



Universidade de Brasília
Instituto de Física
Física 2 Experimental

Relatório 02:
Coeficiente de Dilatação Linear

Turma 12
Grupo: 10

Francisco Ribeiro de Souza Campos	Mat: 22/2014590
Luís Eduardo Dalle Molle Bacelar Carvalho Santana	Mat: 24/1034059
*Eduardo Kachel	Mat: 24/1009780

Professora:
Leticia Goncalves Nunes Coelho

11 de abril de 2025

1 Objetivos

Determinar experimentalmente o coeficiente de dilatação térmica linear do latão, do aço e do alumínio.

2 Materiais

1. 3 dilatômetros lineares com tubos de latão, aço e alumínio, respectivamente;
2. Circulador de água com aquecedor e controle de temperatura;
3. Termômetro;
4. Excel.

3 Introdução

A dilatação térmica é um fenômeno físico observado em materiais sólidos, líquidos e gasosos, decorrente da variação da temperatura. No caso de sólidos, esse fenômeno se manifesta predominantemente como dilatação linear, em que a variação de comprimento de um corpo é diretamente proporcional à sua variação de temperatura. Esse comportamento está descrito pela equação fundamental da dilatação linear:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T, \quad (1)$$

onde ΔL representa a variação de comprimento, α é o coeficiente de dilatação linear do material, L_0 é o comprimento inicial e ΔT é a variação de temperatura sofrida pelo corpo. Esta expressão está fundamentada na teoria microscópica da matéria, segundo a qual os átomos vibram com maior amplitude à medida que a energia térmica aumenta, resultando na expansão macroscópica do objeto [Resnick e Halliday 2002].

É importante destacar que, apesar de existir semelhança formal entre o comportamento de corpos sujeitos à dilatação térmica e sistemas massa-mola (devido à presença de forças restauradoras e deslocamentos), os dois fenômenos são distintos. No modelo massa-mola, a variação de posição ocorre devido à aplicação de uma força externa e está associada à energia potencial elástica armazenada no sistema. Já na dilatação térmica, a deformação ocorre pela agitação térmica das partículas, sem armazenamento de energia potencial no sentido mecânico clássico.

Enquanto no sistema massa-mola a energia potencial elástica segue a relação:

$$U = \frac{1}{2} kx^2, \quad (2)$$

onde k é a constante elástica e x é a deformação da mola, na dilatação térmica não há força restauradora associada à geometria do corpo — a expansão é livre, desde que não haja restrições mecânicas. Isso implica uma importante diferença na forma como os sistemas devolvem energia ao ambiente: sistemas elásticos o fazem mecanicamente, enquanto sistemas em dilatação térmica apenas retornam ao estado original mediante resfriamento, sem a intermediação de forças restauradoras propriamente ditas.

Dessa forma, o experimento de dilatação linear permite não apenas a verificação da dependência entre variação de comprimento e temperatura, como também oferece uma oportunidade para distinguir claramente esse fenômeno de modelos mecânicos clássicos. Os procedimentos adotados visam medir de forma precisa a variação de comprimento de uma barra metálica aquecida, de modo a determinar seu coeficiente de dilatação linear a partir dos dados experimentais.

4 Procedimentos

O experimento teve como objetivo determinar o coeficiente de dilatação linear de um material metálico desconhecido, utilizando um dilatômetro. O dilatômetro é um equipamento composto por um tubo cilíndrico do material em análise, acoplado a um relógio comparador, que permite mensurar variações micrométricas no comprimento do tubo à medida que sua temperatura é alterada, conforme é mostrado na figura 1. Com base no valor obtido para o coeficiente de dilatação linear, foi possível estimar o material por meio da comparação com a tabela presente na obra de Halliday, Resnick e Walker (2011) [Resnick e Halliday 2002].

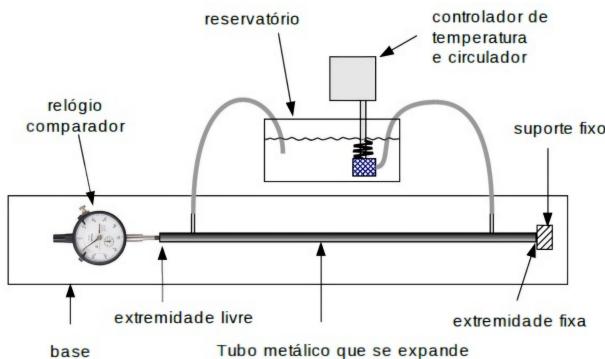


Figura 1: Ilustração do Dilatômetro [IF-UnB]

O relógio comparador possui um fuso cuja extremidade está em contato direto com uma das pontas do tubo. Quando o tubo sofre dilatação térmica, seu aumento de comprimento empurra a ponta do fuso, fazendo com que o ponteiro principal do relógio gire. Cada divisão do mostrador do relógio corresponde a uma variação de 0,01 mm no comprimento do tubo, o que permite medições com alta precisão.



