (7)$$

onde o módulo se usa pois, por exemplo se R for uma função racional, o y tanto pode surgir no numerador como no denominador de R ou seja o y_{min} tanto pode minimizar como maximizar o resultado R .

IV. ENUNCIADOS DOS TRABALHOS LABORATORIAIS DE MECÂNICA E ONDAS

A. Parábola

Pretende-se estudar a trajectória parabólica da queda de um grave.

Sugere-se que use um jacto de água estacionário. Em alternativa pode tirar uma fotografia de longa exposição à trajectória de um objecto luminoso. Deve ainda ser capaz de determinar a posição da trajectória com régua ou com uma parede forrada a azulejos. Necessita ainda de um recipiente para medir um volume de água e de um cronómetro.

Descrevem-se em seguida os objectivos do trabalho que devem ser, sempre, organizados de acordo com a sub-secção **II-C**.

- a- Descreva o processo experimental com o qual obteve a trajectória.
- b- Reproduza num gráfico (a uma escala menor) a trajectória.
- c- Parametrize a trajectória com uma formula do tipo,

$$z = a_0 + a_1x + a_2x^2 . \tag{8}$$

d- Determine a velocidade inicial nas componentes segundo x e z de duas formas independentes,

* a partir da equação da queda de um grave,

** a partir da secção do jacto e do caudal, medido com um recipiente e um cronómetro.

Compare as duas velocidades obtidas e confirme se são consistentes, ou seja se as respectivas barras de erro se interceptam.

B. Foguete

Pretende-se estudar a conservação de momento linear e a transferência de massa. O objecto usado é um foguete a jacto de água. O foguete consiste apenas numa garrafa de plástico com água sob pressão. Pesa-se a garrafa de água vazia, e com a água antes de ser lançada. Mede-se a altura máxima atingida pelo foguete lançamento.

Necessita de uma garrafa de plástico de refrigerante, de 1l ou 1,5l, de uma rolha de cortiça portuguesa capaz de vedar a garrafa, de uma bomba de bicicleta e de uma agulha de encher bolas de futebol. Necessita ainda de um cronómetro e de uma fita métrica.

Para o foguete funcionar, uma peça crucial é a rolha que veda o foguete até que a pressão, do ar bombeado pela bomba de bicicleta, a faça saltar. A rolha (uma vulgar rolha de garrafa de vinho) pode ser fervida para ficar com maior diâmetro e para a sua superfície ficar mais suave, de forma a vedar correctamente a garrafa. Deve atravessar a rolha com a agulha de encher bolas, de forma a poder bombear ar para dentro da garrafa.

Descrevem-se em seguida os objectivos do trabalho que devem ser, sempre, organizados de acordo com a sub-secção **II-C**.

a- Pretende-se calcular aproximadamente a velocidade de escape da água, que assumimos constante, relativamente à garrafa. Para simplificar, despreze o peso da garrafa entre o instante inicial t_0 e o instante t_1 em que a garrafa ejecta toda a água, despreze também o atrito do ar na garrafa entre o tempo t_1 e o tempo em que atinge t_2 a altura máxima. Calcule então a relação teórica entre a altura atingida pela garrafa e a velocidade de escape da água.

b- Prepare, por exemplo com umas pedras, um suporte para a garrafa, de forma a esta ficar com o bocal para baixo. Lance a garrafa, e avalie o melhor que puder, com pontos de referência e com a fita métrica, a altura atingida pelo foguete.

c- Como aqui os erros experimentais são difíceis de controlar, repita a experiência diversas vezes para uma mesma quantidade de água (por exemplo enchendo 1/4 da garrafa), de forma a ficar com uma amostra estatística dos resultados. Elimine as experiências com lançamentos defeituosos (mau ângulo de subida, garrafa batendo em obstáculos, etc).

d- Calculando, para esta experiência apenas, o valor médio e a barra de erro da altura apenas com base no intervalo que contém todas as alturas, determine então a velocidade de escape da água, incluindo a barra de erro.

