

# poupança de energia através de AQS



*Cerca de 50% da factura energética de uma habitação doméstica é destinada ao aquecimento das águas quentes sanitárias (AQS). A energia solar térmica é a energia que, aproveitando a luz do Sol, permite aquecer água sanitária e, reduzir a dependência que, hoje, temos dos equipamentos de queima tradicionais, que utilizam como fonte de energia, os combustíveis naturais fósseis.*

**Como podemos então reduzir os custos do aquecimento de água quente, aumentando a eficiência do equipamento que é utilizado para esse fim?**

O nosso estudo vai abordar duas análises distintas:

- i) o impacto positivo da utilização da energia solar térmica no aquecimento de águas;
- ii) a comparação de diferentes tipos de sistemas tradicionais de aquecimento de água e respectivos comportamentos energéticos e o recurso à energia solar térmica.

## SISTEMAS TRADICIONAIS DE AQUECIMENTO DE ÁGUAS

Os sistemas tradicionais de aquecimento de água podem ser agrupados da seguinte forma: sistemas instantâneos e sistemas por acumulação.

Inseridos no primeiro grupo destacamos o esquentador ou caldeira, e no segundo grupo, o termoacumulador eléctrico ou uma caldeira por acumulação. Como funcionam estes sistemas?

### Esquentador a Gás – Sistema instantâneo de produção de AQS

Estes equipamentos aquecem a água de uma forma instantânea, entrando em funciona-

mento quando há um pedido de água quente. A água é aquecida num permutador de cobre, aproveitando o calor emitido pela chama de um queimador a gás propano, butano ou natural. O rendimento térmico de um esquentador varia, dependendo do modelo, entre 55% e 100%, atingindo este último valor apenas em aparelhos com tecnologia de condensação.

### Caldeira de Aquecimento de Águas Directas – Sistema instantâneo de produção de AQS

Para aquecimento de águas sanitárias, este tipo de equipamentos tem um funcionamento muito idêntico ao dos esquentadores mas, consegue rendimentos superiores, podendo chegar a 109%, quando é utilizada tecnologia de condensação.

### Termoacumulador Eléctrico – Sistema de acumulação de AQS

Este aparelho consome energia eléctrica para aquecer água que se encontra dentro de um depósito, através de uma resistência. O aquecimento da água não é feito de forma instantânea, podendo levar algumas horas (dependendo da capacidade do depósito e da potência da resistência eléctrica), até que a água atinja a temperatura desejada. Este sistema fornece uma quantidade de água limitada ao volume do depósito e, dada a

estratificação que nele existe, uma temperatura variável durante o consumo. Comparado com os sistemas a gás, para aquecer a mesma quantidade de água, este tipo de sistemas é bastante menos eficiente.

### Caldeira a Gás de aquecimento com Acumulação – Sistema de acumulação de AQS

Neste tipo de sistemas, a água é aquecida por uma caldeira através de um circuito fechado que, por transferência térmica através de uma serpentina, aquece a água sanitária existente dentro de um acumulador. Comparado com os termoacumuladores eléctricos, este sistema é mais eficiente e mais rápido, fornecendo um maior conforto na sua resposta.

**Conclusão:** A opção por um ou outro sistema está sempre relacionado por um binómio conforto/preço. Obviamente, que um sistema por acumulação, bem dimensionado, permite níveis de conforto mais elevados e simultaneidade de banhos. No entanto, o preço é normalmente mais elevado, necessita de mais espaço e regista mais perdas térmicas.

### I. Impacto dos sistemas solares térmicos no aquecimento de águas

Como podemos então reduzir os consumos



Esquentador Sensor Ventilado



Caldeira de Condensação Aquastar Green



Termoacumulador Eléctrico PrimeAqua



Caldeira Aquastar



Depósito SK

de energia térmica de qualquer um dos sistemas referidos?

