

“Sistemas de Energia Solar Térmica em Parques de Campismo”



Guia de utilização de energia solar, destinado a proprietários de parques de campismo e instaladores



Preâmbulo

O projecto SOLCAMP é um projecto pioneiro no domínio dos parques de campismo e constitui um conjunto de medidas que visam no seu término incrementar o número de instalações solares em parques e campismo.

Essa integração de sistemas solares representa nos dias de hoje a melhor solução para o problema de água quente neste sector, não só pelo regime de funcionamento coincidente com meses de maior insolação, como pela capacidade dos proprietários dessas infra-estruturas contribuírem para o desenvolvimento sustentável da sua região

Indirectamente prevê-se sensibilizar os utentes dos parques de campismo da dependência energética e promover a utilização da energia solar para fazer face a essa dependência, possibilitando uma redução de custos/consumos de energia.

Assim, na qualidade de representante da ARECBA, Agência que está encarregue de levar a cabo a execução deste projecto, esperamos atingir os objectivos propostos e que este guia corresponda às expectativas dos utilizadores e contribua para um melhor ambiente.

O Presidente do Conselho de
Administração da ARECBA

Manuel Luís Rosa Narra



Índice	Página
Capítulo 1 - Introdução	5
1.1 Porquê utilizar a energia solar?.....	5
1.2. Porquê a sua aplicação nos Parques de Campismo?.....	6
1.3 O Projecto SOLCAMP	6
1.3.1 Objetivos e destinatários/grupos alvos	7
1.3.2 O consórcio	7
1.3.3 Plano de Acção	7
Capítulo 2 – Sistemas Solares Térmicos para Parques de Campismo	8
2.1 Condições essenciais.....	8
2.1.1 Irradiação	8
2.1.2 Telhado e Sala da Caldeira	10
2.1.3 Produção de água quente	10
2.2 Componentes.....	11
2.2.1 Colectores	11
2.2.2 Circuito solar	12
2.2.3 Depósitos	13
2.3 Sistemas	14
2.3.1 Sistemas de Termosifão.....	14
2.3.2 Um ou dois sistemas de armazenamento	15
2.3.3 Sistema com depósito de acumulação e depósito de água potável	15
Capítulo 3 – Planeamento e Dimensionamento	16
3.1 Parâmetros Essenciais	16
3.1.1 Fracção solar e eficiência do sistema	16
3.1.2 Disposição/orientação do telhado	17
3.1.3 Importância e controlo da sombra (sombreado).....	17
3.1.4 Procura de água quente.....	18
3.2 Dimensionamento.....	19
3.2.1 Área de superfície de colector e volume de armazenamento (Regras Gerais)	19
3.3 O software T*SOLcamp.....	19
3.3.1. Características/Funcionalidades.....	20
3.3.2 Cálculo de exemplo	20



Capítulo 4 - Instalação de sistemas solares térmicos	23
4.1 Conselhos práticos uteis para a instalação de sistemas	23
4.1.1 Montagem dos colectores.....	23
4.1.2 Montagem do circuito solar	26
4.1.3 Montagem dos depósitos.....	27
4.2 – Execução, serviços e manutenção de uma instalação solar	28
4.2.1 Arranque	28
4.2.2 Monitorização e Manutenção	30
4.2.2.1 Inspeção Visual	30
4.2.2.2 Monitorização dos Parâmetros do Sistema	31
4.2.2.3 Verificação da protecção anti-corrosão e anti-congelamento.....	32
4.2.2.4 Planos de Manutenção.....	32
4.2.3 Protocolo de aceitação.....	35
Capítulo 5 – Despesas e rendimentos	35
5.1 Despesas específicas do Sistema.....	35
5.2 Concessões e subsídios	36
5.2.1 Benefícios Fiscais.....	36
5.3 Balanço energético e rendimentos	36
5.4 Custos com a produção de calor solar e fósfil.....	36
Capítulo 6 – Exemplos de Boas Práticas	37
Parque de Campismo Fusetta	37
Apêndice.....	38



Capítulo 1 - Introdução

1.1 Porquê utilizar a energia solar?

O recurso à energia solar constitui uma realidade desde que existimos. A maior fonte de energia disponível na terra provém do SOL. A energia solar é indispensável para a existência de vida na Terra. Directamente ou indirectamente, toda a energia que nós utilizamos vem do Sol, este irradia cerca de 15.000 vezes mais energia do que aquela que nós usamos. As plantas crescem com a irradiação do Sol e deste modo produzem comida para os animais. Plantas e animais que se decompuseram há milhões de anos atrás, resultaram em petróleo, gás e carvão, isto é, combustíveis fósseis que nós usamos hoje e representam a energia Solar que foi armazenada há muito tempo atrás. Até mesmo a energia nuclear vem do Sol – o Urânio que nós usamos é produto de uma explosão de uma estrela (nova) que aconteceu há bastante tempo atrás.

O sol fornece energia sobre duas formas: **luz e calor**. As pessoas têm usado a energia do sol para construir as suas casas, para que sejam mais luminosas e quentes durante séculos. Hoje em dia, equipamento especial e casas eficientemente projectadas podem capturar energia solar quer para a produção de luz quer para a produção de calor. Com a utilização da energia solar podemos tornar as nossas casas mais confortáveis, tendo presente muitas das vantagens desta energia: redução da dependência de combustíveis fósseis, melhor qualidade do ar, redução das emissões de gases que provocam o efeito de estufa, enquanto a produção e manutenção de sistemas solares estimulam a criação de novos postos de trabalho e desenvolvimento do empreendimento e de empresas.

O Sol tem ainda a vantagem de não lhe enviar a factura do custo de energia no fim do mês, assim que o equipamento se encontre instalado, a energia do Sol é gratuita.

Os dois tipos de tecnologias mais populares para a utilização da energia solar tem aplicações no aquecimento de AQS e módulos fotovoltaicos (PV) solares:

Colectores solares térmicos tipicamente instalados nos telhados, capturam a luz do sol convertendo-a em calor para aquecimento ambiente e/ou aquecimento de água. A maioria dos colectores solares apresenta-se sob a forma de caixas, constituídos pelas seguintes partes:

- o cobertura transparente, que deixam entrar energia solar
- o absorsores, superfícies escuras que captam o calor
- o materiais de isolamento para impedir que o calor escape
- o orifícios ou tubos que levam o ar aquecido ou líquido de dentro do colector para onde pode ser usado ou armazenado.

Módulos fotoeléctricos (PV) solares produzem electricidade a partir da energia proveniente da luz do sol. Provavelmente encontra-se familiarizado com as células de PV que dão poder a muitos relógios e calculadoras. As células são combinadas em módulos e eles produzem corrente eléctrica contínua (CC) que é o mesmo tipo de corrente produzida por baterias. Já que a maioria dos electrodomésticos domésticos funcionam com corrente alternada (CA), um rectificador é usado para transformar a electricidade de CC a CA. A electricidade produzida a partir dos módulos PV pode ser em diferentes aplicações como por exemplo iluminação, aparelhos eléctricos domésticos, para fornecer potência a veículos movidos a energia solar ou simplesmente armazená-la em acumuladores.



A utilização da energia solar é uma actividade empresarial em grande expansão. Nos últimos cinco anos as vendas de soluções fotovoltaicas cresceram em média 40 a 50% por ano a nível mundial, enquanto as soluções solares térmicas crescem cerca dos 35% na Europa. Nos dias de hoje, 49% da procura Europeia de energia é utilizada com os propósitos de aquecimento e arrefecimento, da qual uma grande parte poderia ser produzida utilizando sistemas térmicos solares. De acordo com as previsões, em 2030 prevê-se que a maioria dos edifícios novos sejam exclusivamente aquecidos através da utilização de energia solar térmica e os edifícios existentes serão modernizados com equipamentos solares. Assim, poderemos fazer face a mais de 50% das exigências de aquecimento recorrendo à energia solar.

1.2. Porquê a sua aplicação nos Parques de Campismo?

Os Parques de Campismo representam uma das aplicações mais vantajosas na utilização de sistemas solares térmicos, não só pela coincidência entre a ocupação máxima dos parques de campismo e o fornecimento de energia solar (durante a estação alta de Maio até Outubro ocorre praticamente 75% da irradiação total anual), mas também pelo facto de os proprietários e clientes dos parques de campismo se tornarem promotores do desenvolvimento de um turismo sustentável.

A situação energética nacional traduz-se num sub-aproveitamento das energias renováveis. Para que os sistemas solares em Parques de Campismo sirvam como demonstração de bons modelos para aqueles clientes que contribuem, eles próprios e desta forma, como multiplicadores para a promoção desta tecnologia é necessário ter em consideração uma série de aspectos de dimensionamento, instalação e manutenção.

Para além disso, os campistas adoram estar perto da natureza. Eles apreciam ar fresco, água límpida e bonitas paisagens, desta forma para um parque de campismo uma natureza intacta é uma exigência essencial com vista à satisfação dos campistas e para o sucesso económico.

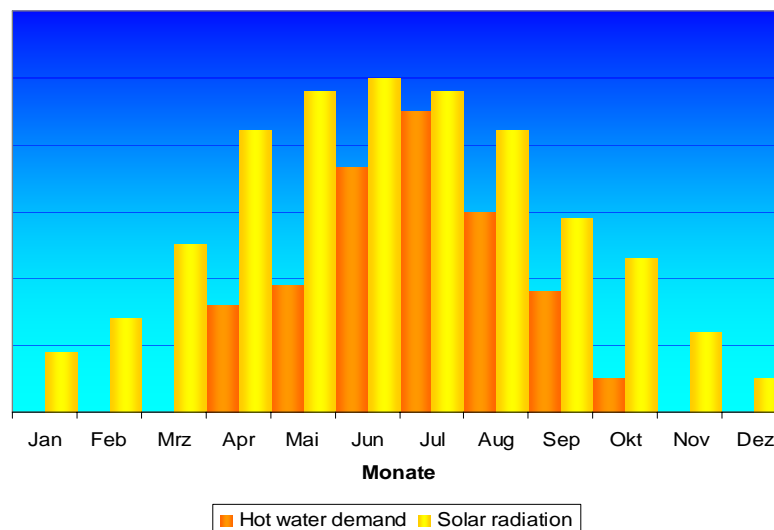


Fig. 1 Coincidência de irradiação solar e procura de água quente num parque de campismo

1.3 O Projecto SOLCAMP

Embora obviamente a produção de água quente através de sistema solar térmico seja, especialmente para parques de campismo, uma solução económica, a utilização de sistemas térmicos solares em parques de campismo é mais ou menos um caso de excepção em vez de rotineiro. Mesmo existindo numerosas concessões e programas de apoio oferecendo atraentes



condições financeiras em muitas regiões europeias, por vezes exclusivamente dedicados a parques de campismo, a resposta é bastante pobre.

Não só nos países do Norte da Europa mas também nas regiões mais a sul ou mesmo na região Mediterrânea com rendimentos altos de isolamento dos sistemas térmicos solares, não se afiguram como um sistema comum para produzir água quente em parques de campismo.

O projecto SOLCAMP aponta para um aumento de instalações térmicas solares em Parques de Campismo. O projecto é co-financiado pela Comissão Europeia dentro da estrutura do programa da Energia Inteligente e tem uma duração de 28 meses (Janeiro de 2006 até Abril de 2008).

1.3.1 Objetivos e destinatários/grupos alvos

O projecto **SolCamp** visa no seu término incrementar o uso de sistemas solares térmicos em parques de campismo. Espera-se que depois da conclusão do projecto, uma média de 10% de todos os Parques de Campismo das regiões participantes estejam equipados com estes sistemas. Esta meta será alcançada, através de *marketing* dirigido ou específico e através da introdução do *SolarCheckCamping* enquanto ferramenta de consulta estandardizada e neutra em cooperação com as associações de campismo. O “SolarCheckCamping” proporcionará aos proprietários dos Parques de Campismo informação e dados de planeamento básicos para os seus parques, livres do interesse de produtores. Servirá como documento fundamental para a decisão de investimento.

