ESTUDO SOBRE A ECONOMIA ENERGIA NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO ATRAVÉS DO USO DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA

DANIEL MACHADO DE FARIA[1], DANIEL PICCOLO GASPAROTTO[1], RICARDO AUGUSTO T. BARBOSA[1]

[1] Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação/ UNICAMP

RESUMO: O trabalho consiste no estudo de uma hipotética instalação de placas solares para aquecer a água no restaurante universitário (R.U.) da UNICAMP, tendo como principal objetivo a economia de óleo diesel utilizado na sua caldeira. Os dados foram levantados através de entrevistas com funcionários e utilizados para a modelagem do sistema de aquecimento de água utilizado atualmente no restaurante e uma modelagem idealizada, sobre a qual foram feitos os cálculos de economia com a implantação de um sistema de aquecimento solar. Os resultados indicaram uma economia de combustível será de 8,1%/ mês. Isso significa 8,1% a menos de gastos mensais com diesel e de poluição. Levando-se em conta que os países desenvolvidos devem reduzir em 5% a emissão de gás carbônico, segundo o protocolo de Kyoto, com a implantação desse projeto o R.U. estaria contribuindo com uma redução na emissão de gases poluente acima do que se propôs no protocolo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar, economia, aquecimento, água.

INTRODUÇÃO

A redução da queima de combustíveis fósseis está se tornando uma tendência mundial, pois além de sua combustão contribuir para a poluição atmosférica, as fontes irão se esgotar em poucas décadas (BROWN, 2003).

A utilização do óleo diesel apresenta um custo mais elevado em longo prazo, se considerada a possibilidade da sua substituição pela energia solar. Muitos estudos estão

sendo feitos atualmente para o barateamento e aperfeiçoamento dessas tecnologias consideradas limpas e renováveis, como a energia solar (CARTAXO & JANUZZI, 2003).

Visto isso, nossa proposta é de se instalar placas solares no R.U. a fim de diminuir o consumo de diesel na caldeira que é utilizada no restaurante. Essa diminuição traria benefícios tanto para o meio ambiente, pois menos óleo será queimado, quanto para a UNICAMP, pois menos dinheiro será gasto com combustível. O objetivo geral deste trabalho é avaliar quanto de óleo diesel poderia ser economizado mensalmente com a instalação de placas solares no R.U. e qual a redução dos custos disso. Iremos propor um modelo que seja fácil e viável de ser implantado, afinal, não queremos substituir o sistema completo do restaurante, apenas torná-lo mais eficiente.

MATERIAL E MÉTODOS

A fim de conhecer o funcionamento do sistema de aquecimento de água no R.U., foi feito contato com a coordenadora do R.U., Liliam Cristina B. Pierini, que autorizou a obtenção de informações referentes aos gastos do restaurante.

Após isso, foram feitas visitas técnicas ao engenheiro de alimentos José Togashi, responsável pela parte de infra-estrutura do restaurante, que mostrou todo o sistema de aquecimento lá utilizado. Além disso, ele forneceu os dados de funcionamento e gasto referentes a esse sistema necessários para a realização deste projeto. A partir das informações adquiridas, elaborou-se uma modelagem do sistema de aquecimento de água utilizado atualmente no restaurante e uma modelagem idealizada, sobre a qual foram feitos os nossos cálculos de quanto se economizaria com a implantação de um sistema de aquecimento solar. Todos os valores fornecidos são valores médios.

a) Modelagem do sistema atual

O sistema atual de aquecimento de água no restaurante utiliza uma caldeira que funciona com óleo diesel (Figura 1), produzindo vapor em alta temperatura e pressão, o qual é utilizado em todo o restaurante: serve para aquecer a água do café, a água usada para lavar os pratos, aquecer as panelas da cozinha e aquecer a água de uso geral através do trocador de calor observado na Figura 1.

