Experimento 05 - Viscosidade - Lei de Stokes

Giovani Garuffi	*RA: 155559*
João Baraldi	*RA: 158044*
Lauro Cruz	*RA: 156175*
Lucas Schanner	*RA: 156412*
Pedro Stringhini	*RA: 156983*

11 de novembro de 2014

1 Resumo

2 Objetivos

3 Procedimento Experimental e Coleta de Dados

3.1 Procedimento

3.2 Dados Obtidos

A Tabela 1 apresenta as medições do tempo de queda de cada esfera, relacionada ao seu raio.

Tabela 1: Dados obtidos no experimento

r (m)	Medidas de T (s)					T_{medio} (s)
0.00100 ± 0.00005	12.47	12.22	11.87	11.97	11.94	12.0 ± 0.3
0.00125 ± 0.00005	7.65	7.87	7.59	7.60	7.78	7.7 ± 0.3
0.00150 ± 0.00005	5.46	5.29	5.35	5.69	5.32	5.4 ± 0.3
0.00175 ± 0.00005	4.07	4.15	4.09	4.09	4.13	4.1 ± 0.3
0.00200 ± 0.00005	3.12	3.25	3.28	3.28	3.25	3.2 ± 0.3

O erro instrumental em T é considerado 0.3 devido às dificuldades em realizar as medições

4 Análise dos Resultados e Discussões

4.1 Regressão linear

O situação estudada pode ser modelada a partir da equação:

$$v_l = \frac{2}{9}\frac{(\rho - \rho')}{\eta} g \cdot r^2$$

Obtida a partir da força de empuxo, força gravitacional e da Lei de Stokes. ρ e ρ' são as densidades da esfera e do meio, respectivamente e η é o coeficiente de viscosidade do meio.

No entanto a velocidade precisa ser corrigida pelo fator de Landenburg

$$v_l = K \cdot v_l' = K\frac{L}{T}$$

$$\Delta v_l = \sqrt{\frac{K^2 L^2}{t^4}\Delta t^2 + \frac{K^2 \Delta L^2}{t^2} + \frac{L^2 \Delta K^2}{t^2}}$$

Onde K é o fator de Landenburg, dado por

$$K = \left(1 + \frac{3.3r}{H}\right)\left(1 + \frac{2.4r}{\pi r_c^2}\right)$$

$$\Delta K =$$

$$\sqrt{\frac{23.04 \Delta {r_c}^2 r^2}{\pi^2 r_c^6}\left(1 + \frac{3.3r}{H}\right)^2 + \Delta r^2 \left(\frac{2.4 + \frac{7.92r}{H}}{\pi r_c^2} + \frac{1}{H}\left(\frac{7.92r}{\pi r_c^2} + 3.3\right)\right)^2 + \frac{10.89 \Delta H^2}{H^4} r^2 \left(\frac{2.4r}{\pi r_c^2} + 1\right)^2}$$

Tabela 2: Raio ao quadrado relacionado à velocidade máxima de uma esfera em liquido viscoso

r (m)	r^2 (m^2)	T_{queda} (s)	K	v_l (m/s)
0.00100 ± 0.00005	$1.0 \cdot 10^{-6} \pm 1 \cdot 10^{-7}$	12.0 ± 0.3	1.85 ± 0.04	0.030 ± 0.001
0.00125 ± 0.00005	$1.5 \cdot 10^{-6} \pm 1 \cdot 10^{-7}$	7.7 ± 0.3	2.07 ± 0.04	0.053 ± 0.002
0.00150 ± 0.00005	$2.2 \cdot 10^{-6} \pm 2 \cdot 10^{-7}$	5.4 ± 0.3	2.28 ± 0.04	0.084 ± 0.005
0.00175 ± 0.00005	$3.0 \cdot 10^{-6} \pm 2 \cdot 10^{-7}$	4.1 ± 0.3	2.50 ± 0.04	0.121 ± 0.009
0.00200 ± 0.00005	$4.0 \cdot 10^{-6} \pm 2 \cdot 10^{-7}$	3.2 ± 0.3	2.71 ± 0.04	0.16 ± 0.01

O erro em T foi calculado pelo erro estatístico e utilizando como erro instrumental ± 0.3.

Na equaçao vemos que existe uma relação linear entre v_l e r^2. Para explorar essa relação, foi construída a Tabela 2, relacionando v_l a r^2 .

