

SISTEMA SOLAR PARA AQUECIMENTO AMBIENTE E AQUECIMENTO DE PISCINAS – UMA SOLUÇÃO PROMISSORA PARA CLIMAS DO SUL DA EUROPA

M. J. Carvalho, A. Neves

INETI – Departamento de Energias Renováveis, Estrada Paço do Lumiar 22, 1649 – 038
Lisboa, Portugal, Tel: +351 21 092 4766, Fax: +351 712 7195, mjoao.carvalho@ineti.pt

Resumo

A avaliação do sistema apresentado neste trabalho foi focada em sistemas que podem fornecer água quente, aquecimento ambiente e aquecimento de piscinas, e que são projectados para climas do Sul da Europa, especialmente para habitações uni-familiares. Pelas características climáticas do Sul da Europa, o aquecimento ambiente é apenas necessário para um curto período do ano, sendo para esta avaliação considerado um período de seis meses para aquecimento ambiente e um período de seis meses para aquecimento de piscinas.

Estes sistemas são actualmente utilizados por um mercado reduzido de pessoas, que estão a construir as suas casas como habitações uni-familiares e que desejam também usufruir das condições climáticas dos seus países, para o uso da energia solar. É comum que a integração de uma piscina seja também projectada e construída.

A avaliação apresentada foi realizada considerando como sistema de referência um sistema do tipo “kit” com uma área de colector de 4m² e um depósito de 300 l. O sistema em avaliação oferece um serviço extra – aquecimento ambiente e de piscinas e é constituído por um campo de colectores e por um depósito combinado, capaz de fornecer águas quentes sanitárias e aquecimento ambiente no período de Inverno e também aquecimento de piscinas no período de Verão. A avaliação realizada mostra que nos climas do Sul da Europa este sistema irá fornecer um serviço extra em comparação com os sistemas solares térmicos tradicionais, podendo também ser economicamente interessante.

1. Introdução

O trabalho apresentado foi desenvolvido no âmbito do Projecto Europeu "NEGST – New Generation of Solar Thermal System". Um dos objectivos deste projecto é a identificação de novos conceitos de sistemas solares térmicos que irão corresponder ao desenvolvimento de uma tecnologia para o melhor desempenho deste tipo de sistemas e /ou redução de custos.

Foi realizada uma avaliação deste tipo de sistemas solares, com depósitos combinados que consigam satisfazer as necessidades de Águas Quentes Sanitárias (AQS) e de Aquecimento

Ambiente (AA) no Inverno, e também de Aquecimento de Piscinas (AP) no Verão, em climas do Sul da Europa.

A metodologia utilizada foi estabelecida no contexto do WP1 do Projecto NEGST (Voglesanger, P. e C. Wilhelms, 2006) e considera a comparação de um novo conceito, promissor, de sistemas solares térmicos, com um sistema de referência representativo do mercado actual da energia solar. O sistema em avaliação foi comparado com um sistema de referência, de maior expressão nos mercados em países do Sul da Europa – Sistemas feitos por medida.

Na secção 2. são descritos o sistema de referência e o sistema avaliado. Os resultados de simulação obtidos permitem uma comparação em termos económicos sendo os resultados apresentados na secção 3. Na secção 4. encontram-se resumidos outros aspectos da comparação efectuada, e na secção 5. são apresentadas as conclusões finais.

2. Descrição dos sistemas de referência e avaliado

2.1 Sistema de referência

O sistema de referência representa o estado de arte da tecnologia de sistemas para o aquecimento de águas sanitárias em Portugal – sistemas do tipo termossifão ou circulação forçada. A configuração do sistema é pensada para uma família de 4 pessoas e terá 4 m² de área de colector e 300 l de depósito de armazenamento.

A utilização de sistemas combinados em Portugal é ainda muito reduzida. As razões para este facto estão relacionadas com o baixo interesse económico deste tipo de sistemas, tendo em consideração o curto período de tempo em que é necessário aquecimento ambiente.