O principal grupo alvo do projecto SOLCAMP são os proprietários dos parques. A campanha de promoção para a utilização de sistemas térmicos solares é dirigida a este grupo em cada uma das regiões participantes.

Outro grupo alvo são indivíduos qualificados que operam no planeamento e/ou instalação sistemas de aquecimento, estes serão formados para poder realizar inspecções tipo “SolarCheckCamping”. Os estágios conferir-lhes-ão boas oportunidades para realizar o *feedback* das matérias e para um envolvimento activo no projecto.

1.3.2 O consórcio

Ao lado de DGS (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie) como coordenador do projecto e BVCD e Valentin no lado alemão, os sócios internacionais são da Polónia (ECBREC), Áustria (ESV), Eslovénia (ITI e ApE), Croácia (DOOR), Itália (AGIRE, PEPS, ESCOS, APEA), Espanha (DEPAEX) e Portugal (ARECBA).

1.3.3 Plano de Acção

A implementação do projecto SOLCAMP será realizada segundo padrões idênticos em todas as regiões participantes no projecto. Para o intercâmbio de informação e trocas de experiências entre os parceiros do projecto e das regiões será criado um *website* comum incluindo a criação e difusão de boletins informativos (*newsletters*).

As actividades principais previstas para o desenvolvimento do projecto são as seguintes:

- Análise da Situação (Lista de parques de campismo interessados, lista de empresas solares, esquemas de concessão, entre outros);



- Estabelecimento de uma rede local/regional com a participação de participantes de projecto e outros investidores pertinentes;
- Baseado no software de simulação T*SOL, será produzida e distribuída uma versão mais acessível para uso local/regional. Este *software* representa a ferramenta principal a ser utilizada pelos auditores do sistema;
- Formação de "SolarCheckers" (técnicos especializados) em cada região participante;
- Inspeções realizadas por peritos independentes e atribuição de uma etiqueta de qualidade "SolCamp".

As actividades serão publicadas respectivamente no *website* do projecto www.solcamp.eu e nos *websites* do SOLCAMP nacionais.

Capítulo 2 – Sistemas Solares Térmicos para Parques de Campismo

2.1 Condições essenciais

Antes de utilizar a energia solar em parques de campismo terá que se considerar as condições limite de relevância, isto é, a quantidade de irradiação no local, a área disponível para instalação do colector no telhado, a montagem do próprio sistema de armazenamento em local adequado e a possibilidade de combinar o sistema de aquecimento existente com o sistema solar.

2.1.1 Irradiação

Definições e natureza de radiação solar

A energia irradiada pelo sol é o resultado da fusão termonuclear na qual o hidrogénio é transformado em hélio.

"O Sol tem trabalhado", com a mesma capacidade, continuamente desde há 5 biliões de anos, desta forma poderemos supor que a radiação solar continuará a ser a fonte de energia e vida na Terra durante os próximos biliões de anos. Contrariamente aos combustíveis fósseis cujos recursos só durarão as próximas dúzias de anos (crude) ou próximas centenas de anos (carvão), poderemos supor que **o Sol será uma fonte inesgotável de energia. A radiação solar é simultaneamente fonte de energia renovável** porque durante os próximos biliões de anos, estará a chegar diariamente e de forma espontânea à Terra. A utilização da radiação solar é ao contrário do uso de combustíveis fósseis (que foram gerados previamente e também, através da energia do Sol, mas estão sendo consumidos de forma irreversível) um processo independente e não diminui os recursos de energia para as gerações futuras.

Na prática, a quantidade de energia solar na superfície do solo é expressa pela densidade de fluxo de radiação (irradiação) numa unidade de superfície e é denotada por: I – irradiação global; I_b – irradiação directa; I_d – irradiação difusa. A unidade de densidade de fluxo de radiação solar é W/m^2 .

Do ponto de vista da energia solar, os parâmetros mais importantes que determinam o potencial teórico e a possibilidade prática de utilização da energia solar, são: irradiação (valores temporários) expressou em W/m^2 e a irradiação que corresponde à energia da radiação solar que alcança a superfície do solo, durante um período especificado (hora, dia,

mês, ano) e expresso em J/m^2 ou $\frac{kW \cdot h}{m^2}$.



Irradiação solar em Portugal ¹

A distribuição de irradiação solar em Portugal encontra-se repartida em diferentes áreas como é mostrado na fig. 2.

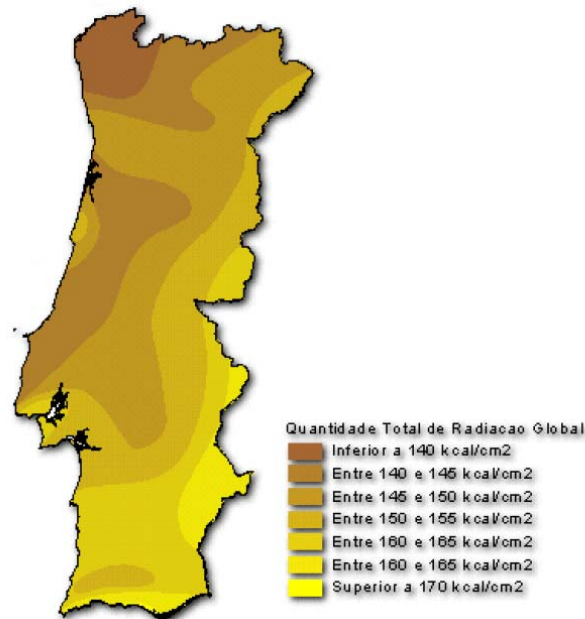


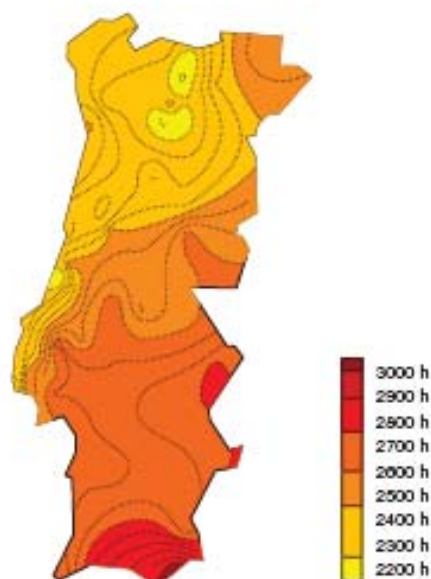
Fig. 2. Repartição de Portugal em regiões com a mesma quantidade de radiação solar global anual.

A região mais atraente de Portugal, tendo em conta a irradiação solar superior a 170 kcal/cm²) corresponde aproximadamente à região do Algarve e Alentejo Interior.

As regiões interiores do Ribatejo, Beiras Baixa e Alta e a região do Douro recebem uma irradiação solar global anual entre os 140 e os 155 kcal/cm².

O menor influxo de radiação solar surge nas regiões da Estremadura, da Beira Litoral e do Minho, com um fluxo anual inferior a 140 kcal/cm².

Para além da irradiação solar global, o número de horas de luz (insolação) é também importante, em Portugal estes valores variam entre 1.800 e as 3.100 horas ano, como se pode observar pela figura seguinte:



¹ Atlas do Ambiente, Instituto do ambiente



Os dados acima referidos poderiam ser utilizados para cálculos exactos dos sistemas de aquecimento solares. Mas, frequentemente, são necessários cálculos mais precisos.

Para a região de Lisboa, são considerados os parâmetros climáticos comuns para cálculos adicionais, como mostrado na tabela 1.

Tabela 1. Dados climáticos da região de Lisboa

Items	Ano I-XII	Semestre de Verão IV-IX	Semestre de Inverno X-III	Estação de verão VI-VIII
Irradiação, MWh/m ²	197,9	136,3	61,6	75,8
Média diária de irradiação, MWh/m ²	0,5	0,7	0,3	0,8
Ângulo óptimo de incidência na superfície dos colectores solares, β°	45	30	50	<30

2.1.2 Telhado e Sala da Caldeira

Logo no início do planeamento do sistema é importante registrar com precisão as condições no local (veja Apêndice A). No casos dos telhados temo-nos de certificar dos seguintes pontos:

- A área do telhado é suficiente para a superfície colectora planeada?
- O telhado onde os colectores deveriam ser montados encontram-se ensombrados ou obscurecidos por árvores, partes do edifício ou por outros edifícios?
- Pode-se caminhar em cima do telhado (telhas frágeis)?
- Telhado plano: a superfície do telhado suporta a carga (telhado frágil)?

As outras condições importantes a verificar aquando do transporte e montagem da caldeira ou das caldeiras na respectiva sala são:

- Comprimento do espaço da instalação solar?
- Diâmetro e dimensão do depósito de acumulação?
- Largura mínima da porta?
- Como será transportado o armazenamento solar até ao local de instalação?

2.1.3 Produção de água quente

Em parques de campismo a produção de água quente é administrada normalmente por uma central de água quente que aquece o sistema e que consiste num aquecedor a óleo ou a gás em combinação com um ou mais depósitos cheios de água quente doméstica. No caso de uma distância mais longa do depósito até aos chuveiros é instalado um tubo de circulação secundário. Se o volume de armazenamento for suficientemente grande para conter o consumo de água quente diariamente o aquecedor carregará o armazenamento apenas uma vez por dia.

A integração de um sistema solar térmico no sistema de água quente existente requer, na maioria dos casos, uma ligação hidráulica através de permutadores de calor externos em combinação com um depósito de acumulação adicional ou depósitos de água quente doméstica, assim existe a necessidade de se verificar se o depósito existente é adequado para a integração no sistema solar.

2.2 Componentes

2.2.1 Colectores

Colectores sem cobertura

O tipo mais simples de colectores solares são os colectores sem cobertura, estes não têm nem cobertura transparente nem caixa de colector isolada térmicamente, consistindo apenas numa placa absorvedora. Os colectores sem cobertura podem ser encontrados em diversas aplicações, nomeadamente no aquecimento de água de piscinas mas também em parques de campismo, nas regiões do Mediterrâneo, sem baixas temperaturas onde os absorvedores podem ser usados.

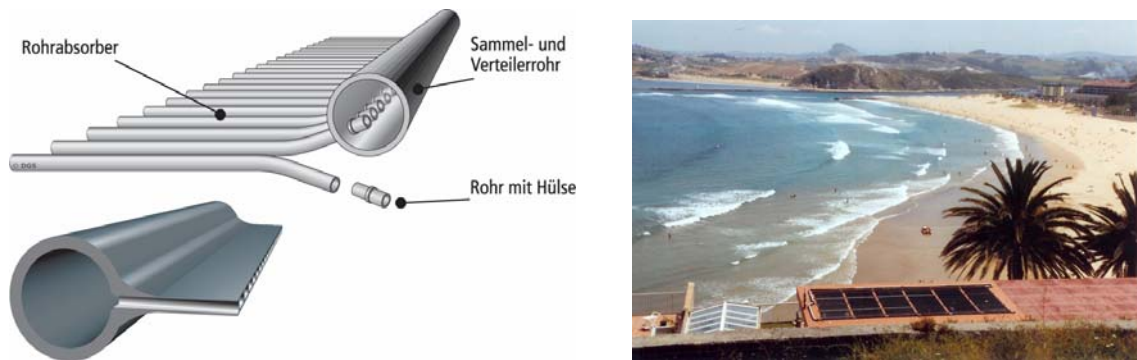


Fig. 3 Exemplo de absorvente e instalação de absorvente pelo mar

Colectores Planos

Praticamente todos os colectores planos com cobertura transparente de vidro disponíveis no mercado são constituídos como o representado na Fig. 4, numa placa absorvedora de metal alojada numa armadura rectangular plana. O colector encontra-se térmicamente isolado na sua parte inferior e nas extremidades e é provido com uma cobertura transparente na superfície superior. Dois tubos ligados para alimentação e retorno do processo de transferência térmica estão colocados, normalmente, nos lados do colector.

