

SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA, UTILIZANDO MANGUEIRAS DE POLIETILENO PARA APLICAÇÃO EM COZINHA E BANHO DE UMA UNIDADE DE DETENÇÃO

José Aparecido Silva de Queiroz¹

Adriano de Souza Marques²

João Francisco Escobedo³

Introdução

Sendo o Brasil um país em desenvolvimento, com grande dificuldade em atender a crescente demanda por energia elétrica, ainda apresenta o chuveiro elétrico como principal meio de aquecimento de água destinado ao banho e processos de assepsia. Preocupado com esta situação o governo federal tem entregado casas populares, por meio do Programa Minha Casa Minha Vida, com sistema de aquecimento solar de água para banho.

Estas iniciativas são muito importantes, tendo em vista que o Sistema Energético Brasileiro é predominantemente hidráulico e encontra-se em uma situação delicada em razão das grandes estiagens.

Porém, é preciso ampliar as ações fazendo com esta tecnologia chegue aos públicos e estabelecimentos que necessitem de água aquecida.

Considerando o alto custos dos sistemas de aquecimento solar de água industrializados, e dada as devidas proporções das aplicações, a maneira de atender esta demanda é através dos coletores solares alternativos, também conhecidos como sistemas de aquecimento solar de baixo custo (ASBC), que são constituídos utilizando materiais de baixo custo, mas que apresentam grande eficiência na absorção da energia solar.

Entre os órgãos públicos que demandam de grandes quantidades de água quente, encontram-se os sistemas carcerários, que em sua maioria não possui

1 Doutorando em Agronomia (Fontes Renováveis de Energia), UNESP/Botucatu – Docente UNILINS-Lins. E-mail: jqueiroz@unilins.edu.br

2 Doutorando em Agronomia (Fontes Renováveis de Energia), UNESP/Botucatu – Docente IFSP-Birigui. E-mail: adriano.marques@ifsp.edu.br

3 Doutor em Física, USP/São Carlos – Docente UNESP/Botucatu. E-mail: escobedo@fca.unesp.br

sistema de aquecimento de água para banhos nem para higienização da cozinha. O objetivo deste trabalho é analisar a eficiência do sistema de aquecimento solar de baixo custo para o aquecimento da água utilizada para o banho e para as atividades da cozinha da unidade.

Este projeto também visa à conscientização quanto ao consumo de água e energia elétrica, além de também possuir um aspecto educativo, pois todo o sistema é montado por detentos que recebem da universidade o conhecimento sobre energia solar e os meios de confeccionar e implantar os aquecedores.

Revisão Bibliográfica

Coletor solar plano para aquecimento de água - Dentre as possibilidades de aproveitamento térmico que tem ganhado importância crescente na atualidade, a partir do conhecimento do recurso solar, está o aquecimento de água com um componente construtivo protagonizado pelos coletores planos, tecnologia com o melhor custo benefício no contexto brasileiro, em substituição dos populares chuveiros elétricos, principalmente nas regiões sul e sudeste do país (MENDONÇA, 2009).

Um coletor solar necessita basicamente de uma superfície enegrecida, que ao absorver radiação solar se aquece e transmite energia térmica (calor) ao fluido de trabalho. Essa energia recebida pelo fluido é chamada de energia útil. Parte da radiação absorvida, no entanto, será perdida pelo sistema através de processos de transferência de calor.

Transferência de calor - Conforme Tipler (2000) podemos definir os meios de transferência de calor da seguinte forma:

- **Condução:** Ocorre devido às moléculas de maior energia transmitir energia através de vibrações para as partículas menos energéticas, e isto acontece porque quanto mais quente as moléculas mais elas vibram.

- **Convecção:** Esta já pode ser de duas formas, por convecção natural em que é devido à diferença de densidade do fluido devido ao aquecimento ou por convecção forçada em que existe um mecanismo externo ao sistema que força o movimento do fluido.

- **Radiação:** qualquer corpo ou superfície a uma temperatura superior ao zero absoluto emite radiação eletromagnética por alteração na configuração eletrônica de átomos e moléculas. A propagação de ondas eletromagnéticas ocorre através de corpos ou fluidos não opacos, ou no vácuo, não precisando, portanto, da existência de matéria. A lei básica é a lei de Stefan-Boltzmann.

Coletores solares Alternativos - Atualmente, inúmeros trabalhos são realizados no sentido de buscar materiais alternativos ao alumínio ou ao cobre (materiais utilizados nos coletores convencionais) para a construção de coletores solares visando à redução no preço de comercialização. Embora estes coletores apresentem baixo desempenho térmico, a redução no seu preço acaba tornando-os competitivos aos convencionais. Neste sentido, verifica-se a potencialidade do

coletor de serpentinas de polietileno, em função de seu baixo custo e facilidade de manipulação, além de ser um bom absorvedor e transmissor de energia térmica.

