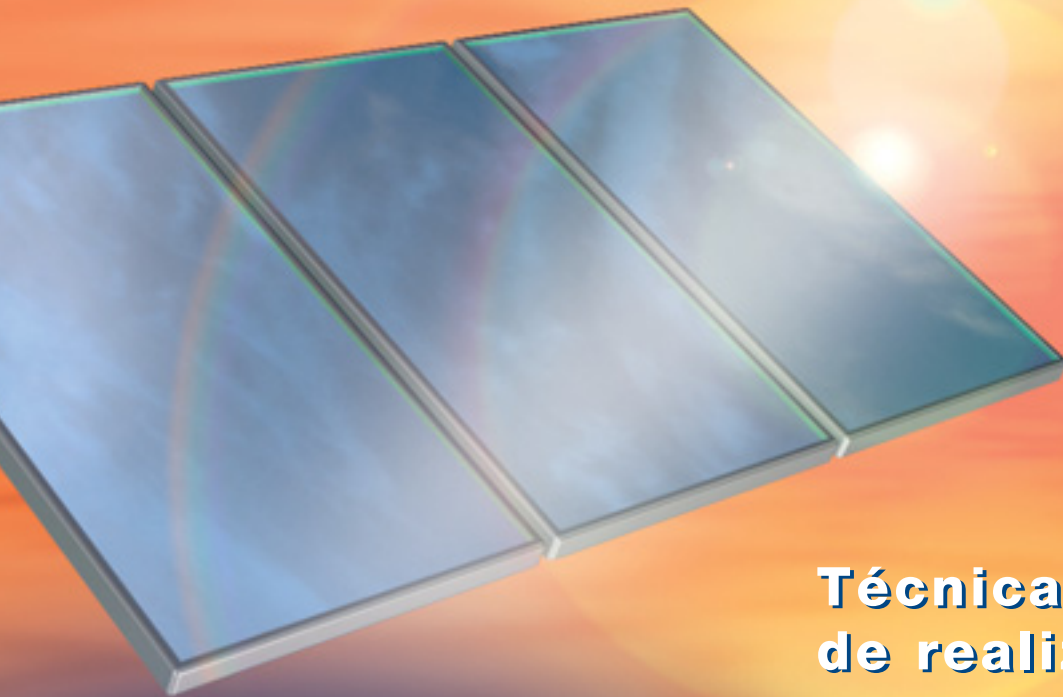


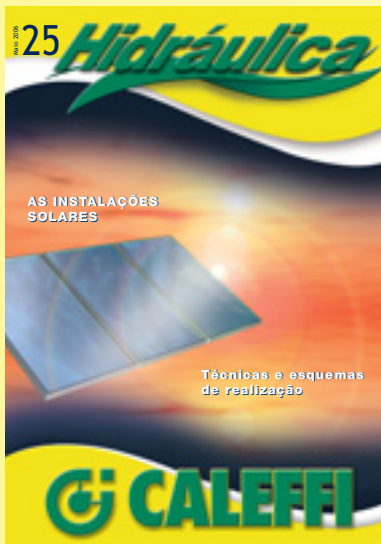
Hidráulica

**AS INSTALAÇÕES
SOLARES**



**Técnicas e esquemas
de realização**

G CALEFFI



CALEFFI Lda

Componentes Hidrotérmicos

Sede:

Urbanização das Austrálias,
lote 17, Milheirós
Apartado 1214
4471-909 Maia Codex
Tel: 229619410
Fax: 229619420
caleffi.sede@caleffi.pt

Filial:

Centro Empresarial de Talaíde
Armazém. 01
Limites do Casal do
Penedo de Talaíde
2785-601 - São Domingos de Rana
Tel: 214227190
Fax: 214227199
caleffi.filial@caleffi.pt

www.caleffi.pt

Sumário

- 3 As instalações solares
- 4 O sol e a sua dádiva de energia
- 6 Os painéis solares térmicos - tipos mais utilizados
- 8 Depósitos de acumulação de energia solar
- 10 Regulação do circuito solar
- 12 Regulação da água quente sanitária
- 14 Regulação dos sistemas combinados
- 16 Local e modo de instalação dos painéis solares
- 18 Medidas base para dimensionar os instalações de painéis
- 20 Circulação do líquido solar
- 21 Ligação e equilíbrio dos painéis
- 22 Possíveis casos de sobreaquecimento
- 24 Componentes e dimensões do circuito solar
- 27 Instalações sanitárias que utilizam energia solar
- 28 Esquema: Instalação solar para produção de água quente sanitária com caldeira de chão equipada com acumulador
- 29 Esquema: Instalação solar para produção de água quente sanitária com integração de calor no depósito de acumulação
- 30 Esquema: Instalação solar centralizado para a produção de água quente sanitária com distribuição para sistemas autónomos
- 31 Esquema: Instalação solar com duplo depósito de acumulação e permutador de calor
- 32 Linha solar
- 33 Grupos de circulação
- 34 Regulador de temperatura diferencial
- 35 Válvulas de esfera motorizadas

AS INSTALAÇÕES SOLARES

Eng. Marco e Mario Doninelli do gabinete S.T.C.

São cada vez mais claros os sinais de um renovado interesse pela energia solar. Não se observava nada de semelhante desde os anos setenta, isto é, desde a primeira grave crise petrolífera.

Nessa altura, foram muitas as esperanças depositadas nesta forma de energia limpa, facilmente disponível e praticamente inesgotável. No entanto, os resultados obtidos foram uma desilusão, não só devido a expectativas teóricas demasiado optimistas, mas também devido a erros técnicos. De facto, como veremos nas páginas seguintes, a construção destes sistemas é fácil e simples apenas aparentemente.

Hoje em dia, estamos em condições de evitar os erros do passado. Todavia, isto não basta para assegurar um ressurgimento correcto e estável da energia solar, já que os seus custos são ainda bastante elevados. São também necessários incentivos adequados, justificados pelo facto que a energia solar pode limitar o consumo de combustíveis fósseis, que cada vez mais comprometem os delicados equilíbrios térmicos e biológicos do nosso planeta.

Devemos considerar que a defesa do meio ambiente e da saúde pública não pode ser deixada unicamente às leis de mercado, já que o mercado ignora estas realidades de tão grande importância. Ignora, por exemplo, os danos provocados pelo smog, ou os danos relacionados com a quantidade excessiva de dióxido de carbono na atmosfera. E, por isso, não se pode esperar uma solução.

Assim sendo, compete aos poderes públicos corrigir estas carências: por exemplo, incentivando a utilização de energias menos prejudiciais do que aquelas até agora impostas pelas leis de mercado. Neste sentido, esperamos que também o nosso país saiba encontrar o caminho certo, abandonando políticas e métodos que nos relegaram para o último lugar na Europa.

Talvez (mas sabemos que as coisas simples não agradam aos nossos legisladores) bastasse olhar para o que foi feito na Alemanha, na Áustria ou na Suíça: países com “menos sol” que o nosso, mas onde a energia solar está de longe muito mais difundida.



O SOL E A SUA DÁDIVA DE ENERGIA

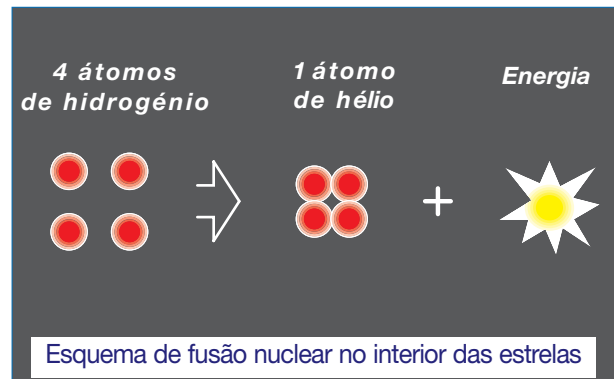
O sol é constituído por uma grande massa incandescente com um volume 1.300.000 vezes superior ao da Terra e com temperaturas que podem atingir os 16.000.000°C.

A superfície desta massa emite, de uma forma quase constante, radiações electromagnéticas cuja potência é equivalente a cerca de 400.000 biliões de biliões de kW: mais ou menos a potência que se pode obter ao fazer explodir a cada segundo 3.500 biliões de bombas iguais à de Hiroshima. E uma potência destas, cujos valores ultrapassam em muito a nossa capacidade de imaginação, tem, como a bomba de Hiroshima, origem nuclear.

No sol existem, de facto, fusões nucleares contínuas que transformam quatro núcleos de hidrogénio (o constituinte principal do sol) num núcleo de hélio. A massa deste núcleo é inferior à obtida pela soma dos núcleos de hidrogénio e a diferença é transformada em energia. As fusões nucleares são auto-reguladas de forma a garantir uma emissão de energia substancialmente estável no tempo.

Naturalmente, as reservas de hidrogénio que o sol pode utilizar não são ilimitadas.

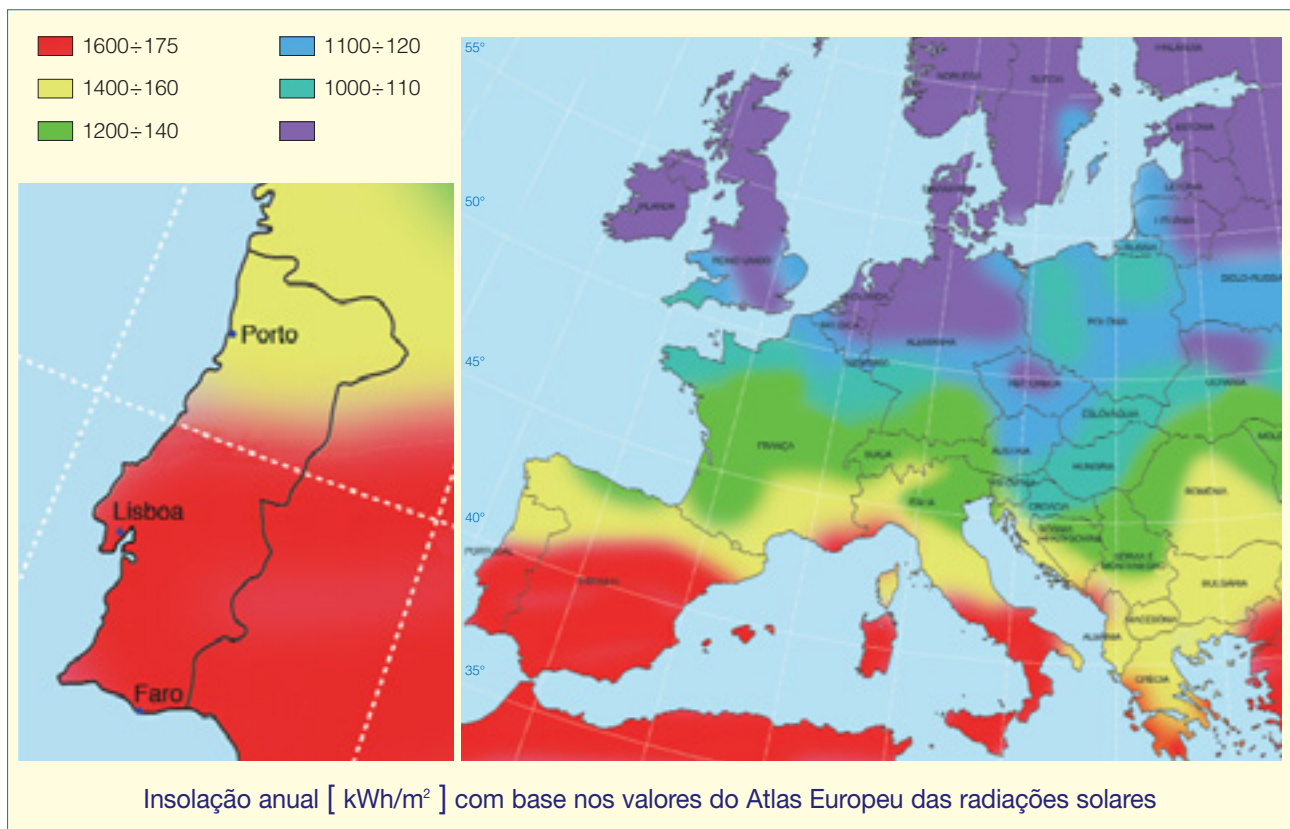
No entanto, nos próximos 5 biliões de anos não deverá haver problemas. Depois, lentamente o sol ficará menos brilhante e apagar-se-á.



Valores da radiação solar

Antes de entrar na atmosfera terrestre, a radiação solar tem uma potência (avaliada em relação a uma superfície perpendicular) de cerca de 1.350 W/m². Na Terra, pelo contrário, a sua potência é ligeiramente inferior, já que a atmosfera actua como um filtro dos raios solares.

Os valores normais são de cerca de 1.000 W/m² com o céu limpo, 100÷150 W/m² com o céu nublado.



Insolação anual

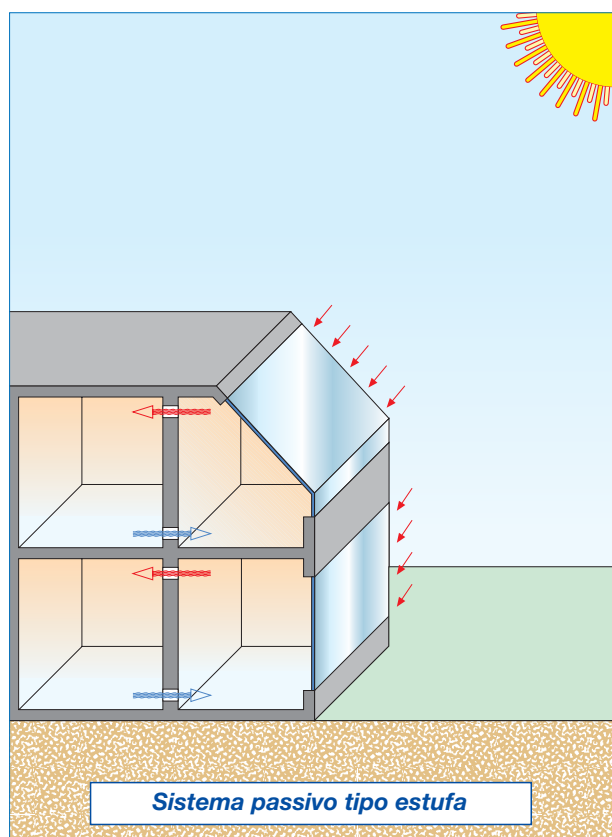
É a quantidade de energia solar que, no decurso de um ano inteiro, pode ser captada por uma superfície unitária voltada a Sul. O seu valor depende das características climáticas do local e da sua posição: latitude, longitude, altura acima do nível do mar.

O conhecimento deste valor serve para quantificar a energia térmica que se pode obter (num determinado local) com um instalação solar e, assim, avaliar se é conveniente ou não a sua instalação.

Uma das fontes mais respeitáveis neste assunto é, sem dúvida, o **Atlas Europeu das Radiações Solares**, cujos dados, relativos a medições efectuadas de dez em dez anos, são reunidos em mapas e tabelas.

O Atlas Europeu das Radiações Solares fornece os valores da insolação anual não apenas em relação às principais localidades europeias, mas também com base na orientação e inclinação da superfície unitária relativamente ao plano horizontal.

Na página ao lado, são fornecidas indicações relativas à insolação anual nos países europeus referentes a uma superfície unitária virada para Sul e inclinada com um ângulo igual à latitude do local. Como seria de esperar, os valores relativos ao nosso país (especialmente quando comparados com a maior parte dos outros países europeus) evidenciam situações muito favoráveis à utilização da energia solar.



Sistemas de utilização da energia solar

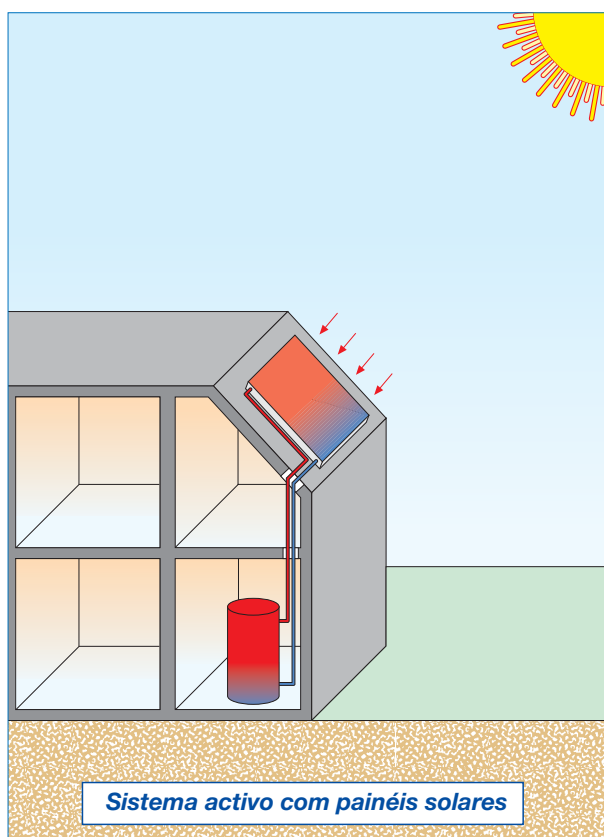
Para aproveitar a energia solar, utilizam-se sistemas normalmente definidos como passivos ou activos.

Os sistemas passivos são aqueles que recorrem a meios e disposições perfeitamente integrados nos edifícios e que não necessitam de fontes de energia externas para o seu funcionamento. Trata-se, por exemplo, daqueles que prevêm a utilização de estufas, clarabóias, guarda-sóis, superfícies reflectoras, ou estruturas de elevada inércia térmica, como as paredes de Trombe, paredes massivas de armazenamento térmico e paredes e colunas de água.

Por outro lado, os sistemas activos são aqueles que recorrem a verdadeiros sistemas técnicos de suporte, com meios para captar, converter, transportar e utilizar a energia solar. São, na prática, os sistemas de painéis fotovoltaicos e térmicos.

