

IFUSP

Instituto de Física da USP



Universidade de São Paulo
Instituto de Química

4310256

Laboratório de Física I

Experiência 5

**Calorimetria, ajuste da reta e
propagação de erros**

1º semestre de 2023

1. Equipe responsável

Professor responsável pela disciplina

Prof. Dr. Valdir Guimaraes

Monitores

Fernando Lock Miletto

Juan Antonio Alcantara-Nunez

Professora responsável pela elaboração dos roteiros

Profa. Dra. Michele H. Ueno Guimaraes

Lucas Dias Queiroz (IC)

2. Integrantes do grupo

3. Capacidade térmica

Introdução

Nada de chapéu ou protetor solar. Para quem trabalha nas areias da praia, item essencial para enfrentar uma jornada de trabalho é o chinelo - ou água no pé.

Nem sempre dá para trabalhar em volta do mar. A gente tem que enfrentar a areia quente mesmo. “Eu já estou acostumado, ando tranquilamente com ela pegando fogo” - diz Fernando Santana, vendedor de caipirinha de frutas na praia dos Ingleses, em Florianópolis. Quem não consegue trabalhar perto da água, como o Fernando, leva a água até a areia. O garçom Rodrigo Souza enfrenta a primeira alta temporada em Florianópolis e reclama que há 15 dias a areia está absurdamente quente.

“Para driblar esse calor, só molhando a areia. Eu pego um regador e molho, no mínimo, duas vezes por dia, porque senão a gente não consegue caminhar. Esse pedaço, onde não circula muita gente, com a areia solta, é terrível, porque passa de 50 °C” - explica.

Conforme o cirurgião plástico Dênis Bürger, pode haver uma queimadura na sola do pé. Isso porque a areia pode chegar a até 70 °C. No entanto, normalmente ocorre uma queimadura de primeiro grau, ou seja, fica vermelho, com muita sensibilidade e dor. E nada de colocar receitas caseiras, como pasta de dentes. O médico diz que a primeira conduta é molhar o pé com água gelada corrente, para levar todo o calor embora e a queimadura ficar mais delimitada.

Se for queimadura de primeiro grau, é importante fazer uma hidratação na área. Se for de segundo grau, com bolha d'água, é importante ir ao médico - alerta Bürger, acrescentando que o pé, por ser uma área que tem muito fungos e bactérias, pode infeccionar. Como medidas de prevenção, ele recomenda usar um calçado adequado, passar protetor solar no dorso do pé e sempre usar hidratante após pegar sol, porque é uma área que fica muito ressecada¹.

A situação descrita acima acontece com frequência no litoral, ao redor do mundo. A areia da praia é submetida a uma determinada quantidade de calor, aumentando sua temperatura, de tal forma a causar até queimaduras nos pés dos banhistas, como lido na reportagem. Uma das maneiras de combater o calor é “fazer uma hidratação na areia”, para poder caminhar, utilizando a própria água do mar, porém, se o mar e a areia estão sendo submetidos à mesma fonte de calor, com a mesma intensidade (o Sol), por que o mar também não fica nem perto da temperatura da areia? Por que outras combinações de materiais diferentes como a areia e a água do mar também exibem esse comportamento? A panela e seu cabo, camisas de diferentes materiais, escorregadores de metal e plástico etc. Todas essas combinações, ao serem submetidas à mesma quantidade de calor, não ficam com a mesma temperatura.

Veremos que existe uma propriedade dos corpos, que relaciona a quantidade de calor recebida por um material e a sua variação de temperatura acarretada por isso. Essa relação é chamada de capacidade térmica e será estudada na prática a seguir, tomando como exemplo um calorímetro com água.

Objetivos: Determinar a capacidade térmica de um calorímetro e as condições necessárias para que haja conservação da quantidade de calor entre corpos com diferentes temperaturas.

¹ <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2014/02/areia-quente-exige-cuidadospara-andar-pela-praia-sem-machucar-os-pes-4416777.html>

Materiais:

- 01 calorímetro com capacidade de 1 L;
- 01 termômetro digital (incerteza: $\pm 0,05$ °C)
- 01 resistência de aquecimento tipo bulbo 24 W;
- 01 cronômetro digital (Technos modelo yp2151 n.31 precisão 0,001s);
- 01 fonte térmica (Dawer tipo FCC-3002D n°5 $\pm 0,1V_{cc}$, 0,01A);
- 01 béquer 250 mL;
- 01 balança digital (BEL modelo SSR-3000 clone II n.7 capacidade 20-3000 g incerteza: $\pm 1g$);
- Água.

Perguntas para o desenvolvimento do experimento:

1. O que acontece quando misturamos quantidades de água em diferentes temperaturas no calorímetro?
2. Se misturarmos mais água quente do que água fria, o que acontece com a temperatura de equilíbrio do sistema? E se misturássemos mais água fria? Como quantificar as quantidades de água usadas nas misturas?
3. A massa da mistura influencia no tempo gasto, para que a temperatura de equilíbrio seja alcançada? De que forma?
4. Como se pode facilitar a troca de calor entre os componentes do sistema?
5. Como a temperatura se comporta durante o tempo necessário, para o sistema atingir a temperatura de equilíbrio?
6. O que deve ser conhecido para determinar a capacidade térmica do calorímetro?
7. É possível calcular o valor experimental da potência?
8. Existe alguma relação entre a temperatura e o tempo medido ao longo do experimento? Se sim, qual?

