

Física Experimental II - FEP114

Prova Final – 29/12/2 006

Aluno: _____ n° USP: _____

*Cada aluno pode consultar livremente o material de que dispõe.
A pontuação máxima desta prova soma 12,5. A duração da prova é de 3 horas.*

Questão 1)

As características de gotas de chuva são: forma esférica com diâmetro entre 0,5 a 5 mm e velocidade entre 5 a 8 m/s. Para chuva pesada, a forma da gota é achatada na base e a velocidade maior.

a)(0,5) Numa experiência da medida de velocidade de queda da gota de chuva um experimentador encontrou os dados da tabela 1.1 para o tempo de percurso de gotas de 1,5(2) mm diâmetro para a distância de 5,40 m medida com uma trena com menor divisão de 1 cm. Qual é a velocidade limite para a gota de chuva?

Tabela 1.1 Tempos de percurso de uma gota de chuva de 1,5(2) mm de diâmetro para a distância de 5,40m.

Medida	1	2	3	4	5
t (s)	0,704	0,724	0,740	0,728	0,733

b)(1,0) Supondo que o atrito da gota de chuva com o ar fosse representado pelo modelo de Stokes (escoamento laminar), qual seria a velocidade limite esperada da gota de chuva? Dados: a viscosidade do ar $1,8 \cdot 10^{-4}$ P (poise), a densidade do ar $1,2 \cdot 10^{-3}$ g/cm³ e a aceleração de gravidade 9,7864(9) m/s². Considere que as incertezas na viscosidade e nas densidades são muito pequenas, e podem ser desprezadas. Conversão 1P = 10^{-1} Pa·s = 1 g/cm·s.

$$v_{Stokes} = \frac{2}{9} \frac{(\rho_{gota} - \rho)}{\eta} g r^2$$

c)(0,5) Se não houve atrito entre a gota e o ar qual seria a velocidade na superfície da terra de uma gota de chuva em queda da altura de aproximadamente 1 000m?

d)(0,5) Compare e discuta os resultados obtidos nos itens a), b) e c).

Questão 2)

Considere o trecho abaixo, extraído de uma notícia divulgada na folha on-line do dia 07/11/2006.

FOLHAONLINE
www.folha.com.br

07/11/2006 - 11h37

Para Meirelles, queda na produção industrial não indica tendência.

IVONE PORTES
da Folha Online

O presidente do Banco Central, Henrique Meirelles, disse hoje que o resultado da produção industrial divulgado hoje pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) é "pontual" e não indica tendência para o futuro.

A produção da indústria brasileira recuou 1,4% em setembro ante agosto. Em relação a setembro de 2005, houve alta de 1,3%.

Na tabela 2.1 estão expressos os indicadores de produção industrial dos trimestres de 2005 e de 2006. Todos sabemos que a economia não segue um padrão bem definido, sofrendo a influência de diversos fatores não modelados (como sazonalidades, crises, etc.) e, por isso, está sujeita a variações difíceis de serem previstas. No entanto, para analisar o pronunciamento do presidente do banco central, faremos uma análise simplificada supondo uma relação linear entre o trimestre e o indicador de produção industrial.

Tabela 2.1 – Dados do indicador de produção industrial do primeiro trimestre de 2005 ao terceiro trimestre de 2006.

Ano	Número do trimestre	Indicador de produção industrial*	Incerteza**
2005	1	3,9	3,0
	2	6,1	3,0
	3	1,4	3,0
	4	1,3	3,0
2006	5	4,6	3,0
	6	0,9	3,0
	7	2,7	3,0

* Fonte: IBGE (07/11/2006).

** Incerteza estimada pelos professores.

a) (0,5) Complete os valores da tabela 2.2, referente ao ajuste pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), para os dados da tabela 2.1. (na tabela, x corresponde ao número do trimestre e y ao indicador de produção industrial correspondente).

Tabela 2.2 – Ajuste pelo método dos mínimos quadrados.

Trimestre	indicador	σ_y	$1/\sigma^2$	x/σ^2	x/σ^2	y/σ^2	xy/σ^2	Ajuste	Resíduo
1	3,90	3,0	4	4	4	15,6	15,6		
2	6,10	3,0	4	8	16	24,4	48,8		
3	1,40	3,0	4	12	36	5,6	16,8		
4	1,30	3,0	4	16	64	5,2	20,8		
5	4,60	3,0	4	20	100	18,4	92		
6	0,90	3,0	4	24	144	3,6	21,6		
7	2,70	3,0	4	28	196	10,8	75,6		
Somas									

Δ	
a	
σ_a	
b	
σ_b	

b) (0,5) Coloque os dados da tabela 2.1 e a reta ajustada, no item anterior, no gráfico da figura 2.1.

