

# Fogo Versus Microondas

(Fire Versus Microwaves)

Ivan F. Costa

IFGW, Unicamp, Cx.P. 6165 13081-970 Campinas, SP

fax: (0192) 393127 e-mail: ivan@ifi.unicamp.br

Trabalho recebido em 20 de maio de 1995

## Resumo

Este trabalho compara a eficiência, velocidade e gasto (preço) entre um forno microondas e um fogão a gás convencional, no aquecimento de água. É um experimento de baixíssimo custo e não necessita de laboratório para ser realizado. Pode ser realizado tanto por alunos do 2º grau ou de maneira mais elaborada (melhores resultados podem ser obtidos com um número maior de medidas, com a confecção de gráficos e barras de erros e com a utilização de termômetros e cronômetros) por alunos do 3º grau.

## Abstract

This work compares the efficiency, speed and price of a microwave stove and a conventional gas oven, for heating water. This experiment is low cost and no laboratory is necessary. Collage or High Scholl students can easily do this experiment which also can be elaborated upon with more work (more number of measures, graphics, error bars and utilization of thermometers and cronometers).

## I. Introdução

Desde o descobrimento do fogo, antes de 500000 A.C.<sup>1</sup>, a humanidade tenta aquecer as coisas em menos tempo e com menor gasto. Para tanto, usa-se uma infinidade de métodos e aparelhos, entre os quais o fogão a gás e, mais recentemente, o forno microondas.

Aqui é apresentada uma comparação entre o fogão a gás (FG) e o forno microondas (FM) no aquecimento de água. Eficiência, velocidade de aquecimento e gasto são estudados.

Este experimento pode ser feito ou ampliado em salas de aula do 2º e 3º graus.

## II. Teoria

Lembrando que a energia  $\Delta E$  necessária para mudar a temperatura de um corpo de um valor  $\Delta T$  é dado por<sup>2</sup>

$$\Delta E = m.c.\Delta T$$

onde  $c$  é o calor específico e  $m$  a massa do corpo e definindo potência efetiva  $P_{ef}$  como energia por intervalo

de tempo  $\Delta t$  ou

$$P_{ef} = \Delta E / \Delta t .$$

Será considerado para a água a densidade  $\rho = 1 \text{ g/ml}$  e o calor específico  $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ . Ainda  $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$  (joules).

## III. Experimento e resultados

No forno microondas *Panasonic NE-7669B* (41 litros, 1420 W de consumo, 700 W de potência útil)<sup>3</sup> foram feitas duas medidas do tempo gasto para aquecer um copo de vidro transparente (270 ml) cheio de água. Na primeira medida o copo foi colocado no centro do prato giratório e na segunda na borda do prato. Nas duas situações o tempo gasto para a água ferver foi o mesmo.

O preço da energia elétrica<sup>4</sup> para consumo acima de 100 kWh/mês é de 0,09451 R\$/kWh. O FM utilizado no experimento tem um consumo de 1,42 kW. Logo o custo de utilização do FM é de  $3,7 \cdot 10^{-5}$  R\$/seg.

	m (kg)	$\Delta E$ (kcal)	$\Delta E$ (kJ)	$\Delta t$ (seg)	$P_{ej}$ (kW)	preço (R\$/kg°C)
FM	0,27	20	85	185	0,46	$3,4 \cdot 10^{-4}$
FM	1,62	121	508	930	0,55	$2,8 \cdot 10^{-4}$
FG	1,05	78	330	600	0,55	$1,1 \cdot 10^{-4}$

obs.: preço = custo.tempo = custo[R\$/seg].4,184[kJ/kg°C]/ $P_{ej}$  [kW]

O preço do metro cúbico de gás butano<sup>5</sup> é de 1,06 R\$/m<sup>3</sup>. O fluxo médio normal de gás de um FG<sup>6</sup> é de 0,05 m<sup>3</sup>/hora =  $1,4 \cdot 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/seg. Logo o custo de utilização do FG é de  $1,5 \cdot 10^{-5}$  R\$/seg.

Várias quantidades de água foram aquecidas em um FM e na chama de um FG, desde a temperatura ambiente (23°C) até ferver (98°C) sendo assim  $\Delta T = 75$ oC. No FM foram utilizados seis copos de vidro transparente iguais de 270 ml. No FG foi utilizada uma panela de alumínio. Os resultados podem ser vistos na tabela.

#### IV. Conclusão e perspectivas

A eficiência de absorção das microondas pela água independe de sua posição no prato giratório, mas depende da quantidade, sendo maior para maiores quantidades. Sendo a potência útil igual a 0,7 kW: para um copo de água (270 ml) 34% da energia da microonda é desperdiçada, e para seis copos (1620 ml) 21%.

A potência efetiva do forno de microondas e do fogão a gás são equivalentes para o aquecimento da água, logo o tempo necessário para o aquecimento de água varia pouco entre eles.

O preço do aquecimento de água no forno de microondas é mais de duas vezes maior que no fogão a gás. Ou seja, se for gasto R\$ 1,00 no *fogão*, será gasto mais de R\$ 2,00 no *microondas*.

Um estudo do aquecimento de outros materiais, alimentos por exemplo, seria de grande interesse.

Algumas questões fundamentais ainda ficaram em aberto após este estudo, e que merecem maior atenção em trabalhos posteriores. Uma delas: por que luzes incandescentes e fluorescentes piscam quando colocadas dentro do forno de microondas ligado?

#### Agradecimentos

Agradeço ao amigo Dionei pela utilização de sua cozinha, de seu forno de microondas e por discussões frutíferas.

#### Referências

1. Enciclopédia Britânica - ver *fogo*.
2. Física 2, R. Resnick e D. Halliday, 4a edição, seção 22-5, editora LTC.
3. Manual de instruções, forno microondas NE-7669B, Panasonic.
4. Conta de luz 04/95 CPFL, telefone: (0192) 120.
5. Petrogás, telefone (0192) 41 1415. Também pode ser calculado considerando gás butano ( $C_4H_{10} \Rightarrow 58$  g/mol) ideal, logo,  $PV=nRT$  e que um butijão com 13 kg custa R\$ 5,80.
6. Utilizado o medidor de fluxo da central de gás do meu apartamento.