A forma mais eficiente de poupar energia e conseguir reduzir o consumo de combustíveis fósseis naturais é aproveitando a **Energia Solar!!** Com um sistema solar, seja ele em configuração de termosifão, ou sistema forçado, conseguimos poupar até cerca de 75% do valor da factura energética anual, dependendo esta poupança da melhor adaptabilidade do sistema às necessidades reais do cliente. Ou seja, sem a sua participação activa e consciente, a eficiência máxima do sistema nunca será atingida.

#### A título de exemplo consideremos a seguinte aplicação:

Qual a necessidade energética anual na preparação das AQS de um fogo com tipologia de construção T3, na região de Lisboa?

T3 – 4 pessoas;

Consumo de AQS – 160 litros;

Perfil horário de consumo diário – 7:00 às 8:00 e 19:00 às 20:00;

Número de dias de consumo anual de água quente – 365 dias;

Temperatura média da água da rede – 15° C;

Os pressupostos para o respectivo cálculo assentam no D.L 80/2006 (RCCTE), no qual se assume que o consumo de água quente diária doméstica por pessoa, é de 40 litros, a 60° C, sendo o número de pessoas dependente da tipologia dos fogos, da seguinte forma: T0 – 2 pessoas; T1 – 2 pessoas; T2

– 3 pessoas; T3 – 4 pessoas; T<sub>n+1</sub> – (n + 1) pessoas.

A energia dispendida com sistemas convencionais utilizados no aquecimento de águas sanitárias durante um ano – Q<sub>a</sub> – é dada pela seguinte expressão:

$$Q_a = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d}{36\,000\,000} [kWh/ano]$$

M<sub>AQS</sub> – Consumo diário de referência de AQS;

ΔT – Aumento de temperatura necessário na preparação de AQS;

n<sub>d</sub> – Número de dias de consumo anual de AQS;

Assim, de acordo com:

$$Q_a = \frac{160 \times 4187 \times 45 \times 365}{36\,000\,000} = 3056,51 [kWh/ano]$$

Serão necessários 3056,51 kWh por ano, para garantir água quente sanitária a um

fogo com este tipo de tipologia.

No entanto, se for utilizado por um exemplo um sistema solar, forçado com 2 colectores Vulcano EasySun FKB e um acumulador SK de 200 litros, poderemos reduzir a factura anual de energia em cerca de 72,6% (Fracção Solar com apoio do programa Solterm).

Este dado é uma estimativa anual, podendo sofrer alterações que dependem do clima, e do perfil de consumo do utente.

Por exemplo, nos meses de Inverno, nomeadamente em Janeiro, a fracção solar reduz para 52%, ou seja, a temperatura da água que se consegue nos dias de sol, através do sistema solar será de 31,2° C, o que significa que poderemos ter necessidade, em alguns períodos do ano, de utilizar outro equipamento, para fazer apoio ao solar. Já em Agosto, a fracção solar aumenta para 94,6%, tornando-se este sistema praticamente autónomo no fornecimento de energia.

	Rad.Horiz. kWh/m²	Rad.Inclin. kWh/m²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	63	93	.	137	260	123
Fevereiro	81	100	.	141	234	94
Março	118	121	.	164	260	96
Abril	156	133	.	186	251	66
Maio	197	144	.	206	260	53
Junho	207	138	.	204	251	47
Julho	228	159	.	236	260	23
Agosto	210	173	.	246	260	14
Setembro	148	147	.	216	251	35
Outubro	107	127	.	188	260	71
Novembro	73	105	.	155	251	96
Dezembro	60	93	.	142	260	118
<b>Anual</b>	<b>1648</b>	<b>1535</b>	.	<b>2220</b>	<b>3056</b>	<b>836</b>

Rendimento global anual do sistema: 32%      Fracção solar: 72,6%  
Produtividade: 491 kWh/[m² colector]

Fracção Solar de um sistema solar térmico (Programa Solterm)

A escolha do equipamento que vai fazer o apoio ao sistema solar é um factor determinante para a eficiência energética do sistema de conjunto para aquecimento de águas sanitárias.