C. Pêndulo

Pretende-se estudar o movimento oscilatório do pêndulo.

Um pêndulo é de fácil construção, basta um corpo denso, um cordel ou corrente e um ponto de apoio fixo. Este trabalho necessita ainda de uma régua ou fita métrica, e de um cronómetro.

Descrevem-se em seguida os objectivos do trabalho que devem ser, sempre, organizados de acordo com a sub-secção **II-C**.

a- Para diferentes comprimentos do cordel, meça o período de oscilação do pêndulo (para oscilações de pequena amplitude).

b- Compare esse período com o dado pela relação, deduzida para oscilações não amortecidas e de pequena amplitude,

$$T = \frac{2\pi}{w} \quad , \quad w = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (9)$$

c- Observe se o período para grandes oscilações é maior ou menor do que para pequenas oscilações.

d- Construa agora um pêndulo com atrito relativamente pequeno para que oscile mais de uma hora sem parar. Para isso convém que a massa seja grande. Também convém que o comprimento da corda seja grande, por exemplo pode pendurar o pêndulo numa viga, ou num suporte de ou de cortinado e deixar que a massa quase toque no chão. O objectivo é tentar medir a precessão da oscilação do pêndulo devido à força de Coriolis, que foi observada por Foucault. Note que vai ter de marcar com precisão os sucessivos planos de oscilação pois para uma precessão de 10° , à nossa latitude, tem de oscilar durante cerca de meia hora.

D. Roda

Pretende-se estudar um corpo rígido em rotação.

Para isso deverá dispor de uma roda de bicicleta. Outra roda montada com Lego, Mechano, Knex etc... pode ser utilizada. Necessita ainda de uma balança, por exemplo de cozinha, de uma régua ou fita métrica, e de um cronómetro. Convém dispôr de um cordel.

Descrevem-se em seguida os objectivos do trabalho que devem ser, sempre, organizados de acordo com a sub-secção **II-C**.

a- Com a roda a girar, agarre-a pelas extremidades do eixo. Exerça sobre ela um momento tentando-a virar para a esquerda. Como reage a roda?

b- Interprete a reacção da roda com a equação da variação do momento angular

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} \quad (10)$$

explique então como é possível conduzir uma bicicleta sem usar as mãos.

c- Com a roda a girar na vertical (o eixo fica na horizontal) pendure-a com um cordel (ou um arame ou apenas 2 dedos) por uma extremidade do eixo. A roda vai manter-se vertical mas o seu eixo vai ter uma velocidade angular de precessão em torno do cordel. Após medir a velocidade angular de precessão, o peso da roda e a distância da amarração do cordel ao centro de massa da roda, calcule o momento angular da roda ao girar. Note que \vec{L} fica com um movimento circular uniforme, logo $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\Omega} \times \vec{L}$, onde $\vec{\Omega}$ é a velocidade angular de precessão.

d- Meça simultaneamente a velocidade angular de rotação $\vec{\omega}$ da própria roda (pode marcar um raio com uma fita ou um papel). Calcule agora o momento de inércia da roda. Compare com o resultado da expressão $I = MR^2$ válida para um anel.

E. Corda

Pretende-se estudar a corda como exemplo de corpo deformável. A corda é um corpo unidimensional que vamos supor de comprimento fixo.

Como corda recomenda-se que utilize uma correntezinha de tipo colar de pérolas com umas dezenas de centímetros de comprimento. Necessita ainda de uma régua ou fita métrica.

