

Data de realização do experimento: ??/2019

Grupo 13:

Gustavo Pereira Chaves – 19/0014113

Luigi Paschoal Westphal de Oliveira – 19/0062894

David Gonçalves Mendes – 19/0056967

Relatório do Experimento 8: Lei do Resfriamento de Newton

Introdução Teórica:

Um corpo com temperatura ligeiramente acima da temperatura ambiente tem seu resfriamento descrito de forma satisfatória a partir da lei de resfriamento de Newton, na qual se afirma que a taxa de resfriamento é proporcional à diferença de temperatura entre o sistema e o meio ambiente, que é considerado um banho térmico. Assim, se T é a temperatura do objeto e T_a é a temperatura ambiente, a taxa de resfriamento, dT/dt , do objeto em função do tempo t é dada por:

$$dT/dt = -b(T - T_a), \quad (1)$$

onde b é o coeficiente de transferência térmica entre o objeto e o meio ambiente.

Como consequência, se T_0 for a temperatura inicial do objeto, podemos escrever a expressão que indica a variação da temperatura do objeto em função do tempo decorrido na forma:

$$T(t) - T_a = (T_0 - T_a)e^{-bt}, \quad (2)$$

$\tau = 1/b$, é a constante de tempo, tal que a temperatura inicial do corpo se reduza em aproximadamente 37% ($= 1/e$). O coeficiente de transferência térmica do material (b), é diretamente proporcional à área de contato do objeto e o meio externo e o calor específico do objeto.

Objetivos:

Determinar experimentalmente, a partir das análises gráficas, a lei do resfriamento, além do estudo das constantes de resfriamento em função da condutividade térmica do ambiente, da agitação da água e da diferença entre as temperaturas iniciais dos dois corpos.

Materiais utilizados:

- Béquer de 250 mL,
- Sensor termopar envolto em um cilindro de nylon,
- Computador com placa de aquisição DrDaq,
- Conjunto com manta aquecedora, balão volumétrico e uma luva,
- Gelo

Procedimentos:

O balão volumétrico foi preenchido com água até a altura alcançar ao menos 5 cm, então colocado na manta aquecedora, esperando atingir o equilíbrio térmico entre o sensor e a água quente.

Em seguida, iniciando a aquisição de dados, transferindo o sensor para um béquer com gelo. Essa parte do experimento será repetida mais uma vez, entretanto agora deixando o sensor ser resfriado em contato com o ar.

Em segunda instância, foi adquirido os dados do resfriamento do sensor com base na agitação da água, sendo uma vez com o sensor parado e a outra com o sensor em movimento constante.

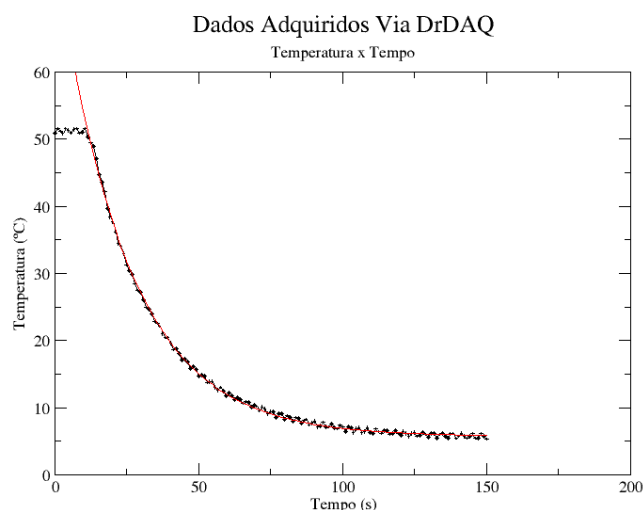
Na última parte do experimento foi realizada a aquisição dos dados a partir da diferença da temperatura inicial do da água no béquer, sendo repetido três vezes. A primeira com o béquer com gelo, a segunda com gelo e água da torneira, metade de cada, e a terceira com apenas água da torneira.