O sistema de referência tem, como primeira aplicação, o aquecimento de águas sanitárias. Os sistemas mais comuns em Portugal, para o aquecimento de águas sanitárias, são do tipo termossifão com colectores planos ou do tipo CPC e com depósitos horizontais (ver Fig. 1). Os sistemas de circulação forçada podem também ser utilizados, não sendo contudo tão comuns para este tipo de aplicação - casas uni-familiares, tipicamente com 4 pessoas. O custo do sistema considerado, sem instalação, foi 2800 €, para um sistema de 4 m² de área de colector e 300 l de depósito de armazenamento.



Figura 1 - Esquema hidráulico do sistema de referência e apresentação de alguns sistemas habitualmente utilizados em Portugal.

2.1 Sistema avaliado

O sistema em avaliação tem como primeira utilização a preparação de águas quentes sanitárias e aquecimento ambiente (sistema combinado) durante o período de Inverno (seis meses - Outubro a Março) e como utilização secundária, o aquecimento de piscinas no período do Verão (seis meses – Abril a Setembro). O sistema é formado por um campo de colectores e um depósito combinado (Weiss, W. (ed.), 2003). O sistema de apoio considerado é um depósito de gás natural ou propano. O sistema de apoio é apenas considerado para a preparação de águas quentes sanitárias e aquecimento ambiente. Não é considerado apoio para o aquecimento de piscinas. O aquecimento de piscinas é conseguido utilizando um permutador de calor extra no circuito primário (entre os colectores e o depósito).

Uma representação esquemática do sistema é dada na Fig. 2, tendo sido obtida do programa de simulação utilizado para a avaliação teórica do sistema – Tsol (Valentin, G., 2002).

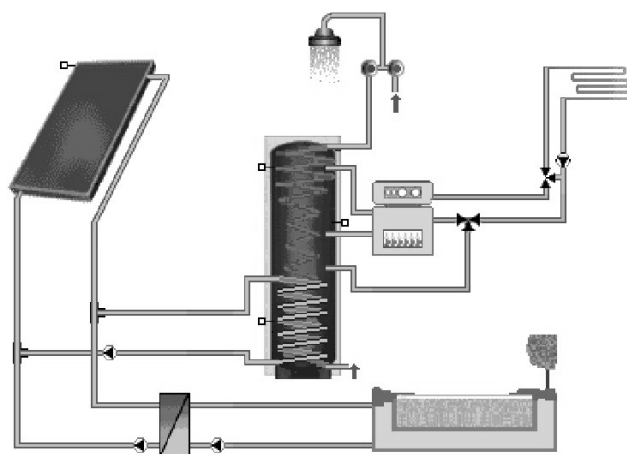


Figura 2 - Sistema solar térmico em avaliação. Representação esquemática – TSol (Valentin, G., 2002)

O coletor considerado é um coletor plano, com os seguintes parâmetros de rendimento: $\eta_0 = 0,78$; $a_1 = 3,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$; $a_2 = 0,03 \text{ W/m}^2 \text{ K}^2$. A área de colectores considerada foi 10 m^2 . Foram ainda consideradas outras áreas de coletor encontrando-se os resultados das simulações efectuadas em Carvalho, M.J. e A.Neves (2005).

O depósito combinado considerado foi seleccionado da base de dados do programa TSol (1200 l, ver Fig.2). Este sistema considera apenas a preparação de águas quentes sanitárias e o aquecimento ambiente, semelhante ao sistema número 4 de W. Weiss (Ed.) (2003). A este sistema foi incluído um permutador de calor externo para o aquecimento de piscinas.

O sistema para Aquecimento Ambiente (AA) considerado, consiste num circuito de aquecimento ambiente a baixas temperaturas - por piso radiante. Esta tecnologia é bem adaptada à utilização de sistemas solares devido à baixa temperatura de retorno, quando comparada com radiadores de aquecimento ambiente que necessitam de temperaturas mais elevadas e que têm também temperaturas de retorno superiores.