Os **painéis fotovoltaicos** transformam directamente a energia solar em energia eléctrica.

Os **painéis (ou colectores) térmicos transformam, por sua vez, a energia solar em calor**, que pode ser utilizado, por exemplo, para activar turbinas de centrais eléctricas especiais, ou para efectuar tratamentos industriais e agrícolas, ou ainda para produzir água quente sanitária e aquecer ambientes. E é essencialmente destes painéis e desta utilização que iremos tratar nas páginas seguintes.



OS PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS TIPOS MAIS UTILIZADOS

Podem ser de alta ou baixa temperatura.

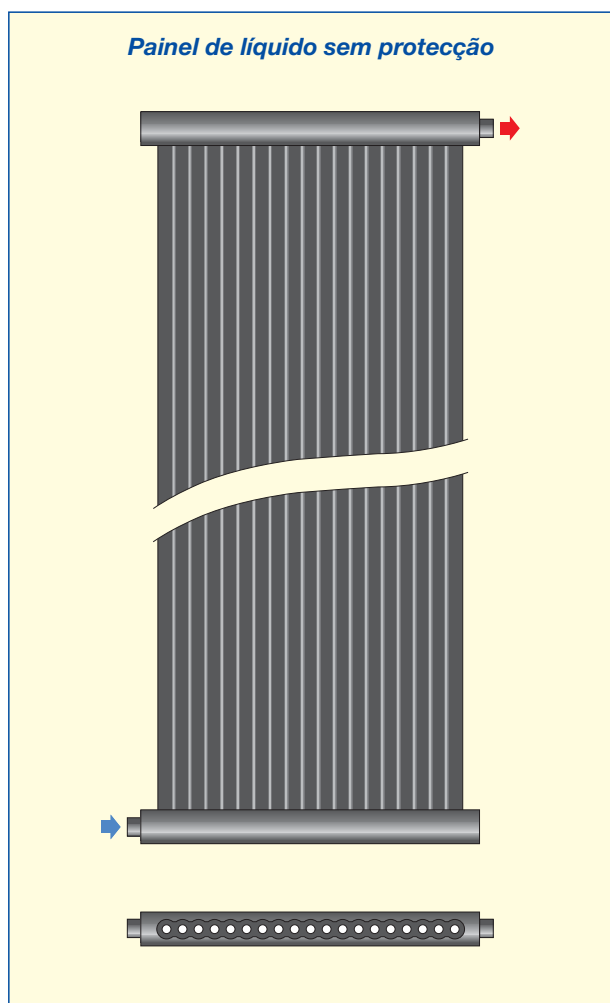
Os painéis de alta temperatura estão equipados com espelhos para concentrar os raios solares. O seu custo, bastante elevado, torna-os adequados apenas para exigências específicas e bastante limitadas.

Os painéis de baixa temperatura são constituídos por simples placas absorventes. São utilizados sobretudo para produzir água quente e aquecer ambientes, e podem ser subdivididos da seguinte forma:

Painéis de líquido sem protecção

São constituídos por uma placa absorvente fabricada em material plástico. Por falta de cobertura, não podem superar 40÷45°C. Por isso, na prática, são utilizados principalmente para aquecer piscinas.

O baixo custo é a sua principal vantagem. Estão, no entanto, sujeitos a problemas de “envelhecimento” relacionados quer com os materiais quer com a tecnologia utilizada na sua produção.



Painéis de líquido com protecção

São constituídos por:

- **uma placa absorvente metálica** (em cobre, alumínio ou aço) que inclui também os tubos de passagem do líquido solar;
- **uma placa de vidro ou de plástico** com uma boa transparência às radiações emitidas pelo sol e elevada opacidade às emitidas pela placa absorvente;
- **um painel em material isolante**, colocado por baixo da placa absorvente;
- **um invólucro de contenção** para proteger os componentes acima descritos e limitar as dispersões térmicas do painel.

Estes painéis podem produzir água quente até 90÷95°C. No entanto, o seu rendimento diminui de uma forma significativa acima dos 65÷70°C.

Não necessitam de soluções de utilização complexas, possuem um bom rendimento e custos relativamente baixos. Por estes motivos, são os painéis mais utilizados nas instalações domésticas. Para instalações de pequenas dimensões, estão também disponíveis com depósito incorporado.



Painéis de tubos de vácuo

São constituídos por uma série de tubos de vidro sob vácuo no interior dos quais estão colocadas placas absorventes em tiras.

É uma técnica de construção que permite limitar as dispersões térmicas dos painéis e assegurar, assim, rendimentos mais elevados: **característica que pode ser muito útil nas zonas com baixas temperaturas externas.**

Os painéis com tubos de vácuo podem produzir água quente até uma temperatura de 115÷120°C: isto é, uma temperatura que permite que sejam utilizados no sector industrial, alimentar e agrícola, ou para produzir água refrigerada com o auxílio de grupos frigoríficos apropriados.

O custo bastante elevado é a principal desvantagem destes painéis.

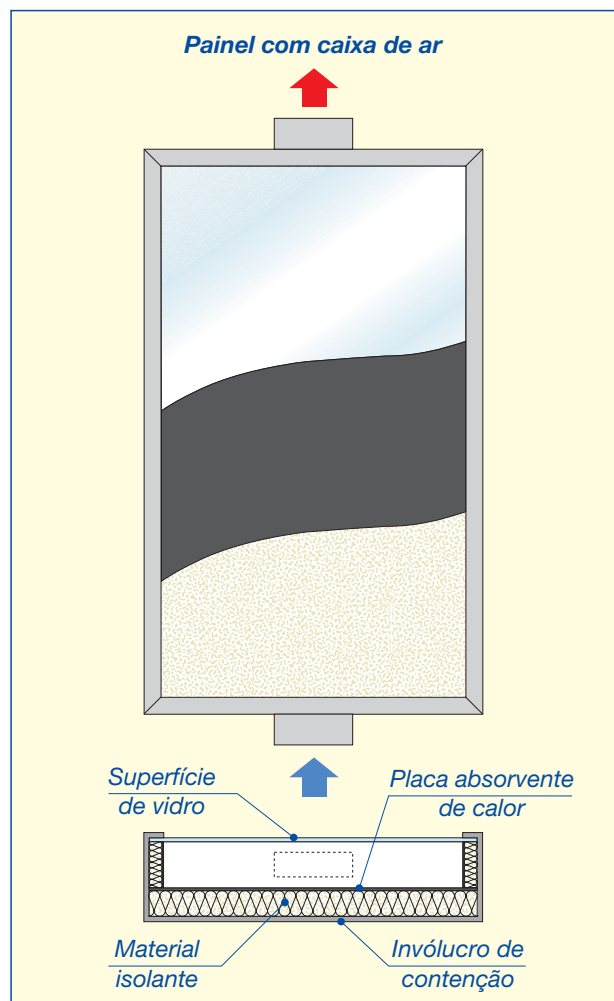
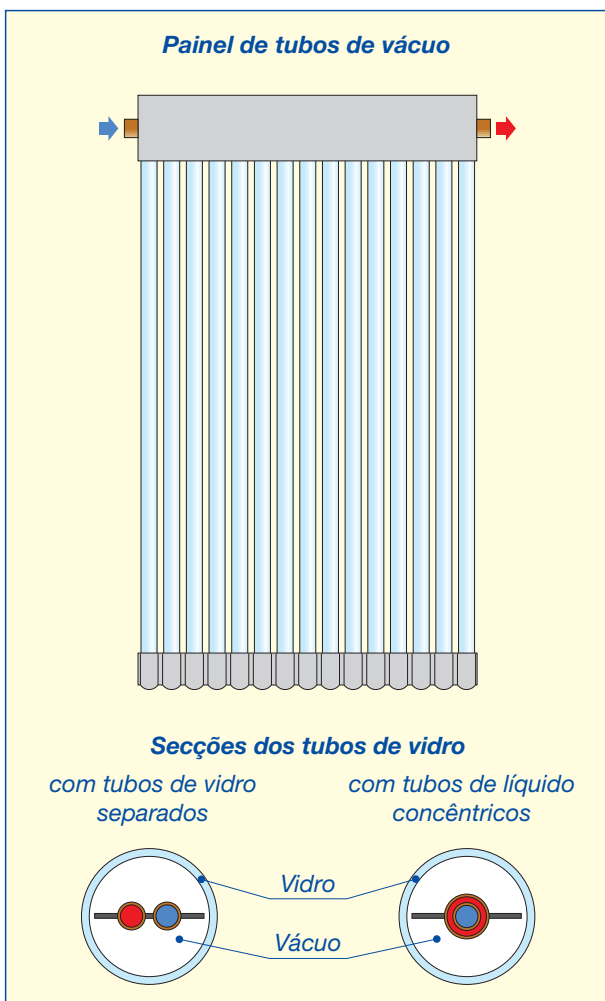
Painéis com caixa de ar

São constituídos por um contentor tipo caixa com a superfície superior transparente (de vidro ou plástico) e com isolamento térmico tanto no fundo como nas paredes laterais.

A placa absorvente é uma simples chapa metálica (de aço ou cobre) sobre a qual (e por vezes também por baixo) corre livremente um fluxo de ar.

Estes painéis não têm um rendimento elevado, já que o ar é um vector pouco eficaz na troca e no transporte do calor. No entanto, têm a vantagem de serem baratos e não necessitarem da intervenção de um permutador. Além disso, são muito leves e, ao contrário dos painéis com líquido solar, não estão expostos aos perigos de congelamento ou ebulição.

São utilizados sobretudo para aquecer o ar ambiente e para secar produtos agrícolas.



DEPÓSITOS DE ACUMULAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

A energia solar não está sempre disponível. Por isso, para poder utilizar os serviços a ela ligados de forma contínua, é necessário recorrer a sistemas de acumulação: sistemas que podem ser produzidos com substâncias líquidas, sólidas (por exemplo, pedras ou gravilha) ou materiais com mudança de estado.

Em seguida, iremos considerar apenas os sistemas com depósitos que contêm água: na prática, os únicos adoptados em instalações solares para uso doméstico.

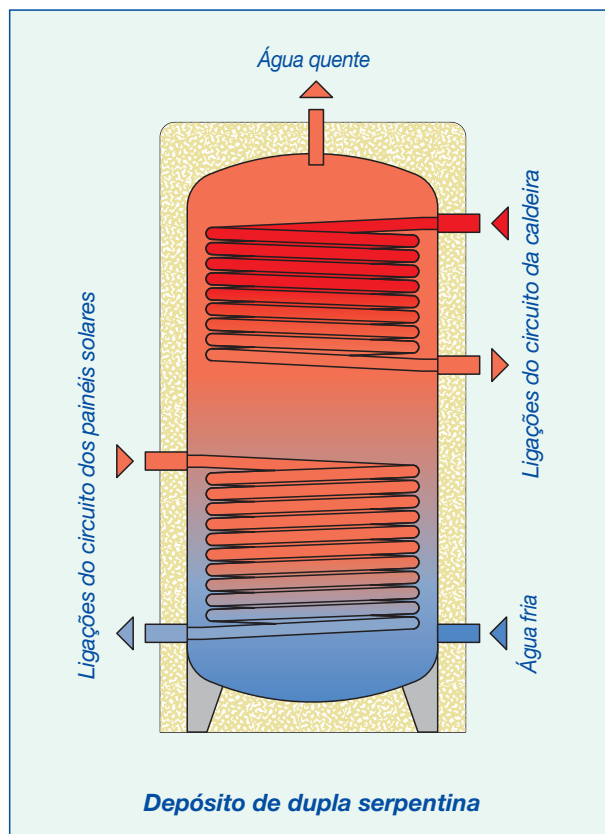
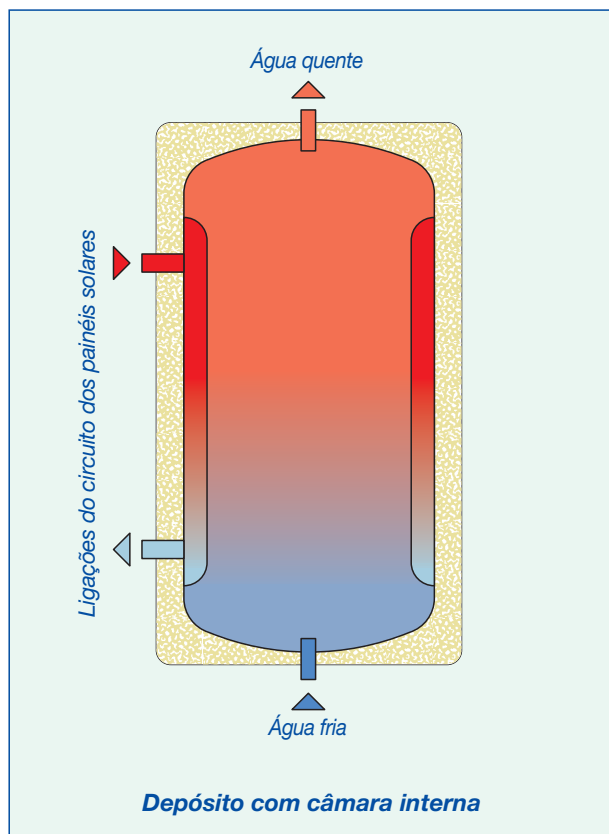
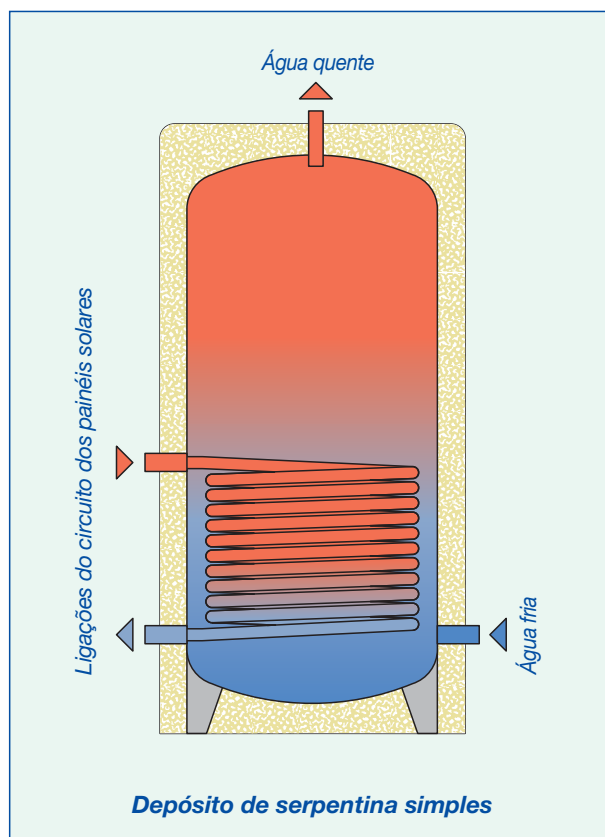
Depósitos com câmara interna

Apresentam, na sua superfície lateral, uma câmara onde pode circular o líquido proveniente dos painéis. São utilizados sobretudo em instalações de pequenas dimensões.

Depósitos de serpentina

Podem ser simples ou de dupla serpentina. Os de serpentina simples servem apenas para acumular calor.

Por sua vez, os de dupla serpentina servem também para aquecer a água (se necessário) até à temperatura de utilização necessária. São utilizados em instalações de pequenas e médias dimensões.



Depósitos combinados

São depósitos com contentor duplo, também chamados “*tank in tank*” que, em Inglês, significa “depósito no depósito”. São utilizados **em instalações solares combinados**: isto é, em instalações solares **que produzem água quente sanitária e aquecimento**.

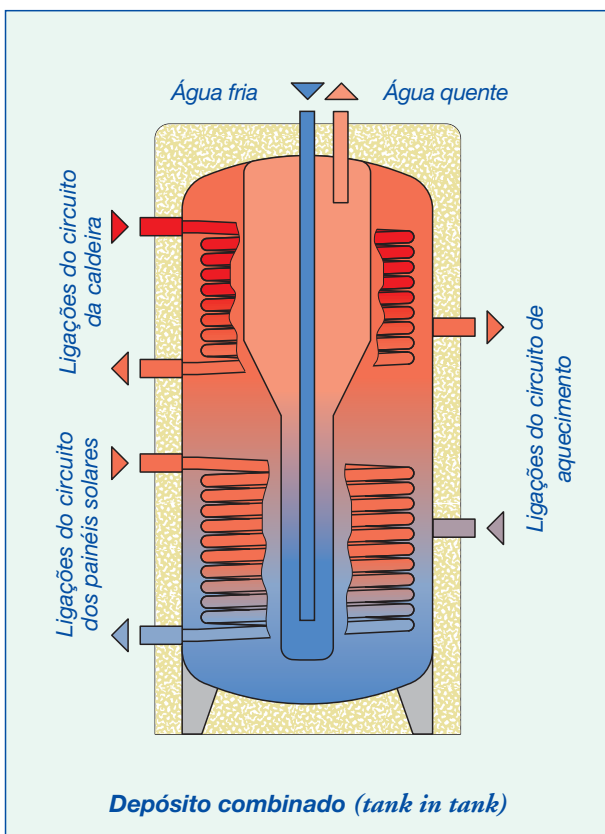
O depósito grande contém a água que serve para fazer funcionar o instalação de aquecimento.

O pequeno contém, por seu lado, a água que se destina a alimentar o instalação sanitário.

Os depósitos “*tank in tank*” **tornam mais fácil e simples a realização dos instalações solares combinados, já que permitem ligar directamente ao depósito todos os circuitos**, a saber:

- o circuito solar,
- o circuito de integração do calor da caldeira,
- o circuito da instalação de aquecimento,
- o circuito da água quente sanitária.

Estes depósitos são utilizados sobretudo em instalações de pequenas e médias dimensões.