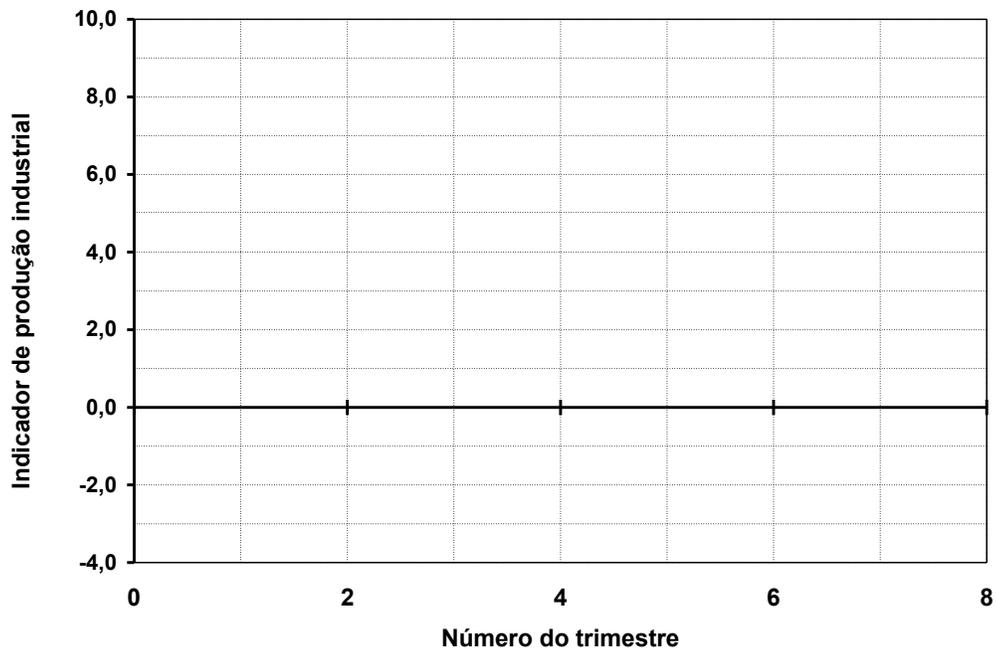


Figura 2.1 - Dados do indicador de produção industrial do primeiro trimestre de 2005 ao terceiro trimestre de 2006.

c) (0,5) Faça o gráfico dos resíduos na figura 2.2, e através dele, analise e discuta a validade da suposição da relação linear para os dados.

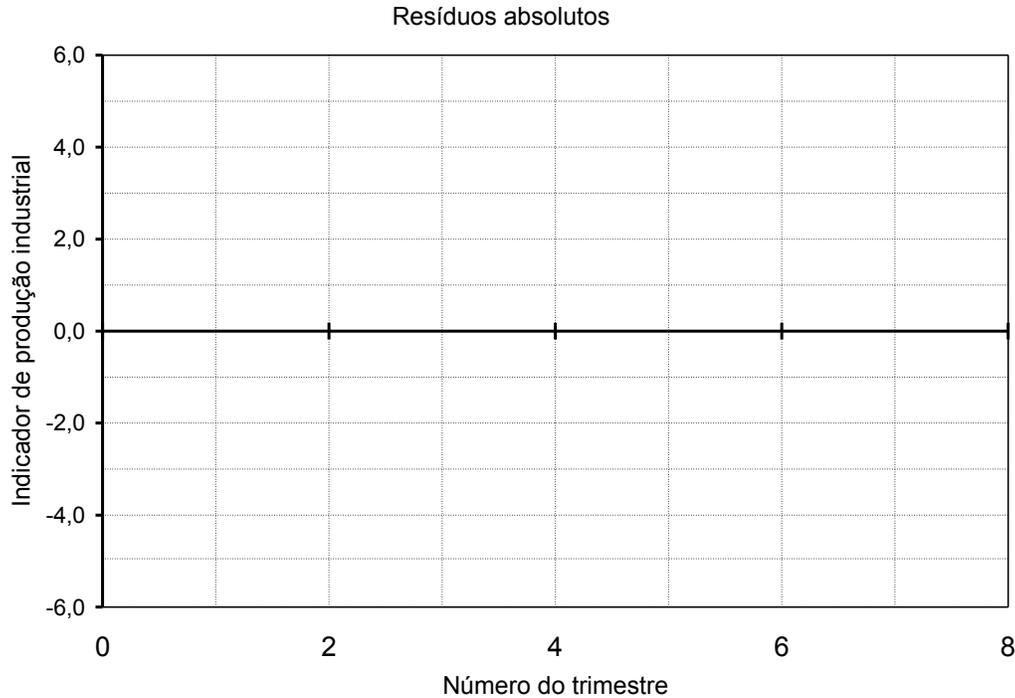


Figura 2.2 – Resíduos absolutos entre os dados do indicador de produção industrial do primeiro trimestre de 2005 ao terceiro trimestre de 2006 e a função ajustada.