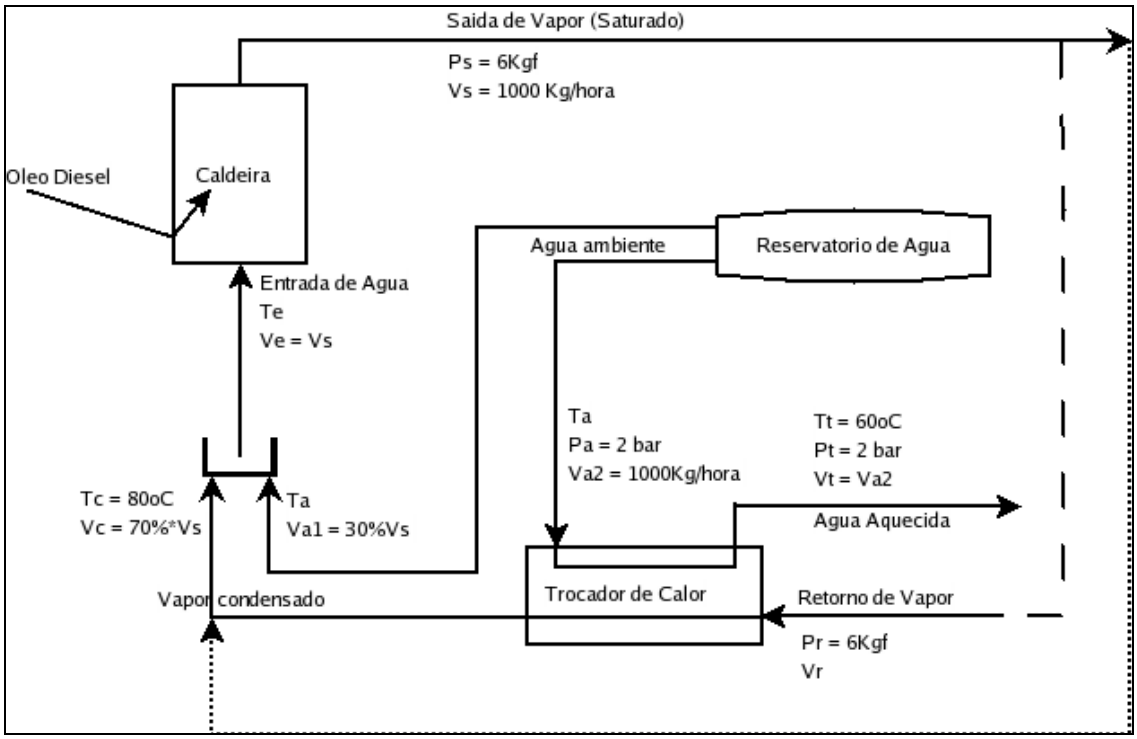

Figura 1. Esquematização do sistema de aquecimento de água no Restaurante Universitário da UNICAMP.

Através de conversas com o Eng. Togashi, observou-se que, se ao invés da água entrar no trocador na temperatura ambiente entrasse já aquecida, poderia se economizar uma parte do vapor produzido pela caldeira e, portanto, o combustível utilizado. Idealizou-se, então, um sistema para que o trocador de calor não fosse mais um consumidor de energia.

b) Modelagem do sistema idealizado na qual se utiliza um sistema de aquecimento de água por placas solares para fim de economia

Idealizou-se um sistema que não irá consumir vapor no trocador de calor (Figura 2), esquematizado com base no sistema original. Com a água entrando já aquecida no trocador de calor, não há necessidade de usar vapor para aquecer e se pode gerar economia nessa parte. Esta escolha foi com base na fácil adaptação e instalação de um sistema de aquecimento solar no local proposto.