Descrevem-se em seguida os objectivos do trabalho que devem ser, sempre, organizados de acordo com a sub-secção **II-C**.

a- Ponha a corda a oscilar como um pêndulo. Esboce a forma da corda num gráfico ou mostre umas fotografias dela.

b- Segurando ainda a corda por uma extremidade, ponha a rodar. A corda pode rodar estacionariamente com formas diferentes conforme o número de nós (pontos fixos que apresente) . Para 1 e 2 nós (incluindo a extremidade fixa) que são os casos mais fáceis de obter, esboce a forma da corda num gráfico ou mostre umas fotografias dela.

c- Fixe agora a corda nas duas extremidades, bem esticada e ponha-a a vibrar. Também aqui pode apresentar diferentes formas conforme o número de nós. Esboce a forma da corda num gráfico ou mostre umas fotografias dela, no caso da primeira e segunda harmónicas. Verifique que a forma da corda é sinusoidal.

d- Se segurar a corda nas duas extremidades mas não a esticar, a corda vai vai ficar com a forma duma *catenária*. Desenhe a forma da corda num gráfico milimétrico, ou directamente ou com fotografias. Assumindo que o mínimo corresponde à origem dos eixos x e z , compare a catenária com as funções mais conhecidas, ou seja os monómios, as trigonométricas e as hiperbólicas. À primeira vista quais são as funções mais parecidas com a catenária?

Numa análise mais rigorosa pode-se mostrar que a catenária (quando o mínimo está na origem) é parametrizada com uma função hiperbólica com um único parâmetro a ,

$$z = a \cosh\left(\frac{x}{a}\right) - a, \quad a = T_x/\mu, \quad (11)$$

onde T_x é a tensão segundo x e μ é a massa por unidade de comprimento da corda. Pretende-se finalmente que obtenha o valor do parâmetro a que melhor ajusta a catenária. Para tal basta escolher um ponto (x_1, z_1) da curva experimental, então o parâmetro a correspondente é o que anula a função $f(a) = z_1 - \left[a \cosh\left(\frac{x}{a}\right) - a \right]$. *Sugestão:* use uma máquina de calcular gráfica para encontrar a raiz de $f(a)$. Compare a curva teórica com a experimental.

V. BIBLIOGRAFIA

É conveniente que qualquer cadeira tenha como guia principal um bom livro. Ao trabalharem com o livro, os alunos ficam com uma ferramenta para uso futuro. No presente caso, por as experiências serem simples, os alunos podem-se dedicar a entender a matéria teórica que envolve as experiências, por isso o livro recomendado é o mesmo das aulas teóricas.

Fundamentals of Physics	Halliday and Resnick	Wiley
-------------------------	----------------------	-------

Os livros seguintes também cobrem a matéria leccionada nas diferentes disciplinas de Física dos cursos de Engenharia,

Physics for Scientists a. E. w. M. P. Apontamentos de Física II e III Introdução à Física The Feynman Lectures in Physics Curso de Física Teórica Classical Mechanics Fund. of Stat. and Ther. Physics Classical Electrodynamics Campo Electromagnético Electromagnetismo Quantum Mechanics	R. Serway, R. Beichner P. Bicudo D. Deus , P., N., P., B. Feynman, L. e S. Landau e Lifshitz Goldstein Reif Jackson Brito, F. e P. Villate Schiff	Saunders , Thomson - McGraw-Hill Addison-Wesley Mir Addison-Wesley McGraw-Hill John Wiley and sons McGraw-Hill McGraw-Hill McGraw-Hill
---	---	--

Links com exemplos da Mão na Massa:

MIT	http://www.mit.edu
experiência simples	http://web.mit.edu/newsoffice/tt/1991/nov06/25467.html
competição	http://www.techreview.com/articles/mitnews_18651002.asp
kit experimental	http://hop.concord.org/top/info.html
electricidade	http://www.exploratorium.edu/ti/resources/electricityandmagnetism.html
sala de aula dedicada	http://ceci.mit.edu/research/teal/screen_1.html

De resto estamos a preparar formulários de relatórios prontos a serem preenchidos pelos alunos, bem como uma FAQ, lista de respostas a perguntas frequentes, que serão publicados na página web destes laboratórios.