O sistema considerado introduz a possibilidade de utilizar energia solar para o aquecimento ambiente e também de aproveitar a energia excedente no Verão, para o Aquecimento de Piscinas (AP). Oferece um serviço extra quando comparado com o sistema de referência e a análise de custos mostra ser economicamente viável, desde que o aquecimento de água de

piscina seja valorizado de forma idêntica ao aquecimento de água sanitária e ao aquecimento ambiente.

3. Comparação entre o sistema de referência e o sistema avaliado

De contactos estabelecidos com empresas que já instalaram sistemas semelhantes em Portugal, foi possível determinar um preço médio de 700 €/m^2 para este tipo de sistemas, se apenas se considerar a parte solar (colectores, depósito e sistema de controlo). Este custo corresponde também ao custo específico do sistema de referência.

O sistema avaliado irá corresponder a um custo total mais elevado pelo facto de ser constituído por uma área de colectores superior e por um depósito de armazenamento de maior dimensão.

3.1. Ganhos energéticos

Quando comparado com o sistema de referência, o sistema avaliado apresenta claramente um valor de desempenho superior (ganhos energéticos superiores), uma vez que o sistema em avaliação irá permitir a utilização adicional de energia solar para aquecimento ambiente e de piscinas, aumentando deste modo os ganhos energéticos.

No quadro 1 encontram-se os valores obtidos de ganhos energéticos para o sistema de referência e para o sistema em avaliação para duas localidades em Portugal – Porto e Lisboa.

Quadro 1- Ganhos energéticos				
	Energia fornecida anualmente (kWh/ano)			
	Sistema de referência AQS ($4\text{m}^2 / 300 \text{ l}$)	AQS+AA ($10\text{m}^2 / 1200 \text{ l}$)	Sistema avaliado AQS+AA+AP ($T_{\text{Piscina,max}}=32^\circ\text{C}$) ($10\text{m}^2 / 1200 \text{ l}$)	Sistema avaliado AQS+AA+AP ($T_{\text{Piscinas,max}}=26^\circ\text{C}$) ($10\text{m}^2 / 1200 \text{ l}$)
Porto	2822	5013	6379	5661
Lisboa	2941	4966	6674	5080

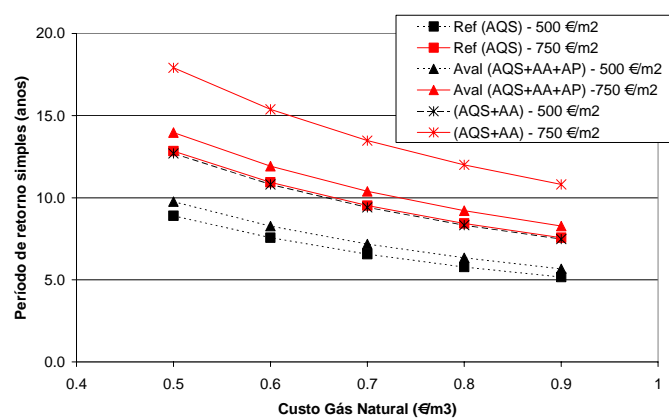
O consumo energético para o aquecimento ambiente foi estimado tendo em consideração as condições a serem impostas num edifício em Portugal, segundo os novos regulamentos. A área de piso radiante considerada é 150 m^2 . A área de janela é 4,5% da área de piso na fachada virada a Norte e 10,4% na fachada virada a Sul, de acordo com H. Gonçalves *et al.* (2004). Foi considerada uma temperatura ambiente de 20°C constante ao longo do dia no interior do edifício, mesmo no período nocturno. A temperatura exterior de projecto foi considerada 4°C para Lisboa e 1°C para o Porto. Estes valores correspondem a uma necessidade anual de aquecimento ambiente de 9,38 MWh para Lisboa e 12,46 MWh para o Porto.

