

## Resumo

O trabalho aqui apresentado, teve por principal objectivo o estudo do comportamento térmico de esquentadores domésticos a gás. Foi também desenvolvido um modelo físico que, de uma forma simples e rápida, traduz de um modo global o comportamento térmico dos esquentadores, permitindo quantificar o peso da radiação e da convecção na transferência de calor útil para a água que neles se verifica. Este, é um modelo zero dimensional em que a fornalha, onde a operação de combustão e transferência de calor se combinam numa única câmara, é suposta uniformemente misturada contendo os gases quentes resultantes da queima, considerados cinzentos, a uma temperatura uniforme equivalente a transferir calor por radiação e por convecção para a superfície exterior do permutador de calor, considerada também cinzenta e a uma temperatura constante.

Foram testados 5 esquentadores de capacidades e de marcas diferentes. Os ensaios efectuados foram realizados com os esquentadores a queimar propano comercial e a funcionar desde condições de caudal mínimo até condições de caudal máximo de água e consistiram na medição dos seguintes parâmetros durante um período de 30 minutos:

- Temperatura da água à entrada e saída do esquentador;
- Temperatura dos gases de escape à saída do permutador de calor do esquentador;
- Caudal de gás combustível;
- Caudal de água;
- Composição dos gases resultantes da queima à saída do permutador de calor.

Os resultados obtidos com os ensaios efectuados a cada um dos esquentadores, considerando apenas os respeitantes ao funcionamento em estado estacionário, permitiram traçar curvas de funcionamento para cada um deles de forma a se poder comparar o desempenho e as vantagens e desvantagens de cada um na produção de água quente. Estas curvas mostram que estes esquentadores são equipamentos de produção de água quente com um rendimento térmico na casa dos 80 a 85% e que são incapazes de manter constante a temperatura da água quando o seu caudal varia, como resultado de possuírem consumos de combustível constantes e característicos para cada esquentador. Mostram também, que a percentagem de excesso de ar total empregue na queima é elevada sendo superior a 70 %.

A aplicação a cada esquentador do modelo físico desenvolvido revelou que o modo de transferência de calor predominante nos esquentadores é a radiação, sendo mais de 60 % do calor útil recebido pela água que circula através do esquentador transferido segundo este modo e que as características concepcionais de cada marca de esquentadores podem conferir propriedades radiativas mais ou menos acentuadas aos respectivos esquentadores.

## Abstract

The main objective of this work was the analysis of the thermal behaviour of domestic gas burning water heaters. A physical model to describe the thermal behaviour of the water heaters was developed and the relative importance of radiative and convective heat transfer could then be evaluated.

It is a zero-dimensional model where the furnace is supposed a well stirred reactor, combustion gases are considered grey and the external surface of the gas/water heater exchanger is also considered grey and at a constant temperature.

Five water heaters of two different makes were tested. The testing fuel for all the heaters was commercial propane and during these tests the full operating range for each heater was covered.

During a 30 minutes test the following parameters were measured:

- Inlet and outlet water temperature;
- Combustion gases temperature at the heat exchanger outlet;
- Propane flow rate;
- Water flow rate;
- Combustion gases composition at the heat exchanger outlet.

With data from steady state working conditions experiments, performance curves were drawn to compare heaters performance.

In general, heaters showed good performances with a thermal efficiency ranging from 80 to 85 %. However, the heaters could not guarantee a constant exit hot water temperature over the working range because each of them has a constant and typical fuel consumption rate.

The excess air was rather high and always above 70 %.

By carrying out an analysis of each water heater using the above mentioned physical model it was found that radiative heat transfer accounted for more than 60 % of the total thermal energy transferred from the flame to the water. Another important conclusion was that, design characteristics typical of each make, will influence the importance of the radiative heat transfer mechanism.