Entre os diversos tipos de coletores alternativos, Silva (1992) desenvolveu um coletor solar com mangueiras de polietileno que foi constituído com seis unidades coletoras, totalizando uma área de absorção de 5,1 m², conforme Figura 1.

Figura 1 - Coletor Solar de Polietileno.



Fonte: Silva (1992).

Cada módulo tem 0,85 m² de área de absorção, abrigando 50 metros de tubo de polietileno extrudado que foram dispostos na forma de espiral. Em seu trabalho foram registrados no dia 22/04/1991 temperaturas de entrada do sistema de 25°C, temperatura de saída do sistema de 47,5°C e vazão de 420 (ml/min).

Este sistema é o que está sendo proposto para aquecimento de água no projeto em questão.

Metodologia

O experimento instalado em uma unidade prisional, consiste em um arranjo formado por 12 serpentinas instaladas na configuração série e paralelo, sendo que cada bateria de serpentina em série contém 3 serpentinas. Nesta configuração garante-se ganho de temperatura no arranjo em série e ganho de vazão no arranjo em paralelo (Fig. 2)

Figura 2 – Arranjo de coletores alternativos.



Cada sistema com 12 serpentinas aquece 2000 litros de água por dia.

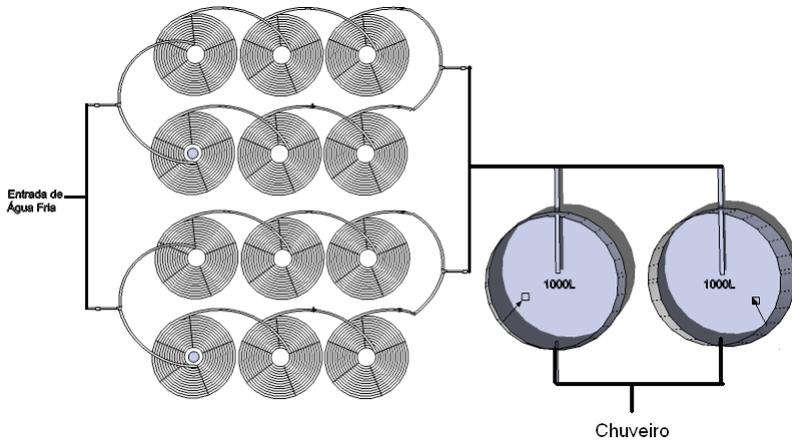
O Sistema para Banho – Na unidade, o sistema instalado para o estudo pode atender aproximadamente 40 internos, considerando um consumo médio de 50 litros por pessoa, armazenando 2.000 litros de água aquecida a uma temperatura mínima de 32°C no verão e 37°C no inverno.

Neste sistema utilizam-se dois reservatórios de 1000 litros, onde são armazenadas água aquecida das 10 as 18 horas. Este período é gerenciado por um temporizador que controla uma eletroválvula (on/off), deixando fluir água pelos coletores somente na faixa de horários onde houver incidência de radiação solar.

Utilizando um CDT (Controlador Diferencial de Temperatura), o fluxo de água ocorrerá somente quando a temperatura da água de entrada for maior ou igual à temperatura da água já armazenada.

A cada 30 minutos o fluxo de água é interrompido por 15 minutos para aumentar a absorção térmica da serpentina.

Figura 3 – Sistema para aquecimento de água com armazenamento.



Sistema para Cozinha – Neste sistema não foi instalado reservatório. A cozinha possui características peculiares, entre elas o alto consumo de água quente durante o horário do almoço e pós-almoço, pois neste período o consumo de água quente é muito grande para a higienização dos utensílios e também do ambiente, motivo que determina a caracterização do uso de fluxo contínuo. O consumo médio nesta aplicação é de 1000 litros diários.

Resultados

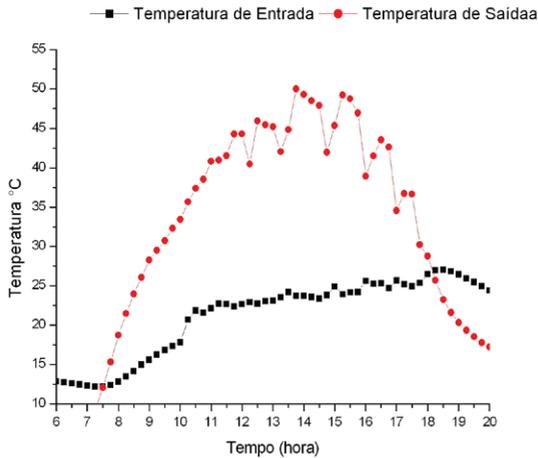
A Norma Técnica Brasileira, (NBR - 128/ABNT,1963), que rege a instalação de água quente no Brasil, fornece as seguintes especificações:

- Para o aquecimento de água para uso pessoal em banhos ou higiene a temperatura deve estar entre 35° a 50°C;
- Para utilização em cozinhas (dissolução de gorduras) a temperatura recomendada deve ser entre 60° e 70°C.

