

Construção de um Medidor de Potência Elétrica de Lâmpadas Incandescentes Através de Métodos Calorimétricos

(Construction an Electrical Power Meter of Incandescent Lamps via Colorimeter Methods)

Morgana Lígia de Farias Freire, Amilton Sales de Melo

Departamento de Física, Universidade Estadual da Paraíba 58100-001 - Campina Grande, PB, Brasil

morgana.ligia@bol.com.br

(Recebido em 17 de julho de 2006; aceito em 27 de setembro de 2006)

Construímos um medidor de potência elétrica de lâmpadas incandescentes através de métodos calorimétricos. A construção do medidor constou-se de três etapas: confecção, calibração e determinação da constante de transformação. O medidor de potência tem como elemento sensível um reservatório de água com capacidade de 300ml. Através da leitura da variação de temperatura determina-se a potência da lâmpada. O interessante é que com o medidor de potência existem possibilidades de que sejam trabalhados, em sala de aula, alguns conceitos físicos envolvendo a termodinâmica e a eletricidade bem como, enfatizar a física como uma utilidade tecnológica.

Palavras-chave: medidor, potência, calorímetro, tecnologia.

We constructed an electrical power meter of incandescent lamps via colorimeter methods. The construction of the meter consists of three parts: building, calibration, and determination of the calibration constant. The sensor part of the power meter consists of a water reservoir whose capacity is 300ml. By measuring the temperature variation, we determine the power of the lamp. By using such power meter in experiments in the schools it is possible to explore the concepts of temperature and electricity, as well as emphasizing the importance of the Physics for the technology.

Key words: meter, power, colorimeter, technology .

1. INTRODUÇÃO

Apesar de toda a gama de conhecimentos que a humanidade possui ao longo de sua história, parece que o ensino do conhecimento praticado nas escolas está aquém das necessidades exigidas no mundo contemporâneo. Uma das formas de melhorar o processo ensino-aprendizagem é com a experimentação, é por isso, que esta pesquisa está ancorada no suporte experimental.

A Física tem como um de seus fundamentos a experimentação, cabendo ao professor mostrá-la como elaboração humana para que o aluno possa entender o mundo, favorecendo a postura reflexiva e investigativa, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e ação.

Como afirma Axt & Guimarães [1], a experimentação pode aproximar o ensino de ciências das características do trabalho científico, contribuindo para a aquisição de conhecimentos e para o desenvolvimento mental dos alunos. Dessa forma, a experimentação deve ser usada como instrumento que propicie a construção e a aprendizagem de conceitos e modelos científicos e não como um instrumento a mais de motivação [2].

Partindo do pressuposto fundamental de se admitir a conveniência do estudo simultâneo da teoria e prática na Física, com possibilidade de aplicação tecnológica, objetivou-se construir um medidor de potência elétrica de lâmpadas incandescentes através de métodos calorimétricos, utilizando materiais de baixo custo. Esta construção permite levar o que se pode chamar de utilidade prática – uso de uma tecnologia dentro da sala de aula, no Ensino de Física.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Construção do medidor

O medidor de potência elétrica foi constituído por materiais facilmente encontrados ou denominados de baixo custo. Os materiais utilizados na construção do medidor constituem-se de isopor, pó de madeira, latas, condutores elétricos, interruptor e bocal.

A estrutura externa do medidor tem a forma de um paralelepípedo, de base quadrada com lado de 24cm e altura 23cm, feito de isopor, revestido com papel preto, com aresta de 23cm. O medidor tem uma tampa com sistema de abertura por onde se coloca a lâmpada a qual se deseja determinar sua potência. A tampa permite um perfeito encaixe com a parte inferior do medidor de forma a este se constituir num sistema quase-adiabático. Além disso, existe um pequeno orifício no centro da tampa, onde é colocado um termômetro. Esta colocação permite que o bulbo do termômetro fique em contato com a parte sensível do medidor, a massa de água (descrita adiante) e a coluna do termômetro fique exposta de forma que permita determinar as leituras de temperatura, conforme a Figura 1, onde é apresentado o aspecto externo do medidor.

A parte interna é constituída de várias camadas, fazendo camadas sucessivas de isopor e ar, sendo a camada mais interna de madeira ou pó de madeira como na Figura 2. A quantidade de camadas de isopor e ar são quatro, duas de cada tipo. Na parte central interna do medidor é colocado o bocal da lâmpada, este por sua vez ligado à rede elétrica através de um fio, sendo controlado por um interruptor (externo) para o fechamento do circuito elétrico (liga-desliga), com a finalidade de controlar o tempo de permanência da lâmpada acesa. Também se tem uma estrutura que permite o encaixe de um suporte de aspecto cilíndrico, onde é colocado um reservatório de latão cilíndrico que tem capacidade de armazenamento de 300ml de água. Sendo este último, o elemento sensível do medidor.