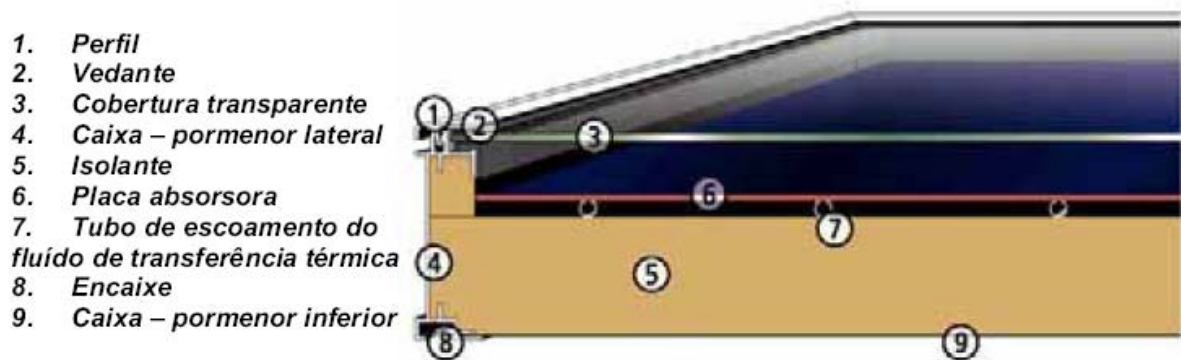


Fig. 4 Corte transversal de um colector plano

A função do colector é conseguir converter a maior quantidade de radiação solar disponível em calor e transferi-lo com o maior rendimento térmico possível. O absorvedor é, portanto, provido de uma elevada capacidade de absorção de luz e da mais baixa emissão térmica possível. Estas características são alcançadas utilizando uma cobertura espectral selectiva.



Fig. 5 Comportamento de absorção e emissão de superfícies diferentes

Colectores de tubo de vácuo

De forma a reduzir as perdas térmicas do colectores, tubos de vidro (com absorvedores internos) são sujeitos a vácuo. Para suprimir completamente perdas térmicas por convecção, a pressão dentro dos tubos de vidro deve ser pelo menos de 10^{-2} bar. Para a evacuação dos tubos dos colectores, o absorvedor pode ser instalado de forma plana, como tiras metálicas na parte superior ou ainda como uma camada aplicada a um bolbo de vidro interno.

Como a área de captação requerida pelos colectores de tubo de vácuo representa 1/3 menos comparativamente aos colectores planos, poderão ser seleccionados para a instalação nos parques de campismo se o telhado não for grande o suficiente para perfazer a área de captação necessária para a instalação de colectores planos.



Fig. 6 O princípio do isolamento térmico de vácuo e corte longitudinal cruzado do tubo de Sidney (CPC)

2.2.2 Circuito solar

O calor gerado no colectores é transportado para o depósito solar através do circuito solar. Este é constituído pelo elementos seguintes:

- O sistema de tubos isolado que liga os colectores do telhado aos depósitos;
- O fluido de transferência térmica ou meio de transporte que transporta o calor do colectores para o depósito de armazenamento;
- A bomba solar que permite a circulação do fluido solar no circuito solar (termosifão e sistemas CIS não dispõem de bomba);
- O permutador de calor de circuito solar (externo ou interno) que transfere o calor para o depósito de água quente;
- Os acessórios e equipamentos para enchimento, esvaziamento e drenagem;
- Os equipamentos de segurança, o vaso de expansão e válvula de segurança protegem o sistema de danos (vazamento) causados pela expansão do volume ou pressões altas.

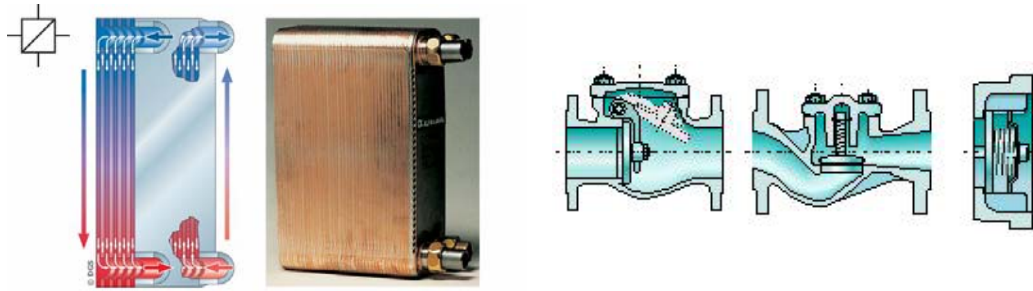


Fig. 7 Permutador de calor externo e Válvula de anti-retorno

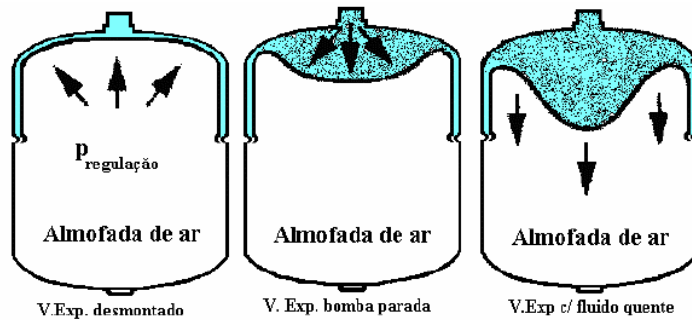


Fig 8 Condições operacionais diferentes em vasos de expansão por membrana (MEV – Membrane Expansion Vessels)

2.2.3 Depósitos

A energia fornecida pelo Sol não pode ser controlada e raramente coincide com o calor que é requerido, embora o perfil de consumo mensal de água quente mostre ser razoavelmente coincidente com o nível de irradiação solar (ver fig. 1). Assim, é necessário armazenar o calor solar gerado para ser utilizado quando existir essa necessidade.

Normalmente faz-se a distinção dos depósitos de calor entre aqueles com água quente doméstica e aqueles que se encontram cheios com água aquecida (depósitos de acumulação). Depósitos de águas quentes domésticas incluem dois permutadores de calor para duas fontes de calor (bivalente): um permutador de calor solar e um permutador de calor adicional para a caldeira de aquecimento.

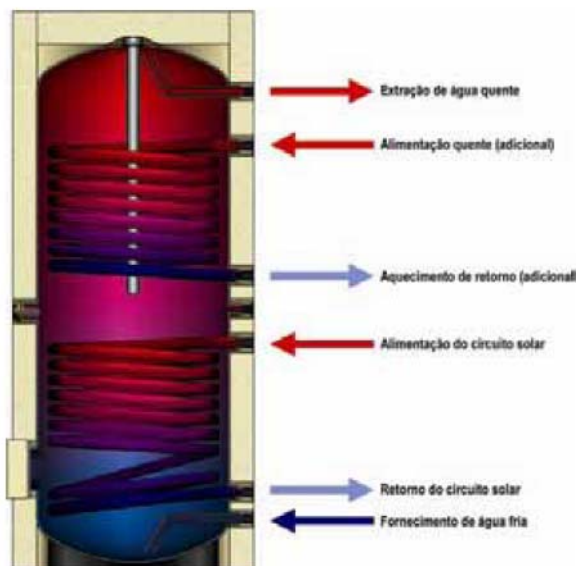


Fig. 9 Modelo vertical de tanque solar com permutador de calor auxiliar.



O depósito de acumulação de calor auxiliar pode ser ventilado ou não e cheio com água aquecida. O calor armazenado neles pode ser alimentado directamente ao sistema de aquecimento (suporte de aquecimento) ou pode ser transferido por um permutador de calor ao depósito de água quente doméstica.

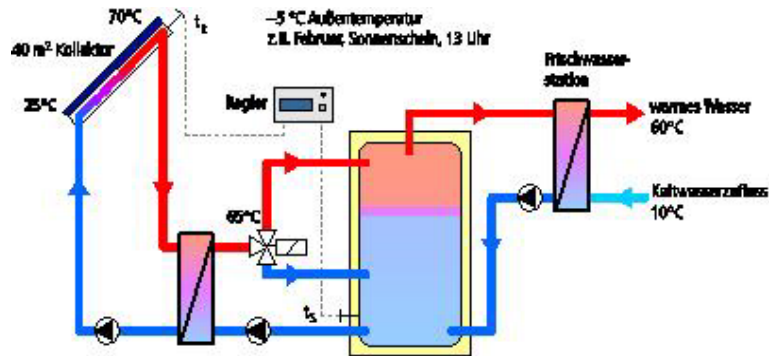


Fig. 10 Depósito de acumulação com carga de água a diferentes alturas

2.3 Sistemas

2.3.1 Sistemas de Termosifão

Sistemas de termosifão não requerem bombas, neste caso a gravidade é usada para transporte do líquido, considerando que os sistemas com circulação forçada requerem bombas de circulação para este propósito. Dependendo mais ou menos da procura de água quente, estes sistemas poderiam ser combinados. Neste caso, o fluido em contacto com o absorvedor aquece e a sua densidade diminui, o que permite a sua ascensão até ao depósito sendo substituído no interior do colector pelo fluido de transferência térmica mais frio, proveniente do fundo do depósito. Desta forma estabelece-se um sistema natural de circulação.

Este tipo de sistema é preferível para pequenas instalações e quando o depósito puder ser colocado a um nível superior ao dos colectores.

Os sistemas de termosifão são o tipo mais comum na Europa do Sul.

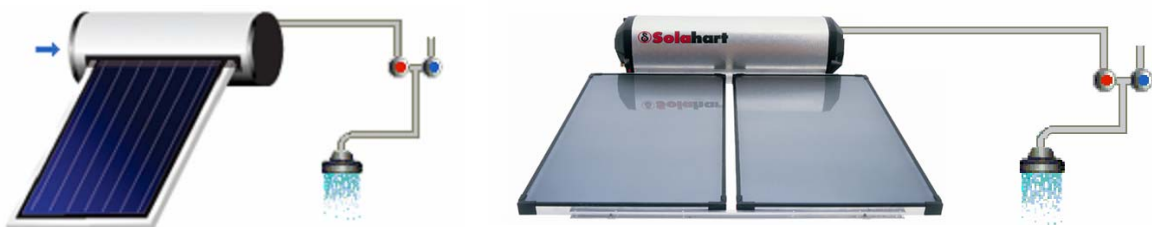


Fig. 11 Sistemas de Termosifão

2.3.2 Um ou dois sistemas de armazenamento

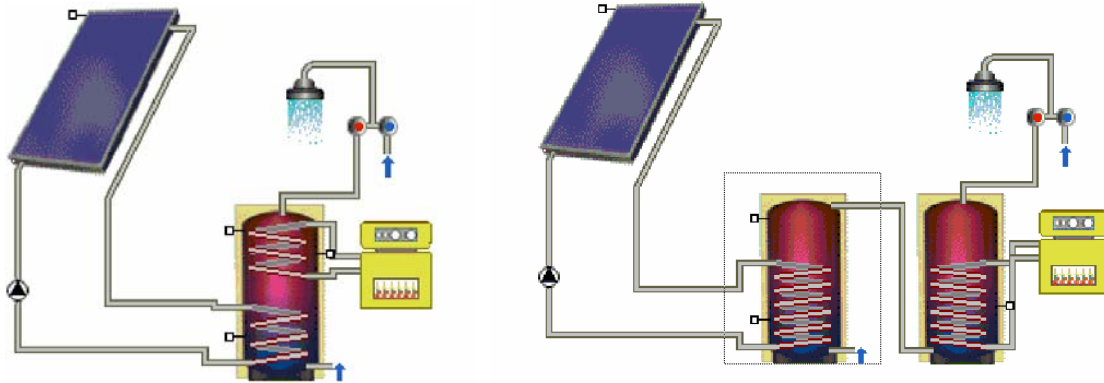


Fig. 12 Um ou dois sistemas de armazenamento

O sistema de armazenamento é o clássico para sistemas solares padrões e só é aplicável para parques de campismo (até 50 utentes) bastante pequenos. A água doméstica tem que ser aquecida uma vez por dia até 60°C no caso de desinfecção térmica.

Se o parque de campismo é maior que o volume de armazenamento necessário, este tem que ser aumentado e assim, instalados dois ou mais depósitos. Neste âmbito, uma rede hidráulica conveniente deveria ser implementada. Se os depósitos estão cheios com água doméstica, uma desinfecção térmica tem que também ser realizada.