Dados Experimentais:

Inicialmente, aferiu-se a temperatura ambiente do laboratório, constatando que:

$$T_0 = 26,3 \pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

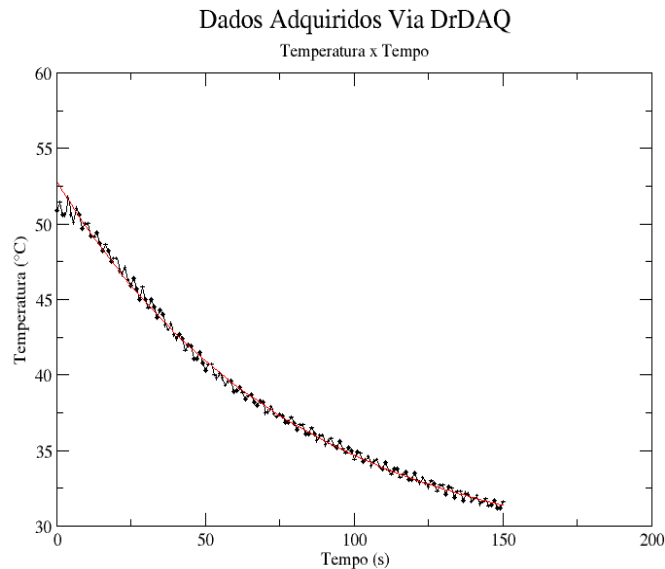
Então, introduzindo o experimento, após deixar o sensor entrar em equilíbrio térmico com a água quente, iniciou-se a aquisição dos dados enquanto este era resfriado no béquer com gelo. Assim obteve-se o gráfico:



Fazendo a regressão linear, estimou-se o coeficiente de transferência térmica:

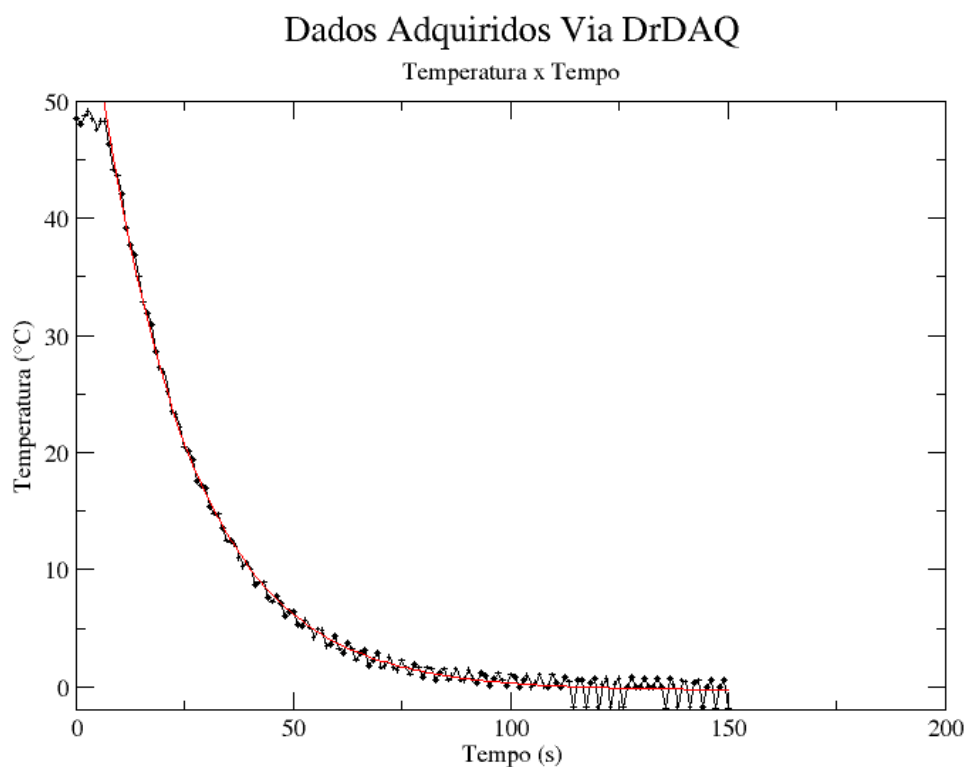
$$b = 0,0410944 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Realizando o mesmo processo, porém resfriando o sensor em contato com o ar:



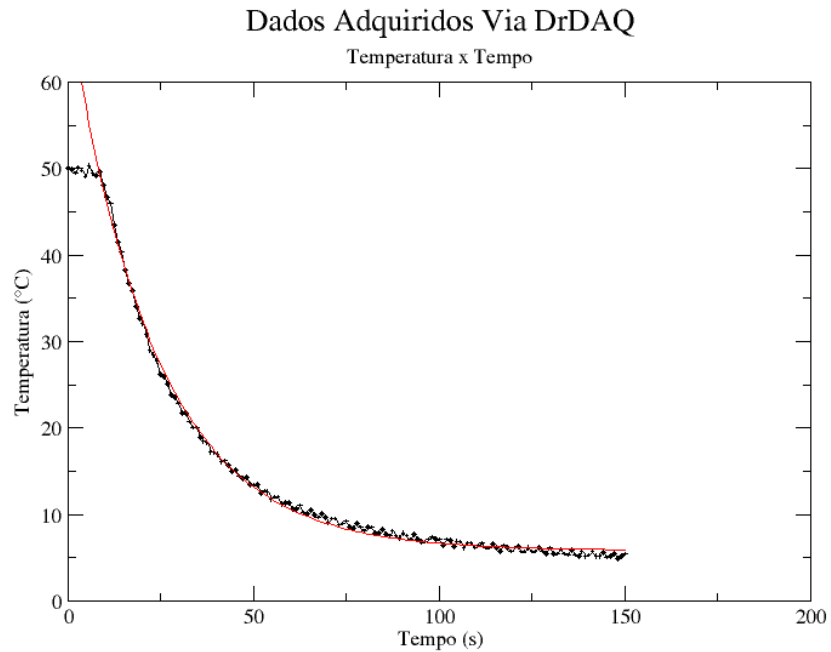
$$b = 0,012749 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Já com realação a segunda parte do experimento, foi novamente aquecido o sensor, e logo após, resfriado na água com gelo sendo agitada:



$$b = 0,0470425 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

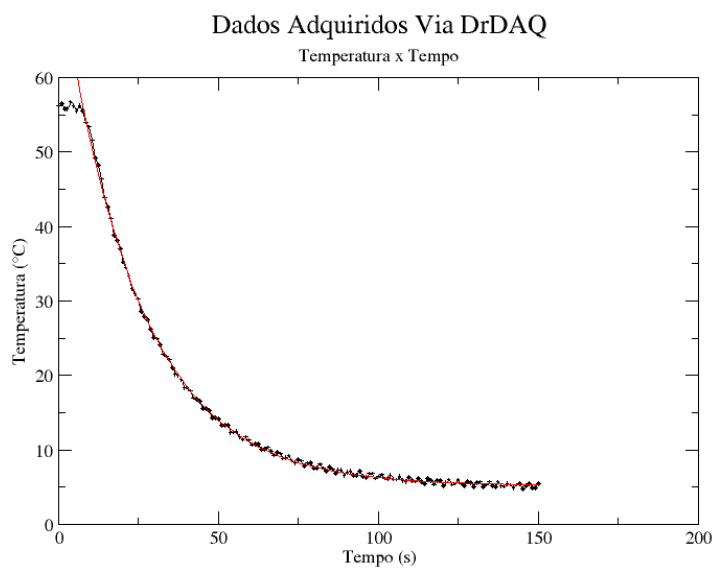
Afim de comparação, foi repetida a situação supracitada, porém sem agitar a água com gelo contida no becker:



$$b = 0,0430929 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

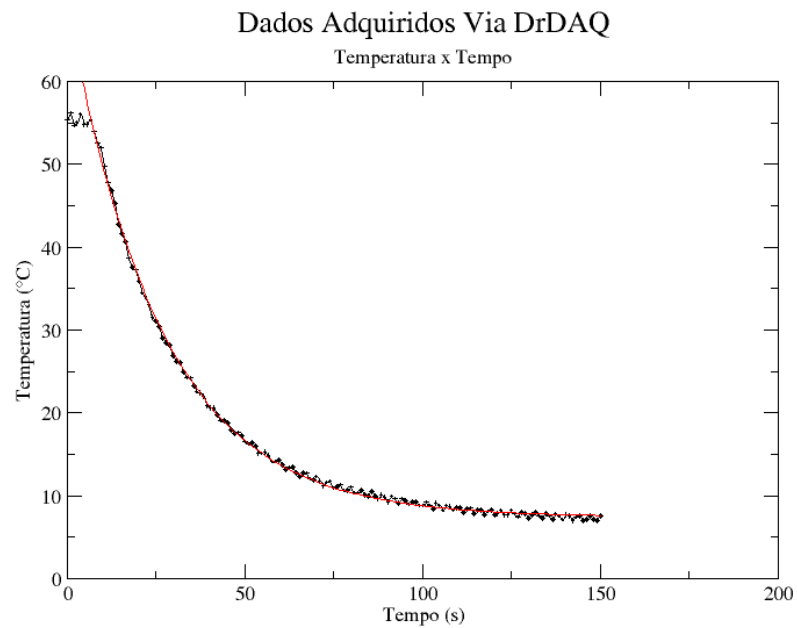
Por fim, buscando verificar o impacto da diferença de temperatura na constante de resfriamento, fez-se os três seguintes resfriamentos (com a sua constante descrita abaixo):