2.2 – Calibração do medidor

A calibração do medidor consiste em determinar o valor de C, ou seja:

$$P_{efetiva} = C P_{medida}, \quad (1)$$

onde $P_{efetiva}$ é a potência elétrica efetiva da lâmpada incandescente fornecida pelo fabricante, P_{medida} é a potência elétrica medida pelo medidor através do método calorimétrico e C é a constante de calibração.

No caso do medidor de potência elétrica, têm-se vários fenômenos físicos envolvendo parte da termodinâmica e da eletricidade, além da possibilidade de utilização prática (tecnológica).

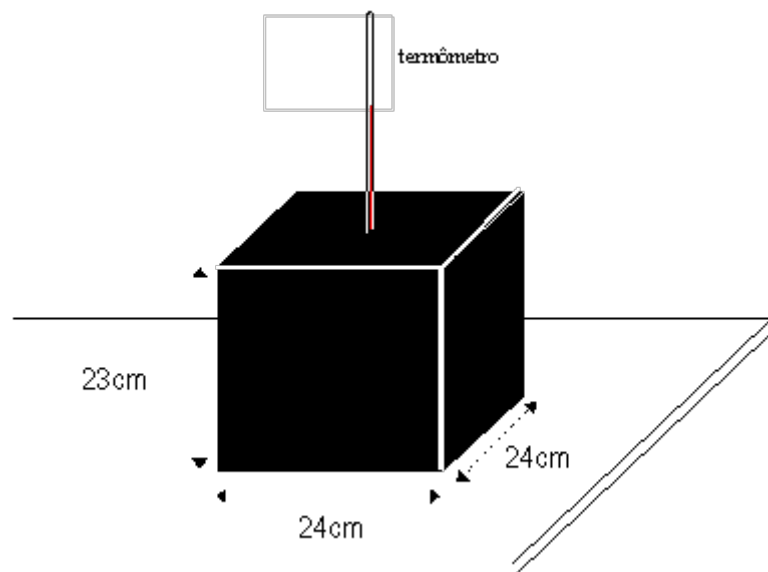


Figura 1: Aspecto da estrutura externa do medidor de potência elétrica.

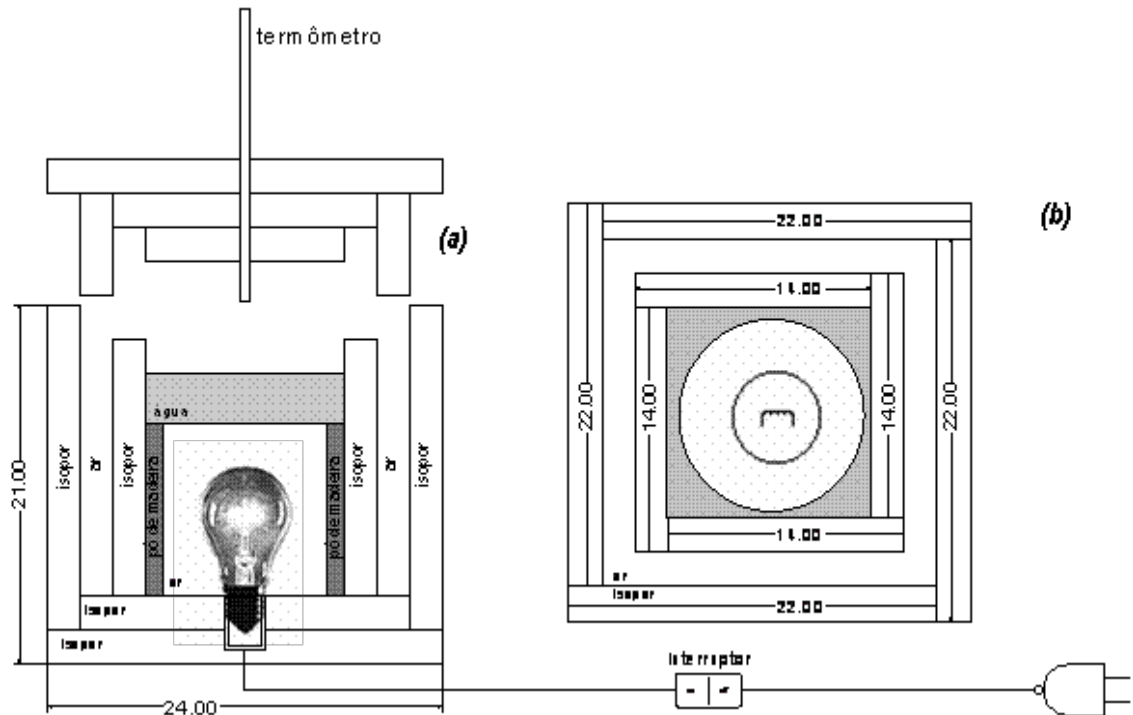


Figura 2: Aspecto da estrutura interna do medidor de potência elétrica. (a) Visão interna com um corte vertical e (b) Visão superior. As medidas de comprimento apresentadas estão em centímetros.