2.3.3 Sistema com depósito de acumulação e depósito de água potável

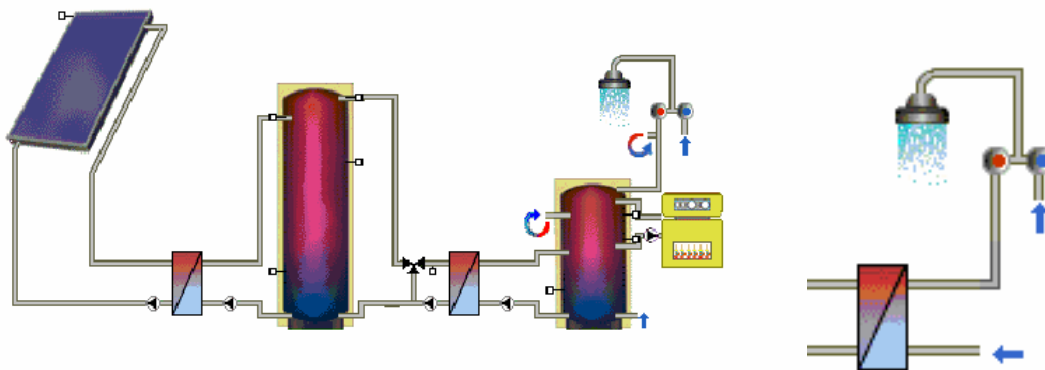


Fig. 13 Sistema com depósito de acumulação, depósito auxiliar e uma estação de água doce

No caso de parques de campismo com maior dimensão, onde são necessários milhares de litros de volume de água armazenada, será suficiente criar uma partição nos depósitos de acumulação e reservatórios de água quente domésticas.

Uma das vantagens deste sistema é que só o espaço mais pequeno, com tanque cheio de água doméstica, tem que ser aquecido apenas uma vez por dia para desinfecção térmica.

Conjuntamente à condução da água quente doméstica a partir de um tanque auxiliar, esta também pode ser produzida por uma estação de água potável através de um permutador de calor externo altamente eficiente.



Capítulo 3 – Planeamento e Dimensionamento

3.1 Parâmetros Essenciais

3.1.1 Fracção solar e eficiência do sistema

O objectivo de desígnio comum é que um termo-acumulador de água solar para um parque de campismo deveria fazer face às necessidades recorrendo à energia solar de uma elevada percentagem (> 60%) durante o período de operação. Este facto produz efeito no aumento do tempo que a caldeira de aquecimento possa permanecer inactiva, durante a maioria do período. Deste modo, não só o ambiente é protegido, como existe uma redução do custo de exploração e um aumento da vida da caldeira de aquecimento.

A contribuição de energia solar será descrita pelos seguintes parâmetros:

Fracção Solar (SF), sendo esta contribuição definida como a taxa de calor produzida pelo sistema solar da energia total requerida para o aquecimento da água quente.

Eficiência do sistema (SE), definida pela razão de rendimento de calor solar para a irradiação global na superfície do absorvedor, relativamente a um dado período de tempo.

$$SF = Q_s / (Q_s + Q_{aux}) \times 100$$

$$SE = Q_s / (E_G A) \times 100$$

Q_s = rendimento de calor solar (kwh. / a)

Q_{aux} = exigências de aquecimento auxiliar (kwh. / a)

E_G = irradiação solar total anual (kwh. / a)

A = área de superfície do absorvedor (m^2)

A eficiência do sistema é fortemente dependente da fracção solar e descreve o desempenho de um sistema.

Se a fracção solar é aumentada, através do incremento da área de colectores, a eficiência do sistema reduz-se e cada Kilowatt-hora adicional que se ganha fica mais dispendioso. Este contra efeito das duas variáveis pode ser observado na figura 14.

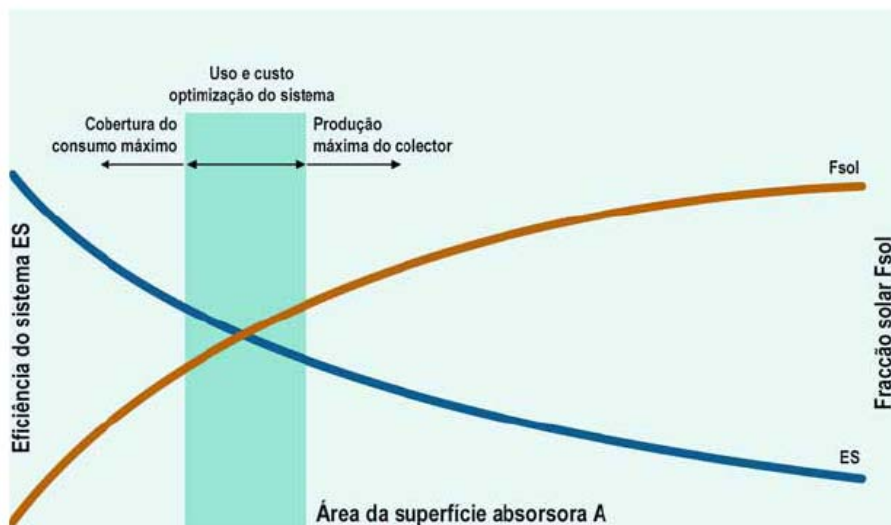


Fig. 14 Fracção solar e eficiência do sistema



3.1.2 Disposição/orientação do telhado

E sobre a influência do alinhamento do telhado e da inclinação na insolação? A figura 15 mostra os valores mensurados na Europa central relativos à média anual calculada dos totais de irradiação solar global para diferentes orientações das superfícies. As isolinhas de irradiação global são dadas em kWh/m² por ano. O eixo horizontal determina o alinhamento enquanto o eixo vertical representa o ângulo de orientação.

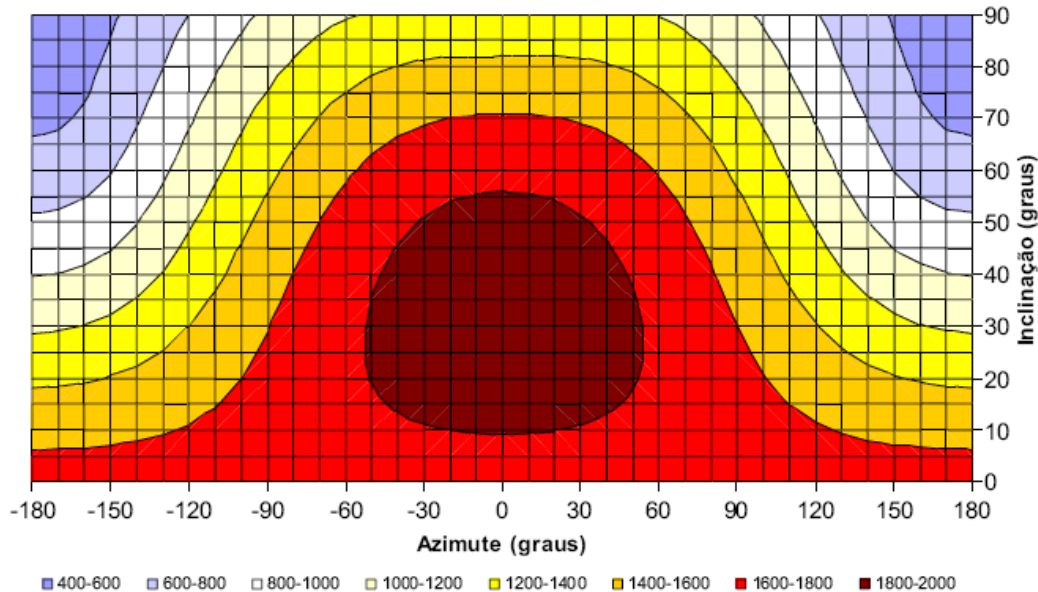


Fig. 15 Total anual de irradiação solar global para superfícies receptoras diferentemente orientadas

De acordo com a média anual, a irradiação óptima acontece com um alinhamento ao Sul ($a=0^\circ$) e uma inclinação de $b=30^\circ$. Podemos também observar no gráfico que uma discrepância do óptimo no alinhamento dos colectores pode ser tolerada até uma larga escala, desde que não exista nenhuma perda significativa de radiação. De um modo geral, para regiões da Europa central (latitudes de cerca de 50°N) qualquer ângulo do colector entre 30° e 60° em combinação com uma orientação entre sudeste e sudoeste terá quase uma óptima irradiação.

3.1.3 Importância e controlo da sombra (sombreado)

O sombreado reduz o rendimento de um sistema solar térmico. Para contabilizar a influência das sombras devidas aos obstáculos (casas, árvores etc.) nas superfícies receptoras, podem ser utilizados métodos diferentes. Para além de métodos gráficos e fotográficos, o mais comum e o processo mais adequado para parques de campismo é o método através da ajuda do computador.

São fornecidos vários programas de simulação com os simuladores de sombra, por exemplo o T*SOL, GETSOLAR e SUNDI. Depois de determinar os ângulos de elevação e azimute dos objectos importantes, a influência da sombra pode ser directamente calculada através das funcionalidades do sistema de simulação. Este método produz resultados mais precisos que os outros dois métodos anteriormente mencionados. No caso do T*SOLcamp (veja capítulo 3.3) o sombreado poderia ser considerado seleccionando um dos cenários de sombreado incluídos no programa.



3.1.4 Procura de água quente

O consumo de água quente dos utentes de um parque de campismo é uma variável fundamental para o correcto planeamento do sistema. Se não for possível determinar esse consumo, o mesmo deve ser estimado de forma mais aproximada possível.

Não só a quantidade de água quente consumida é de extremo interesse mas, também, o perfil do consumo dessa água quente.

A fim de determinar os requerimentos necessários, deveria ser testada a possibilidade de economizar água doméstica (por exemplo através do uso de acessórios adequados para a economia de água e energia). Uma temperatura de água inferior significa um aumento no rendimento de todo o sistema, para além um investimento inferior uma vez que sistema de energia será menor.

Contudo, não é possível calcular o consumo de água quente de um parque de campismo com precisão, já que a diferenças individuais são enormes devido aos diferentes números e distribuição de turistas e ocupantes permanentes, equipamentos sanitários diferentes (mais ou menos luxuosos) etc.

Se for conhecido o consumo de energia anual para a produção de água quente, pode recalcular-se a quantidade anual de água quente através da seguinte fórmula:

$$Q_{HW} = E_{fos} \times f \times \mu_{sys}$$

$$V_{HW} = Q_{HW} / (c_w \times dT)$$

Q_{HW} = exigências/necessidades de calor medido (kWh/a)

E_{fos} = Quantidade de consumo de combustível por ano em m³ de gás ou litros de petróleo

f = factor de conversão que converte m³ de gás ou litros de petróleo em kWh.

μ_{sys} = eficiência do sistema de aquecimento (-)

V_{HW} = quantidade de água quente (l/a ou kg/a)

c_w = capacidade de calor específica de água (= 1.16 Wh / kgK)

dT = diferença de temperatura entre água quente e água fria

Exemplo:

O consumo de energia de Gás para produzir água quente é de 7.500 m³ por ano. A temperatura de água quente (temperatura de armazenamento exigida) é de 55°C, a temperatura média da água fria é de 15°C. O sistema de aquecimento consiste num aquecedor com uma eficiência de sistema de 80%.

$$\begin{aligned} Q_{HW} &= 7.500 \text{ (m}^3 \text{ /a)} \times 10 \text{ (kWh/ m}^3\text{)} \times 0,8 \\ &= 60.000 \text{ kWh/ a} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{HW} &= 60.000 \text{ (kWh /a)} / (1.16 \text{ (Wh/kgK)} \times 40 \text{ (K)}) \\ &= 1.293.000 \text{ kg/a} \\ &= 1.293 \text{ m}^3 \text{ /a} \\ &= 3.542 \text{ litros/d (55}^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

Se não existem dados de consumo de energia disponíveis, a experiência demonstra que o consumo de médio de água quente diário num parque de campismo varia desde 15 a 30 litros (60°C) por turista e por dia. Uma média de 20 litros (60°C) por dia será o valor assumido de referência.