A área de piscina é 32 m^2 tendo sido considerada uma temperatura de 24°C , com um máximo de temperatura permitida de 26°C ou 32°C . Foi também considerado o uso de uma cobertura para a piscina no período da noite.

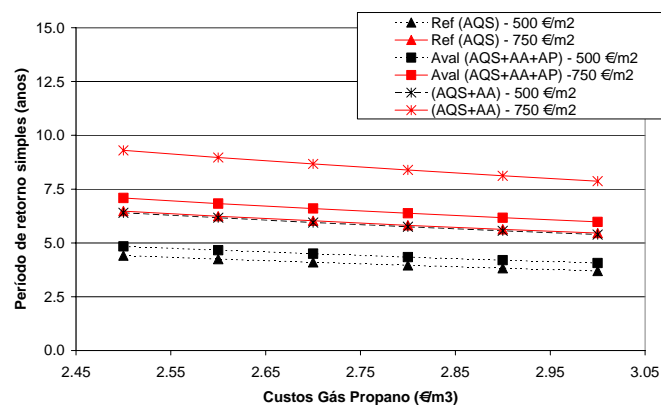
3.2. Avaliação económica

Para o estudo apresentado foi elaborada uma análise do período de retorno do investimento para o sistema de referência e para o sistema avaliado considerando como apoio uma caldeira alimentada com gás natural ou com gás propano. Foram ainda considerados dois valores para o custo do sistema – 500 €/m² e 750 €/m². O valor mais baixo corresponde ao objectivo de um custo mais reduzido para os sistemas solares térmicos num futuro mercado mais alargado.

Os resultados obtidos para Lisboa encontram-se representados na Fig.3 e mostram que o período de retorno do sistema de avaliação é semelhante ao do sistema de referência, desde que o aquecimento da água da piscina seja valorizado de forma idêntica ao aquecimento de água sanitária e ao aquecimento ambiente. Na Fig. 3 a temperatura máxima estabelecida para a piscina é 32°C.



a) Gás natural



b) Gás propano

Fig. 3 - Período de retorno simples função dos custos do sistema de referência (ref) e avaliado (aval), considerando $T_{\text{piscina,max}}=32^{\circ}\text{C}$. Cálculo para Lisboa.

Se se considerar um valor inferior para a temperatura máxima da piscina, e.g., 26°C, o período de retorno é superior para o sistema em avaliação em comparação com o sistema de referência, como pode ser observado na Fig.4. Neste caso é aproximadamente igual a um sistema que forneça apenas água quente sanitária e aquecimento ambiente.