A potência medida é a potência determinada pelo medidor por meio do método calorimétrico dada por:

$$P_{medida} = \frac{Q}{\Delta t} \quad (2)$$

onde Q é a quantidade de calor trocado entre a lâmpada e a parte sensível (a massa de água) e Δt é o intervalo de tempo no qual houve essa troca devido a energia fornecida pela lâmpada (efeito Joule). A determinação da quantidade de calor Q é dada por:

$$Q = mc\Delta T, \quad (3)$$

sendo m é a massa de água do reservatório (elemento sensível do medidor), c é o calor específico da água e ΔT é a variação de temperatura sofrida pela água devido o aquecimento proveniente da lâmpada. Então, a P_{medida} pode ser dada por:

$$P_{medida} = \frac{mc\Delta T}{\Delta t}, \quad (4)$$

determinada através do método calorimétrico.

As lâmpadas incandescentes utilizadas na determinação da constante de calibração do medidor são de uso comercial, com valores de 25, 40, 60 e 100W. Estas em termos de eficiência são classificadas pelo INMETRO, como “E” e a tensão nominal corresponde a 220V. Para determinação do valor desta constante foram feitas doze medidas de variações de temperaturas para cada valor de potência, ou seja, para cada lâmpada. A quantidade de água dentro do medidor é constante cujo valor é $m = 300\text{g}$, correspondendo à capacidade máxima do reservatório. O intervalo de tempo utilizado foi de 2min (=120s). A escolha deste intervalo deve-se ao fato de ser um medidor simples, que depende da medição da temperatura, ou seja, do equilíbrio térmico e não teria sentido se este valor fosse menor.

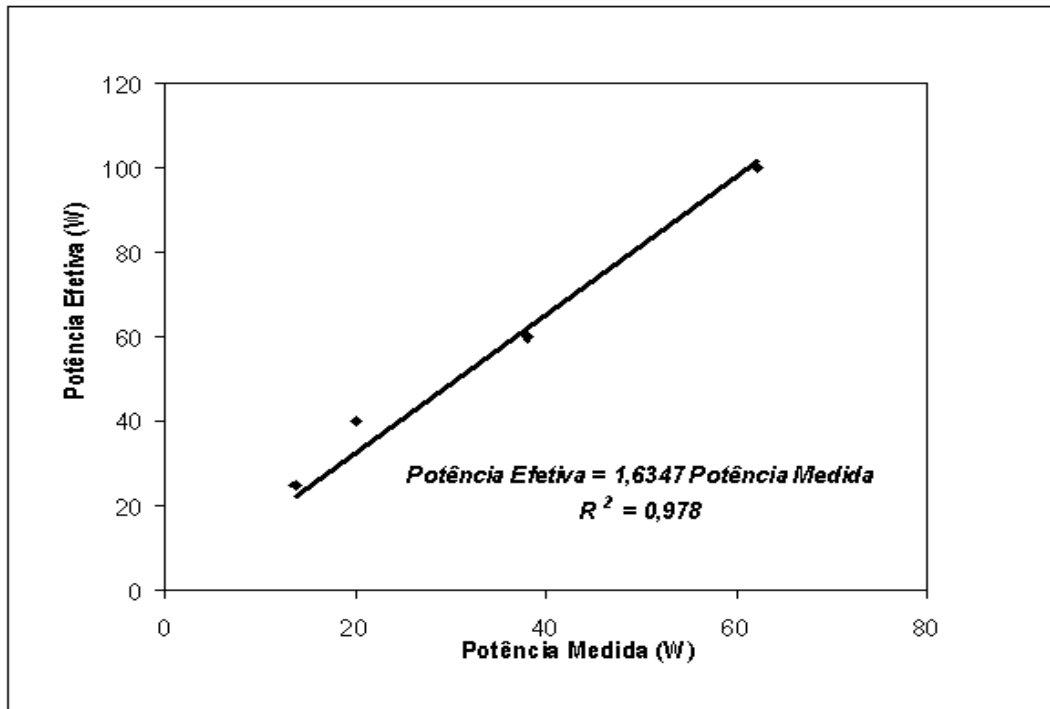


Figura 3: Gráfico usado para determinação da constante de calibração do medidor de potência elétrica de lâmpadas incandescentes. Os pontos representam os dados experimentais e a reta representa a linha de tendência linear.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 – Determinação da constante de calibração

A potência medida através do método calorimétrico foi dada pela Equação 4. Sendo os valores de m , c , e Δt constantes, que no SI (Sistema Internacional de Unidades) correspondem a 0,3kg, 4,18kJ/K.kg e 120s, respectivamente.