d) (1,0) Calcule o χ^2 , flutuação estatística (ou estimativa da nova incerteza)

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum R^2}$$

e discuta a estimativa da incerteza feita pelos professores.

e) (1,0) Em um ajuste do tipo $y = a \cdot x + b$, quando os dados têm incertezas iguais, os parâmetros a e b não dependem da incerteza, mas os parâmetros σ_a e σ_b sim, e são dados por:

$$\sigma_a = \sigma_y \sqrt{\frac{n}{\Delta'}} \quad \text{e} \quad \sigma_b = \sigma_y \sqrt{\frac{\sum x^2}{\Delta'}} \quad , \quad \text{onde} \quad \Delta' = \left(n \cdot \sum x^2 - \left(\sum x \right)^2 \right)$$

Se a incerteza usada for estimada em 2, calcule os novos valores de σ_a e σ_b .

Dados: $\sum x = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28$ e

$$\sum x^2 = 1 + 4 + 9 + 16 + 25 + 36 + 49 = 140$$

f) (1,0) Faça uma previsão, usando os valores de a e de b obtidos no item a), para o valor do indicador de produção industrial para o próximo trimestre (trimestre de número 8) e, considerando os valores de σ_a e σ_b calculados no item d), por propagação determine a incerteza da sua previsão.

g) (0,5) Discuta a previsão feita no item anterior com relação à suposição de dependência linear entre o indicador da produção industrial e o número trimestre.

h) (0,5) Levando-se em conta cada uma das incertezas adotadas anteriormente (3,0 ou 2,0), discuta se é possível avaliar a tendência dos dados do indicador de produção industrial.

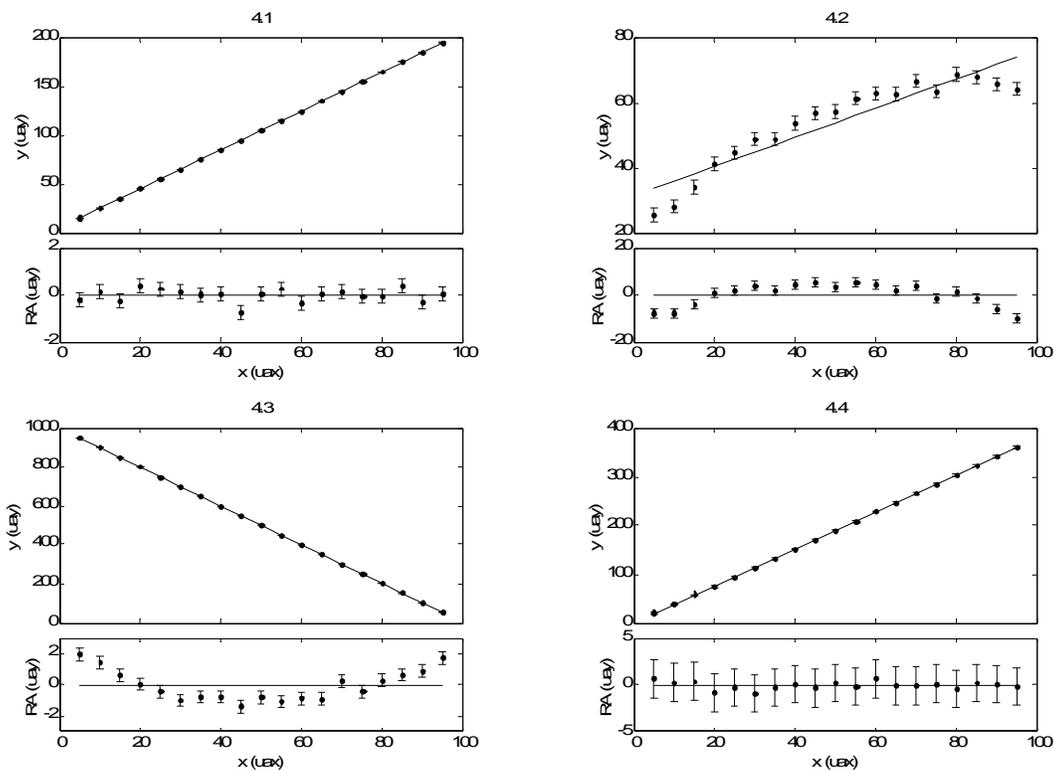
Questão 3)