Depósitos sem permutadores internos

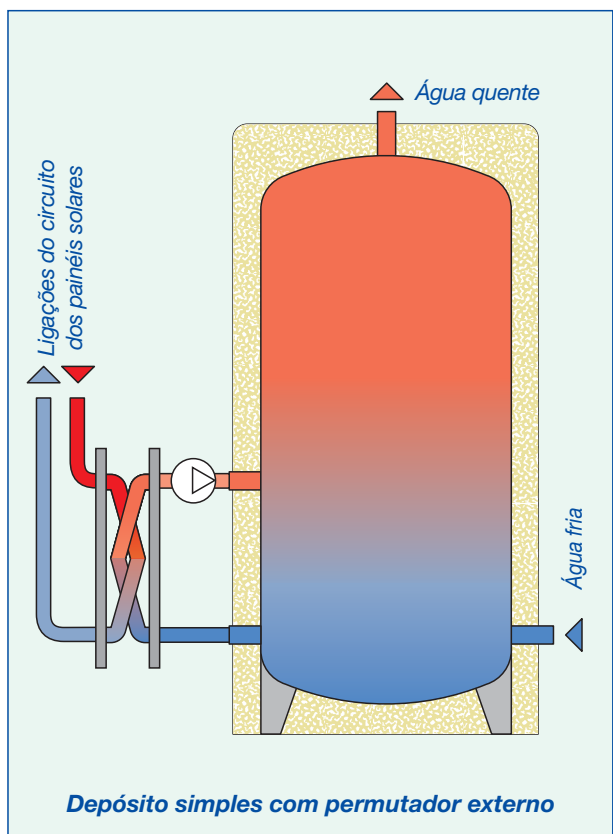
São constituídos por simples depósitos de acumulação. A troca térmica com o líquido proveniente dos painéis é efectuada com permutadores externos de placas ou tubulares.

Os permutadores de placas são mais compactos. Os tubulares, como possuem secções de passagem mais amplas, estão menos expostos aos perigos de “bloqueio” devido a incrustações e depósitos de sujidade.

Relativamente aos internos, a utilização de permutadores externos:

- permite uma troca térmica de potências mais elevadas;
- oferece a possibilidade de servir vários depósitos com um único permutador;
- facilita, dada a autonomia dos depósitos dos permutadores, a realização de variantes e integrações do sistema de acumulação.

Estes depósitos e o respectivo sistema de troca térmica são utilizados em instalações de médias e grandes dimensões.



REGULAÇÃO DO CIRCUITO SOLAR

É uma regulação que se baseia essencialmente na utilização de **reguladores de temperatura diferencial**: instrumentos constituídos por:

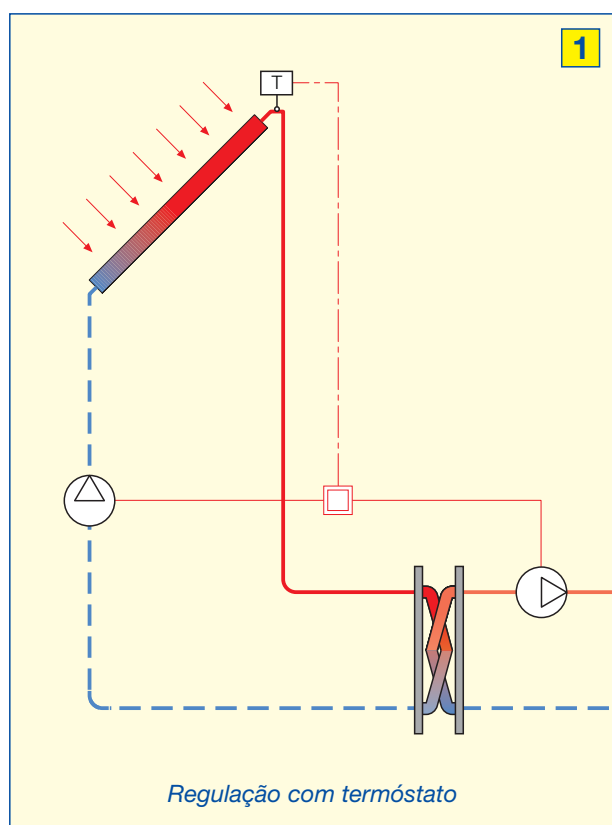
- um **regulador** que permite programar a diferença de temperatura (Δt) desejada;
- **duas sondas** capazes de medir a temperatura dos painéis e do depósito de acumulação.

Se, entre os painéis e o depósito, as sondas registarem diferenças de temperatura superiores a (Δt) de regulação do regulador, o circulador do circuito solar é activado, caso contrário permanece desactivado.

Para a regulação dos reguladores de temperatura diferencial, é aconselhável adoptar valores de (Δt) variáveis de 5 a 8°C. Intervalos de temperatura semelhantes são necessários para ter devidamente em conta:

1. as perdas de calor que se verificam ao longo dos tubos do circuito solar;
2. a necessidade de obter (para que haja uma troca de calor significativa) um salto térmico de alguns graus nas ligações do permutador;
3. o facto que o instalação só deve ser activado quando a energia útil for superior à consumida pelo circulador.

Em seguida, faremos uma breve análise dos esquemas mais utilizados para regular os circuitos solares.



Regulação com termóstato

[esquema 1]

Ambos os circuladores são activados ou desactivados com um simples termóstato. Na prática, é uma regulação utilizada apenas para aquecer piscinas.

Regulação com regulador de temperatura diferencial

[esquema 2]

Se a diferença de temperatura entre as sondas S_1 e S_2 exceder o Δt programado, o circulador é activado, caso contrário permanece desactivado.

Regulação com regulador de temperatura diferencial e válvula by-pass modulante

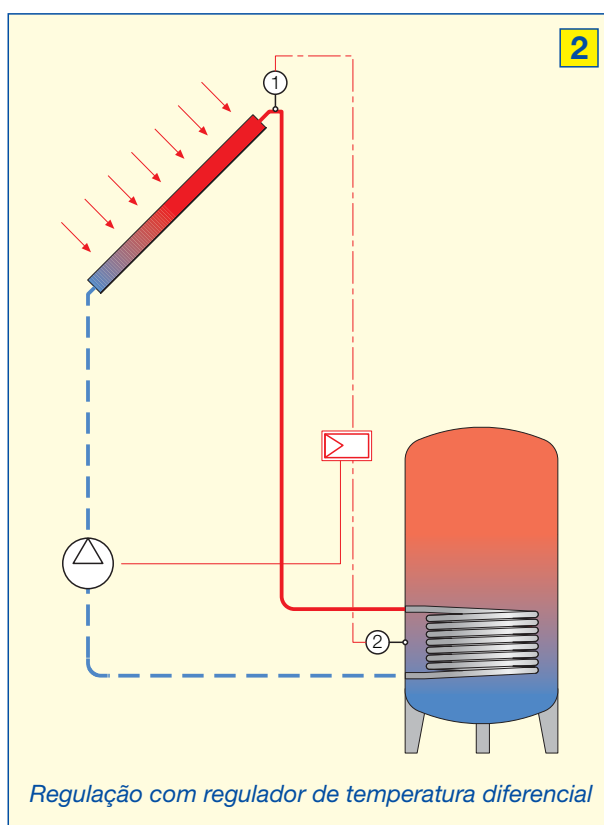
[esquema 3]

O regulador actua sobre o circulador como no caso anterior, para além de (accionando a válvula de by-pass) manter constante o Δt predefinido. É uma regulação que melhora a troca térmica entre painéis e acumulação. No entanto, dado o seu custo elevado, é utilizada apenas em instalações de médias e grandes dimensões.

Regulação com reguladores de temperatura diferencial e permutador de calor externo

[esquema 4]

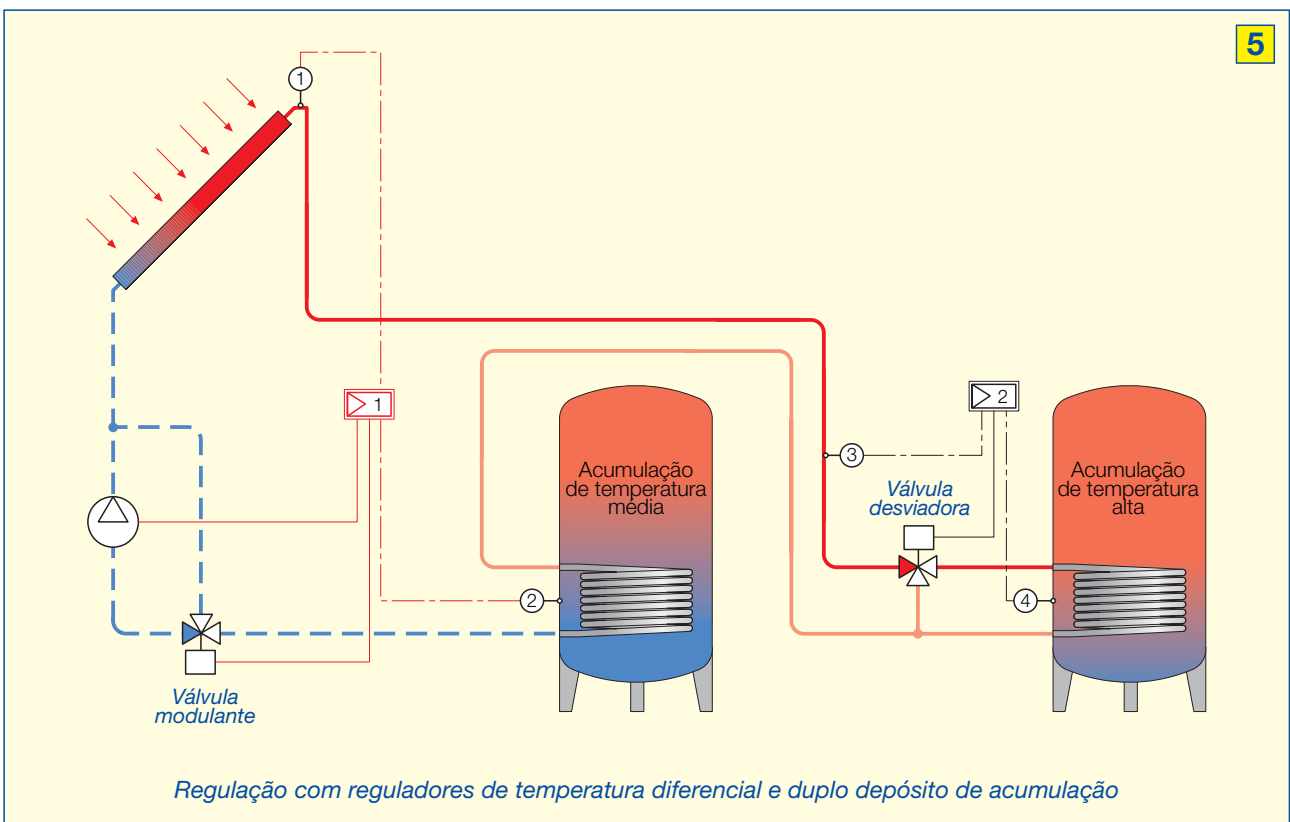
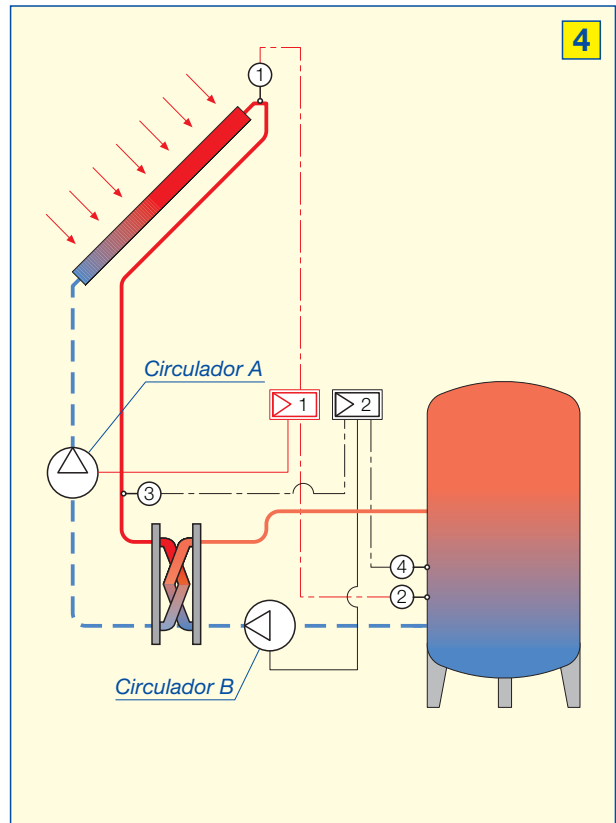
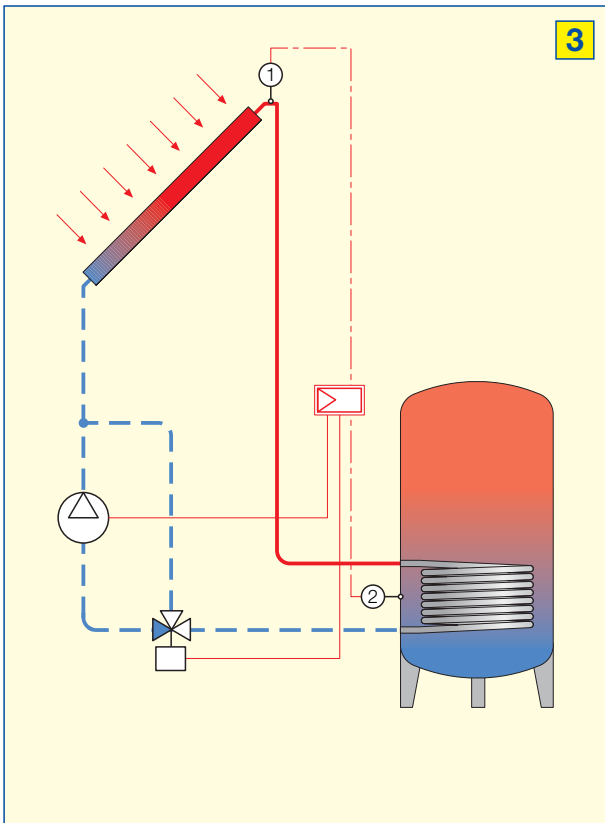
O circulador **A** só é activado quando a diferença de temperatura entre as sondas S_1 e S_2 exceder o valor Δt_1 . O circulador **B** só é activado quando a diferença de temperatura entre as sondas S_3 e S_4 exceder o valor Δt_2 .



Regulação com reguladores de temperatura diferencial e duplo depósito de acumulação
[esquema 5]

O primeiro regulador actua sobre o circulador e a válvula modulante de um modo semelhante ao descrito para o esquema 3.

Por sua vez, o segundo regulador só abre a válvula desviadora de três vias (fazendo passar o líquido proveniente dos painéis para a serpentina do depósito de alta temperatura) se a temperatura da sonda S_3 exceder a da sonda S_4 .



REGULAÇÃO DA ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

Estes são os principais esquemas utilizados:

Regulação com válvula desviadora e caldeira mural [esquema 1]

Se a água proveniente do depósito de acumulação estiver a uma temperatura inferior à pretendida (e regulada no termóstato), a válvula desviadora envia a água para a caldeira. Caso contrário, a válvula envia directamente a água para a misturadora.

Nota: Para evitar sobreaquecimentos perigosos, utilize apenas caldeiras murais com sistemas que regulam directamente (e não com base no caudal) a temperatura da água sanitária.

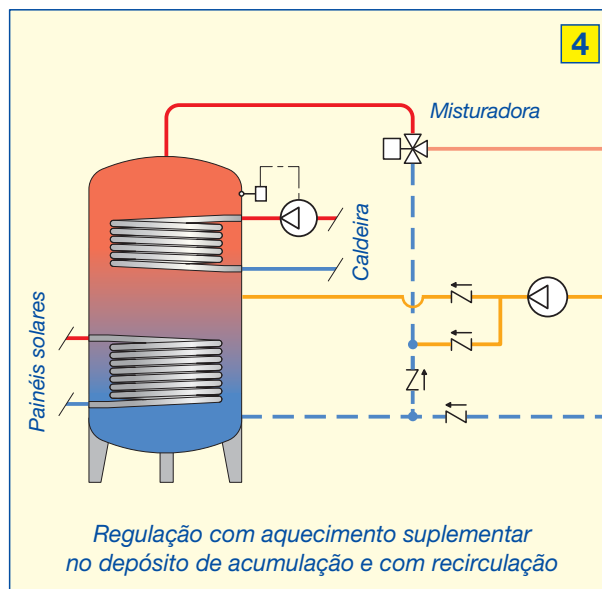
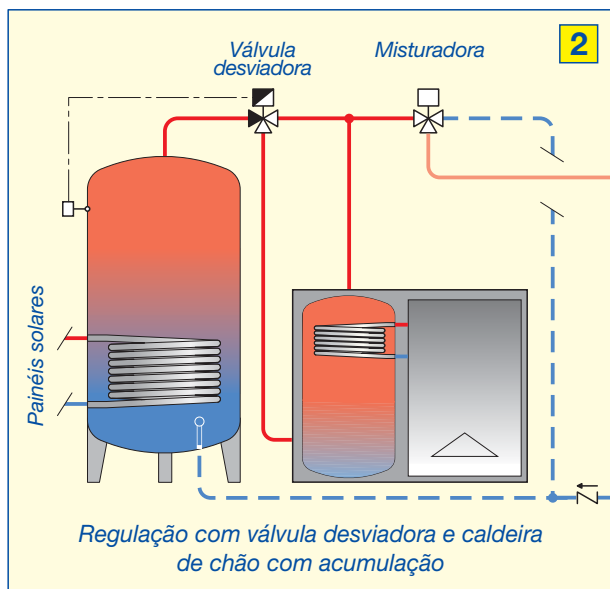
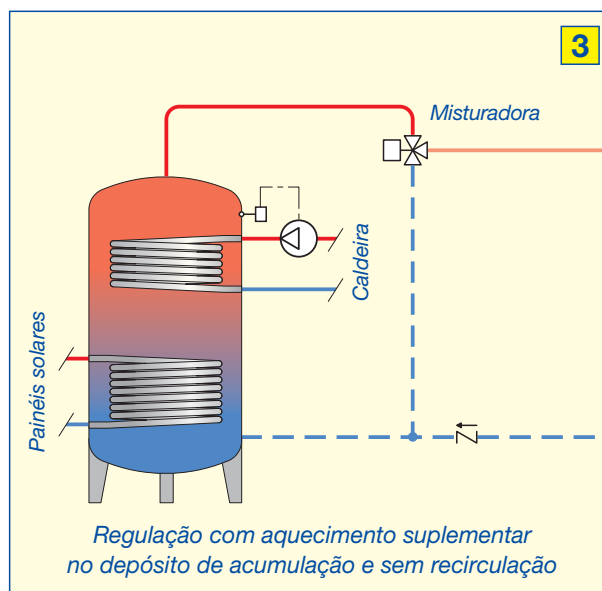
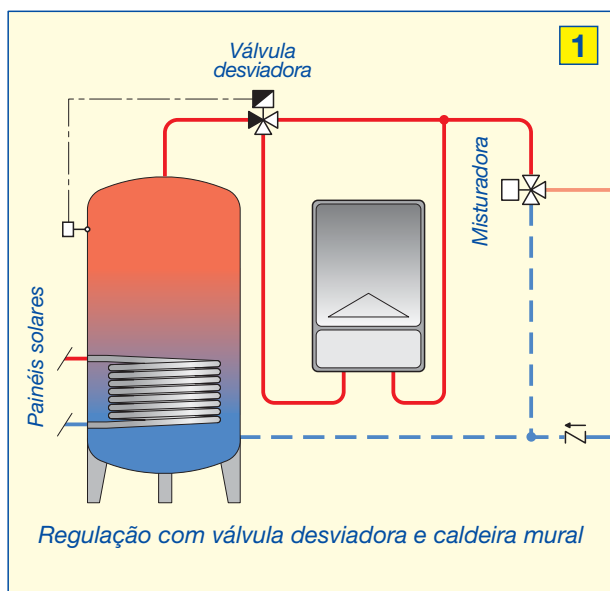
Regulação com válvula desviadora e caldeira de chão com acumulação [esquema 2]

É uma regulação que funciona de modo semelhante à do esquema 1.

