

## Departamento de Física

### Expansão Térmica de Líquidos

**Ano Letivo:** 25/26

**Semestre:** 1º Semestre

**Regente da Disciplina:** Paulo M. Sá

**Responsável das aulas práticas:** José Luís Argain

**Data e Hora:**

**Aula Prática:** PL1

**Número de Grupo:** Grupo V

**Nomes/Números:**

- Diogo Carvalho - 90247
- Diogo Freitas - 90147
- Tomás Nunes - 83934

### Introdução:

O objetivo desta experiência é estudar a expansão térmica de líquidos, focando-se na determinação do seu coeficiente de expansão volumétrica ( $\beta$ ).

Este fenómeno baseia-se no princípio físico de que líquidos e sólidos, em geral, dilatam com o aumento da temperatura.

### Materiais:

- Termômetro;
- Placa de Aquecimento;
- Beaker de 1 litro;
- Picnómetro de 50 ml;
- Calorímetro de esferovite;
- Pipeta;
- Vareta de vidro;
- Balança;
- Água Destilada com corante;

- Água corrente;

## Procedimento:

### Calibração em volume do picnómetro:

1. Pese o picnómetro vazio e bem seco e registe a temperatura ambiente;
2. Encha-o de água destilada, até à primeira marca da escala e volte a pesá-lo;
3. Em seguida, com a pipeta, vá acrescentando água destilada até à marca seguinte e pese-o novamente.
4. Repita este procedimento até alcançar a última marca da escala;

### Determinação experimental do coeficiente de expansão térmica volumétrica de líquidos:

1. Encha o picnómetro de água destilada até à primeira marca e meça a temperatura ambiente;
2. Coloque água da torneira a aquecer no beaker;
3. Ponha água da torneira no calorímetro (pouco mais de metade da capacidade total do recipiente) a uma temperatura de, aproximadamente, 3°C acima da temperatura ambiente usando a água que colocou previamente a aquecer;
4. Introduza o picnómetro no calorímetro, espere que se atinja o equilíbrio térmico e meça a temperatura e o correspondente aumento de volume do líquido;
5. Repita este procedimento até a temperatura da água atingir 50°C;

## Apresentação dos dados:

### Calibração volumétrica do picnómetro

Temperatura ambiente: 24°C

$\rho: 997,10 = 0,99710 \text{ k/m}^3$

massa do picnómetro vazio: 47,59 g

Sabendo que  $V = m/\rho$

NºDivisões	Volume da Água(ml)	Massa da Água(g)	Massa Total(g)
0	53,004	52,850	100.44
1	53,074	52,920	100.51
2	53,174	53,020	100.61
3	53,264	53,110	100.70
4	53,335	53,180	100.77
5	53,415	53,260	100.85
6	53,475	53,320	100.91
7	53,555	53,400	100.99
8	53,605	53,450	101.04
9	53,853	53,697	101.13

### Cálculo do coeficiente de expansão térmica volumétrica de líquidos

NºDivisões	Volume da Água(ml)	Temperatura
0	52,994	24
0,4	53,02788	27
0,7	53,05329	30
1,3	53,10411	33
1,7	53,13799	36
2,1	53,17187	39
2,9	53,23963	42
3,8	53,31586	45
4,7	53,39209	48
6,1	53,51067	51

### Análise de dados:

#### Calibração volumétrica do picnómetro:

0,084749	52,99412
0,004924	0,026288
0,973702	0,044727
296,1999	8
0,592545	0,016004