Um perfil de consumo de água quente típico (anual, semanal e diário) de um parque de campismo é mostrado na figura 16.

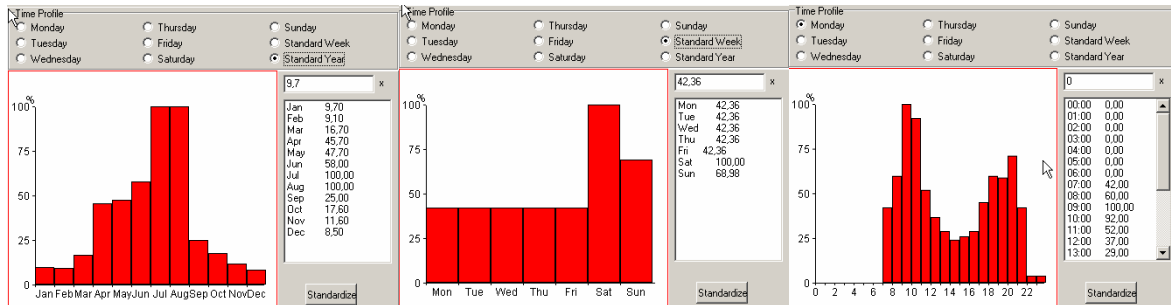


Fig. 16 Perfil de consumo de água quente típico num parque de campismo

3.2 Dimensionamento

O objectivo global ao dimensionar um sistema solar para um parque de campismo consiste em determinar a área de superfície do colectador e volume de armazenamento apropriados que permitam fazer face às necessidades de água quente durante os meses de Verão através de uma fracção solar elevada, de cerca de 75%.

3.2.1 Área de superfície de colectador e volume de armazenamento (Regras Gerais)

A experiência mostrou que a seguinte regra geral da área de superfície do colectador e volume de armazenamento do depósito atinge o objectivo global de alto grau da fracção solar sem produzir quaisquer excedentes utilizáveis num mês muito ensolarado:

0,2 - 0,3 m² o colectador plano por turista

50 - 100 litros volume de armazenamento do depósito por m² de área de superfície do colectador

Estas regras experimentais tornam-se úteis para realizar um primeiro teste no caso do telhado do edificio sanitário ser suficientemente grande. Um cálculo mais preciso poderia ser elaborado com um programa informático adequado como o T*SOLcamp (veja próximo capítulo).

3.3 O software T*SOLcamp

O T*SOLcamp é o mais rápido e fácil programa para sistemas de água térmicos solares. Foi desenvolvido no âmbito do projecto SOLCAMP pelo parceiro alemão *Valentin Energiesoftware GmbH*. É a escolha correcta para Solarchekers (Inspectores Solares) que necessitam de uma ferramenta segura para projectar sistemas térmicos solares rapidamente e de forma precisa. Vários sistemas diferentes podem ser seleccionados para abastecimento de água quente. O programa tem uma *interface* simples, necessitando apenas de alguns passos simples com caixas de diálogo claras, permitindo trabalhar rápida e eficazmente.



3.3.1. Características/Funcionalidades

Com o T*SOLcamp é possível utilizar os símbolos, simplesmente, a partir da barra de navegação para entrar directamente na posição correspondente no programa. Você também pode usar os botões “Continue” e “Back” para trabalhar pelo programa desde o início até ao fim, de forma a não perder nenhuma entrada. O T*SOLcamp oferece uma selecção de 4 sistemas de cálculo diferentes diferentes. Para o fornecimento de água quente, há um sistema de termosifão, um sistema bivalente (depósito gémeo) com um tanque de armazenamento e um sistema de dois tanques com um tanque solar e outro auxiliar para além de um amplo Sistema.

O T*SOLcamp é uma ferramenta de dimensionamento segura que calcula a área do colector e o volume do tanque de armazenamento, de forma a evitar os erros dimensionamento. O número exigido de colectores, seleccionado de cinco tipos de colectores diferentes, é determinado introduzindo a exigência de água quente ou o número de turistas do parque de campismo.

O T*SOL camp tem uma vasta selecção de dados climáticos para vários locais na Europa e no Mundo. Depois de introduzir a inclinação e orientação, é levado a cabo um cálculo detalhado do rendimento, para os componentes de sistema seleccionados. O cálculo está baseado nos algoritmos de cálculo presentes no T*SOL®. O T*SOLcamp produz um relatório de projecto simples para os seus clientes com apresentação clara dos dados de sistema e resultados, assim como uma avaliação do sistema. O relatório pode ser impresso ou ser enviado como anexo por e-mail em formato pdf.

3.3.2 Cálculo de exemplo

Cálculo de um sistema solar térmico para um suposto parque de campismo, com os seguintes elementos:

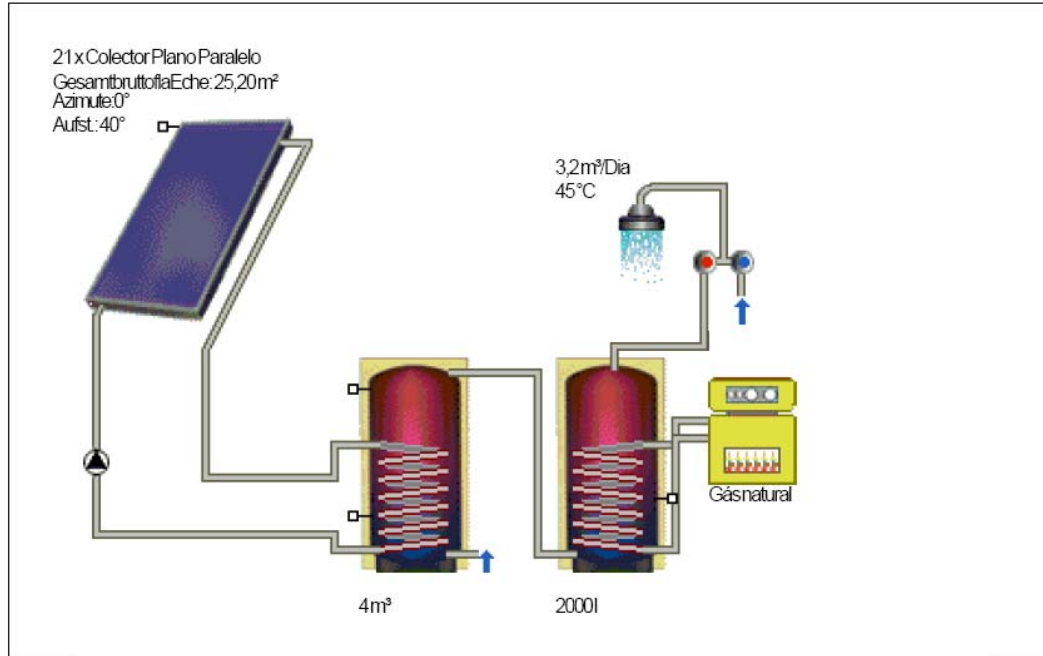
- Local do parque: Cidade de Beja
- Período de operação: 1 Abril até 31 Outubro
- Número de turistas: 160
- Procura de água quente: 20 litros por dia (45°C) e por turista
- Disposição do telhado das instalações sanitárias: inclinação 40°, orientação Sul (0°)
- Sistema de água quente existente: Aquecedor a gás, armazenamento de água quente doméstico de 2.000 litros
- Objectivo de Cálculo: fracção solar de 60%

Resultados dos cálculos (veja fig. 17, 18):

Para alcançar uma fracção solar de 60%, tem de ser instalado um segundo depósito (Volume 4.000 litros) e é necessária uma área de superfície de colectores planos de 21 m². As poupanças de gás natural anuais são aproximadamente de 2.157,1 m³, sendo a redução da emissão de CO₂ de cerca de 4,5 toneladas por ano.



Projecto 1



In cio do Período: 01-04-06 Final do Período: 31-10-06

Irradia�o da área de superfície do coletor:	27,45 MWh	1306,92 kWh/m ²
Energia produzida pelos colectores:	16,86 MWh	802,7 kWh/m ²
Energia Produzida pelo Circuito Fechado do Coletor:	16,61 MWh	790,94 kWh/m ²
Necessidade Energética para Aquecimento de AQS	26,95 MWh	
Fonte de Energia para Aquecimento de AQS:	24,91 MWh	
Contribui�o Solar para AQS:	16,22 MWh	
Energia do Aquecimento Auxiliar	10,03 MWh	

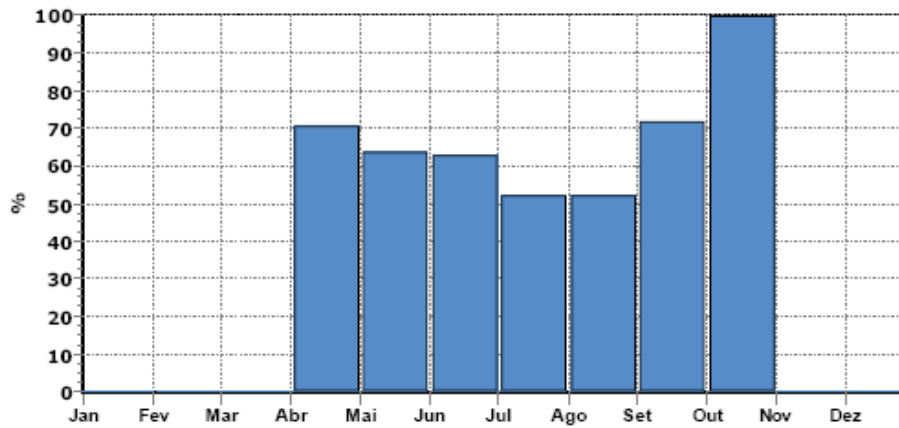
Gás Natural Poupanças: 2.157,1 m³
Emissões de CO2 evitadas: 4.561,6 kg

Frac o Solar AQS: 61,8 %
Ef ci ncia do Sistema 59,1 %

Fig. 17: Relatório sumário do cálculo do T*SOL camp



Fracção solar



	Irradiação sobre a Superfície do Colector [kWh]	Energia Produzida pelo Circuito do Colector [kWh]	Disponível Energy [kWh]	Fracção solar [%]	Emissões de CO2 evitadas [Kg]
Jan	0	0	0	0	0
Fev	0	0	0	0	0
Mar	0	0	0	0	0
Abr	3330	1808	2311	71	400
Mai	3897	2310	3489	64	634
Jun	3998	2486	3796	63	723
Jul	4426	2968	5528	52	872
Ago	4445	3019	5472	52	869
Set	3906	2489	3180	72	695
Out	3443	1529	1137	100	369
Nov	0	0	0	0	0
Dez	0	0	0	0	0
Ano	27445	16610	24913	61,8	4562

A fracção solar é determinada aritmeticamente para cada hora do ano e para um mês, de acordo com os valores acima tabelados. Mesmo se a energia total produzida pelo sistema solar neste mês for superior às necessidades energéticas para este mês, a fracção solar média pode ainda ser menor que 100%.

Estes cálculos foram realizados por T*SOL camp, o programa de simulação para sistemas solares térmicos. O diagrama esquemático da instalação não substitui o dimensionamento técnico completo da instalação Solar Térmica.

Financiado por:



Fig. 18 Resultados mensais do cálculo



Capítulo 4 - Instalação de sistemas solares térmicos

4.1 Conselhos práticos uteis para a instalação de sistemas

O estabelecimento final da posição do colector, o traçado e o trajecto dos tubos pela casa e o local do depósito deverão ser acordados com o cliente. O trajecto do colector é estabelecido, os componentes frágeis ou sensíveis são convenientemente acomodados e acondicionados e fixos (por exemplo, uma instalação de vidro por baixo do trajecto do colector ou utilizar tabuado para proteger a posição de montagem no telhado da queda de objectos) para além de bloquear as passagens, se necessário. São transportados os materiais e ferramentas requeridos para a instalação à garagem ou ao porão ou cave (se disponível) e são armazenadas lá.