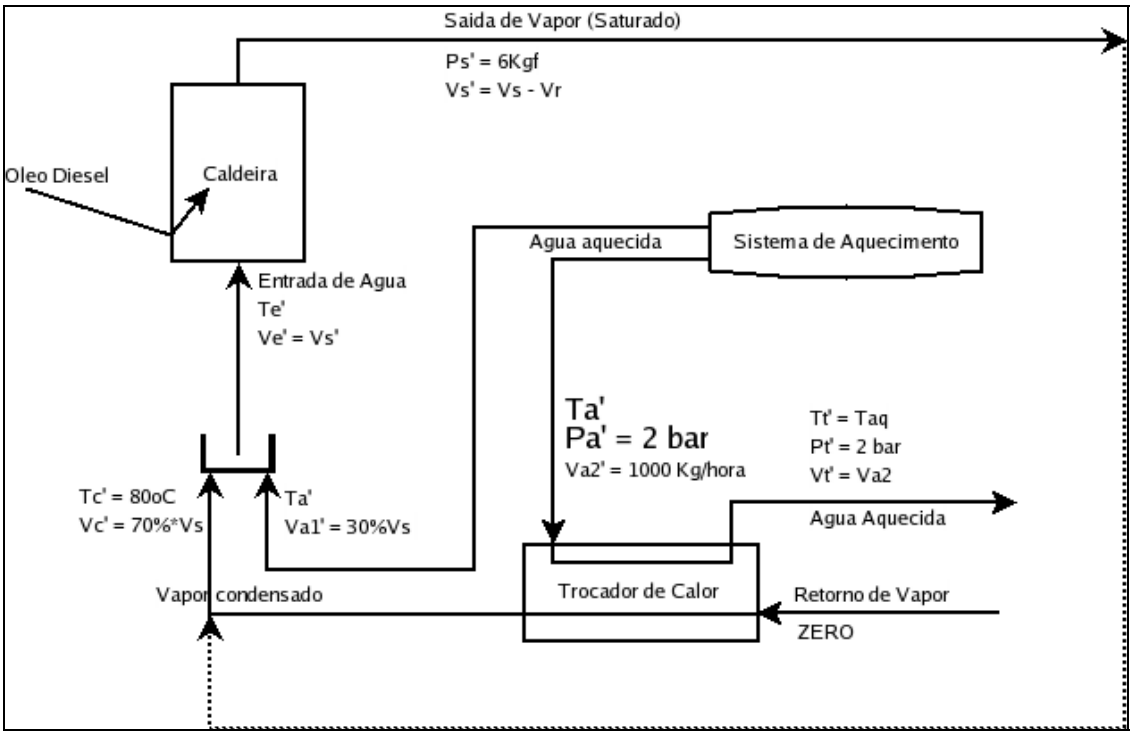

Figura 2. Esquematização do sistema idealizado utilizando aquecimento solar para o Restaurante Universitário da UNICAMP.

c) Formulário

Nessa seção está demonstrado como as variáveis do sistema se relacionam e como foi calculada a economia que o sistema hipotético teria sobre o atual.

Aqui, considerou-se h como a entalpia e $\overset{o}{Q}$ como a potência. Para se obter h, utilizou-se uma tabela de propriedade da água em SCHMIDT *et al.* (1996). As equações usadas são derivadas das equações da termodinâmica encontradas em nesta mesma fonte bibliográfica.

Para se obter h_e ***, calcula-se*** T_e ***(sem sis).*** $T_e = 0{,}7T_c + 0{,}3T_a$

Para se obter $h_e^{'}$ ***, calcula-se*** $T_e^{'}$ ***(com sis).*** $T_e^{'} = 0{,}7T_c^{'} + 0{,}3T_a^{'}$

Vapor consumido no trocador de calor. $V_r = -\left(\frac{h_t - h_{a2}}{h_c - h_r}\right)V_{a2}$

Gasto da caldeira sem sistema de aquecimento. $\overset{o}{Q}_1 = V_s(h_s - h_e)$

Gasto da caldeira com sistema de aquecimento. $\overset{o}{Q}_2 = (V_s^{'} - V_r)(h_s^{'} - h_e^{'})$

Economia em porcentagem. $\eta_{\%} = \left(1 - \frac{\overset{o}{Q}_2}{\overset{o}{Q}_1}\right)$

Economia em litros de diesel.

Obteve-se a informação de que o consumo médio de diesel por dia do restaurante era de $C_d = 700\frac{L}{dia}$, portando, a economia diária será de $\eta_{Ld} = \eta_{\%} C_d$. O que faz com que a economia mensal seja de 20 (dias úteis) vezes esse número, o que faz com que se chegue facilmente num valor em dinheiro, utilizando a cotação do diesel para determinado momento. Nesse projeto iremos usar o preço de R$1,50/L.

Foi realizado um contato com empresas de aquecimento solar, além de pesquisar na Internet para sabermos qual a temperatura máxima que a água pode chegar com as placas (BEZERRA, 2005). Utilizou-se o valor de $T_a^{'} = 70^{o} C$ para a água aquecida com o sol num dia em que a temperatura ambiente é de $T_a^{'} = 25^{o}\,\mathrm{C}$. Esses valores foram os utilizados, pois eles são plausíveis de serem atingidos na UNICAMP uma grande parte do ano. Assim, se chagou a um valor médio de economia, que deve se aproximar bem do real.

Além disso, foi feito contato com mais de uma empresa de placas solares e com essas especificações, a estimativa do custo de instalação foi de R$ 42.000,00

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resolvendo-se as equações obtivemos vários resultados interessantes.