## II. Comparação de diferentes tipos de sistemas tradicionais de aquecimento de água e respectivos comportamentos energéticos e o recurso à energia solar térmica.

**Exemplo:** Considerando um equipamento de águas directas – esquentador ou caldeira com as seguintes características técnicas:

$$C = \frac{Pu}{PCI \times \eta}$$

$$\Rightarrow C = \frac{19780}{9054 \times 0,9} = 2,4 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$P_u$  (Potência útil) = 23 kW = 19780 kcal/h  
 $\eta$  (rendimento do aparelho) = 90%  
 P.C.I do Gás Natural = 9054 kcal/m<sup>3</sup>  
 Caudal de água = 14 l/min para  $\Delta t^* = 25^\circ \text{C}$   
 $\Delta t^*$  = Incremento de temperatura

Se este equipamento estiver a trabalhar durante uma hora, na sua potência máxima, e considerando por simplificação um equipamento de potência fixa, então o esquentador vai consumir no máximo 2,4 m<sup>3</sup>/h de gás.

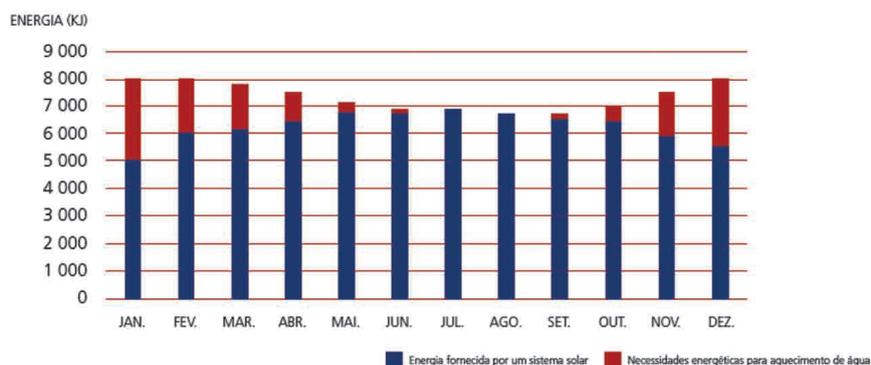
Se o mesmo equipamento de apoio for de condensação, a sua eficiência aumenta:

**Vejamos o mesmo exemplo com o apoio, nas mesmas condições, de um esquentador Sensor Green da Vulcano:**

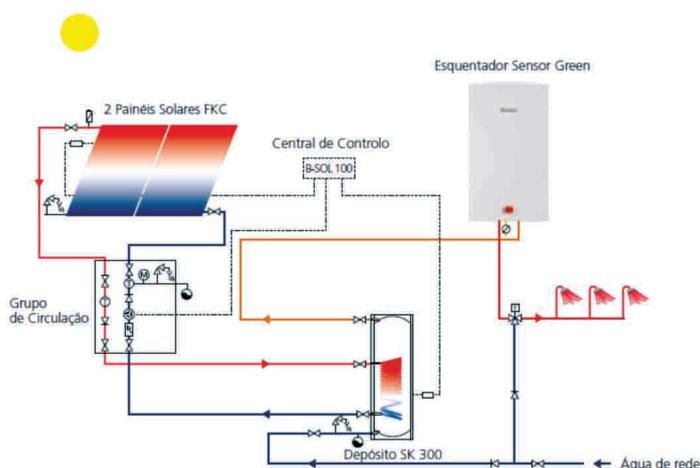
$$C = \frac{Pu}{PCS \times \eta}$$

$$\Rightarrow C = \frac{19780}{10274 \times 1} = 1,9 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$P_u$  (Potência útil) = 23 kW = 19780 kcal/h  
 $\eta$  (rendimento do aparelho) = 100%  
 P.C.S do gás Natural = 10274 kcal/m<sup>3</sup>  
 Caudal de água = 14 l/min para  $\Delta t = 25^\circ \text{C}$



Exemplo da poupança média anual em combustível, com apoio de um sistema solar



Esquema de princípio de um sistema solar, com apoio de águas directas

Se este equipamento estiver a trabalhar durante uma hora, na sua potência máxima, e considerando por simplificação um equipamento de potência fixa, então o esquentador vai consumir no máximo 1.9 m<sup>3</sup>/h de gás.