4.1.1 Montagem dos colectores

Em princípio, os colectores podem ser:

- Montados em telhados inclinados
- Integrados em telhados lançados
- Montado num telhado plano ou superfícies livres

Montagem em telhado inclinado



Fig.19 Colector plano montado num telhado

As vantagens de instalação no telhado são as seguintes:

- Instalação rápida e simples e como tal mais barata
- A cobertura do telhado permanece isolada



As desvantagens de instalação no telhado são as seguintes:

- Carga de telhado adicional (aproximadamente 20-25 kgs / m² de superfície de coletor para os colectores planos e 15-20 kgs / m² para colectores de vácuo)
- Esteticamente não tão atraente como a instalação num telhado
- A tubagem é parcialmente instalada sobre o telhado (influência do clima, danos provocados por aves)

Integração em telhado lançado



Fig. 20 Instalação no telhado

As vantagens de instalação neste tipo de telhado são as seguintes:

- Nenhuma carga de telhado adicional é aplicada.
- É esteticamente mais atraente (o revestimento do telhado pode ser pintado de diferentes cores pelos fabricantes).
- Os tubos são colocados por baixa da cobertura de telhado.
- Economia de telhas em construções novas; Telhas de reserva em construções antigas.

As desvantagens de instalação em telhado lançado são as seguintes:

- Materiais e mão-de-obra (montagem) mais caros.
- A cobertura do telhado está partida ou rachada aqui ou ali, criando possíveis pontos fracos.
- Possibilidade de remoção de telhas em excesso (despesas).
- É menos flexível devido à estrutura da cobertura, pelo que deve existir uma maior distância de telhas do cume, janela e envolvente da chaminé.



Montagem num telhado plano



Fig. 21 Colectores colocados num telhado plano, Parque de Campismo da Fuseta

Em princípio, os colectores em telhados planos, deveriam ser fixados num ângulo adequado. Para o efeito, os suportes planos do telhado são feitos de aço galvanizado ou alumínio com os ângulos de fixação correspondentes. Por causa das superfícies que são expostas ao vento, estes colectores devem ser fixados de modo que tenham resistência a cargas mecânicas (de cima para baixo ou deslizando). Existem três opções:

- Contrapesos (limiar de betão, calhas de cascalho, folha de secção de caixa com cascalho). Aproximadamente 100-250 kg/m² de superfície de colector para os colectores planos e aproximadamente 70-180 kg/m² para colectores de tubo (máximo de montagem de 8 m de altura sobre o nível de chão conforme a altura da construção); Para além deste valor são necessárias cargas mais pesadas.
- Fixação com cordas ou cabos. A condição prévia é a disponibilidade de pontos de fixação apropriados.
- Assentar o colector no telhado plano. Determina-se um número adequado de apoios que são aparafusados ao telhado e lacrados. Os fixadores encaixam nestes suportes onde se apoia o telhado plano, que suporta os colectores.

Em todo o caso inicialmente deve ser testada a força de suporte do telhado.

Para a instalação horizontal de colectores de vácuo há duas opções para o alinhamento dos colectores:

- Tubos orientados ao equador (Sul) longitudinalmente; absorção horizontal
- Tubos orientados ao equador (Sul) transversalmente; absorção ajustada pelos aproximadamente 20°-30°.



Fixar com cordas ou cabos não é necessário; apenas são requeridos contrapesos nas esteiras da protecção do edifício (aproximadamente 40 kgs/m² dependentes da altura).

As vantagens são:

- Instalação rápida (baixos custos de instalação) e simples
- Sem custos com as placas
- Nenhuma penetração da cobertura do telhado nos pontos de fixação
- Reduzida carga do telhado devido a contrapesos mais leves, desde que a pressão do vento seja baixa
- No caso de edifícios protegidos o campo do colector tem de ser instalado de forma que não possa ser visto.

As desvantagens são:

- Despesas mais altas para colectores de vácuo
- Rendimento inferior quando o Sol se encontra baixo no horizonte.

4.1.2 Montagem do circuito solar

Os comprovados materiais e técnicas de conexão utilizados para o aquecimento clássico e sanitários podem ser utilizados para instalar o circuito solar, contanto que eles satisfaçam as seguintes exigências:

- Atingir temperaturas de mais de 100°C
- O meio solar é constituído por uma mistura de água e glicol na razão 60:40
- Os acessórios são colocados externamente

Outros pontos a destacar:

- Com temperaturas tão altas, não podem ser usados tubos de plástico por causa da sua reduzida resistência térmica.
- Glicol na presença do zinco conduz à formação de lodos ou lamas.
- O uso de tubos de aço é em princípio possível, no entanto estes tornam dispendioso a montagem (soldagem, dobragem, corte, corte de fios, aplicação de fibras de linho/cânhamo). Estes são usados para grandes sistemas de energia solares.
- Tubos estriados de aço inoxidável raramente são utilizados. São principalmente usados para instalações pré-fabricadas, já que neste caso é possível dispensar a solda. Contudo é um material mais caro do que o tubo de cobre.
- Nos sistemas pequenos, os tubos de cobre são os mais utilizados. Os tipos mais comuns de união das juntas são a soldadura forte e a soldadura branda ou de estanho. Várias soldas e fluxos estão disponíveis para o efeito.

A soldadura branda é permitida até uma temperatura de carga permanente até 110°C. Como estão presentes temperaturas mais elevadas no circuito solar, a soldadura forte é frequentemente utilizada.



Outras técnicas de união disponíveis das juntas:

- Ligações por pressão mecânica, utilizando um grampo que pressiona, o acessório para prensagem (feitos de cobre com elementos herméticos de EPDM). Estas ligações não podem ser retirados e estão ligadas aos tubos de cobre. Esta técnica também é usada para tubos de aço inoxidável.
- Ligação através de anel de fixação, através de ligações aparafusadas que permitem o seccionamento da tubagem, é confiável e resistente à temperatura do glicol.

Considerações para a instalação da tubagem?

- Seleccionar os trajectos mais curtos possíveis;
- Colocar o menor comprimento possível de tubo na área exterior (perdas de calor altas, isolamento térmico mais caro);
- Permitir espaço suficiente para reparar se necessário o isolamento térmico.
- Fornecer opções de ventilação (em número suficiente e com boa acessibilidade).
- Assegurar que o sistema pode ser completamente esvaziado.
- No caso de extensões de tubo longas (aproximadamente 15 m) instalar curvas de expansão.
- Providenciar um isolamento eficiente.

Nunca descure o isolamento térmico. O calor obtido nos colectores tem que passar para o depósito com o menor número possível de perdas, pelo que o isolamento térmico dos tubos é então muito importante. Os factores essenciais são:

- Espessura de isolamento suficiente (até DN20: 20 mm., de DN22 até DN35: 30 mm; para maior diâmetro a espessura de isolamento iguala a largura nominal do tubo, com condutividade térmica, $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)
- Nenhuma abertura no isolamento (isolar também os acessórios, as uniões do tanque etc.)
- Selecção correcta de materiais (resistência de temperatura, UV e resistência climática, baixos valores de capacidade de calor).

4.1.3 Montagem dos depósitos

Na instalação a capacidade de carga do chão tem que ser considerado (o peso do depósito inclui o volume de água). Se o depósito estiver montado no telhado, este pode ter que ser reforçado ou se necessário redistribuir a carga.

O diâmetro do tanque é restringido pela menor porta de passagem para o local de instalação. O isolamento térmico removível é uma vantagem dado que o tanque fica mais estreito e pode ser transportado mais facilmente. Deve ter-se em atenção que os tanques esmaltados são sensíveis ao impacto. A altura do tanque é determinada através da altura livre no local de instalação, porque os desperdícios de água ou tubos aquecidos podem reduzir a altura. Deve ter-se em consideração as dimensões do depósito quando este está inclinado.

Por vezes é instalado um sistema directo de depósitos combinados, em estratos ou camadas, de um único rolo com uma resistência eléctrica (aquecedor) a jusante compatível. Se existir alguma dúvida sobre a melhor opção deve consultar-se os serviços de aconselhamento técnico dos fabricantes. Esta solução é sempre preferível a ter que modificar o sistema mais tarde quando se verificar o incorrecto funcionamento do mesmo.



Nunca descure o isolamento térmico. Além de usar um material isolante de alta qualidade (valor k de cerca de $0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$) é também importante para assegurar uma correcta instalação:

- Usar isolamento térmico para a base do tanque.
- Ajustar de forma correcta a cobertura isolante.
- Reforsar a espessura de cobertura superior a um mínimo de 15 cm.

Deve assegurar-se que o isolamento térmico se encontra bem ajustadi às uniões dos tubos, arestas, abas, rebordos e os supressores e outros equipamentos.

4.2 – Execução, serviços e manutenção de uma instalação solar

4.2.1 Arranque

O arranque do sistema solar prevê inicialmente algumas etapas que a seguir se descrevem:

- Limpeza do circuito solar;
- Verificação de estanquicidade;
- Enchimento com fluido de transferência térmica;
- Preparação das bombas e controlador.

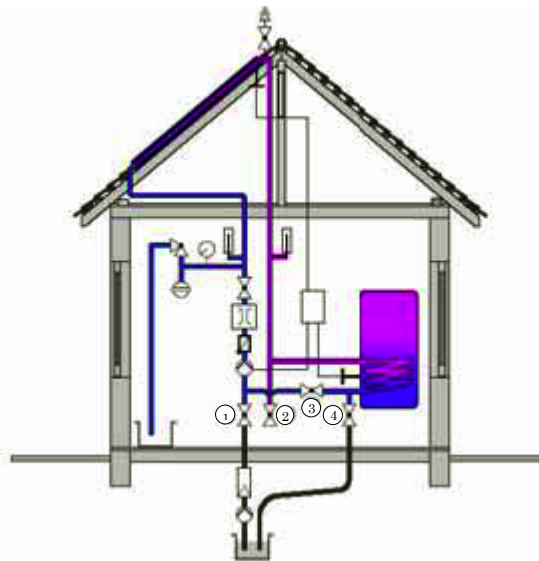


Figura 22- Circuito solar com ligações para esvaziamento e enchimento
Fonte: *Energia Solar Térmica*, Manual sobre tecnologias, projecto e Instalação

Limpeza do circuito solar;

Inicialmente deve proceder-se ao enchimento e esvaziamento da instalação, para efectuar uma limpeza interna de possíveis sujidades e poder detectar e corrigir possíveis fugas. Este enchimento não deve ser efectuado durante o dia com a luz do Sol ou em condições de geada.

Este enchimento deve ser efectuado lentamente da parte inferior para a superior, de forma a evitar a formação de bolsas de ar, sendo efectuado através das torneiras 1 e 2 (ver Figura 22).



A torneira nº1 está ligada à linha de água fria através de uma mangueira, a torneira nº2 serve para drenar. Todos os equipamentos do circuito solar devem ser colocados em aberto (freio de gravidade, válvulas de seccionamento). Finalmente no sentido de limpar o permutador de calor a torneira 2 é fechada, e é colocada uma mangueira na torneira 4 que é aberta enquanto a torneira 3 é fechada. O processo de limpeza deve durar cerca de 10 minutos.



Verificação de estanquicidade

Após a limpeza do circuito deve então proceder-se ao teste de pressão. Para este propósito a torneira 4 é fechada e o sistema é preenchido com água através da torneira 1 (ver Figura 1). O sistema de pressão é elevado até a um valor próximo da pressão de resposta da válvula de segurança – máximo 6 bar. De seguida a torneira 1 é fechada, a bomba é manualmente iniciada e o circuito solar é ventilado através da ventilação da bomba ou dos ventiladores do sistema. Se a pressão baixar significativamente como resultado da purga de líquido, deve ser colocada mais água. O sistema está então preparado para a verificação da estanquicidade (visualmente e manualmente).

Um teste de estanquicidade usando o medidor de pressão não é possível, porque a irradiação causa variações de pressão no circuito, ao longo do dia. O circuito solar pode ser completamente esvaziado, através da abertura das torneiras 1 e 2. Através da medição da quantidade de água que sair, é possível estabelecer a quantidade de anti-congelante necessário para mistura com a água. Dado que alguma quantidade de água permanece no circuito solar (p.e. nos colectores ou no permutador de calor) a medição da quantidade de água deve ter em conta este erro associado. No final do teste de estanquicidade pode-se testar o funcionamento da válvula de segurança através dum aumento da pressão.