Estas caldeiras não apresentam, no entanto, os perigos de sobreaquecimento das caldeiras murais, já que a temperatura do depósito de acumulação é regulada por termostatos adequados no interior das próprias caldeiras.

Regulação com aquecimento suplementar no depósito de acumulação [esquema 3 e 4]

Se a temperatura da água descer abaixo do valor de utilização, um termostato (regulado com base nessa temperatura) activa o circulador do aquecimento suplementar localizado na parte superior do depósito para aproveitar da melhor forma a estratificação da água.



De qualquer forma, considera-se que o aquecimento suplementar ligado directamente no depósito de acumulação faz subir a temperatura de toda a água contida no depósito, facto que pode limitar a quantidade de calor permutável entre os painéis e o depósito de acumulação.

Regulação com duplo acumulador e válvula desviadora [esquemas 5 e 6]

Como nos esquemas 1 e 2, a válvula desviadora tem a função de determinar se a água derivada do depósito solar tem ou não necessidade de um aquecimento suplementar.

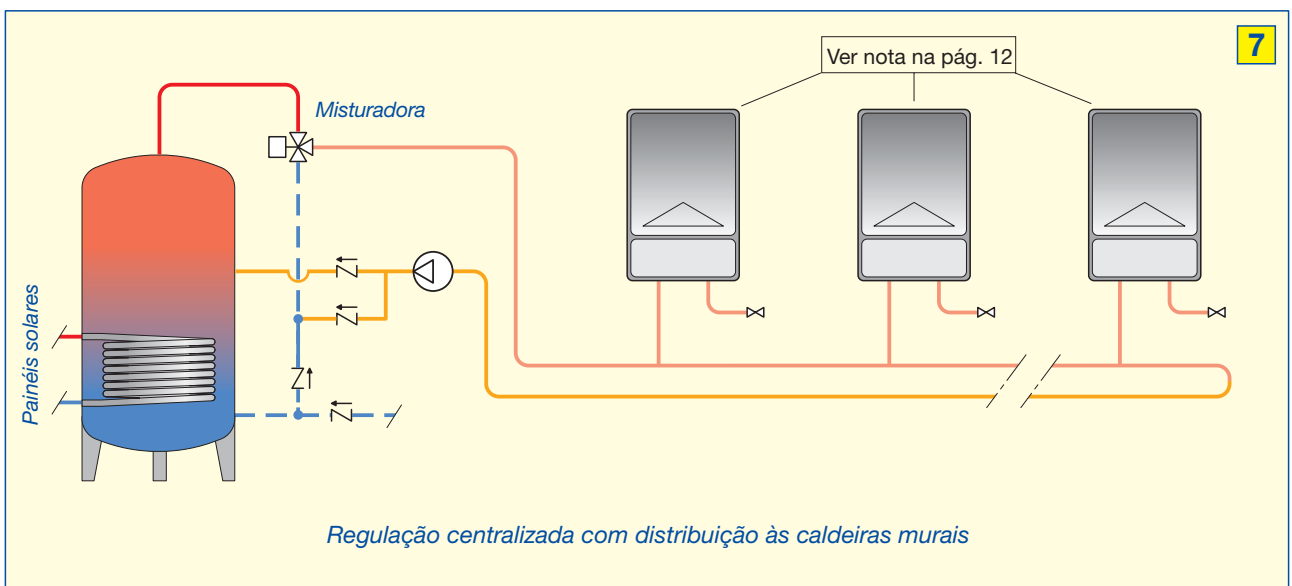
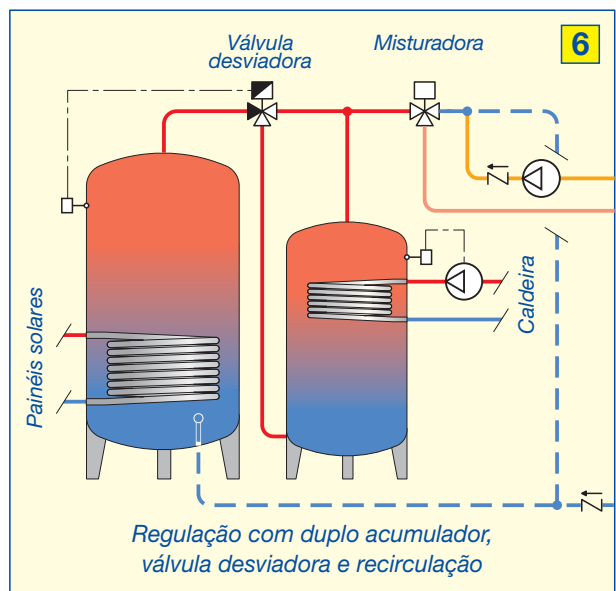
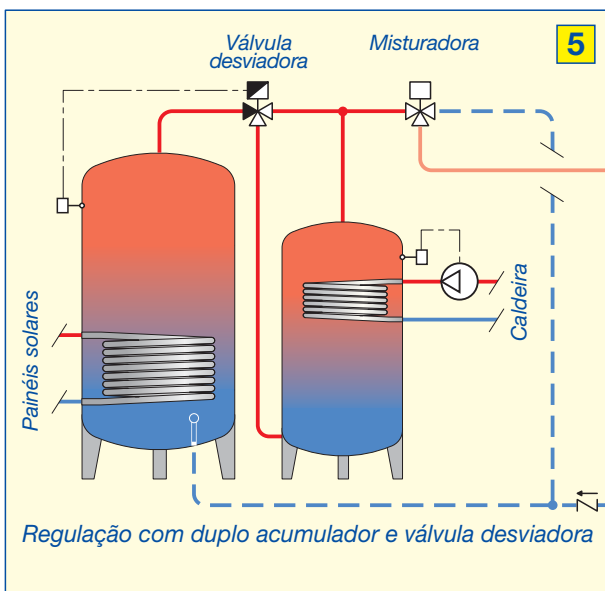
O depósito solar actua como pré-aquecedor e isto permite evitar os inconvenientes acima mencionados. Pode, por isso, arrancar a frio e acumular calor mesmo a baixas temperaturas.

Estas regulações são utilizadas sobretudo em instalações de médias e grandes dimensões.

Regulação centralizada com distribuição para caldeiras de sistemas autónomos [esquema 7]

É uma solução que permite produzir água quente com um instalação solar centralizado e distribuí-la depois para sistemas autónomos. Permite também contabilizar a energia térmica de origem solar fornecida a cada habitação.

Para evitar fortes sobreaquecimentos da água fornecida pelas caldeiras murais das habitações (ver nota na pág. 12), devem utilizar-se apenas caldeiras adequadas.



REGULAÇÃO DAS INSTALAÇÕES COMBINADAS

A regulação destas instalações deve ter como objectivo minimizar as temperaturas de funcionamento necessárias para o aquecimento. Quanto mais baixos forem os valores, tanto melhor será aproveitado o calor proveniente dos painéis solares. **Para isso, deve também assegurar-se um bom isolamento térmico das estruturas do edifício e devem escolher-se terminais de aquecimento a baixa temperatura: por exemplo, chão radiante.**

Regulação para depósito de acumulação tipo *tank in tank* [esquema 1]

O termóstato do depósito activa o circulador de entrada de calor suplementar quando a temperatura da água desce abaixo do valor necessário para:

- assegurar, no depósito interno, água quente sanitária à temperatura desejada;
- alimentar os terminais de aquecimento com as temperaturas de funcionamento previstas.

É um sistema de regulação que pode ser adoptado sobretudo em instalações de pequenas e médias dimensões.

Regulação para dois depósitos de acumulação com válvula desviadora [esquema 2]

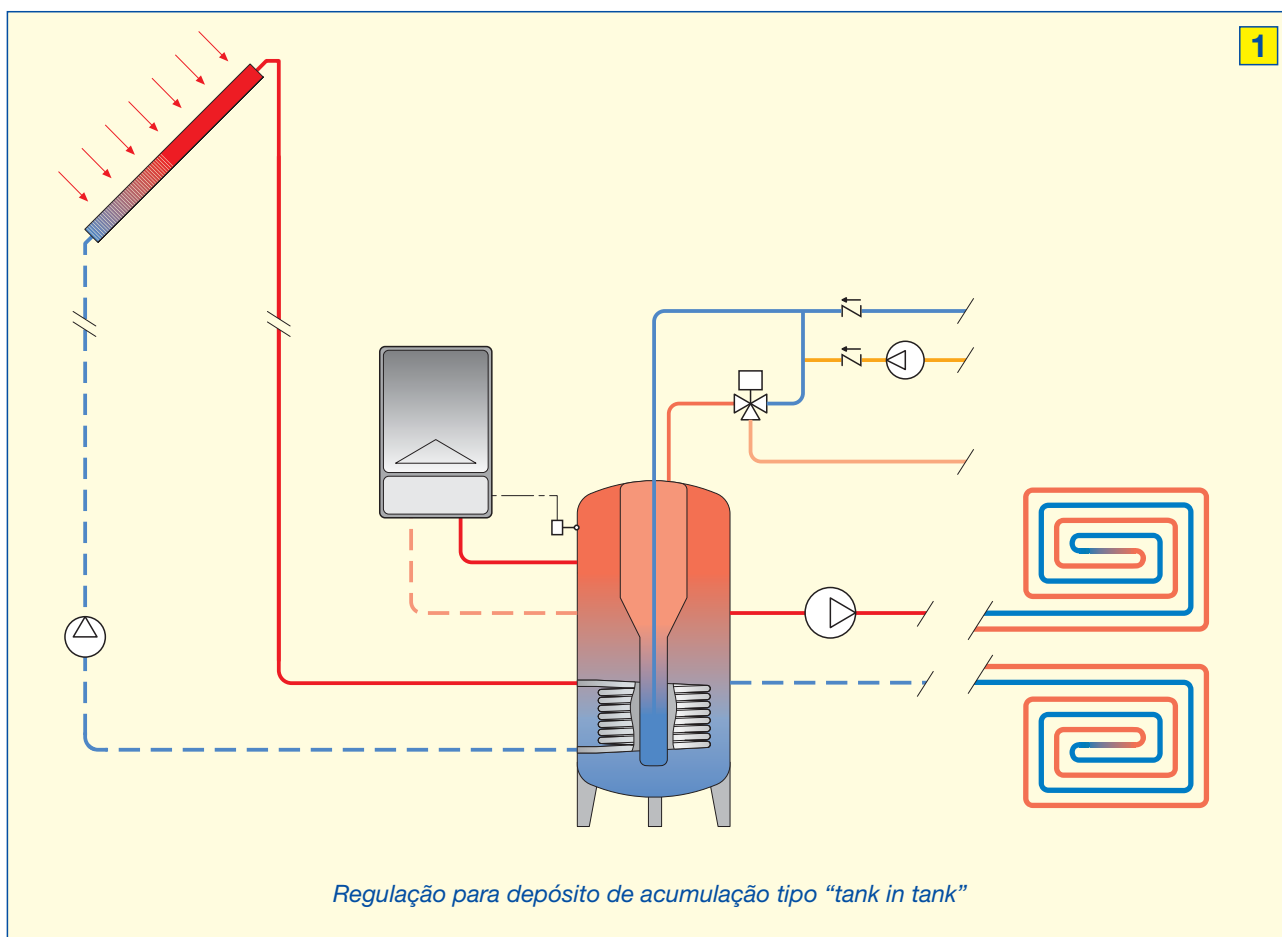
A água quente sanitária é produzida com dupla acumulação como nos respectivos casos analisados anteriormente.

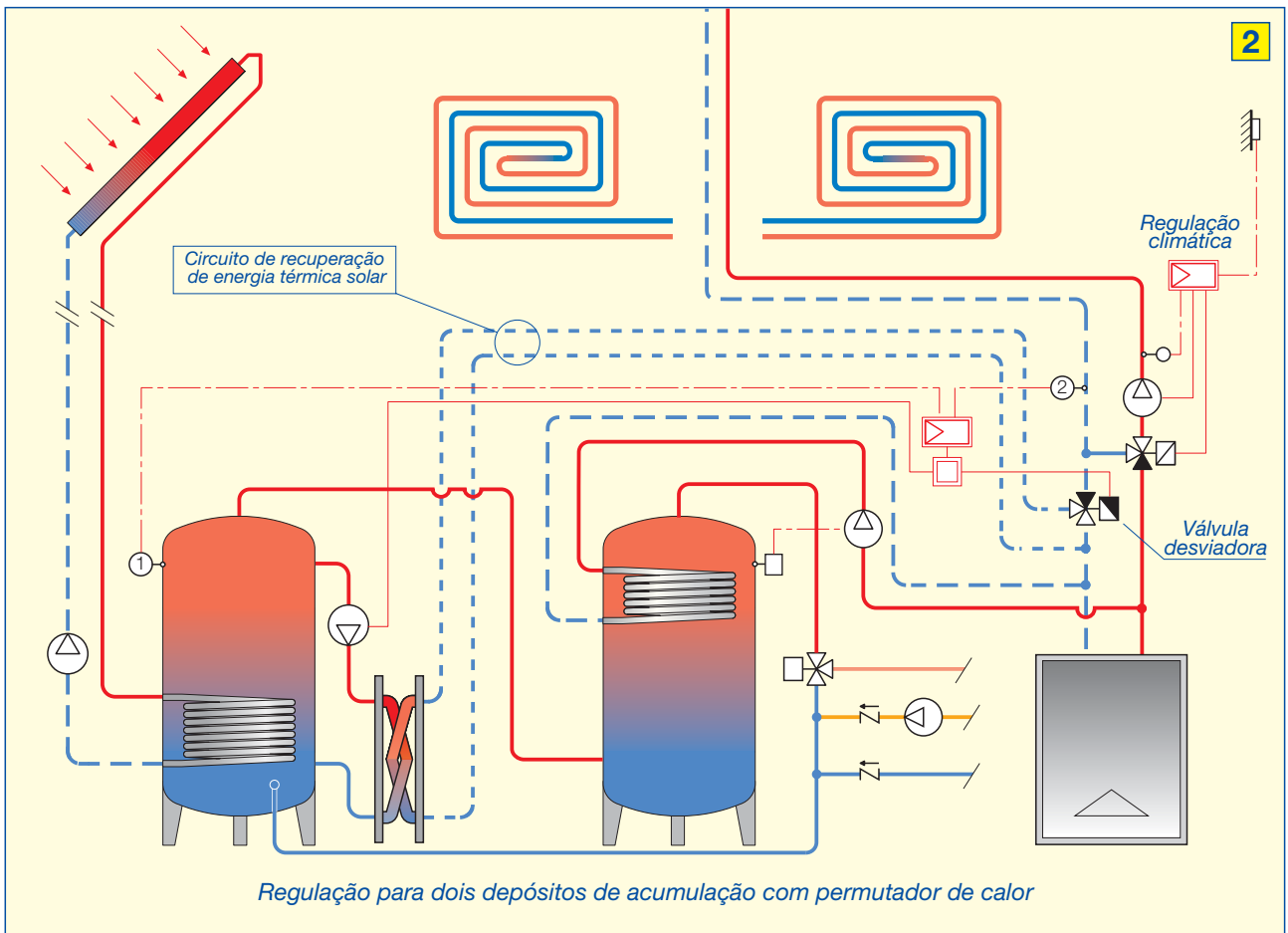
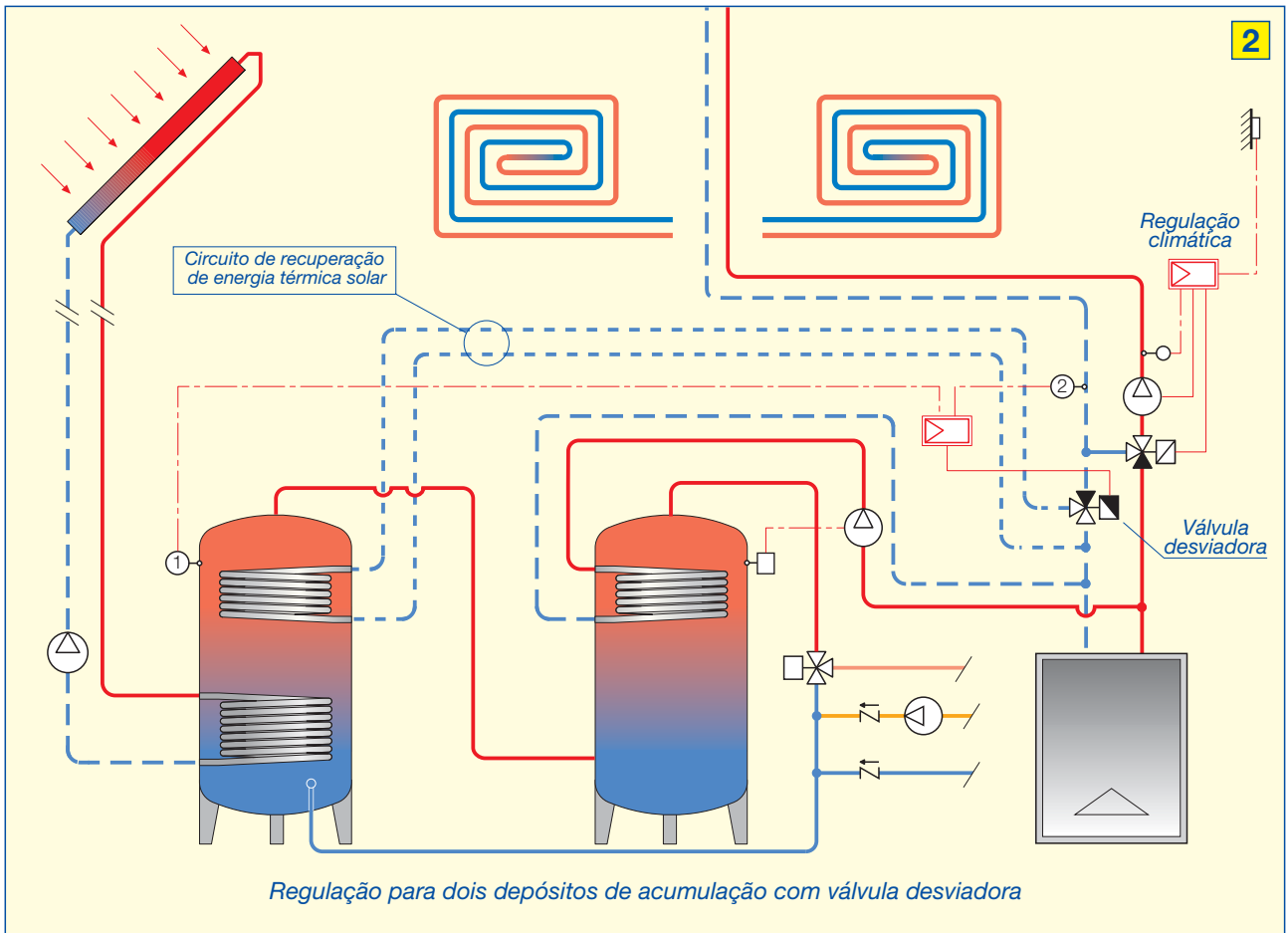
Para o aquecimento deriva energia térmica quer da caldeira quer do depósito solar.