Neste caso, teremos uma poupança de 0,5 m<sup>3</sup>/h de gás. Em termos de temperatura de água, e admitindo T rede de 10 °C,  $\Delta t$  de 25 °C e o Caudal de 14 l/min, então a

**T saída = 25° C + 10° C = 35° C**

**Vejamos agora o exemplo com recurso a um sistema solar:**

Consideremos agora, que o utilizador toma normalmente um banho de 10 min por dia, com um caudal de 14 l/min (mesma condição do exemplo), e que pretendemos a mesma temperatura de saída (35 °C). Mas, neste caso utiliza o apoio de um sistema solar.

Na realidade, e para uma temperatura de rede de 32° C, o equipamento de apoio não entra em funcionamento, podendo poupar-se até 146 m<sup>3</sup>/h por ano.

Na prática, o que acontece é que este tipo de equipamento, é normalmente modulante (7 kW – 23 kW), e que o consumo de gás é normalmente proporcional à necessidade de temperatura e caudal de água.

Os esquentadores e caldeiras da Vulcano estão preparados para receber água pré-aquecida, o que significa que, trabalhando como apoio ao solar, sempre que a água lhes chegue a uma temperatura entre 3° C e 5° C acima da temperatura pretendida, não irão funcionar.

No caso, de uma temperatura de entrada no acumulador de 32° C (condição de Inverno)

oriunda do sistema solar, o equipamento de apoio funcionará apenas para cobrir a diferença de temperatura necessária.

Nos meses de maior radiação solar, desde que o sistema solar esteja bem instalado e dimensionado, o equipamento de apoio praticamente não funcionará.

**Considerando um equipamento de águas por acumulação – caldeira e acumulador – com as seguintes características técnicas:**

Volume equivalente de água produzido através do sistema acumulador de 200 litros com uma caldeira de 24 kW durante 60 minutos:

$$V_T = \left( V \times \frac{t_p - t_e}{t_u - t_e} \right) + \left( \frac{P \times T}{t_u - t_e} \right)$$

$V_T$  – volume equivalente acumulado (l)

$V$  – volume útil do depósito (192 l)

Perda térmica pela envolvente (a 60°) – 1,81 kWh/dia

$t_p$  – temperatura de acumulação (60° C)

$t_u$  – temperatura de consumo (45° C)

$t_e$  – temperatura de entrada da rede (15° C).

$P$  – potência da caldeira (24 kW x 860 kcal/h)

$T$  – tempo (1 horas = 60 minutos)

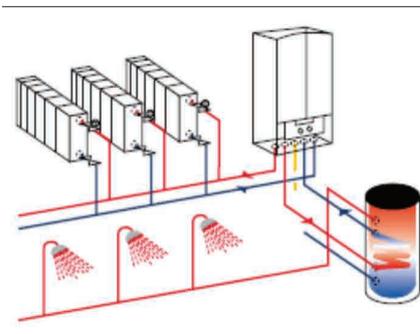
A produção total de água quente que se pode fornecer num sistema de A.Q.S. de acumulação, é a soma do caudal que o depósito pode fornecer num determinado período com o caudal instantâneo produzido pela caldeira.

**Volume total =  
= volume acumulado + caudal instantâneo**

$$VT = 288 + 688 = 976 \text{ litros,} \\ \text{a } 45^\circ\text{C, em 60 minutos}$$

Este volume fornece água durante uma hora a um chuveiro com caudal de 15 l/min.