Fazendo a regressão linear de v_l X r^2, pelo método de mínimos quadrados, obtém-se os seguintes coeficientes:

$$a = (41 \pm 2) \cdot 10^3 \ \ (1/ms)$$

$$b = 0.011 \pm 0.003 \ (m/s).$$

A reta resultante da regressão linear, sobreposta aos pontos medidos experimentalmente pode ser vista na Figura 1.

4.2 Significado físico do coeficiente angular

O coeficiente angular é equivalente a

$$a = \frac{2}{9}\frac{(\rho - \rho')}{\eta}g,$$

o que implica que

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{(\rho - \rho')}{a}g.$$

Substituindo os valores, temos que:

5 Conclusões

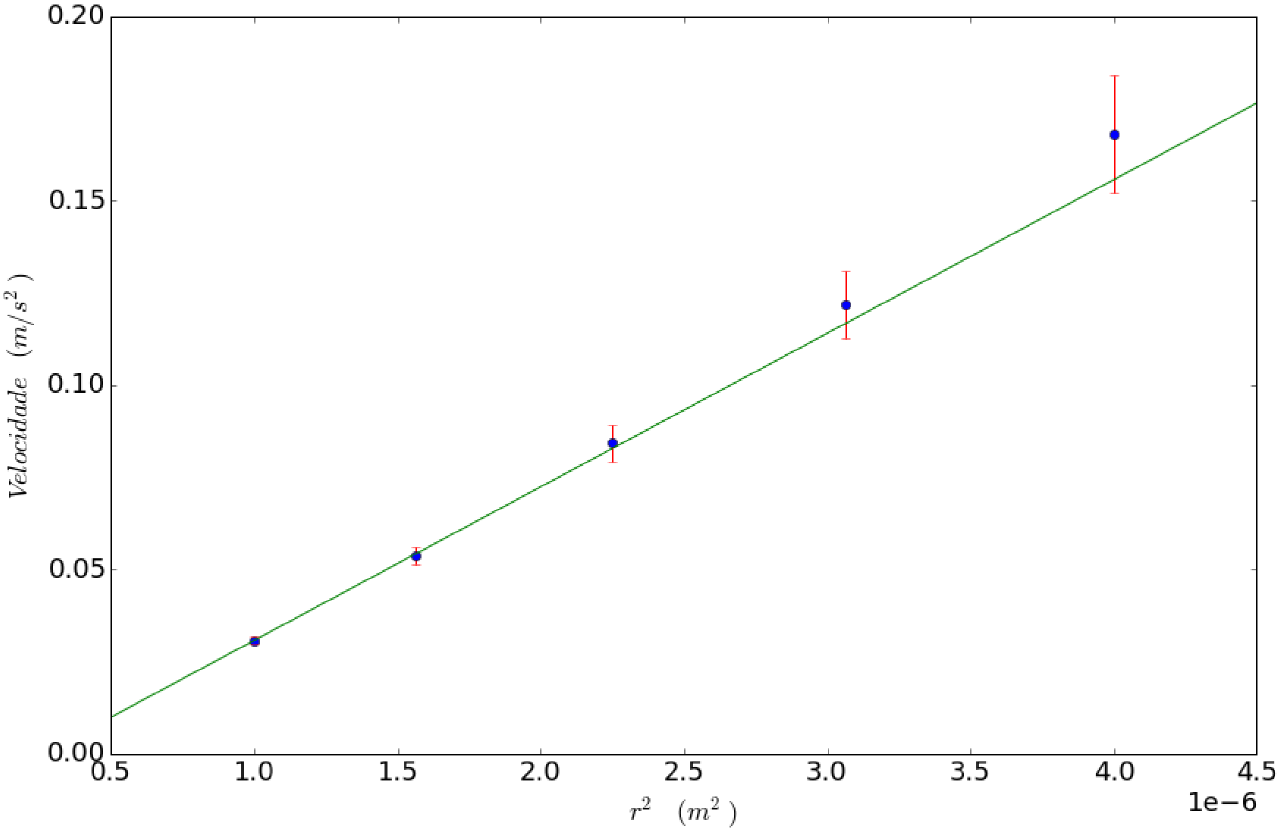

Figura 1: Regressão linear de v_t por r^2 sobreposta aos pontos experimentais