

Nome: <u>Diogo Alexandre Botas Carvalho</u>	Nº: <u>90247</u>	Regente da Disciplina: <u>Paulo M. Sá</u>
Nome: <u>Diogo Coelho de Freitas</u>	Nº: <u>90147</u>	Responsável das Aulas Práticas:
Nome: <u>Tomás Correia Nunes</u>	Nº: <u>83934</u>	<u>José Luís Argain</u>
Curso: <u>LEI</u> Turma: <u>PL1</u> Grupo: <u>5</u>	Ano Letivo: <u>25/26</u>	Data de Realização: <u>01/10/2025</u>

Expansão Térmica de Líquidos

1. Introdução

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

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

2. Materiais

- Termómetro;
- 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;

3. 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;

4. Apresentação dos dados

Calibração volumétrica do picnómetro:

Temperatura ambiente: 24°C

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

massa do picnómetro vazio:

47,59 g

Sabendo que $V = m/\rho$

Nº Divisões	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:

NºDivisoões	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

5. 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

R² = 0,973702

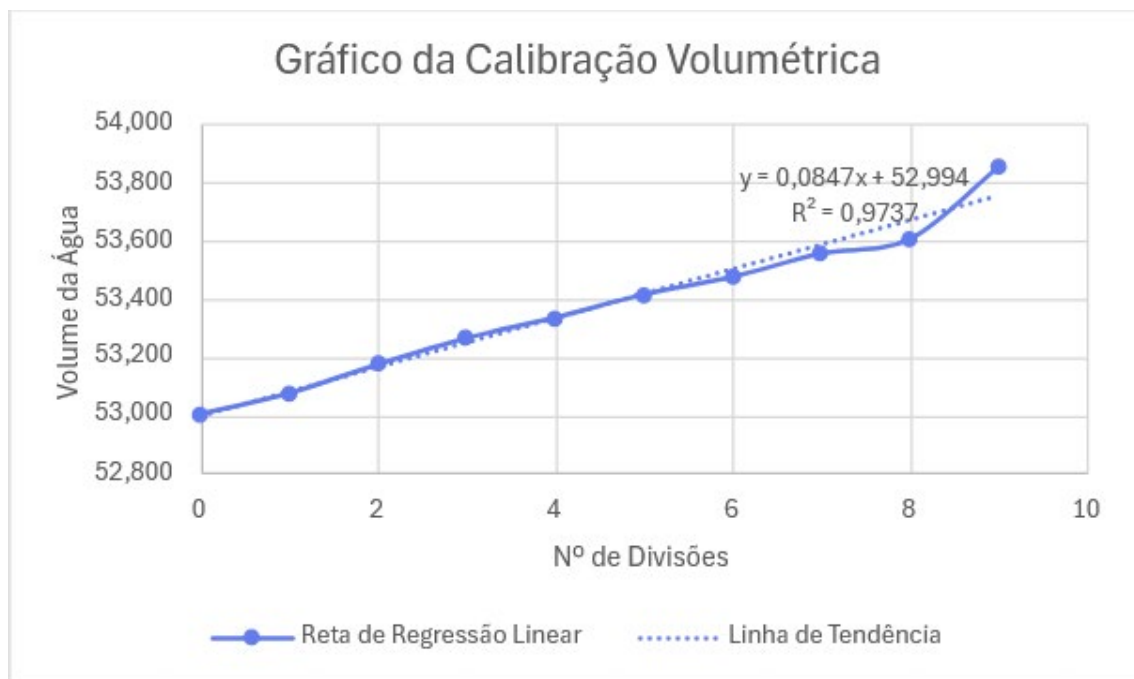
Erro médio na previsão de Y: 0,044727

Estatística F = 296,1999

Graus de Liberdade para a estatística F: 8

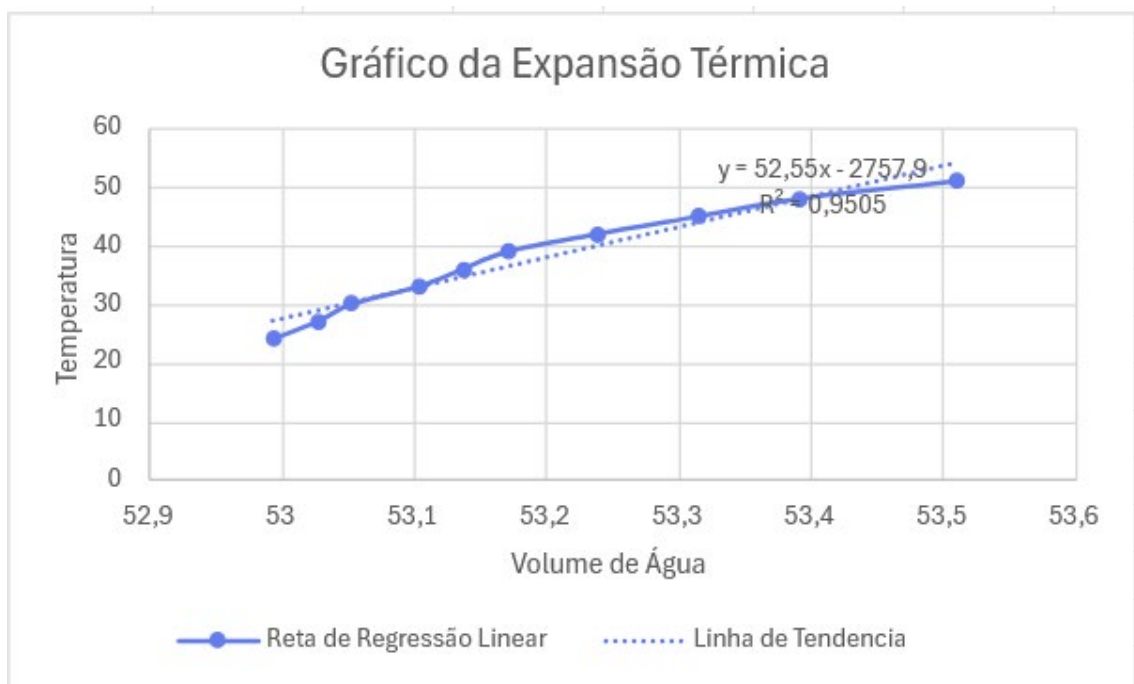
Soma quadrados da regressão: 0,592545

Soma quadrado dos residuais: 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

6. Discussão

A experiência teve como objetivo determinar o coeficiente de expansão térmica volumétrica da água através da calibração de um picnômetro 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 melhora da precisão, o nosso grupo acha que poderia ter sido usado uma balança mais bem calibrada, pois na realização da experiência a balança não costumava “fixar” num valor, o que pode prejudicou na determinação do valor da massa do picnômetro 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.