Enchimento com fluido de transferência térmica;

Depois de misturar o anti-congelante com água, obtém-se o nível de protecção contra o congelamento desejado, o fluido térmico é bombeado para dentro do circuito solar através da torneira 1 (ver Figura 1).

Dado que este fluido – em contraste com a água – é muito mais prejudicial, é necessário verificar outra vez a estanquicidade do sistema. No que respeita à libertação do ar no circuito solar o procedimento é o seguinte:

- Quando se introduz o fluido térmico no sistema uma grande parte do ar é removido. Para que esta remoção seja efectiva a extremidade da mangueira deve estar completamente submergida nesse fluido. Quando mais nenhuma bolha de ar sair, a torneira 4 pode ser fechada;



- Redução da pressão até à respectiva pressão do sistema (= pressão estática + 0,5 bar) mais uma margem, para perdas de pressão devidas a futuras purgas;
- ligar a bomba de circulação. Ligar e desligar a bomba várias vezes com intervalos de 10 minutos;
- para purgar o ar da bomba de circulação deve ser desaparafusado o parafuso de latão na superfície desta.

Se a pressão cair abaixo da pressão do sistema, como resultado da purga de ar, deve ser adicionado fluído térmico. Depois de vários dias em funcionamento podem fechar-se as válvulas dos ventiladores.

Preparação das bombas e controlador

O fluxo volumétrico em sistemas pequenos é muitas vezes cerca de 40 litros por metro quadrado por hora (operações com elevado fluxo), em sistemas com tanques de armazenamento estratificado é 15 litros por metro quadrado por hora (baixo fluxo de operação). A bomba deve ser capaz de gerar a pressão necessária na gama média de condições de funcionamento. Com a irradiação total obtém-se uma diferença de temperatura de cerca de 10-15 K nas operações de elevado fluxo e 30-50 K nas operações de baixo fluxo, entre as linhas de alimentação e retorno. O fluxo volumétrico actual pode ser controlado com a ajuda de um medidor de caudal.

A diferença de temperatura para arrancar a bomba deve ser de cerca de 5-10 K e para desligar deve ser colocada no controlador uma diferença de temperatura de cerca de 2 K. Deste modo, por um lado o calor gerado no colector é transferido para o tanque de armazenamento a um nível de temperatura usual e por outro lado não é consumida energia desnecessária pela bomba.

4.2.2 Monitorização e Manutenção

Um sistema solar bem dimensionado e executado requer pouca manutenção ao longo do tempo de vida do seu funcionamento. No entanto, o proprietário da instalação deve solicitar garantias não inferiores a 6 anos, devendo o proprietário negociar com o instalador um contrato de manutenção para o período pós-garantia.

Apesar da pouca manutenção, uma verificação regular é contudo recomendada. O trabalho de Manutenção deve ser feito para intervalos de cerca de 2 anos, preferencialmente num dia de Sol de verão. Durante o decorrer da manutenção deve ser avaliado o nível de satisfação dos utilizadores. O trabalho de manutenção deve consistir na elaboração de um relatório com os seguintes detalhes:

- Inspeção Visual
- Verificação da protecção contra congelamento e corrosão
- Monitorização dos parâmetros do Sistema

4.2.2.1 Inspeção Visual

A Inspeção visual tem como objectivos assegurar a correcta operacionalidade da instalação observando alterações visíveis nos colectores e no circuito solar:

Colectores: contaminação, suportes de fixação, ligações, falhas, vidro partido, degradação de vidros/tubos;



Circuito Solar e tanque de armazenamento: tensão do isolamento térmico, falhas, verificação/limpeza de sujidade, pressão;

Apresentam-se na tabela seguinte algumas inspecções visuais que se podem realizar:

Componente	Material	Período (mês)	Inspeção	Quem
Colector	Vidros	6	Condensações, sujidade, e picagens	Utilizador
	Juntas	6	Aparecimento de gretas, deformações, degradação	Utilizador
	Absorvedor	6	Corrosão, deformações, fugas	Utilizador
	Carcaça	6	Deformação, oscilações, furos de respiro e drenagem	Utilizador
	Ligações	6	Aparição de fugas, oxidações	Utilizador
	Estrutura	6	Degradação, indícios de corrosão e aperto dos parafusos	Utilizador
Depósito	Ligações	12	Aparição de oxidações	Utilizador
Isolamento e Tubagem	Isolamento Exterior	6	Degradação, protecção, uniões e ausencia de humidade	Utilizador
	Tubagem e ligações	12	Uniões e ausencia de humidades ou fugas	Utilizador

Recomendações

- Ao proceder à limpeza do vidro do colector deve efectua-la com água só de manhã cedo ou em dias sem sol, uma vez que o choque térmico poderá danificar o vidro;
- Se proceder á verificação ou reparação dos componentes eléctricos, deve desligar sempre o fornecimento de energia eléctrica do sistema;
 - Recomenda-se que se proceda à limpeza do vidro do colector e das válvulas de segurança do sistema, accionando brevemente as válvulas do circuito primário e secundário.

4.2.2.2 Monitorização dos Parâmetros do Sistema

As variáveis do sistema, pressão e temperatura, assim como o controlador devem ser verificados. Durante a operação, a pressão do sistema varia dependendo da temperatura. Depois de ser efectuada uma purga completa a pressão não pode variar mais do que 0,3 bar e nunca deve baixar mais do que a pressão de admissão do vaso de expansão. A diferença de temperatura, em sistemas de elevado fluxo, entre a linha de alimentação e retorno, no caso da irradiação máxima não deve estar acima de 20 K (se estiver acima existe ar no circuito que o bloqueia devido a contaminação) e abaixo de 5K (se estiver abaixo existe depósito de calcário no permutador de calor). O controlador e respectivas funções devem ser testados. Se o controlador foi instalado com um programa de monitorização dos dados, estes podem ser gravados e analisados.

Dos vários dados que podem ser monitorizados destacam-se o número de horas de operação da bomba do sistema solar e a quantidade de energia produzida



A bomba do circuito solar deve ter um tempo de funcionamento anual aproximado de acordo com as horas de luz na respectiva localização e a média anual de calor ganho através do sistema deve ser semelhante à média do local em causa, para o tipo de colectores instalado.

A monitorização de sistemas como forma de avaliação do estado de funcionamento do sistema pode ser efectuada por um período de curta duração, aproximadamente um mês permitindo uma verificação do seu correcto funcionamento e uma confirmação das previsões feitas aquando do dimensionamento do sistema, do seu comportamento médio a longo prazo e da poupança de energia a esperar deste sistema.

Uma correcta e eficaz monitorização dos parâmetros do sistema envolve normalmente o seguinte equipamento:

- piranómetro para medir a intensidade da radiação solar;
- sensores de temperatura;
- medidores de caudal;
- medidores de energia convencional;
- medidores de tempo;
- sistema de aquisição de dados.

Após a realização da monitorização e a aplicação das medidas necessárias, deverá ser apresentado um relatório do estado de funcionamento do sistema. Este relatório pode apresentar sugestões de correcção de deficiências e permite muitas vezes a correcção imediata de problemas.

4.2.2.3 Verificação da protecção anti-corrosão e anti-congelamento

A protecção anti-congelamento é verificada com um densímetro (instrumento para medir densidade). Para este propósito, uma dada quantidade de fluido térmico é recolhido. Com essa amostra, pode ser medida a temperatura de congelamento específica ou a densidade específica do fluido. A densidade específica permite saber o ponto de congelamento do fluido através do diagrama de concentração/densidade

A verificação da protecção contra corrosão do fluido térmico, no circuito solar é efectuada indirectamente através do estabelecimento do valor do pH. A utilização de fitas de pH é apropriada para este objectivo. Se o valor de pH estiver abaixo do valor original e abaixo de 7, a mistura água/glicol deve ser substituída.

No que se refere ao tanque de armazenamento a protecção contra corrosão é efectuada por um teste ao ânodo de magnésio, através de medição da corrente eléctrica entre o cabo e o ânodo com um amperímetro. Acima de 0,5 mA não é necessário mudar o ânodo.

4.2.2.4 Planos de Manutenção

Apresenta-se em seguida alguns planos de manutenção preventiva e correctiva a ter em consideração.

Manutenção Preventiva

Este tipo de manutenção tem por objectivo manter dentro de limites aceitáveis as condições de funcionamento, prestações, protecção e durabilidade da instalação. Na tabela seguinte são apresentadas algumas inspecções que podem ser utilizadas recorrendo quer ao método de inspecção visual (IV) e controlo de funcionamento (CF):



Componente	Material	Período (mês(es))	Inspeção	Método	Quem
Colector	Vidros	6	Condensações, sujidade, e picagens	IV	Utilizador
	Juntas	6	Aparecimento de gretas, deformações, degradação	IV	Utilizador
	Absorvedor	6	Corrosão, deformações, fugas	IV	Utilizador
	Carcaça	6	Deformação, oscilações, furos de respiro e drenagem	IV	Utilizador
	Ligações	6	Aparição de fugas, oxidações	IV	Utilizador
	Estrutura	6	Degradação, indícios de corrosão e aperto dos parafusos	IV	Utilizador
Depósito	Depósito	36	Presença de lamas no fundo	IV	Instalador
	Isolamento	12	comprovar que não há humidades nem picagens	IV	Instalador
	Ligações	12	Presença de oxidações	IV	Utilizador
Permutador	Permutador	12	Eficiência e prestações	CF	Instalador
Circuito Hidráulico	Estanquicidade	12	Efectuar prova de pressão	CF	Instalador
	Isolamento Exterior	6	Degradação, protecção, uniões e ausencia de humidade	IV	Utilizador
	Isolamento Interior	12	Uniões e ausencia de humidade	IV	Utilizador
	Enchimento do primário	12	Verificar nível de enchimento, adicionnar anticongelante	CF	Instalador
	Válvulas de corte	12	Intervenção (abrir e fechar) para evitar calcinação	CF	Utilizador
	Válvulas de segurança	12	Intervenção (abrir e fechar circuito primário de secundário)	CF	Utilizador
Esquentador	Resistência	12	Intervenção para evitar deterioro por falta de uso	CF	Utilizador
	Esquentador	12	Intervenção para evitar deterioro por falta de uso	CF	Utilizador
	Vávulas	12	Intervenção (abrir e fechar) para evitar calcinação	CF	Utilizador

Manutenção Correctiva

Este tipo de manutenção objectiva a reparação, substituição para permitir o normal funcionamento do sistema solar. Em seguida apresentam-se os principais problemas e formas de os corrigir:



n.º	Problema	Causa	Correcção
1	A água está fria ou temperada apesar de estar um dia de sol;	O termosifão pode não estar a funcionar (quando o vidro está muito quente e não há diferença de temperatura entre a entrada e a saída do colector	Verificar as ligações do circuito primário (fugas); Verificar se o nível do fluido do primário está correcto; Purgar o sistema; Eliminar possíveis obstruções no circuito (sais, calcário, lama, etc)
2	Circuito Primário com baixa pressão;	Falta de fluido no interior Existência de fugas	Encher com fluido em falta Eliminar fugas e verificar estado das válvulas
3	Falta de fornecimento de água quente (circuito secundário)	Falha de Estanquicidade no circuito secundário (água de consumo)	Comprovar funcionamento da válvula do circuito primário; Reparar fugas no circuito de consumo; Reparar as torneiras com fugas;
4	Humidade ou condensação dentro do colector	Possível Fuga no absorvedor Má instalação do colector	Contactar o instalador para reparação da fuga; Rodar o colector 180 º;
5	O apoio energético consome muita energia	Excesso de consumo; Sistema sub-dimensionado para os consumos actuais;	Use com maior moderação a água quente; Instalar um sistema de energia solar adicional;
6	Bomba não deixa de funcionar	Interruptor na posição manual Deficiência da sonda de temperatura Deficiência no termostato diferencial Deficiência no sensor Avaria na bomba	Colocar o interruptor na posição automática Substituir sonda Fazer os testes Fazer os testes Substitui-la
7	Bomba a funcionar à noite	Interruptor na posição manual Circulação Invertida a água quente não circula Noite muito quente	Colocar o interruptor na posição automática Colocar válvula anti-retorno Purgar o sistema e bombear -
8	Bomba funciona mas não há circulação de água	Válvulas fechadas Ar no sistema Válvula de retenção colada Válvula de retenção mal montada Tubagem mal dimensionada Grandes perdas de pressão	Abrir as válvulas Purgar o sistema e bombear verificar a válvula de retenção Verificar o sentido da válvula de retenção ver calibre de tubagem bomba mais potente