Declive = 0.84749

Incerteza do Declive = 0.004924

Ordenada de Origem = 52,99412

Incerteza da Ordenada de Origem = 0,026288

R^2 = 0,973702

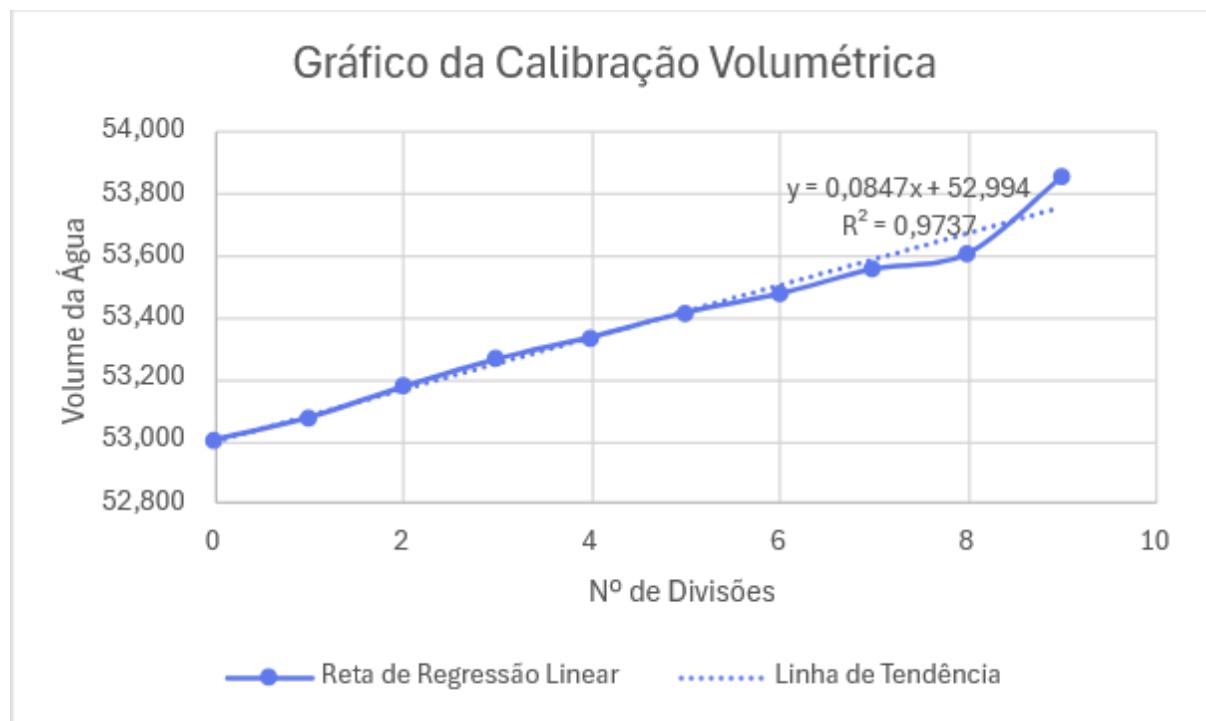
Erro médio na previsão de Y: 0,044727

Estatística F = 296,1999

Graus de Liberdade para a estatística F: 8

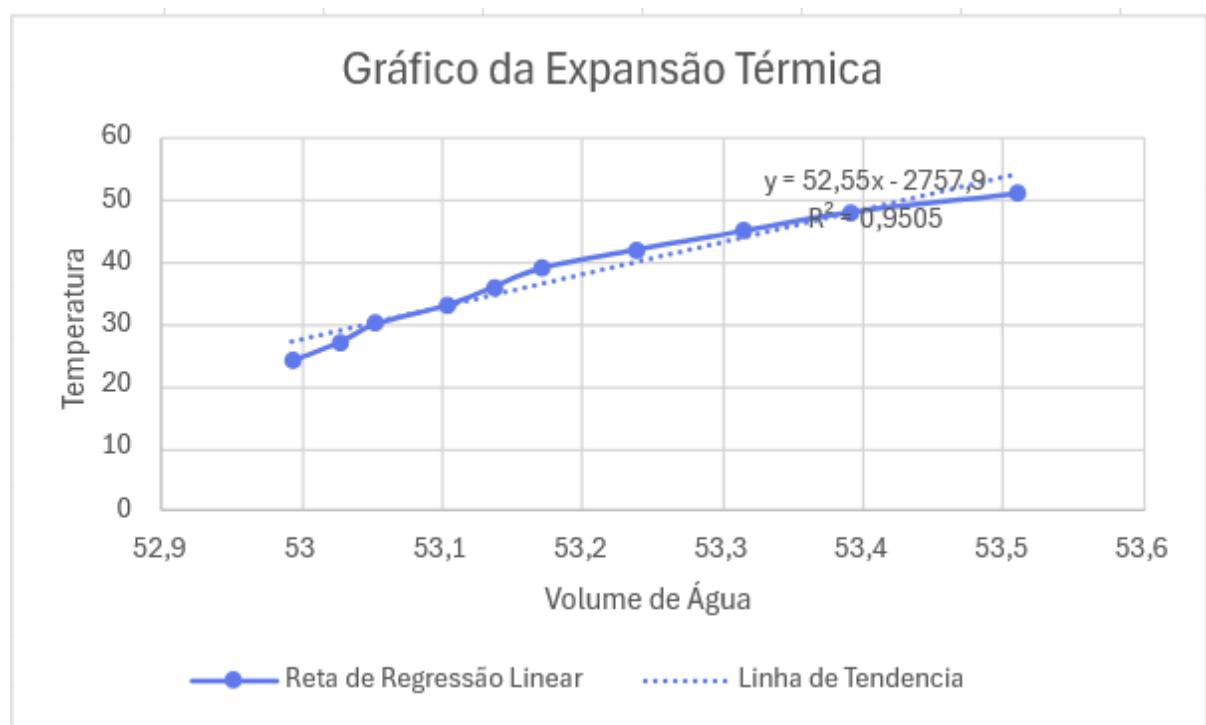
Soma quadrados da regressão: 0,592545

Soma quadrado dos resíduais: 0,016004



#### Cálculo do coeficiente de expansão térmica volumétrica de líquidos:

0,018086	52,5165
0,00146	0,056178
0,950451	0,039784
153,4577	8
0,242886	0,012662



Coeficiente de Expansão Térmica	0,000341292
Incerteza do Coeficiente de Expansão Térmica:	2,7553E-05
Limite Inferior do Intervalo:	0,000313739
Limite Superior do Intervalo:	0,00036884534779
Coeficiente de Expansão Térmica de Referência:	0,000427
Erro Percentual:	20,07205957

## Discussão:

A experiência teve como objetivo determinar o coeficiente de expansão térmica volumétrica da água através da calibração de um picnómetro e da medição da variação de volume em função da temperatura. A calibração volumétrica, resultou num declive de 0,84749 e numa ordenada na origem de 52,99412, com um coeficiente de determinação  $R^2 = 0,973702$ , o que indica um bom ajuste linear. Na segunda fase, a regressão linear entre o volume e a temperatura forneceu um declive de 0,018086, com uma incerteza de 0,001460. Utilizando este valor e a ordenada de origem da calibração, o coeficiente de expansão térmica foi determinado obtendo-se 0,000341292 e uma incerteza de  $2,7553 \cdot 10^{-5}$ .

A análise de consistência, realizada através da propagação de incertezas, resultou num intervalo de confiança de [0,0003137, 0,0003688]. O valor de referência, 0,000427, não se encontra dentro deste intervalo, o que demonstra que o resultado experimental é inconsistente com o valor esperado. Esta discrepância traduz-se num erro relativo percentual de 20,07%. Tendo este erro percentual, o nosso grupo pode concluir que durante a realização da experiência houve erros instrumentais e um possível erro pessoal.

Para melhoria da precisão, o nosso grupo acha que poderia ter sido usado uma balança melhor calibrada, pois na realização da experiência a balança não costumava “fixar” num valor, o que pode prejudicar na determinação do valor da massa do picnómetro necessário. O nosso grupo também acredita que durante a realização da experiência, não garantimos o rigor e a precisão suficientes em todas as etapas do procedimento, resultando numa acumulação de erros procedimentais que contribuíram para o desvio final.