O consumo em gás, da caldeira será idêntico ao consumo da caldeira de águas directas, ou seja, 2,4 m<sup>3</sup>/h. O tempo de resposta é



bastante dilatado, caso o sistema de apoio seja uma resistência eléctrica.

O que temos a salientar neste caso, é a reposição da energia que se vai perder no acumulador, durante 24 horas. Neste caso, e considerando o pressuposto de 1 banho por dia de 10 minutos temos um acréscimo de consumo máximo de 0,2 m<sup>3</sup>/h./dia a que corresponde 70 m<sup>3</sup>/h./ano. No entanto, é necessário reforçar o aspecto de conforto e simultaneidade de banhos já mencionado anteriormente.

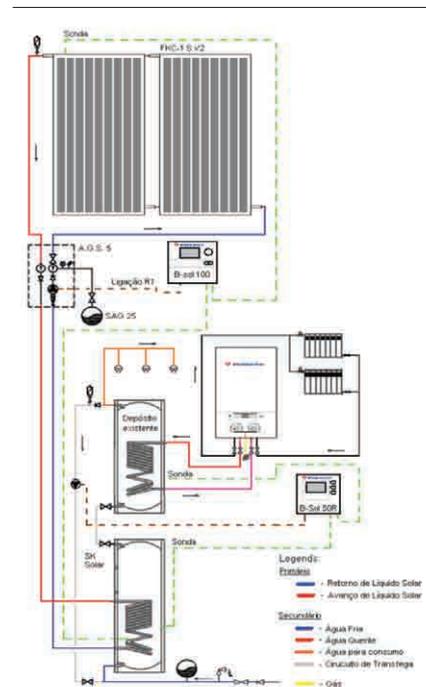
**Vejamos agora o exemplo com recurso a um sistema solar:**

Volume equivalente de água produzido através do sistema acumulador de 200 litros juntamente com uma caldeira de 24 kW, durante 60 minutos, considerando um sistema solar com acumulador de 200 litros a 32° C (condição de Inverno):

$$VT = 413,5 + 1589 = \\ = 2002,5 \text{ litros, a } 45^\circ\text{C, em 60 minutos}$$

Verificamos, assim, que com o solar, duplicamos a resposta do sistema. Por outra perspectiva, podemos afirmar que a eficiência do Solar, nestas condições do mês de Janeiro é de 51,2%.

Existem outras formas de maximizar a utilização do sistema solar, tais como a opção de colocação de dois acumuladores separados, em vez de um só acumulador de dupla serpentina. Pelo facto de separar o aparelho de apoio, do solar, conseguirmos dar maior prioridade à energia solar, principalmente durante o Inverno.



Esquema de princípio de um sistema solar, com apoio de caldeira de acumulação e transferência. No estudo não está considerado o impacto do aquecimento central

É importante também, neste caso, contar com as perdas térmicas nos dois acumuladores. O sistema pode ser melhorado com uma transferência, conseguindo com isso, otimizar a prioridade ao Sol.

## CONCLUSÃO

Qualquer dos sistemas de aquecimento de água sanitária a gás ou eléctrico, existentes, servindo de apoio a um sistema solar, é otimizado energeticamente de forma a reduzir os consumos de combustível fóssil e contribuindo para uma melhor eficiência energética. A escolha do sistema vai depender de vários factores, nomeadamente, do conforto desejado, do consumo de água e do espaço físico para a instalação dos equipamentos.

A marca Vulcano preocupa-se constantemente com os interesses económicos e sociais, assumindo sempre o papel e a responsabilidade de desenvolver produtos que utilizem adequada e racionalmente, os recursos existentes, ou seja, criar Soluções de Água Quente que visam melhorar a eficiência energética e minimizar o impacto ambiental.