3.1) As Figuras 3.1 a 3.4 apresentam dados experimentais e as respectivas funções ajustadas, além dos resíduos absolutos correspondentes, conforme obtidos em análises de diversos experimentos. Para cada uma das análises responda:

(4×0,2) a) As incertezas apresentadas são adequadas (ou seja, se refletem as flutuações experimentais observadas)? Justifique.

(4×0,2) b) A relação funcional entre as grandezas é bem descrita pela função ajustada (ou seja, se o modelo parece adequado para os resultados experimentais)? Justifique.

(4×0,1) c) O qui-quadrado do ajuste comparado com o número de graus de liberdade é: semelhante; muito maior; ou muito menor do que o número de graus de liberdade? (Não é para calcular o qui-quadrado, apenas avaliá-lo qualitativamente) Justifique.



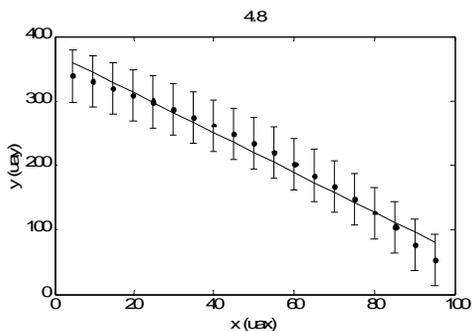
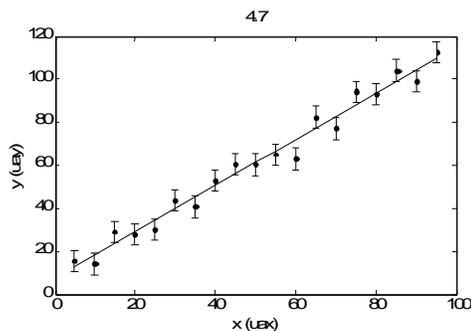
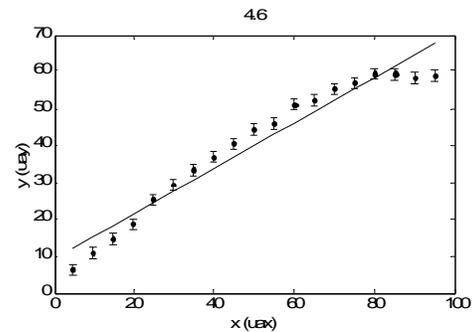
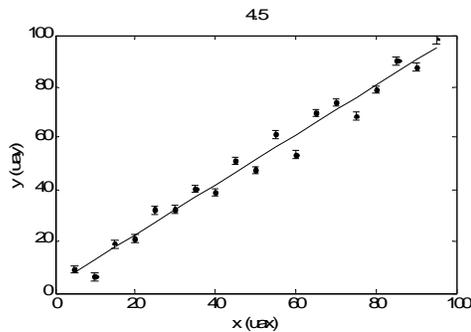
Figuras 3.1 a 3.4 – Dados e funções ajustadas com respectivos resíduos absolutos para diferentes resultados experimentais. Nos gráficos, uax e uay significam unidades arbitrárias das grandezas de x e y, respectivamente.

3.2) As Figuras 3.5 a 3.8 apresentam apenas os dados experimentais e as respectivas funções ajustadas obtidas em análises de diversos experimentos. Para cada uma das análises responda:

(4×0,2) a) As incertezas apresentadas são adequadas? Justifique.

(4×0,2) b) A relação funcional entre as grandezas é bem descrita pela função ajustada? Justifique.

(4×0,1) c) O qui-quadrado do ajuste comparado com o número de graus de liberdade é: semelhante; muito maior; ou muito menor do que o número de graus de liberdade? (Não é para calcular o qui-quadrado, apenas avaliá-lo qualitativamente) Justifique.



Figuras 3.5 a 3.8 – Dados e funções ajustadas para diferentes resultados experimentais. Nos gráficos, uax e uay significam unidades arbitrárias das grandezas de x e y, respectivamente.

(0,5) 3.3) Para quais dos ajustes (Figuras 3.1 a 3.8) é indispensável utilizar o gráfico de resíduos para fornecer as respostas solicitadas? Por que?