9	Bomba não funciona	Interruptor na posição off	Colocar o interruptor na posição automática
		fusível queimado	Substituir fusível
		defeito no termóstato diferencial	Substituir termóstato diferencial
		Deficiência nos sensores	Substituir sensores
		Bomba avariada	Substituir bomba
10	Mau funcionamento do comando diferencial	Colocação da sonda de temperatura, principalmente a sonda quente	Corrigir a colocação
		Calibração do comando diferencial (Sistema de controlo)	Fazer calibração
11	A Bomba funciona com caudal e pressão insuficientes	Posição do selector de velocidade da bomba;	Escolher a velocidade certa
		Se está devidamente purgado o circuito	Purgar o circuito
12	A bomba funciona o caudal é insuficiente ou nulo e a pressão é elevada	Determinar ponto de funcionamento da bomba;	Se necessário mudar a bomba
		Existência de uma obstrução no circuito	Remover obstrução
		Verificar se a válvula de retenção está bem montada e não está colada;	-

4.2.3 Protocolo de aceitação

Para além dos procedimentos normais aquando da entrega do equipamento, nomeadamente verificar se existem danos causados pelo transporte, particularmente importante verificar se a cobertura dos colectores se encontra intacta. Em colectores sem revestimento metálico podem facilmente ocorrer danos nas placas de isolamento térmico, verificar se a entrega está correcta e completa, etc, é ainda necessário efectuar uma série de provas prévias ao sistema solar.

Prova de estanquicidade e perfeito funcionamento dos elementos – os circuitos devem ser testados a uma pressão 1,5 vezes superior à pressão normal de funcionamento para verificar a inexistência de fugas.

Prova de aquecimento da instalação solar – verificar-se-á durante um dia claro e sem consumo de água, arrancando e deixando funcionar o sistema durante várias horas. A temperatura de acumulação deve ser superior, como mínimo, em 20°C À temperatura da água da rede.

Capítulo 5 – Despesas e rendimentos

5.1 Despesas específicas do Sistema

A instalação de sistemas de energia solar térmica integra três áreas ocupacionais que se devem ter em consideração, no investimento do sistema, construção civil (telhados e coberturas), instalações de aquecimento de água e gás e instalações eléctricas. O custo da



intervenção nestas áreas depende da complexidade e grandiosidade do sistema que se pretende instalar.

5.2 Concessões e subsídios

5.2.1 Benefícios Fiscais

Segundo fonte da DGEG, em Portugal os apoios financeiros que existem prendem-se com os

- IVA à taxa intermédia (12%) para equipamentos de energias renováveis;
- Para particulares existe a possibilidade de dedução no IRS de 30% das despesas efectuadas com a aquisição de sistemas de energias renováveis (incluindo, portanto, a solar térmica), até ao limite de 761 €, quando não acumulável com crédito habitação;
- Isenção de taxas alfandegárias na importação de equipamentos de energias renováveis.

5.3 Balanço energético e rendimentos

Partindo do ponto de que o dimensionamento do sistema solar se encontra de acordo com as necessidades de água quente a eficiência do sistema é estabelecida através das perdas na rede desde o colector até ao ponto de consumo.

Em média a eficiência dos sistemas solares térmicos com colectores planos é de aproximadamente 35%, ou seja, com uma irradiação solar de 1,000 kWh/m² por ano cada metro quadrado de colector plano gera 350 kWh de potência térmica. Se forem usados colectores de tubo de vácuo ou colectores parabólicos a eficiência do sistema aumenta para cerca de 10%, este resultado é a consequência das baixas perdas de calor no colector.

5.4 Custos com a produção de calor solar e fóssil

Uma das formas de avaliar, do ponto vista económico a eficiência dos sistemas solares, prende-se com o tempo de retorno do investimento, isto é, a razão entre o custo do sistema (investimento inicial) e a economia média anual estimada. Esta economia é determinada considerando que ao utilizar o sistema solar que a factura de energia convencional é reduzida anualmente num valor médio equivalente á energia fornecida pelo sistema solar.

O custo de um sistema solar dependerá da sua dimensão e da dificuldade/facilidade de instalação que, por sua vez, depende de diversos factores, nomeadamente do número de utilizadores, do perfil de consumo, da intensidade e disponibilidade da radiação solar no local, etc, no entanto, podemos afirmar que em termos médios o custo de uma instalação solar de grandes dimensões pode variar entre os 350 e os 600€/ m² (fonte DGEG).

Considerando que, para diferentes hipóteses de energia convencional (gás propano, butano, gás natural, etc.), para diferentes valores de custo desta e admitindo-se que este preço não varia ao longo dos anos, o tempo de retorno médio com a aquisição de um sistema solar, tendo em conta a economia de energia proporcionada pelo sistema solar, o tempo de retorno resulta entre 6 a 9 anos para uma utilização de energia convencional de gás propano ou butano. Considerando que um sistema solar, com equipamento certificado e uma boa manutenção, pode ter um tempo de vida útil de 15 ou mais anos. Assim demonstra-se o interesse económico da energia solar face aos combustíveis fósseis.



Capítulo 6 – Exemplos de Boas Práticas

Parque de Campismo Fuseta



- Ano de construção..... 2000
- Número de Turistas 700
- Período de operação..... 1 Janeiro – 31 Dezembro
- Tipo de colector..... Colector plano
- Área de superfície de colector..... 24 m²
- Número de depósitos e volume de armazenamento de água doméstica..... 3 x1000l
- Tipo e sistema de pré-aquecimento..... Gás Propano
- Empresa de instalação..... Tecnorecursos
- Empresa de planeamento..... Tecnorecursos
- Despesas/Custos de investimento (incl. planeamento)..... 32.059,00 euros
- Contacto do parque de campismo..... geral@if-fuseta.pt



Apêndice

Checklist para Parques de Campismo

Informação Geral

Nome do Parque _____

Proprietário: Nome, Apelido _____

Código Postal, Localidade _____

Morada _____

Telefone _____

Fax _____

E-Mail _____

Web Site _____

Ocupação Máx Permitida _____

Nº Ocupações Permanentes _____

Nº Bungalow's/Caravanas _____

Nº Total Ocupantes _____

Início da Temporada _____ Final _____

Observações



Dados dos edifícios com utilização de AQS

Número total de edifícios _____

Edifício 1

Inclinação do telhado⁽¹⁾ _____

Orientação do telhado⁽²⁾ _____

Superfície útil do telhado _____

Situação relativa às sombras

Nº de acordo com T*SOLCAMP ⁽³⁾ _____

Edifício 2

Inclinação do telhado⁽¹⁾ _____

Orientação do telhado⁽²⁾ _____

Superfície útil do telhado _____

Situação relativa às sombras

Nº de acordo com T*SOLCAMP ⁽³⁾ _____

Edifício 3

Inclinação do telhado⁽¹⁾ _____

Orientação do telhado⁽²⁾ _____

Superfície útil do telhado _____

Situação relativa às sombras

Nº de acordo com T*SOLCAMP ⁽³⁾ _____

Planificação

Em que edifício irá ser instalado o sistema solar? _____

Em que edifício está instalado o sistema de aquecimento actual? _____

⁽¹⁾ 0° = Telhado Horizontal

⁽²⁾ Sul = 0°, Oeste = + 90°, Este = -90°

⁽³⁾ 1 = Horizonte Limpo

2 Sombra de árvores todo o ano a Este

3 = Sombra de árvores a Este durante a Primavera e Outono

4 = Sombra de edifícios durante todo o ano a Este

5 = Sombra de edifícios a Este durante a Primavera e Outono

6 = Sombra de árvores todo o ano a Oeste

7 = Sombra de árvores a Oeste durante a Primavera e Outono

8 = Sombra de edifícios durante todo o ano a Oeste

9 = Sombra de edifícios a Oeste durante a Primavera e Outono

10 = Árvores a Sul

11 = Horizonte Montanhoso

12 = Horizonte com colinas

13 = Vale com rio

14 = Vale montanhoso

15 = Grupo de árvores a Este, Sul e Oeste

16 = Grupo de Árvores a Sul e a Este

17 = Grupo de Árvores a Este e Oeste



Sistema Actual de Águas Quentes Sanitárias

Produção de Água Quente

Caldeira de baixa temperatura	<input type="checkbox"/>	Caldeira de condensação	<input type="checkbox"/>	Bomba de calor	<input type="checkbox"/>
Caldeira de fluxo continuo	<input type="checkbox"/>	Radiador electrico	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

Ano de Fabrico	_____	Potência Nominal	_____	kW
Produtor	_____	Tipo	_____	

Combustíveis

Gas Natural	<input type="checkbox"/>	Gasóleo	<input type="checkbox"/>	Pelletes	<input type="checkbox"/>
Madeira (Lenha)	<input type="checkbox"/>	Electricidade	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

Depósito de Acumulação de AQS

Ano de Fabrico	_____	Volume	_____	Litros
Produtor	_____	Tipo	_____	

Depósito de Acumulação Auxiliar

Ano de Fabrico	_____	Volume	_____	Litros
Produtor	_____	Tipo	_____	

Circulação

Tempo de operação, desde	_____	até	_____
--------------------------	-------	-----	-------

Consumo de Águas Quentes Sanitárias - AQS

Consumo diário de AQS	_____	Litros
Temperatura média da água	_____	°C



Dados de Consumo⁴

Perfil de Consumo Mensal

Jan.	<input type="text"/>	%	Abr.	<input type="text"/>	%	Jul.	<input type="text"/>	%	Otu.	<input type="text"/>	%
Fev.	<input type="text"/>	%	Mai.	<input type="text"/>	%	Ago.	<input type="text"/>	%	Nov.	<input type="text"/>	%
Mar.	<input type="text"/>	%	Jun.	<input type="text"/>	%	Set.	<input type="text"/>	%	Dez.	<input type="text"/>	%

Perfil de Consumo Semanal

Seg.	<input type="text"/>	%	00:00 – 01:00	<input type="text"/>	%	12:00 – 13:00	<input type="text"/>	%
Ter.	<input type="text"/>	%	01:00 – 02:00	<input type="text"/>	%	13:00 – 14:00	<input type="text"/>	%
Qua.	<input type="text"/>	%	02:00 – 03:00	<input type="text"/>	%	14:00 – 15:00	<input type="text"/>	%
Qui.	<input type="text"/>	%	03:00 – 04:00	<input type="text"/>	%	15:00 – 16:00	<input type="text"/>	%
Sex.	<input type="text"/>	%	04:00 – 05:00	<input type="text"/>	%	16:00 – 17:00	<input type="text"/>	%
Sab.	<input type="text"/>	%	05:00 – 06:00	<input type="text"/>	%	17:00 – 18:00	<input type="text"/>	%
Dom.	<input type="text"/>	%	06:00 – 07:00	<input type="text"/>	%	18:00 – 19:00	<input type="text"/>	%
			07:00 – 08:00	<input type="text"/>	%	19:00 – 20:00	<input type="text"/>	%
			08:00 – 09:00	<input type="text"/>	%	20:00 – 21:00	<input type="text"/>	%
			09:00 – 10:00	<input type="text"/>	%	21:00 – 22:00	<input type="text"/>	%
			10:00 – 11:00	<input type="text"/>	%	22:00 – 23:00	<input type="text"/>	%
			11:00 – 12:00	<input type="text"/>	%	23:00 – 00:00	<input type="text"/>	%

Observações

⁴ 0% = Sem consumo
100% = Consumo máximo