4. Calcule agora o coeficiente angular e sua incerteza pelo método dos mínimos quadrados, preenchendo a tabela ao final desse roteiro.
5. Qual a equação da reta ajustada?
6. O valor da capacidade térmica média do calorímetro foi determinado? Como?
7. Quais foram suas dificuldades ao realizar o experimento?
8. Por que usar um calorímetro e não qualquer outro recipiente de contenção?
9. Em qual situação, dois corpos feitos do mesmo material podem sofrer variações de temperatura diferentes ao receberem a mesma quantidade de calor?
10. Antigamente, quando ainda não existiam geladeiras, era comum armazenar a manteiga em um recipiente com água. Por quê?
11. Por que a areia apresenta uma temperatura maior do que a do mar, mesmo sendo exposta à mesma fonte de mesma intensidade durante o mesmo tempo?

Tratamento dos dados:

Fórmulas úteis:

Equações para o método dos mínimos quadrados:

$$\Delta = S_{\sigma} S_{t^2} - S_t^2 \quad \sigma_a = \sqrt{\frac{S_{\sigma}}{\Delta}}$$

$$a = \frac{S_{\sigma} S_{tT} - S_t S_T}{\Delta}$$

$$b = \frac{S_{t^2} S_T - S_t S_{tT}}{\Delta} \quad \sigma_b = \sqrt{\frac{S_{t^2}}{\Delta}}$$

$$\chi^2 = S_{\chi^2} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i - y_{calc}}{\sigma_T} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_i - T_{calc}}{\sigma_T} \right)^2$$

$$T_{calc} = y = at + b$$

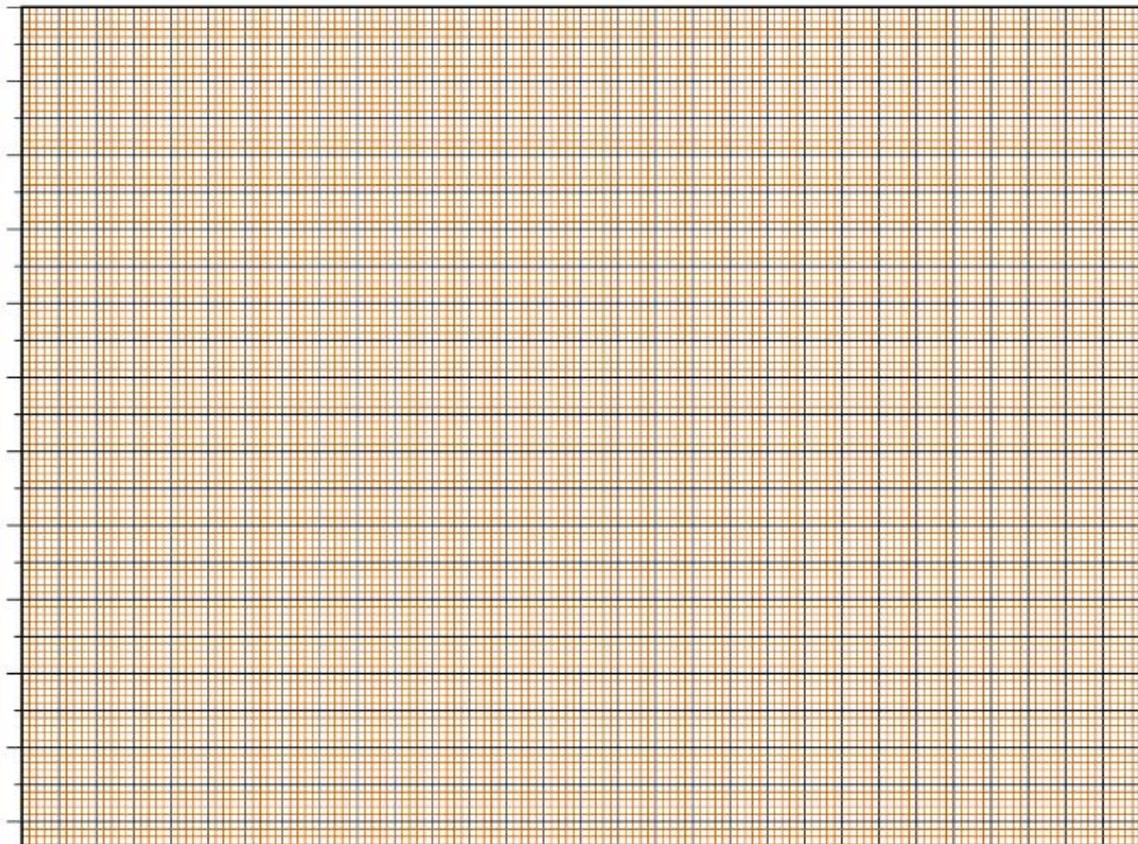
Cálculo da capacidade térmica:

$$\Delta Q = P \Delta t$$

$$\Delta Q = C \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{P}{C} \Delta t$$

$$C = C_{cal} + mc$$



n	t(s)	T(°C)	σ_T (°C)	$1/\sigma_T^2$	t/σ_T^2	T/σ_T^2	t^2/σ_T^2	Tt/σ_T^2	T_{calc} (°C)	$(\frac{T-T_{calc}}{\sigma_T})^2$
$S = \sum_{i=1}^n$				S_σ	S_t	S_T	S_{t^2}	S_{tT}		S_{χ^2}