Figura 2: Relógio [IF-UnB]

Para o controle da temperatura, o sistema contava com um circulador termostatizado de água, conectado ao tubo do dilatômetro. Esse circulador possui uma bomba interna que garante a circulação constante de água, além de uma resistência elétrica e um termostato que interrompe o aquecimento ao atingir a temperatura estabelecida, mantendo o sistema em equilíbrio térmico.

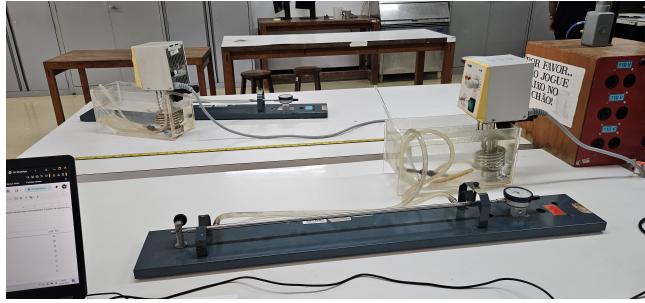


Figura 3: Sistema do Dilatômetro e Circulador

Com o sistema montado e estabilizado conforme mostra a figura 3, foi realizada a medição do comprimento inicial do tubo em equilíbrio térmico à temperatura de 0°C. O ponteiro principal do relógio comparador foi então ajustado para a posição zero. A partir desse ponto, a temperatura foi elevada progressivamente em incrementos de 5°C até atingir aproximadamente 72°C. A cada variação de temperatura, após estabilização térmica, o deslocamento do ponteiro foi registrado, correspondendo à variação de comprimento ΔL do tubo.

Os dados de temperatura e deslocamento foram organizados em tabela e utilizados para a construção de um gráfico $\Delta L \times \Delta T$, permitindo a determinação do coeficiente de dilatação linear α a partir do coeficiente angular da reta obtida.

Após a conclusão do experimento com o tubo específico disponibilizado, foram coletados os dados experimentais de outros grupos, que utilizaram tubos confeccionados com diferentes materiais. Essa coleta complementar permitiu a ampliação da análise comparativa entre diferentes coeficientes de dilatação e a identificação dos materiais com base na literatura.

5 Análise de Dados

Durante o experimento, foram coletados os valores de dilatação linear (em milímetros) correspondentes às variações de temperatura aplicadas ao tubo metálico. Idealmente, os incrementos de temperatura deveriam ocorrer em intervalos regulares de 5°C, no entanto, devido a instabilidades no sistema de aquecimento, algumas variações oscilaram entre 4°C e 6°C, resultando em uma extrapolação da temperatura final para aproximadamente 74°C. Essa variação foi devidamente considerada na construção do gráfico e na análise quantitativa dos dados.

Para a construção do gráfico $\Delta L \times \Delta T$, adotou-se como coeficiente angular da reta ajustada o valor de $A = \alpha L_0$, onde α é o coeficiente de dilatação linear e L_0 é o comprimento inicial do tubo. Com isso, o eixo das abscissas (x) foi atribuído à variação de temperatura ΔT e o eixo das ordenadas (y) à dilatação observada ΔL . A partir da regressão linear dos dados experimentais, foi possível obter o valor do coeficiente angular A .

Conhecido o valor de L_0 e do coeficiente angular A , o coeficiente de dilatação linear α foi obtido pela relação:

$$\alpha = \frac{A}{L_0}. \quad (3)$$

Com base nos dados obtidos, o valor do coeficiente de dilatação linear foi estimado em aproximadamente $13 \times 10^{-6}/C^\circ$. Segundo a tabela de coeficientes de dilatação apresentada por Halliday, Resnick e Walker (2011), esse valor é compatível com o do aço, permitindo a identificação do material do tubo analisado.

TABELA 18-2**Alguns Coeficientes de Dilatação Linear^a**

Substância	$\alpha (10^{-6}/C^\circ)$	Substância	$\alpha (10^{-6}/C^\circ)$
Gelo (a 0°C)	51	Aço	11
Chumbo	29	Vidro (comum)	9
Alumínio	23	Vidro (Pyrex)	3,2
Latão	19	Diamante	1,2
Cobre	17	Invar ^b	0,7
Concreto	12	Quartzo fundido	0,5

^aValores à temperatura ambiente, exceto no caso do gelo.

^bEsta liga foi projetada para ter um baixo coeficiente de dilatação. O nome é uma abreviação de “invariável”.

Figura 4: Tabela Coeficiente de Dilatação [Resnick e Halliday 2002]

Adicionalmente, foram coletados os dados de outros dois grupos experimentais, identificados como **Grupo 9** e **Grupo 7**, que utilizaram tubos de diferentes materiais. Aplicando o mesmo procedimento analítico para os conjuntos de dados desses grupos, foram obtidos coeficientes de dilatação compatíveis com os materiais latão e alumínio, respectivamente, conforme os valores de referência teóricos.