Entre os dois valores diferentes de entalpia, obtidos para o sistema atual e o hipotético que adota e energia solar, existe uma certa diferença, como vemos a seguir.

$$T_e = 0{,}7 \times 80 + 0{,}3 \times 25 = 63{,}5^{o} C \Rightarrow h_e = 270 KJ / Kg$$

$$T_e^{'} = 0{,}7 \times 80 + 0{,}3 \times 70 = 77{,}0^{o} C \Rightarrow h_e^{'} = 325 KJ / Kg$$

Abaixo temos a quantidade de vapor gasto no trocador de calor para aquecer a água de uso geral do restaurante.

$$V_r = -\left(\frac{251-105}{335-2750}\right)1000 = 60Kg/hora$$

Agora iremos calcular a potência que a caldeira fornece a água com e sem sistema, respectivamente.

$$\overset{o}{Q}_1 = \frac{1000}{3600}(2750-270) = 689KW$$

$$\overset{o}{Q}_2 = \frac{(1000-60)}{3600}(2750-325) = 633KW$$

Acima, pode-se observar que o fato de a água estar entrando quente na caldeira não influencia tanto, afinal, a entalpia de saída da caldeira é muito maior que a de entrada sempre. O fator que mais influencia é não estarmos gastando tanto vapor.

A seguir estão representados os cálculos sobre a economia feita com o sistema de energia solar.

$$\eta_{\%} = \left(1-\frac{633}{689}\right) = 8{,}1\%$$

$$\eta_{Ld} = 0{,}81\times 700 = 57L/dia$$

Portanto, a economia mensal em dinheiro será, em média, $20\times 57\times 1{,}50 = R\$1710{,}00$, se forem considerados 20 dias úteis no mês e o preço do diesel equivalente a R$1,50/L

CONCLUSÕES

O aquecimento da água do R.U. é todo feito com base no vapor da caldeira que eles utilizam. As panelas, a água de uso geral que passa pelo trocador de calor, a que utilizam para limpar as bandejas e a água para se fazer café, tudo isso é aquecido com o vapor fornecido pela caldeira a diesel.

Se, ao invés de ser aquecida com o trocador de calor, a água for aquecida com placas solares, vimos que a economia de combustível será de 8,1%, isso significa 8,1% a menos de gastos no final do mês com diesel e o mesmo tanto a menos de poluição. Os países desenvolvidos devem reduzir em 5% a emissão de gás carbônico (SILVA, 2005) seguindo-se o protocolo de Kyoto, portanto, com esse projeto, a UNICAMP poderia contribuir com uma redução das taxas de emissão de gases poluentes além do que se propôs no protocolo.

Vale observar que o custo de manutenção de placas solares é praticamente zero, portanto, com a economia de R$1700,00/mês em 2 ou 3 anos o sistema seria pago.

Para se aumentar ainda mais a economia de combustível no restaurante, a água aquecida pelo

sistema solar poderia ser tratada para que fosse segura para o consumo, então ela seria usada também para entrar nas panelas já quente, para se fazer o café e para se limpar as bandejas. Além disso, as tubulações do restaurante poderiam ser melhoradas, para que não houvesse tanta perda no circuito da caldeira. Estimou-se, através das informações e conversas com o Eng. Togashi, que essa economia poderia girar em torno dos 25%.

Com uma medida de fácil implantação e fácil adaptação ao sistema já existente, pode-se ter resultados significativos de economia de combustível, o que baratearia o custo no final do mês das refeições e contribuiria para a diminuição de queima de combustíveis fósseis. Essa é uma idéia econômica e ecologicamente aceitável.

AGRADECIMENTOS:

Gostaríamos de agradecer ao Eng.José Togashi que sempre nos recebeu com muita atenção no R.U.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, A. M. **Você sabe como funciona um aquecedor solar de água?** Disponível em: <http://www.aondevamos.eng.br/textos/texto04.htm>. Acesso em 10 junho 2005.

BROWN, L. R. **Eco-Economia: uma nova economia para a Terra**. 2003. Disponível em: <http://www.wwiuma.org.br/eco_agra.htm>. Acesso em 22 agosto 2005.

CARTTAXO, E. F.; JANUZZI, G. M. Análise técnica e econômica de um sistema de distribuição de energia elétrica híbrido solar-diesel: um estudo de caso. 2003. Disponível em: http://fit.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/vilacps2-AM.pdf. Acesso em 22 agosto 2005.

SCHMIDT, F. W., HENDERSON, R. E., WOLGEMUTH, C. H**. Introdução às Ciências Térmica.** São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1996.

SILVA, M. **Para o Brasil, desafio de implementar Protocolo de Kyoto passa por combate ao desmatamento.** Disponível em: <http://www.brasiloeste.com.br/noticia/1360/protocolo-de-kyoto>. Acesso em 15 junho 2005.