Em particular, deriva energia térmica do depósito solar quando a temperatura da sonda S_1 ultrapassa a da sonda S_2 . Neste caso, a válvula desviadora faz passar o líquido de retorno através da serpentina superior do depósito solar.

Regulação para dois depósitos de acumulação com permutador de calor [esquema 3]

É um sistema bastante semelhante ao anterior. A única diferença reside na troca térmica entre o líquido de aquecimento e o do depósito solar, que neste caso ocorre com a ajuda de um permutador externo.





LOCAL E MODO DE INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS SOLARES

Os painéis solares devem ser instalados em superfícies que permitam **uma boa insolação, uma fixação segura e uma manutenção adequada.**

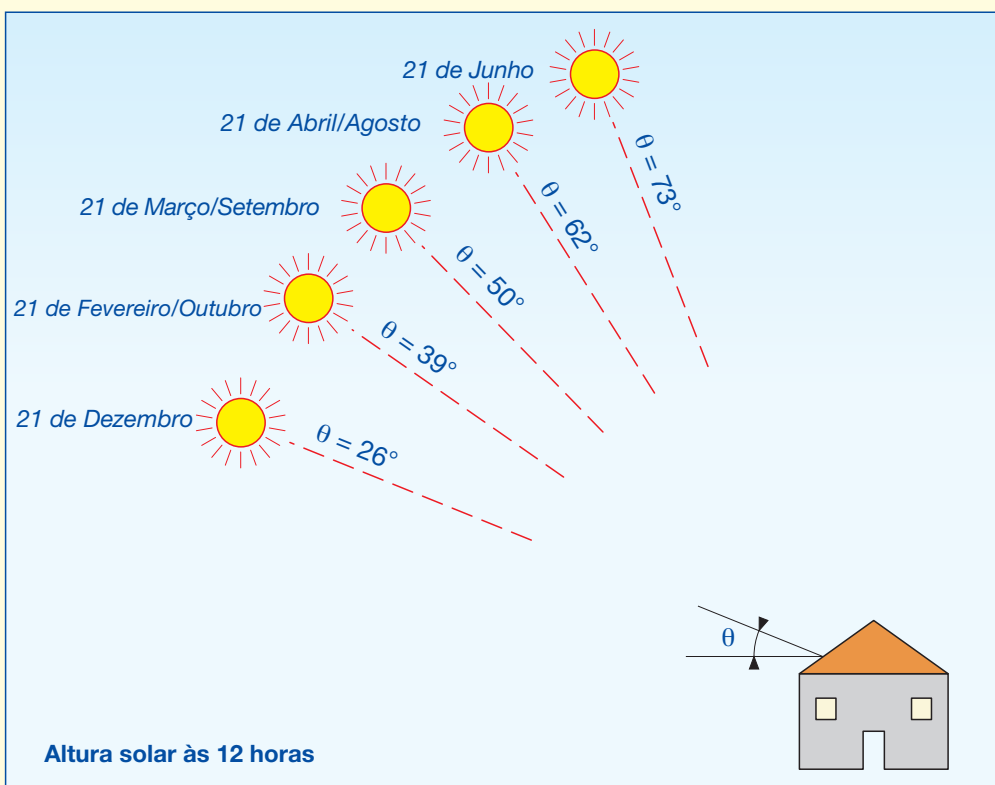
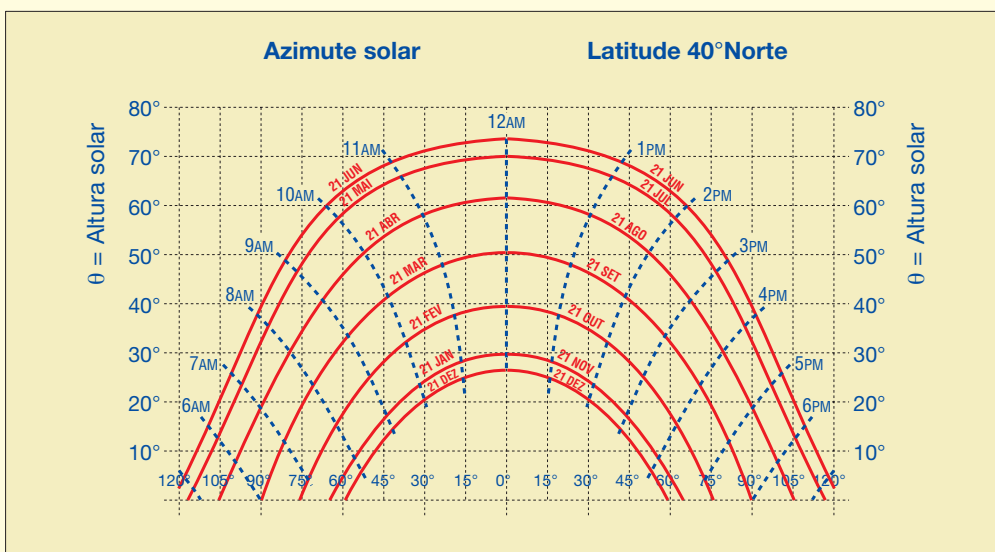
Para obter **uma boa insolação**, são três os aspectos a considerar: (1) a formação de possíveis zonas de sombra, (2) o ângulo de orientação dos painéis e (3) o seu ângulo de inclinação relativamente ao plano horizontal.

Zonas de sombra

O ambiente circundante pode induzir sombras nos painéis, reduzindo dessa forma o seu rendimento.

Por isso, antes de decidir onde instalar os painéis, verifique se existem obstáculos capazes de impedir ou limitar a irradiação directa: obstáculos como, por exemplo, edifícios, muros, elevações ou mesmo vegetação alta.

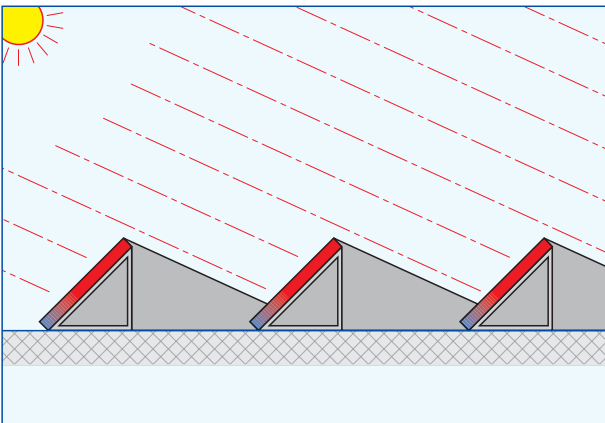
Nestes casos, a sombra induzida por estes obstáculos **deve ser muito limitada ou de curta duração, para não penalizar demasiado o rendimento dos painéis.**



A existência ou não de sombras provocadas por obstáculos e a sua duração no tempo pode ser determinada com a ajuda de diagramas solares, capazes de fornecer a posição do sol relativamente a cada dia do ano e a cada hora do dia.

O diagrama solar apresentado na página ao lado refere-se a uma latitude de 40° Norte, mais ou menos a latitude de Portugal continental.

Entre as sombras induzidas pelo ambiente circundante, devem considerar-se também aquelas que os painéis possam projectar sobre si próprios quando estão dispostos em filas.



Nas latitudes do nosso país, para evitar estas sombras, pode adoptar-se, entre cada fila, as distâncias indicadas na tabela abaixo. Havendo falta de espaço esta distância pode ser reduzida de 25%.

Funcionamento no período estivo

para $\alpha = 30^\circ \rightarrow d = h \cdot 1,9$

para $\alpha = 45^\circ \rightarrow d = h \cdot 2,0$

para $\alpha = 60^\circ \rightarrow d = h \cdot 2,1$

Funcionamento no período anual

para $\alpha = 30^\circ \rightarrow d = h \cdot 2,3$

para $\alpha = 45^\circ \rightarrow d = h \cdot 2,7$

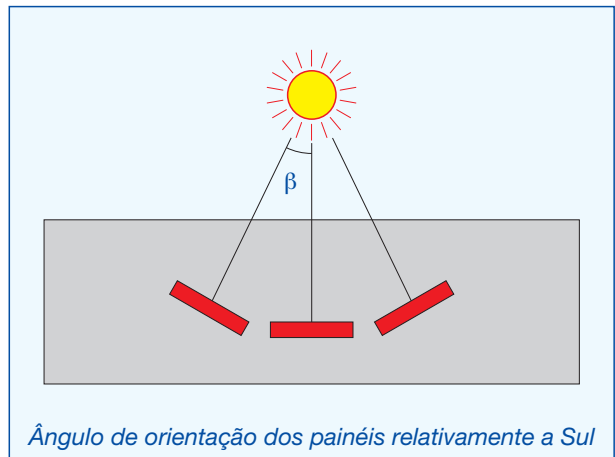
para $\alpha = 60^\circ \rightarrow d = h \cdot 2,8$

Distância aconselhada entre os painéis

Ângulo de orientação

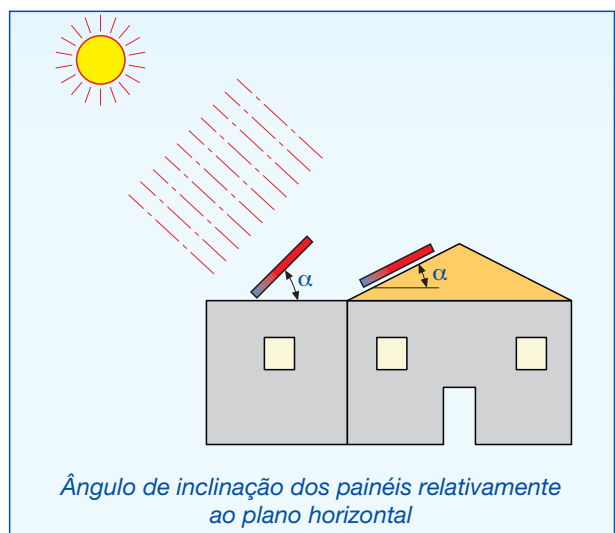
No nosso hemisfério, a orientação ideal dos colectores é a virada para Sul. No entanto, **outras orientações não são particularmente penalizadoras.**

Por exemplo, com variações de orientação de $\pm 30^\circ$ relativamente a Sul, a energia solar anual recebida diminui apenas 2,5%, enquanto que com variações de $\pm 45^\circ$ diminui 3÷4%.



Ângulo de inclinação

Se os painéis forem colocados num tecto inclinado, em geral convém manter a mesma inclinação do tecto.



Se, pelo contrário, os painéis estiverem colocados em superfícies planas, nas nossas latitudes convém adoptar os seguintes ângulos de inclinação:

$\alpha = 15 \div 35^\circ$ para instalações com funcionamento no Verão

$\alpha = 45 \div 60^\circ$ para instalações com funcionamento no Inverno

$\alpha = 35 \div 50^\circ$ para instalações com funcionamento anual

MEDIDAS BASE PARA DIMENSIONAR OS INSTALAÇÕES DE PAINÉIS

São quatro as **medidas base** que servem para dimensionar os instalações de painéis solares:

1. a **superfície dos painéis**,
2. a **potência específica do projecto**,
3. o **salto térmico do líquido solar**,
4. o **volume dos depósitos de acumulação**.

De seguida, iremos examinar estas medidas e considerar os valores que a elas podem ser atribuídos.

Superfície dos painéis

Para determinar de forma coerente e rigorosa o valor desta medida, deve proceder-se do seguinte modo:

1. pensar em várias soluções com superfícies dos painéis variáveis: por exemplo, capazes de cobrir 20, 40, 60 e 80% das necessidades térmicas totais necessárias;
2. determinar os custos de instalação e manutenção dos instalações com base nas soluções pensadas;
3. quantificar, sempre para essas soluções, as poupanças de combustível que poderiam obter-se e os respectivos benefícios económicos anuais;
4. comparar os custos e os benefícios económicos acima referidos, a fim de determinar os prazos de amortização das diferentes soluções;
5. por fim, escolher, em função desses valores, a solução considerada mais conveniente.

Trata-se, porém, de operações que dependem de muitos parâmetros nem sempre fáceis de determinar com certeza, como por exemplo: o rendimento efectivo dos colectores, a eficiência do sistema de regulação e os modos reais de utilização do instalação.

Além disso, para calcular os prazos de amortização, é necessário conhecer qual será a variação no tempo do custo do combustível de referência. Isto é, é necessário conhecer qual será a variação no tempo de um valor sem dúvida amplamente indeterminado, já que depende de escolhas imprevisíveis de ordem política e económica.

Razão pelo qual, em geral, convém determinar a superfície dos painéis solares com base nos dados médios predefinidos, resultantes de operações semelhantes às acima descritas.

Instalações para água quente sanitária

Para estas instalações, pode utilizar-se a tabela abaixo, onde a superfície líquida dos painéis é dada em função da necessidade diária de água quente a 45°C.

SUPERFÍCIE ÚTIL DOS PAINÉIS PLANOS RELACIONADA COM A NECESSIDADE DIÁRIA DE ÁGUA QUENTE A 45°C

Norte de Portugal 1,0 m² para necessidades de 50 l/dia

Sul de Portugal 0,8 m² " " " "

Nota:

Para painéis de tubos de vácuo, a superfície acima indicada pode ser reduzida em 20%.

A necessidade diária de água quente pode ser, por sua vez, determinada com os seguintes valores:

NECESSIDADE DIÁRIA DE ÁGUA QUENTE A 45°C

Habitações domésticas

Conforto elevado	75 l/(pessoa/dia)
Conforto médio	50 l/(pessoa/dia)
Conforto baixo	35 l/(pessoa/dia)
Máquina de lavar roupa	20 l/(1 lavagem diária)
Máquina de lavar loiça	20 l/(1 lavagem diária)

Pensões e Turismo Rural

Nível elevado	75 l/(pessoa/dia)
Nível médio	50 l/(pessoa/dia)

Hotéis e Restaurantes

Conforto elevado	75 l/(pessoa/dia)
Conforto médio	50 l/(pessoa/dia)
Conforto baixo	35 l/(pessoa/dia)

Serviço de cozinha

Serviço médio	10 l/(dia/refeição)
Serviço elevado	15 l/(dia/refeição)

Se, para a distribuição da água quente, estiver previsto um circuito de recirculação, devem também ser tidas em conta as suas dispersões térmicas.