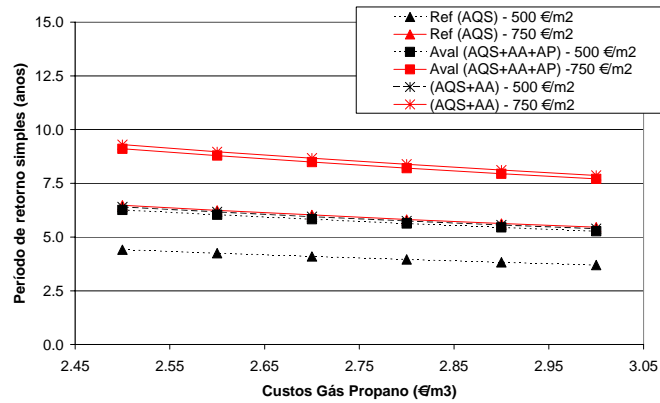
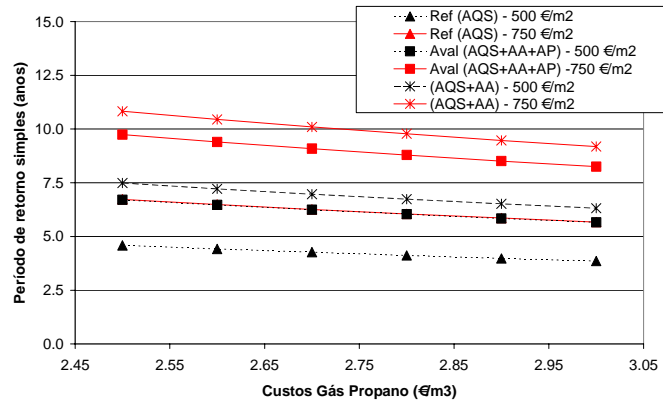
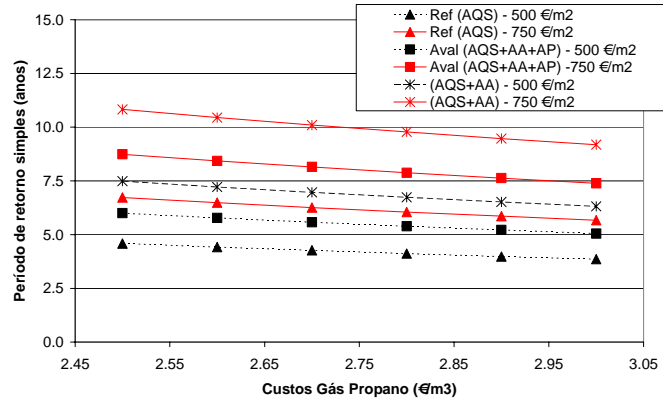


Fig. 4 - Período de retorno simples função dos custos do sistema de referência (ref) e avaliado (aval) utilizando gás propano, considerando $T_{Piscina,max}=26^{\circ}C$. Cálculo para Lisboa.



a) $T_{Piscina,max}=26^{\circ}C$



b) $T_{Piscina,max}=32^{\circ}C$

Fig. 5 - Período de retorno simples função dos custos do sistema de referência (ref) e avaliado (aval) utilizando gás propano, considerando $T_{Piscina,max}=32^{\circ}C$. Cálculo para Porto.

Para a cidade do Porto o limite máximo para a temperatura da piscina não irá ter uma influência tão forte no período de retorno como se verifica em Lisboa, como se pode ver comparando a Fig.3 b) e a Fig.4 para Lisboa com a Fig. 5 a) e b) para o Porto.

4. Outros aspectos de comparação

Outros aspectos adicionais foram analisados na comparação dos sistemas de referência e avaliado.

Os aspectos analisados estão relacionados com os custos do sistema para a Instalação e Manutenção. Foi considerado que o novo conceito de sistema avaliado corresponde a um aumento do custo na instalação pelo facto de corresponder a uma maior área de colectores, no entanto, apenas os colectores irão necessitar de instalação no telhado ou em terraço, sendo o depósito de armazenamento instalado no interior da casa e não no telhado. O custo da instalação será inferior se a decisão de se instalar um sistema deste tipo for tomada antes da construção da casa.

Foi também considerado não serem previsíveis custos adicionais para a manutenção do sistema tal como nos sistemas de termossifão tradicionais. A utilização de um dispositivo de controlo com alarmes apropriados, pode ajudar o consumidor a detectar anomalias e rapidamente contactar a assistência técnica oferecida pelo instalador num contrato de manutenção.

Os benefícios adicionais do sistema avaliado são:

serviço extra: o sistema oferece aquecimento ambiente e de piscinas.

estética: o sistema em avaliação não terá o depósito no telhado ao contrário dos sistemas em termossifão comuns. Este aspecto pode constituir uma vantagem estética importante, especialmente se a decisão de se instalar um sistema deste tipo for tomada antes da construção da casa e for conseguida uma instalação dos colectores com boa integração do ponto de vista arquitectónico.

marketing dos sistemas solares térmicos: é também possível dizer-se que o sistema em avaliação abre um pequeno mercado que corresponde principalmente a casas uni-familiares, especialmente se estiver a ser projectado para uma casa em fase de construção. A utilização deste tipo de sistemas pode também ser pensada para uma casa de habitação secundária (casa de férias) ou habitações de turismo. Este sistema irá contribuir para que se passe a considerar a utilização de sistemas solares térmicos para aquecimento ambiente, uma vez que resolve o problema do não aproveitamento da energia excedente no verão.