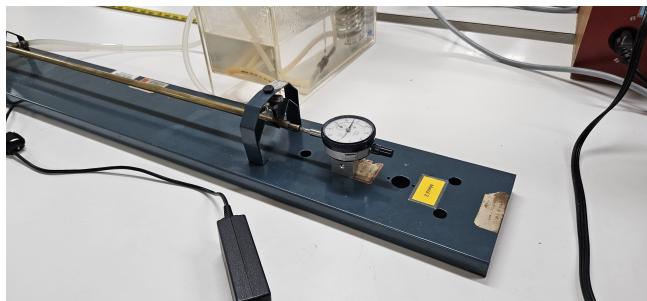


Figura 5: Metal 2



Figura 6: Metal 3

Todos os dados foram devidamente representados no gráfico resultante da análise, sendo os valores dos coeficientes de dilatação apresentados na tabela 1 [Team 2024].

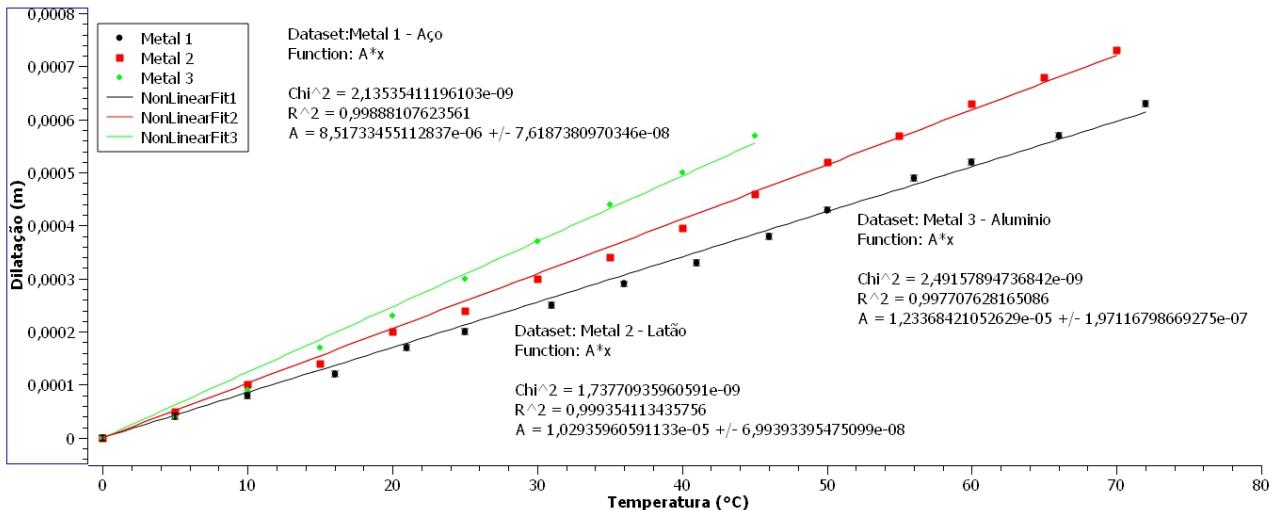


Figura 7: Gráfico Dilatação versus Temperatura

	Grupo 9	Grupo 7
Substância	Latão	Alumínio
Coeficiente de Dilatação α ($10^{-6}/C^\circ$)	16,5	19

Tabela 1: Tabela Coeficientes de Dilatação dos Grupos

6 Conclusão

O experimento realizado permitiu compreender e aplicar de forma prática os conceitos de dilatação linear dos sólidos, conforme apresentados na literatura de referência, em especial Halliday, Resnick e Walker (2011) [Resnick e Halliday 2002]. Através da utilização do dilatômetro, foi possível medir com precisão a variação do comprimento de um tubo metálico em função do aumento de temperatura, permitindo a obtenção do coeficiente de dilatação linear do material.

A partir da análise gráfica dos dados experimentais, a relação linear entre a dilatação ΔL e a variação de temperatura ΔT foi claramente observada, confirmando o modelo teórico descrito pela equação $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$. O valor encontrado para o coeficiente de dilatação, estimado em aproximadamente $13 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, foi compatível com o valor teórico do aço, indicando que o material analisado no experimento corresponde a esse metal.

Além disso, os dados fornecidos por outros grupos permitiram a identificação correta de outros dois materiais, latão e alumínio, reforçando a consistência dos métodos empregados e a confiabilidade dos resultados obtidos. Apesar de pequenas variações nos incrementos de temperatura durante a execução do experimento, não foram observadas dificuldades significativas que comprometessem a precisão ou a interpretação dos dados.

Conclui-se, portanto, que o experimento foi eficaz na verificação empírica do fenômeno da dilatação linear e na identificação dos materiais com base em suas propriedades térmicas.

Referências

[IF-UnB]IF-UNB.

[Resnick e Halliday 2002]RESNICK, R.; HALLIDAY, D. *Física*: Vol. i. 5^a. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora (LTC), 2002.

[Team 2024]TEAM, S. D. *SciDAVis: Software para Análise e Visualização de Dados Científicos*. Versão 1.27. Online: SciDAVis Community, 2024. Disponível gratuitamente sob licença GPL. Disponível em: <<https://scidavis.sourceforge.net/>>.