Instalações combinados

Para instalações combinados em edifícios de habitação termicamente bem isolados e aquecidos com sistemas de baixa temperatura, pode consultar-se a tabela abaixo, onde a superfície dos painéis é dada em função da superfície habitada.

EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO SUPERFÍCIE ÚTIL DOS PAINÉIS PLANOS

Instalações de pequenas dimensões

Norte de Portugal 0,75÷0,60 m² por cada 10 m² de sup. habitada

Sul de Portugal 0,65÷0,50 m² “ “ “ “

Instalações de médias e grandes dimensões

Norte de Portugal 0,60÷0,50 m² por cada 10 m² de sup. habitada

Sul de Portugal 0,50÷0,40 m² “ “ “ “

Nota:

Para painéis de tubos de vácuo, a superfície acima indicada pode ser reduzida em 20%.

Para instalações combinados em edifícios de uso comum (Hospitais, Casas de repouso, Escolas, Casas do estudante, Hotéis, Pensões, Estalagens, Escritórios, etc.), a superfície dos painéis pode ser determinada considerando taxas de cobertura da necessidade térmica total variáveis entre 20 e 30%.

Instalações para piscinas

Para instalações adaptados ao aquecimento de piscinas, a superfície útil dos painéis pode ser determinada com base nos seguintes valores.

AQUECIMENTO DE PISCINAS SUPERFÍCIE ÚTIL DOS PAINÉIS PLANOS

Piscinas exteriores 0,60÷0,40 m² por cada m² de sup. piscina

Piscinas cobertas 0,40÷0,30 m² por cada m² de sup. piscina

Potência específica de projecto

É a potência captável e transferível para o líquido solar a partir de um metro quadrado de painel com insolação máxima. Serve (como veremos de seguida) para determinar a capacidade do circuito solar e para dimensionar o respectivo permutador de calor.

O valor desta medida depende de múltiplos factores, tais como: a insolação máxima do local, o tipo e as características de construção dos painéis, os ângulos de orientação e inclinação, as temperaturas do ar exterior e de funcionamento do instalação. No entanto, sem erros significativos, para painéis planos com cobertura transparente, podem assumir-se os seguintes valores:

$$q = 400 \text{ (kcal/h)/m}^2$$

Salto térmico do líquido solar

É o salto térmico de projecto entre a entrada e a saída do líquido solar dos painéis. Como no caso anterior, o seu valor serve essencialmente para determinar a capacidade do circuito solar e para dimensionar o respectivo permutador de calor. Para esta medida, pode assumir-se o seguinte valor:

$$\Delta t = 10^\circ\text{C}$$

Volume dos depósitos de acumulação

Pode ser determinado com base em valores variáveis de 50 a 60 litros por metro quadrado de painéis. Assim sendo, pode considerar-se válida a seguinte fórmula:

$$V = (50 \div 60) \cdot S$$

Sendo: **V** = Volume do depósito, m³
S = Superfície útil dos painéis, m²

CIRCULAÇÃO DO LÍQUIDO SOLAR

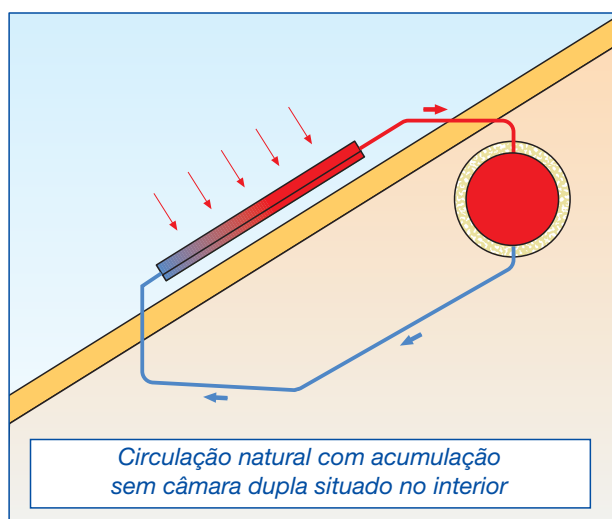
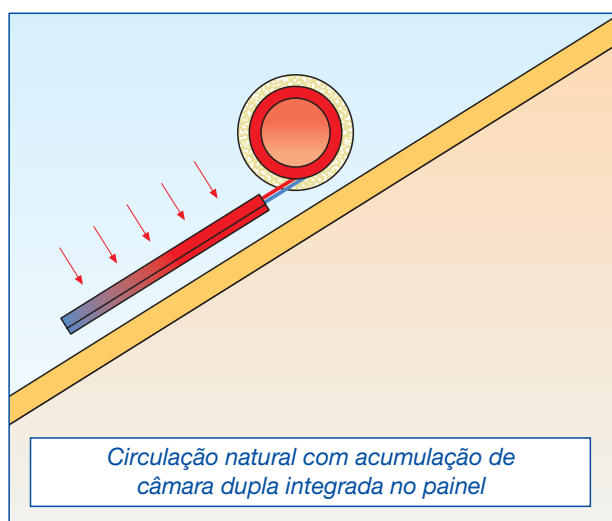
A circulação do líquido solar, isto é, do líquido que tem a função de transportar a energia térmica captada pelos painéis para o depósito de acumulação, pode ser do tipo natural ou forçada.

Circulação natural

É a circulação que se efectua sem o auxílio de circuladores.

O líquido solar, ao aquecer no interior dos painéis, torna-se mais leve do que o líquido contido nos depósitos. Pode, portanto, activar uma circulação natural igual àquela com que funcionam os velhos instalações com termo-sifão.

Naturalmente, para que haja uma circulação deste tipo, os depósitos de acumulação devem ser colocados numa altura superior à dos painéis, como indicado nos dois esquemas abaixo ilustrados.



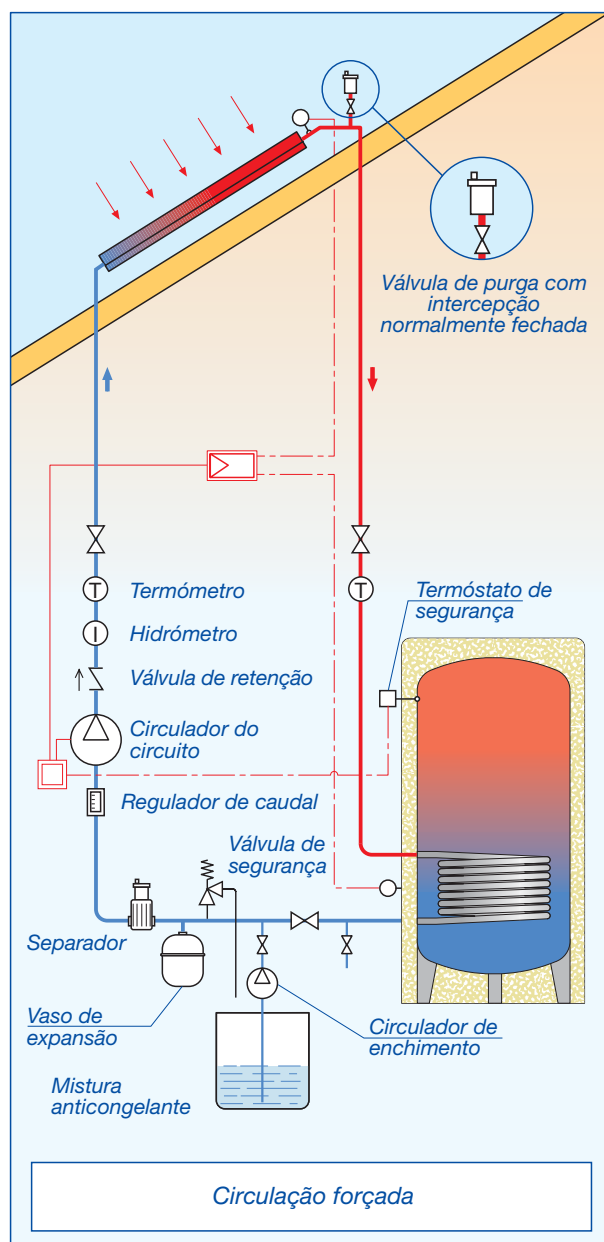
A principal desvantagem destas instalações consiste precisamente na necessidade de instalar os depósitos a uma altura superior aos colectores, o que, na prática, só é possível em instalações de pequenas dimensões.

Circulação forçada

É uma circulação que se efectua com o auxílio de circuladores, activados (como já vimos) apenas quando o líquido solar nos painéis se encontra a uma temperatura mais elevada relativamente à da água contida nos depósitos de acumulação.

Obviamente, nestes instalações não existem restrições quanto à localização dos depósitos.

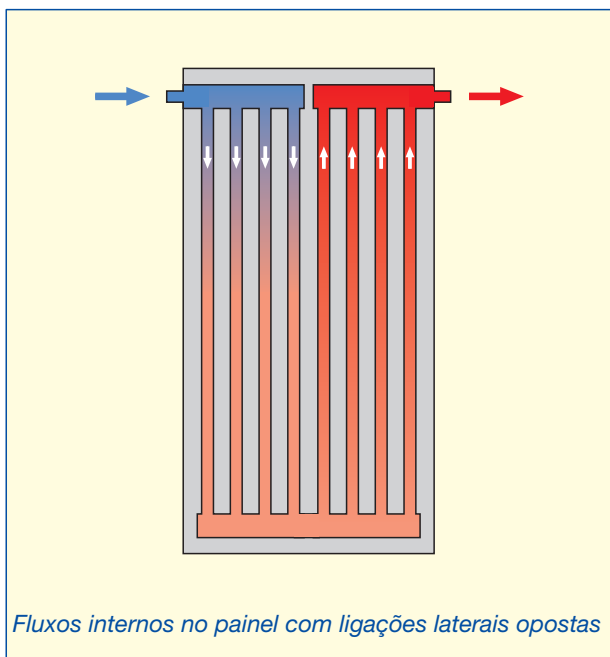
O esquema que se segue mostra os principais componentes (em parte já vistos e em parte apresentados nas páginas seguintes) de um instalação solar com funcionamento por circulação forçada.



LIGAÇÃO E EQUILÍBRIO DOS PAINÉIS

Ao ligar vários painéis entre si, devem garantir-se **os caudais equilibrados e baixas perdas de carga**: sendo que este último aspecto permite limitar os consumos dos circuladores.

Baterias de painéis montados em série podem garantir caudais equilibrados. No entanto, a partir de um certo número de painéis (em geral 4 ou 5, dependendo das características de construção) **estas baterias apresentam perdas de carga muito**

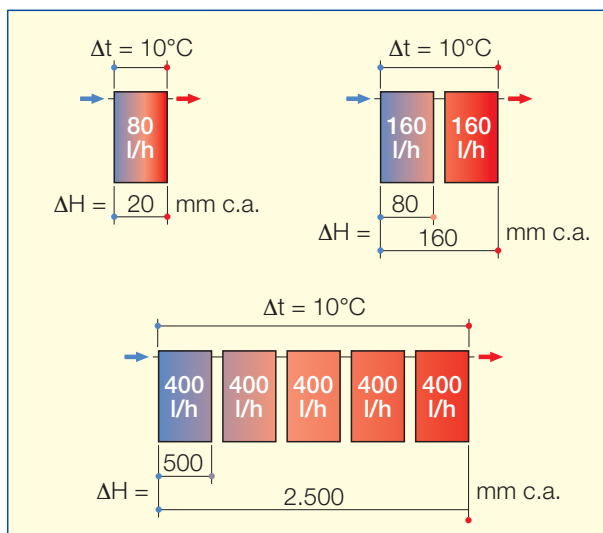


elevadas, como mostra o exemplo que se segue. Para os painéis de base (com uma superfície líquida de 2 m²) foram consideradas as seguintes características:

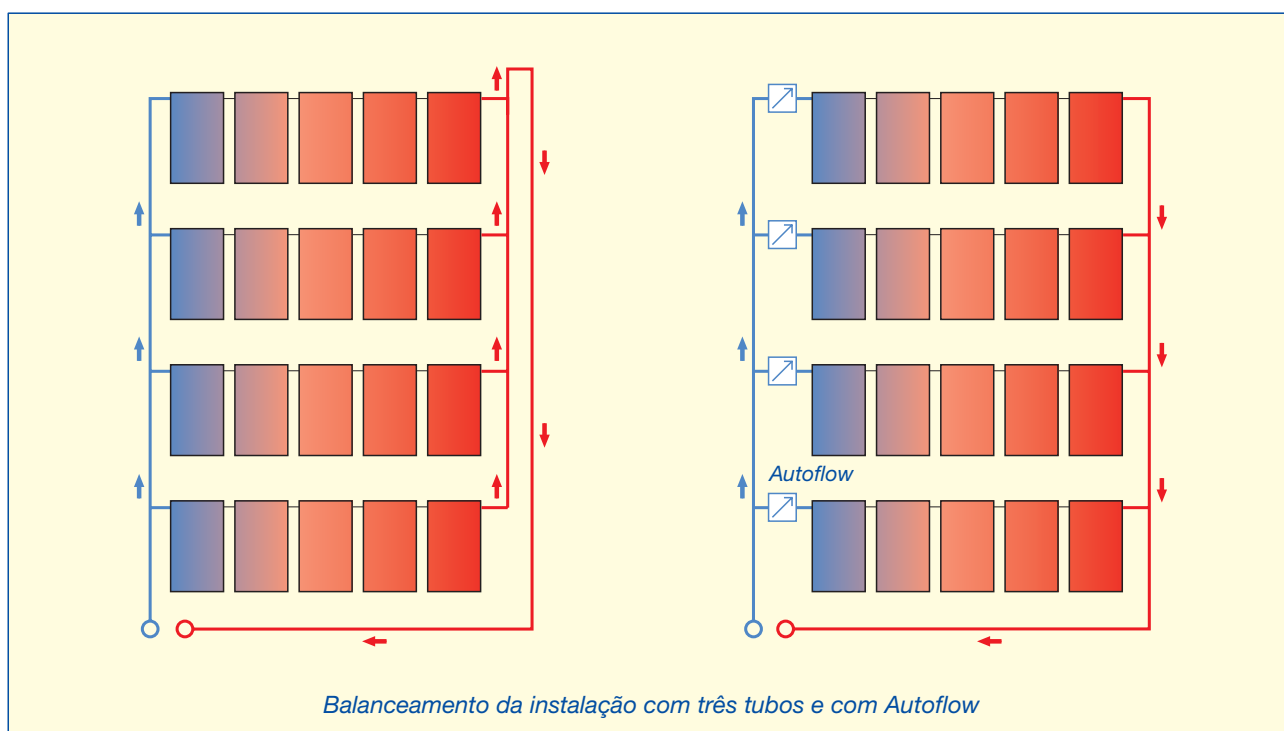
- $G_p = 80$ l/h caudal
- $H_p = 20$ mm c.a. perdas de carga

Para o cálculo das perdas de carga H , ao variar o caudal G , foi utilizada a fórmula:

$$H = (G^2 / G_p^2) \cdot H_p$$



As baterias de painéis em série podem, depois, ser ligadas entre si em paralelo com circuitos compensados de três tubos ou com circuitos de dois tubos equilibrados com válvulas de balanceamento ou Autoflow.



CAUSAS POSSÍVEIS DE SOBREAQUECIMENTO

Com forte insolação e utilização limitada, nos instalações solares podem surgir problemas de sobreaquecimento, uma vez que o calor que os painéis fornecem ao sistema não pode ser bloqueado a não ser com meios complexos e caros. O sobreaquecimento pode afectar tanto os depósitos de acumulação como o circuito solar.

Sobreaquecimento da água nos depósitos de acumulação

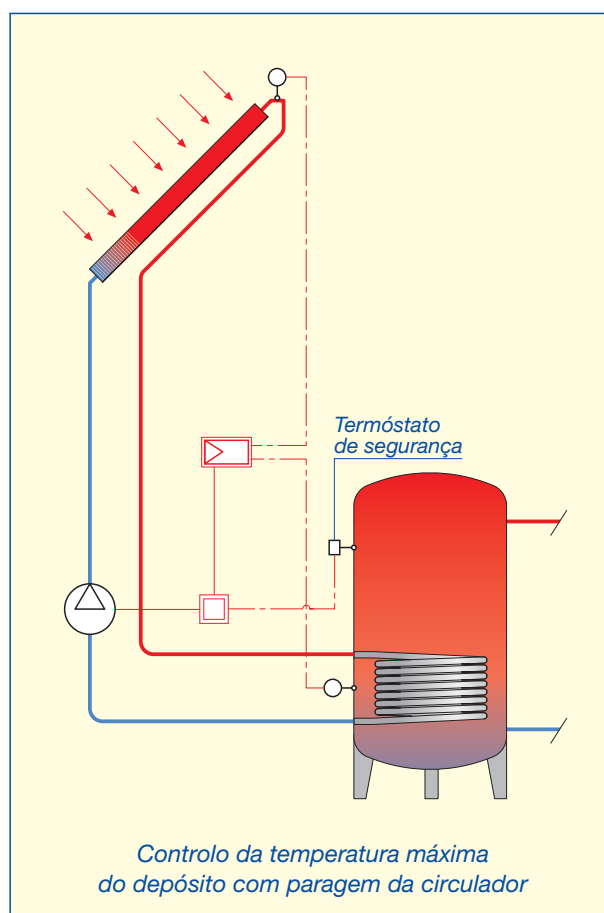
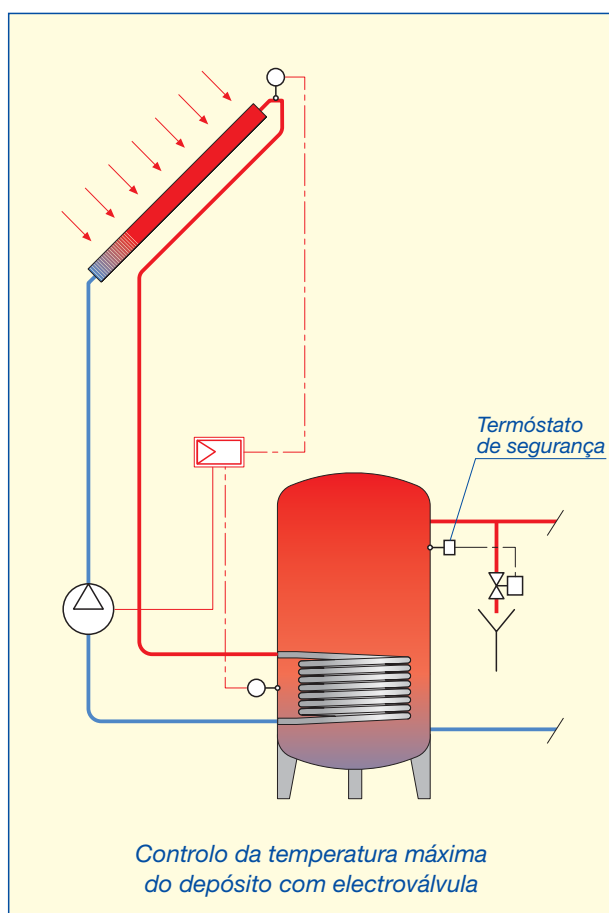
A água existente nos depósitos de acumulação não pode ultrapassar a temperatura máxima indicada nos certificados de homologação: valores que dependem dos materiais de construção dos depósitos e do seu revestimento interno. Se a temperatura máxima admitida for superada, podem ocorrer danos graves tanto na vedação dos depósitos como na qualidade da água. Para evitar estes perigos, pode utilizar-se uma das seguintes soluções:

A primeira, através da acção combinada de um termóstato e de uma válvula eléctrica de duas vias, permite descarregar a água do depósito para o exterior quando a temperatura máxima é ultrapassada. A água quente que é descarregada recolhe água fria permitindo, assim, uma diminuição da temperatura.