Resfriamento com a água e gelo iniciais:



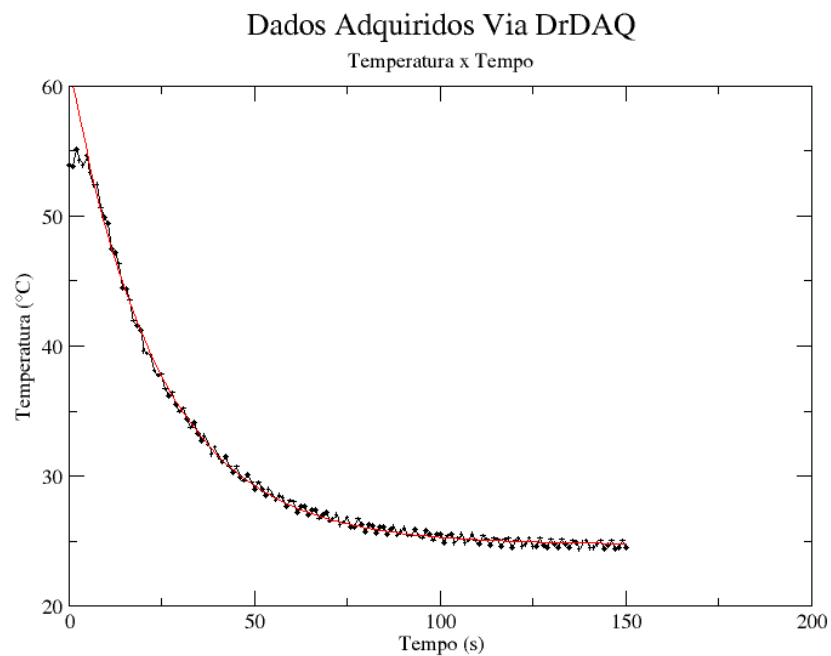
$$b = 0,0414323 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Resfriamento após derramar metade da água com gelo e preencher com água da torneira:



$$b = 0,0381866 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Resfriamento após derramar toda a água com gelo do becker e preencher com água da torneira:



$$b = 0,0420158 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Análise de dados:

Na primeira parte do experimento, colocamos o sensor para resfriar em contato com a água e depois em contato apenas com o ar (a partir da mesma temperatura inicial) e obtivemos os respectivos coeficientes de transferência térmica e observamos que a diferença entre esses coeficientes foi grande, portanto podemos concluir que a água com gelo transfere melhor o calor do que o ar.

Na segunda parte do experimento, resfriamos o sensor em contato com água com gelo duas vezes, uma com o becker em repouso e na outra agitando a água do becker com o sensor. Desta forma, obtivemos uma pequena diferença entre os coeficientes de condutividade térmica, levando à conclusão de que agitar a água aumenta levemente a transferência térmica, fazendo com que o sensor resfrie mais rapidamente, mesmo sujeito à uma diferença de temperatura igual.

Na última parte do experimento, resfriamos o sensor com a água e gelo iniciais, depois removemos metade da água com gelo e adicionamos água da torneira e por último resfriamos o sensor apenas com água da torneira. A partir disso obtivemos coeficientes de transferência térmica ligeiramente diferentes entre si, levando à conclusão de que os principais fatores de influência para o coeficiente de transferência térmica são o material e o meio em que se resfria o sensor, sendo praticamente irrelevante a diferença de temperatura.

Conclusão:

Após este experimento, provou-se que o equilíbrio da temperatura de um objeto com o meio que está imerso condiz com a Lei do Resfriamento de Newton. Foi possível concluir, também, que o meio que estava inserido o sensor interferiu no coeficiente de transferência térmica, resultado do fato de um deles ser melhor condutor de calor. Outro fator que interferiu nesse coeficiente (uma diferença de quase 10%) foi a agitação do fluido em que o sensor estava contido, ocasionando em um resfriamento mais rápido. Ademais, verificou-se que a diferença de temperatura entre os meios não provoca mudanças significativas no coeficiente, alterando apenas a velocidade com que ocorre a reação.

Bibliografia:

Young, H. D.; Freedman, R. A.; Física 2 Termodinâmica e Ondas , 12ª ed., Pearson, 2008.

Halliday, Walker e Resnick, Fundamentos de Física - 2, Editora LTC.