Este tipo de sistemas, irá também preparar o mercado para a utilização de sistemas de ar condicionado assistidos por sistemas solares, que podem vir a estar disponíveis no mercado num médio prazo, e que irão cobrir um serviço extra adicional – arrefecimento ambiente no verão.

5. Conclusões finais

Foi possível mostrar que, quando comparado com um sistema de referência que forneça apenas água quente sanitária, um sistema que possa fornecer água quente sanitária (AQS) e aquecimento ambiente (AA), no período de Inverno, e também aquecimento de piscinas (AP), no período de verão, mostra bons resultados em termos de energia fornecida e em termos económicos, considerando um período de retorno simples.

O sistema avaliado mostra como principal benefício adicional um serviço extra – Aquecimento Ambiente e Aquecimento de Piscinas e também outros benefícios adicionais

como sejam uma boa contribuição para aspectos estéticos mais atractivos na instalação de sistemas solares térmicos e a criação de um pequeno mercado que poderá ser alargado quando os Sistemas de Ar Condicionado Assistidos por Solar estiverem disponíveis para este tipo de consumidores – casas uni-familiares.

De realçar dois aspectos principalmente relacionados com algum grau de incerteza na avaliação efectuada. Um está relacionado com a dificuldade em determinar preços no mercado actual, deste tipo de solução, uma vez que apenas poucos instaladores comercializam este tipo de sistemas. O outro aspecto está associado à utilização do programa de simulação TSol. O programa utiliza ferramentas para gerar dados climáticos - dados de radiação e temperatura ambiente – que podem não estar completamente adaptados aos climas do Sul da Europa. No entanto, esta incerteza não irá impor diferenças na comparação com o sistema de referência que foi igualmente simulado com o programa.

Agradecimentos

Os autores agradecem a informação recebida acerca de sistemas combinados, já instalados em Portugal, ao Eng.º João Oliveira (Ao Sol) e ao Eng.º Rafael Ribas (Vajra). Os autores também agradecem à Mestre Susana Camelo pela ajuda na definição dos parâmetros de consumo para o aquecimento ambiente em Portugal.

Os autores gostariam também de agradecer a Dagmar Jähnig e a Claudius Wilhelms revisores do trabalho realizado no âmbito do WP1 do projecto NEGST - WP1.E9.

O trabalho apresentado foi desenvolvido no âmbito do Projecto Europeu “NEGST – New Generation of Solar Thermal Systems”, financiado pela Comissão Europeia DGTREN inserida no 6ºPQ.

Referências

Carvalho, M.J. and Neves, A. (2005), Report of detailed performance and cost analysis results for the Evaluation of Promising System – Combisystem – Southern Europe

Carvalho, M.J. e Neves, A. (2006), WP1.E9 / Theoretical evaluation of promising system: Combisystem with pool heating in Southern European Climate, available for download in www.swt-technologie.de/html/negst.html

Gonçalves, H. et al. (2004), Ambiente construído. Clima urbano. Utilização racional de energia nos edifícios da cidade de Lisboa. Published in Portuguese by INETI

NEGST Project web site – www.swt-technologie.de/html/negst.html

Simulation Software: TSol Pro4.03 – Simulation programme for solar thermal heating systems, Valentin, G. (2002)

Vogelsanger, P. and C. Wilhelms (2006), WP1.D2 / Report about theoretical system evaluation, available for download in www.swt-technologie.de/html/negst.html

W.Weiss (editor) (2003), Solar heating systems for houses – a design handbook for solar combisystems. James and James (Science Publishers) Ltd, London