O principal problema desta solução reside no facto de utilizar e desperdiçar água potável para exercer uma acção de arrefecimento, o que não é muito correcto do ponto de vista ecológico. Além disso, pode ser contrária às normas e regulamentos relativos à utilização da água potável.

A segunda solução utiliza um termóstato, ou uma sonda de segurança, para parar o circulador do circuito solar quando o limite permitido é ultrapassado.

Deve, no entanto, ter-se em conta que esta segunda solução não permite, como a primeira, resolver de modo definitivo o problema do sobreaquecimento. Na prática, limita-se a transportá-lo do depósito de acumulação para o circuito solar.



Sobreaquecimento do circuito solar

Com o circulador parado, isto é, sem as dispersões do depósito de acumulação, **as temperaturas do líquido no interior do circuito solar** (e, em particular, no interior dos painéis) **aumentam ligeiramente, estabilizando-se apenas quando o circuito dispersa uma energia térmica semelhante à captada pelos painéis.** Neste caso, existe equilíbrio, ausência de crescimento: o mesmo é dizer estagnação. **E é por isso que a temperatura atingida é chamada de estagnação.**

Normalmente, podem atingir-se **temperaturas de estagnação de cerca de 140-150°C**, mas não são de excluir valores bastante mais elevados. E isto provoca a vaporização e a ebulição do líquido solar. **Em relação a estes fenómenos, se se utilizar um líquido anticongelante, é necessário evitar dois possíveis inconvenientes graves: a sua fuga e a sua degradação.**

A fuga do líquido deve ser evitada, já que com temperaturas superiores a 115÷120°C as misturas anticongelantes normais **sofrem alterações permanentes que as tornam muito agressivas.** Por isso, as fugas do sistema podem **provocar danos nas telas de impermeabilização ou corroer calças e canos de esgoto.**

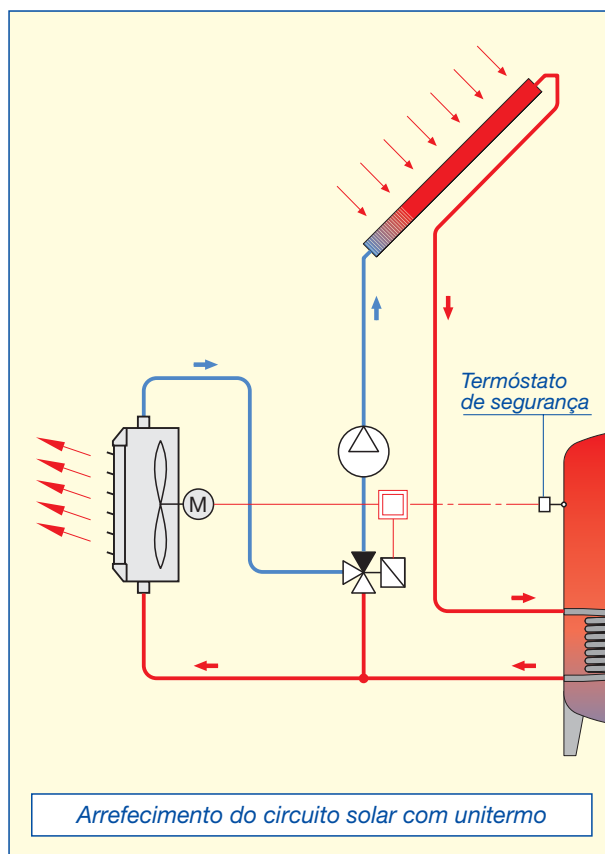
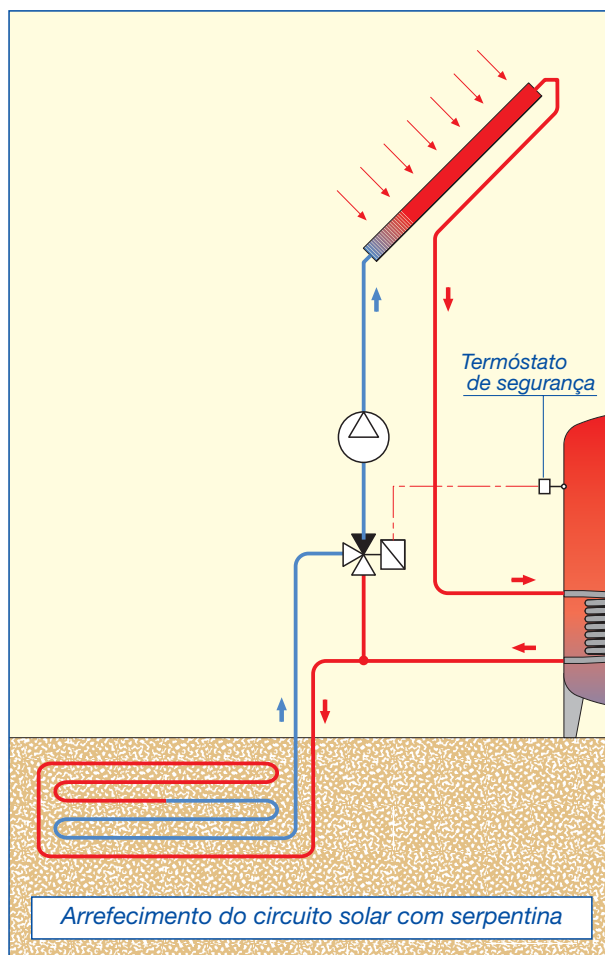
Relativamente à degradação do líquido, deve ter-se em conta que as alterações acima referidas comprometem também as **suas capacidades de defesa anti-gelo.**

Nas instalações de pequenas dimensões estes problemas podem ser resolvidos (como veremos melhor em seguida) dimensionando adequadamente os sistemas de segurança, expansão e eliminação do ar e recorrendo também a uma manutenção atenta. Em particular, deve manter-se sob controlo (com análises de 2 em 2 anos) as características químicas do líquido anticongelante e, em caso de necessidade, integrar ou substituir todo o líquido.

Nas instalações de médias e grandes dimensões, em geral, convém eliminar directamente o excesso de calor.

Os esquemas seguintes representam duas possíveis soluções. Como meio de eliminação do calor, a primeira utiliza serpentinas enterradas e a segunda um unitermo.

Trata-se de soluções que resolvem de forma satisfatória o problema de sobreaquecimento e que não afectam significativamente o custo total do instalação.



COMPONENTES E DIMENSIONAMENTO DO CIRCUITO SOLAR

Para escolher e dimensionar os principais elementos de um circuito solar, pode proceder-se do seguinte modo:

Líquido solar

Onde existir o perigo de formação de gelo, devem utilizar-se misturas anticongelantes no circuito solar, com protecção até uma temperatura de 10°C inferior à temperatura mínima considerada para o cálculo das dispersões térmicas.

Tubagens

Devem resistir, com as respectivas peças especiais, às temperaturas e pressões que se verificam nos instalações solares. Por isso, não podem ser utilizados tubos de plástico nem multicamadas.

Não podem igualmente ser utilizados tubos zincados, já que a mais de 60°C ficam expostos a fenómenos de deszincagem, especialmente na presença de substâncias anticongelantes.

As dimensões das tubagens podem ser efectuadas com o método das perdas de carga lineares constantes, considerando: (1) **caudais iguais a 40 l/h por cada metro quadrado de painéis**, (2) **perdas de carga lineares variáveis de 10 e 15 mm c.a./m**.

O valor dos caudais é obtido pela relação entre a potência específica de projecto ($q = 400 \text{ (kcal/h)/m}^2$) o salto térmico do líquido solar ($\Delta t = 10^\circ\text{C}$): medidas já consideradas na página 19.

Se se utilizarem misturas anticongelantes, deve ter-se em consideração que as perdas de carga são ligeiramente superiores às da água (ver 1º Caderno CALEFFI ou Tabelas de perdas de carga da água no site da Caleffi).

Isolamento térmico das tubagens

Nas secções de percurso externo, o material isolante deve ser protegido (1) das infiltrações de água, (2) do possível envelhecimento prematuro provocado pelos raios solares e (3) da degradação que pode ser provocada por ratos e aves. Pode, por exemplo, recorrer-se a protecções em chapa zincada ou em alumínio.

Circuladores

Devem ser dimensionadas com base no caudal exigido pelo circuito solar e na respectiva perdas de carga: isto é, com altura manométrica que serve para vencer as resistências opostas ao movimento do líquido dos painéis, dos tubos, dos permutadores de calor, das peças especiais, etc....

Reguladores de caudal

Podem utilizar-se reguladores do tipo estático ou dinâmico: Os reguladores do tipo estático (reguladores de leitura directa e válvulas de balanceamento) necessitam de uma regulação "in loco". Os do tipo dinâmico (autoflow) são auto-reguláveis.

Permutadores de calor

Podem ser (como já vimos) colocados no interior ou no exterior dos depósitos de acumulação.

Os permutadores internos com tubos lisos podem ser dimensionados com base numa superfície de troca térmica de cerca de 35÷40% da superfície líquida dos painéis.

Os permutadores externos (tubulares ou de placas) não podem, pelo contrário, ser dimensionados com base em relações simples.

Para isso, devem consultar-se as tabelas ou o software dos fabricantes e conhecer as seguintes medidas:

– Potência térmica

Pode ser determinada com a relação:

$$Q = q \cdot S = 400 \cdot S$$

sendo:

Q = Potência térmica do permutador, kcal/h

q = Potência específica de projecto, (kcal/h)/m²

S = Superfície útil dos painéis, m²

– Temperaturas do circuito solar

50°C = Temperatura de entrada, °C

40°C = Temperatura de saída, °C

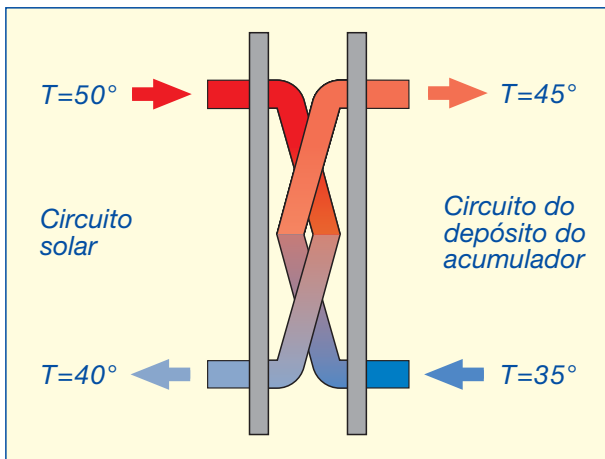
– Temperaturas do circuito do depósito

45°C = Temperatura de entrada, °C

35°C = Temperatura de saída, °C

– Perdas de carga

É aconselhável adoptar valores limitados quer para o circuito solar quer para o circuito do depósito para não dissipar demasiada energia com os circuladores.



Vasos de expansão

Nos instalações solares que possam estar em estagnação (para evitar fugas do líquido), os vasos de expansão devem poder conter as dilatações do líquido e o vapor que pode formar-se.

Para dimensionar vasos de expansão capazes de proporcionar este desempenho, é necessário calcular antes de mais o seu volume útil (isto é, o volume do líquido que devem conter) através da fórmula:

$$V_U = (V_C \cdot e + V_P) \cdot k$$

sendo:

V_U = Volume útil do depósito de expansão, l

V_C = Conteúdo de líquido no circuito solar, l

e = Coeficiente de dilatação do líquido,
 $e = 0,045$ para a água,
 $e = 0,070$ para a mistura água-glicol,

V_P = Conteúdo de líquido nos painéis solares, l

k = Constante de segurança,
 $k = 1,1$ valor normalmente assumido.

Assim, é possível determinar o volume nominal ou comercial com a fórmula utilizada para o cálculo dos depósitos de expansão normais, isto é:

$$V_N = V_U \cdot (P_F + 1) / (P_F - P_I)$$

sendo:

V_N = Volume nominal do depósito de expansão, l

V_U = Volume útil do depósito de expansão, l

P_I = Pressão inicial, isto é, a pressão de enchimento do sistema, bar
 Valor aconselhado: Pressão estática + 0,5 bar

P_F = Pressão final, bar
 Valor aconselhado: Pressão de abertura da válvula de segurança - 0,5 bar

Notas:

- Para proteger as membranas, convém instalar os vasos de expansão no retorno do circuito solar, com o tubo de ligação virado para baixo e sem isolamento térmico;
- É aconselhável utilizar vasos de expansão dimensionados como indicado na página ao lado (isto é, capazes de conter a dilatação veja do líquido mas também do vapor que pode formar-se nos painéis), mesmo em instalações com sistema de refrigeração externa com serpentinas ou com unitermo. Serve como medida de segurança para a eventualidade da circulador se queimar ou bloquear ou da válvula desviadora fique desregulada.

Exemplo de cálculo

Calcular o depósito de expansão necessário para um circuito solar que utiliza mistura anticongelante e possui as seguintes características:

8 Número de painéis solares

2,0 l Conteúdo de líquido em cada painel

24,0 l Conteúdo de líquido das tubagens, permutador de calor e outros componentes do circuito solar.

1,5 bar Pressão inicial

5,5 bar Pressão final

Com base nestes dados e com referência às fórmulas e respectivos símbolos da página anterior, temos que:

- Conteúdo de líquido nos painéis solares:

$$V_P = 8 \cdot 2,0 = 16 \text{ l}$$

- Conteúdo de líquido no circuito solar:

$$V_C = 16,0 + 24,0 = 40 \text{ l}$$

- Volume útil do depósito de expansão:

$$V_U = (40 \cdot 0,07 + 16) \cdot 1,1 = 20,7 \text{ l}$$

- Volume comercial do depósito de expansão:

$$V_N = 20,7 \cdot (5,5 + 1) / (5,5 - 1,5) = 34 \text{ l}$$

O valor calculado leva à escolha de um vaso de expansão comercial de 35 l.

Válvulas de segurança

É aconselhável utilizar válvulas de segurança com elevado valor (5-6 bar) de descarga quer para limitar as dimensões dos vasos de expansão, quer para manter elevada a temperatura de ebulição do líquido solar.

A mistura anticongelante que pode sair da válvula não deve ser descarregada para o esgoto. Deve, por isso, utilizar-se um contentor de recolha como, por exemplo, o recipiente do líquido anticongelante.

Purgadores de ar

Devem ser colocadas nas zonas mais altas do circuito e onde possam formar-se sacos de ar.

A sua função é eliminar o ar na fase de enchimento e arranque do sistema.

Depois desta fase, as válvulas de purga devem ser fechadas, pois poderiam deixar sair o líquido solar sob a forma de vapor. Devem, portanto, ser montadas com torneiras de corte.

As válvulas de purga e as torneiras (que funcionam em zonas de possível ebulição da mistura anticongelante) devem resistir a uma temperatura de 200°C e a pressões de pelo menos 10 bar.

Separadores de micro-bolhas

Para uma purga adequado do circuito solar, mesmo na fase de funcionamento, é aconselhável utilizar separadores automáticos, que devem ser instalados no retorno (isto é, a seguir ao permutador de calor) e na zona inferior do circuito solar, onde não pode formar-se vapor.

Válvulas de retenção

Servem para evitar as circulações parasitas que podem activar-se quando o líquido existente na serpentina do depósito de acumulação está mais quente do que o dos painéis: por exemplo, durante períodos de fraca insolação ou à noite.

São, na prática, circulações naturais que transformam os painéis de captadores em dispersores de calor e a elas se deve o mau funcionamento de muitas instalações solares.

Para evitar estas circulações, podem utilizar-se válvulas do tipo ballstop (isto é, válvulas de intercepção com retenção incorporada) ou válvulas de retenção de batente ou de disco com mola.

Dado o baixo custo das válvulas ballstop, para maior segurança, convém instalar estas válvulas na entrada e no retorno do circuito solar.