Cada par de temperaturas – inicial e final - corresponde a uma leitura da potência medida pelo medidor de potência elétrica. Como houve doze leituras de para cada lâmpada, fez-se à média da potência elétrica medida. Com esses valores, construiu-se o gráfico da potência efetiva (potência nominal do fabricante) versus a potência obtida pelo medidor (Figura 3). Para o conjunto dos pares de pontos da potência efetiva versus potência medida, foi determinada a linha de tendência linear, em que o valor da constante de calibração obtida é $C = 1,6347$, sendo o coeficiente de correlação obtido 98,7%.

3.2 – Utilização do aparato como medidor de potência

Com a constante de calibração determinada, é que se pode ter o aparato experimental como Medidor de Potência Elétrica. Pois, $P_{efetiva} = 1,6347 P_{medida}$. Entretanto, sabendo-se que a potência da medida é dada pela Equação 4, que pelo princípio da conservação de energia a potência efetiva deve igual a potência medida e que os valores de m , c e Δt são fixos, tem-se:

$$Potência\ Efetiva = K \Delta T, \quad (5)$$

onde K possui um valor fixo, aqui denominado, de constante de transformação, representada por $K = C \frac{mc}{\Delta t}$, cujo valor é 17,083W/°C. Desta forma,

$$Potência\ Efetiva = 17,083 \Delta T. \quad (6)$$

3.3 – Teste do medidor de potência elétrica de lâmpadas incandescentes

Para determinação de possíveis erros obtidos pelo medidor de potência elétrica, fez-se um teste para cada lâmpada. Os valores da potência medida e dos erros percentuais estão apresentados na Tabela 1. Sendo o erro percentual (ϵ) dado por:

$$\epsilon = \frac{|Potência\ Efetiva - Potência\ Medida|}{Potência\ Efetiva} \quad (7)$$

TABELA 1 – VALORES DAS POTÊNCIAS MEDIDAS E DOS ERROS PERCENTUAIS OBTIDOS EM TESTES COM O MEDIDOR DE POTÊNCIA ELÉTRICA

POTÊNCIA EFETIVA DA LÂMPADA (W)	VARIAÇÃO DA TEMPERATURA OBTIDA $\Delta T - (^{\circ}C)$	POTÊNCIA MEDIDA (W)	ERRO PERCENTUAL (ϵ)
25	1,5	22,2	11,2
40	2,1	37,4	6,5
60	3,4	58,1	3,2
100	5,7	97,4	2,6

4 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A partir da experimentação, como proposto, pode-se proporcionar a eficiência na construção do próprio aparato experimental, na aprendizagem de conceitos e até modelos científicos para o ensino da física. O aparato experimental tem um caráter interdisciplinar, ou seja, interligar a termodinâmica e a eletricidade. Além disso, este não seria o que poderia ser denominado de “Kit” – apenas servir para comprovar uma lei ou estudar um fenômeno, e sim ele teria uma abordagem maior, pois tem o intuito de medir potência – seria a Física como uma utilidade tecnológica.

Dois pontos básicos que podem ser enfatizados neste trabalho são a instrumentalização e o emprego de materiais de baixo custo. Sendo que o primeiro ponto utiliza, observa e controla um fenômeno e o segundo permite a experimentação distante dos laboratórios tradicionais ou sofisticados.

O aparato experimental assume um caráter de um Medidor de Potência Elétrica de lâmpada incandescente em função da variação de temperatura sofrida pelo termômetro desde que seja determinada a constante de calibração. Pois, a partir desta é que se determina a constante de transformação denominada de K, que transforma variações de temperatura em unidades de potência. O elemento sensível do Medidor de Potência é um reservatório cilíndrico com capacidade de 300ml de água.

Finalmente, como sugestões para a melhoria do medidor de potência elétrica, devem-se utilizar termômetros com tempo de resposta menores, pois isto refletiria na melhora do tempo de resposta do medidor. Além disso, durante a calibração deve-se utilizar várias lâmpadas de fabricantes diferentes.

1. AXT, R. & GUIMARÃES, V. H. *Física experimental: Manual de laboratório para mecânica e calor*. 2ª Edição, Porto Alegre, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. 91p.
2. BARBOSA, J. O.; PAULO, S. R. & RINALDI, C. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, v. 16. n 1: 105-122, Abril, 1999.