Sistema de aquecimento para banho - O período mais crítico para sistemas de aquecimento solar é durante o inverno. A Figura 4 ilustra o resultado aquecimento da água através do sistema para banho em um dia do inverno. Percebe-se que após as 10 horas da manhã, momento em que a eletroválvula será acionada, a temperatura média é superior a 35°C, ao longo do dia. Durante este período foram armazenados 2000 litros de água.

Esta condição é totalmente propícia, pois atende ao perfil da escala de banho adotada na unidade prisional.

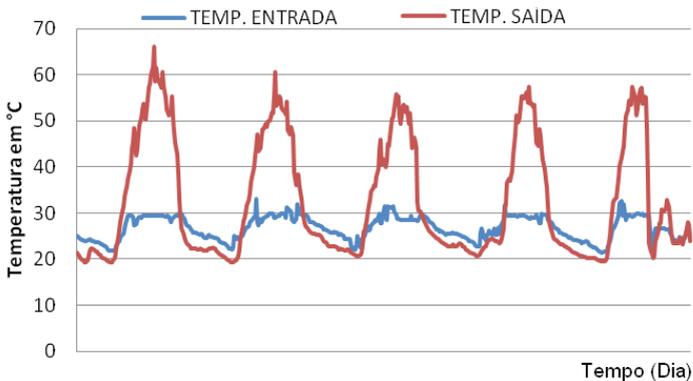
Figura 4 – Água para Banho – Temperatura (11 de agosto)



Sistema de aquecimento para cozinha - Por meio do sistema de aquecimento solar as temperaturas registradas demonstram um bom desempenho dos coletores em regime contínuo.

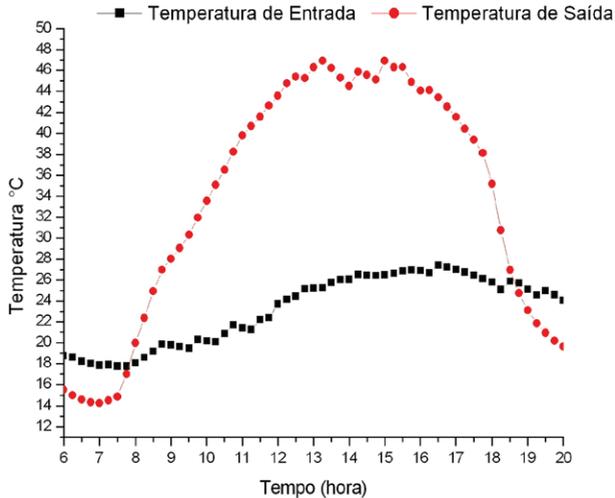
O gráfico exibido na Figura 5, mostra o comportamento do sistema ao longo de 5 dias do verão. Estas curvas tornam visível o comportamento regular e eficiente do Sistema adotado e atende às exigências da ANVISA para lavagem de utensílios, temperatura que favorece a fácil eliminação de gorduras.

Figura 5 – Água aquecida em fluxo contínuo para a cozinha – 5 dias amostrados



No inverno, foram registradas temperaturas da ordem de 46°C (Figura 6).

Figura 6 – Água para Cozinha – Temperatura (23 de agosto)



Conclusões

Em resposta ao trabalho aqui desenvolvido, pela rusticidade e simplicidade de aplicação, e pelo seu baixo custo, conclui-se que o sistema de aquecimento proposto é eficiente e atende as demandas de água aquecida e pré-aquecida necessária às demandas da unidade prisional.

As temperaturas obtidas são suficientes para garantir a higienização da cozinha e dos utensílios bem como a do próprio ambiente. Para a utilização da água em banhos o sistema mostrou-se eficiente, pois sendo o inverno o momento mais crítico para o uso de coletores solares, as temperaturas registradas estiveram na faixa de temperatura recomendada pela Norma Técnica Brasileira, (NBR – 128/ABNT,1963), onde a utilização da água aquecida pode ser determinada como um elemento importante para a assepsia e manutenção da saúde coletiva dos internos.

Destaca-se ainda a relevância social que envolve o projeto e o envolvimento dos internos que levam o conhecimento necessário para desenvolver seus próprios projetos de aquecimento de água quando saírem em liberdade.

Espera-se também promover a economia na utilização de água corrente, pois os resíduos são retirados com mais facilidade, e também dos produtos utilizados na assepsia (sabão, água sanitária, etc). Estes ainda não foram quantificados.

Referências

MENDONÇA, V. B. Estudo da problemática da aplicação de coletores solares para aquecimento de água, no segmento residencial de alto padrão, com base em escalas de projeto arquitetônico e dimensões de planejamento. 2009. 192 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)-Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SILVA, L. A. Coletor de polietileno: uma alternativa de aproveitamento de energia solar de baixo custo. 1992. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

TIPLER, P. A. Física: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 651 p.