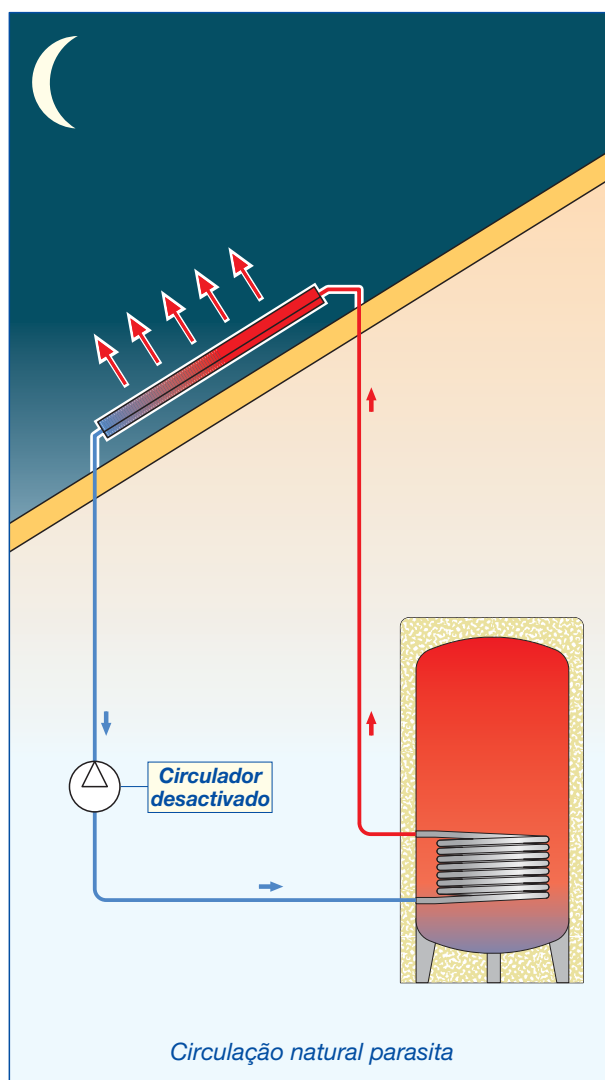
De qualquer forma, deve ter-se em consideração que as válvulas de retenção não garantem uma protecção segura contra as circulações parasitas, já que a sujidade e as incrustações podem comprometer a sua vedação e permitir infiltrações.

Sifões de protecção

Têm uma forma em U e são colocados quer a montante quer a jusante dos permutadores de calor. Podem servir (como apoio e não como alternativa às válvulas de retenção) de garantia adicional contra o aparecimento das circulações parasitas.

Electroválvulas de protecção

Estas válvulas são igualmente utilizadas, à semelhança dos sifões, como apoio e não como alternativa às válvulas de retenção. A sua acção é combinada com a do circulador. Estão abertas quando o circulador está activado e fechados quando o circulador está desactivado.



INSTALAÇÕES SANITÁRIOS QUE UTILIZAM ENERGIA SOLAR

Estes instalações devem ser construídos com componentes que possuam as seguintes características:

Depósitos de acumulação

Devem poder funcionar a temperaturas superiores a 75-80°C. Não devem, por isso, utilizar-se depósitos em aço zincado porque, como já foi dito, a temperaturas superiores a 60°C ficam expostos a fenómenos de deszincagem.

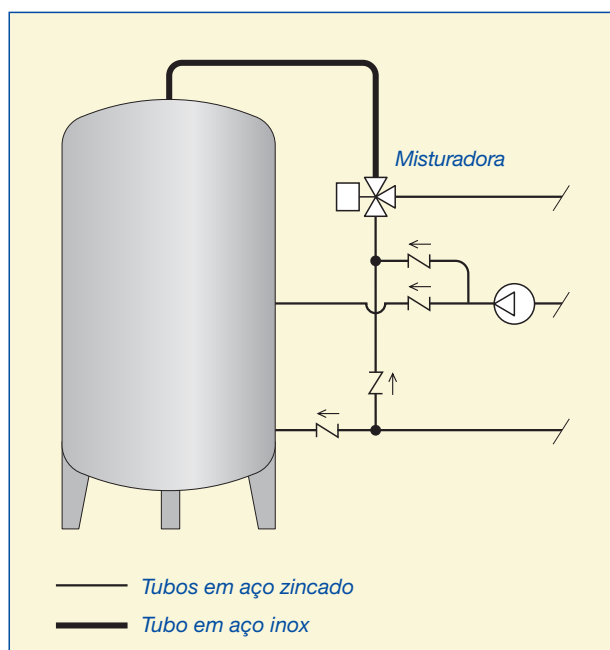
Se se destinarem a conter água quente sanitária, devem ser especificamente homologados para esse fim. Por outro lado, os que são fabricados com materiais que possam sofrer corrosões galvânicas, devem ser protegidos com cátodos apropriados.

Em particular, deve evitar-se a corrosão da serpentina pois poderia provocar a mistura do líquido solar com a água sanitária.

Tubagens

O tubo que liga o depósito solar ao misturadora não pode ser fabricado em aço zincado, já que a água transportada pode exceder os 60°C: isto é, o limite de deszincagem.

Se a rede de distribuição for em aço zincado, a ligação também não pode ser de cobre, pois poderiam surgir corrosões de tipo galvânico. É, no entanto, possível utilizar aço inoxidável.



Válvulas de temperatura/pressão

Para a protecção dos depósitos de acumulação, podem utilizar-se também **válvulas combinadas** capazes de actuar quando a **água ultrapassa determinados valores de temperatura e pressão**. Estas válvulas mantêm sob controlo os valores de temperatura máxima e devem ser colocadas na parte superior dos depósitos de acumulação. Naturalmente, a sua utilização só é possível em sistemas cujos componentes (principalmente no que respeita aos depósito) sejam garantidos para pressões e temperaturas de funcionamento não inferiores às da intervenção das próprias válvulas.

Misturadores

Devem instalar-se misturadores adequados entre os depósitos e a rede de distribuição, uma vez que nos sistemas solares podem ser atingidas temperaturas muito elevadas mesmo nos depósitos de acumulação da água sanitária.

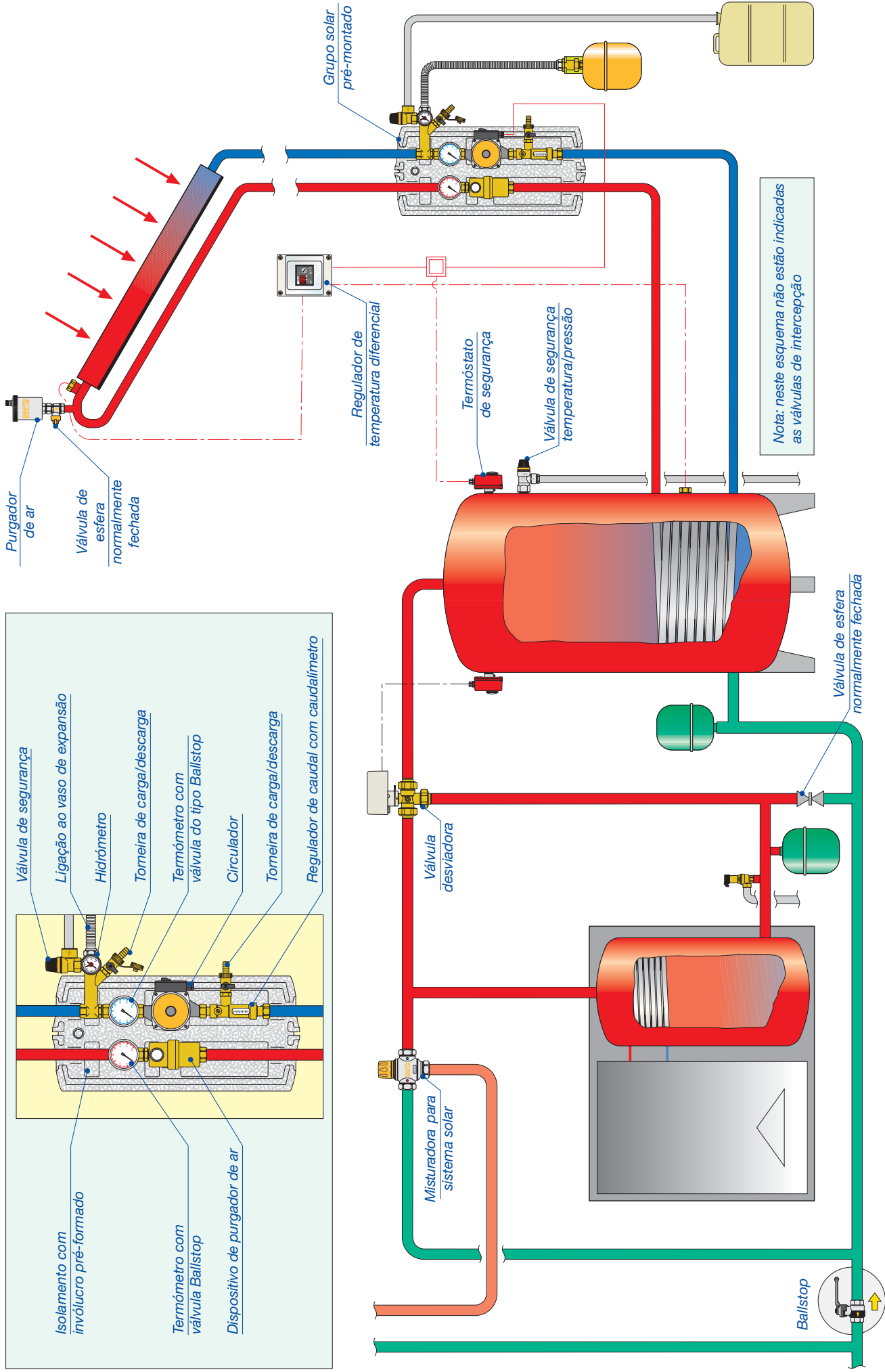
No que respeita à temperatura da água quente de entrada, **o intervalo de funcionamento destes misturadores não deve ser inferior a 85-90°C**.

No entanto, um intervalo que abranja valores mais elevados permite uma maior segurança, tendo em conta que não são de excluir avarias ou desregulações nos sistemas que servem para limitar a temperatura da água no interior dos depósitos.

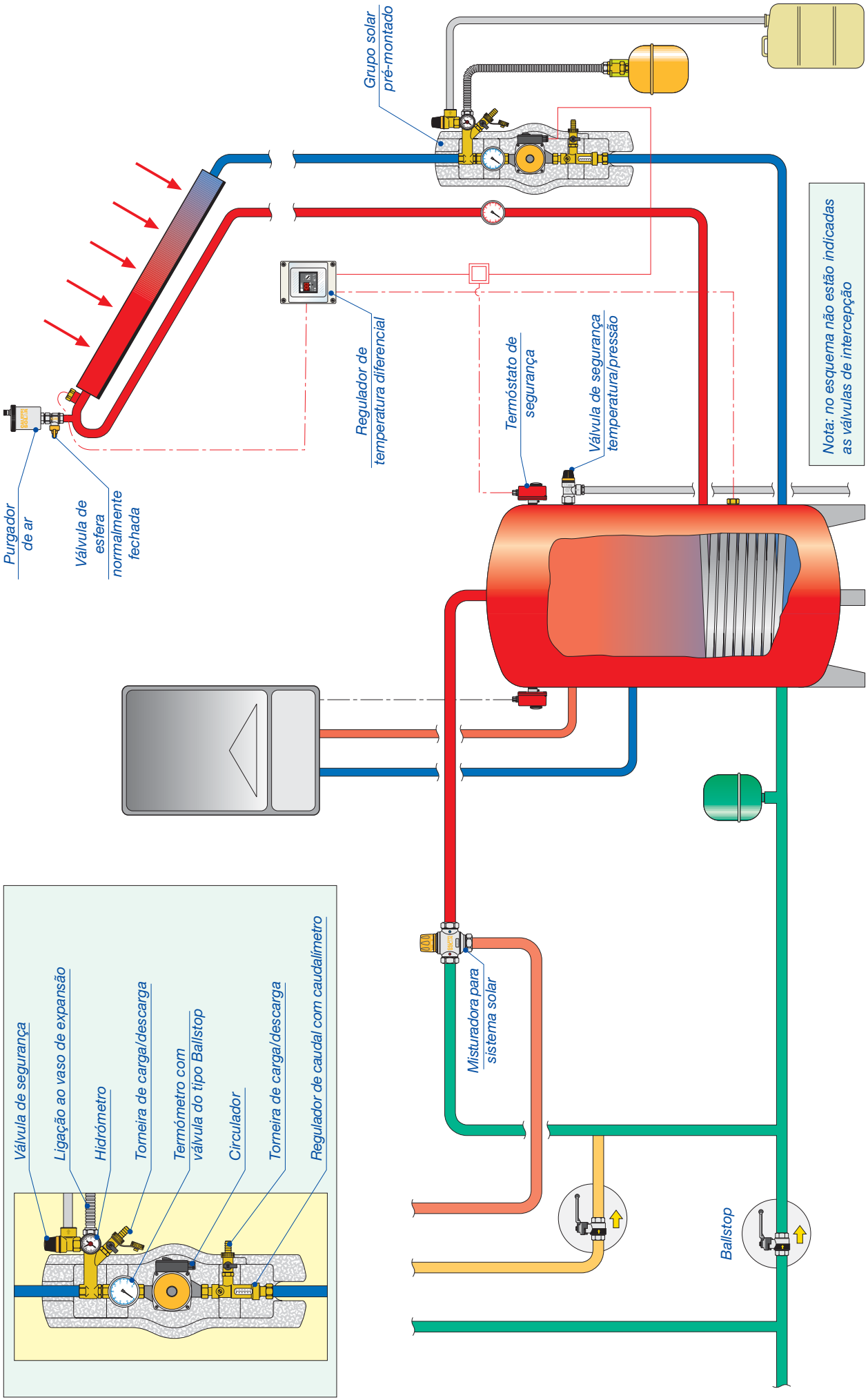
Tratamentos anti-legionella

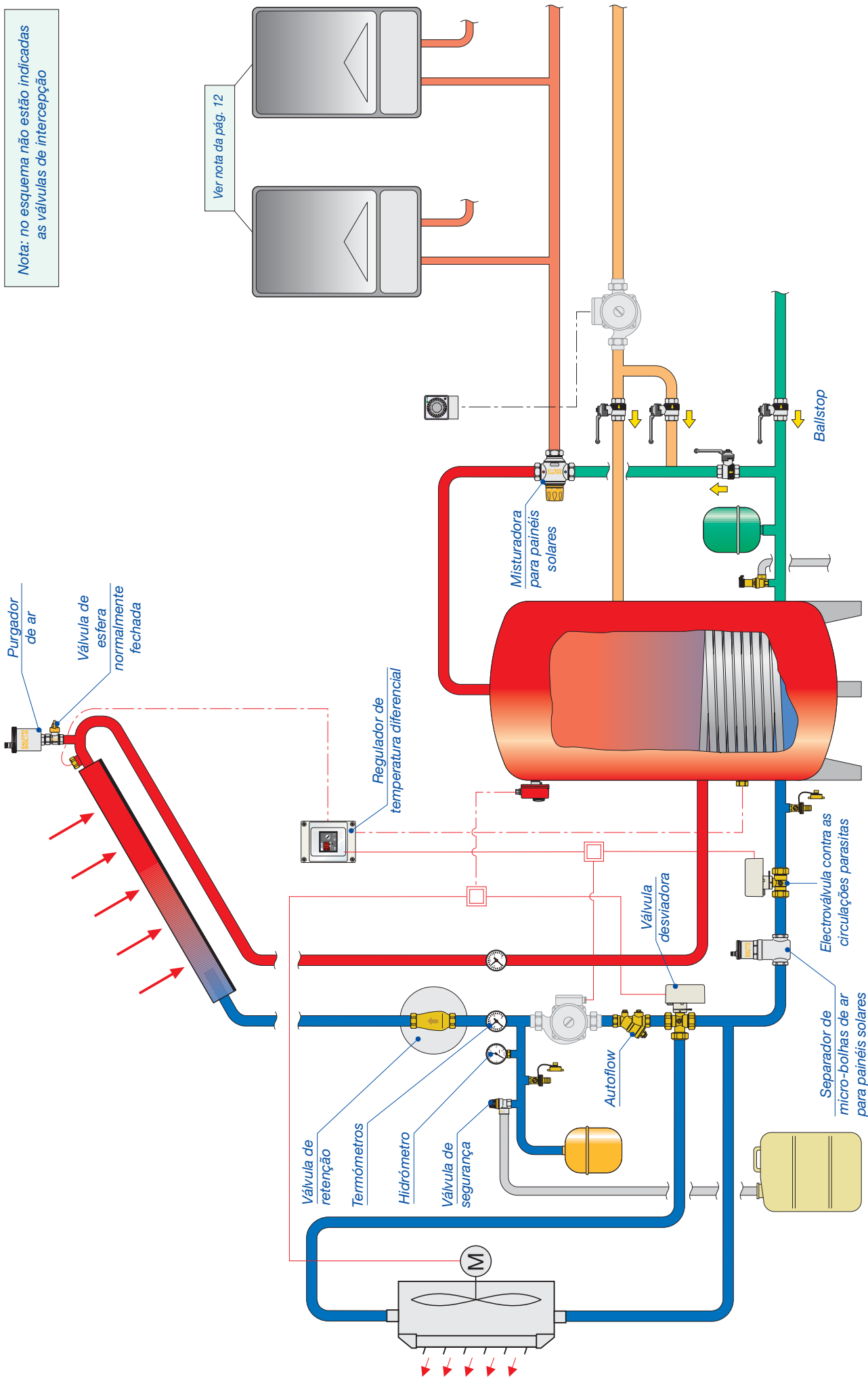
Também nos instalações solares se adoptam as necessárias medidas anti-legionella (ver Hidráulica 22). **Nos sistemas solares, no entanto, é necessário ter muita atenção na escolha da temperatura mínima de desinfecção**, já que o seu valor pode ter reflexos não secundários no rendimento dos painéis (ver nota na pág. 13 no que diz respeito ao aquecimento suplementar dos depósitos de acumulação).

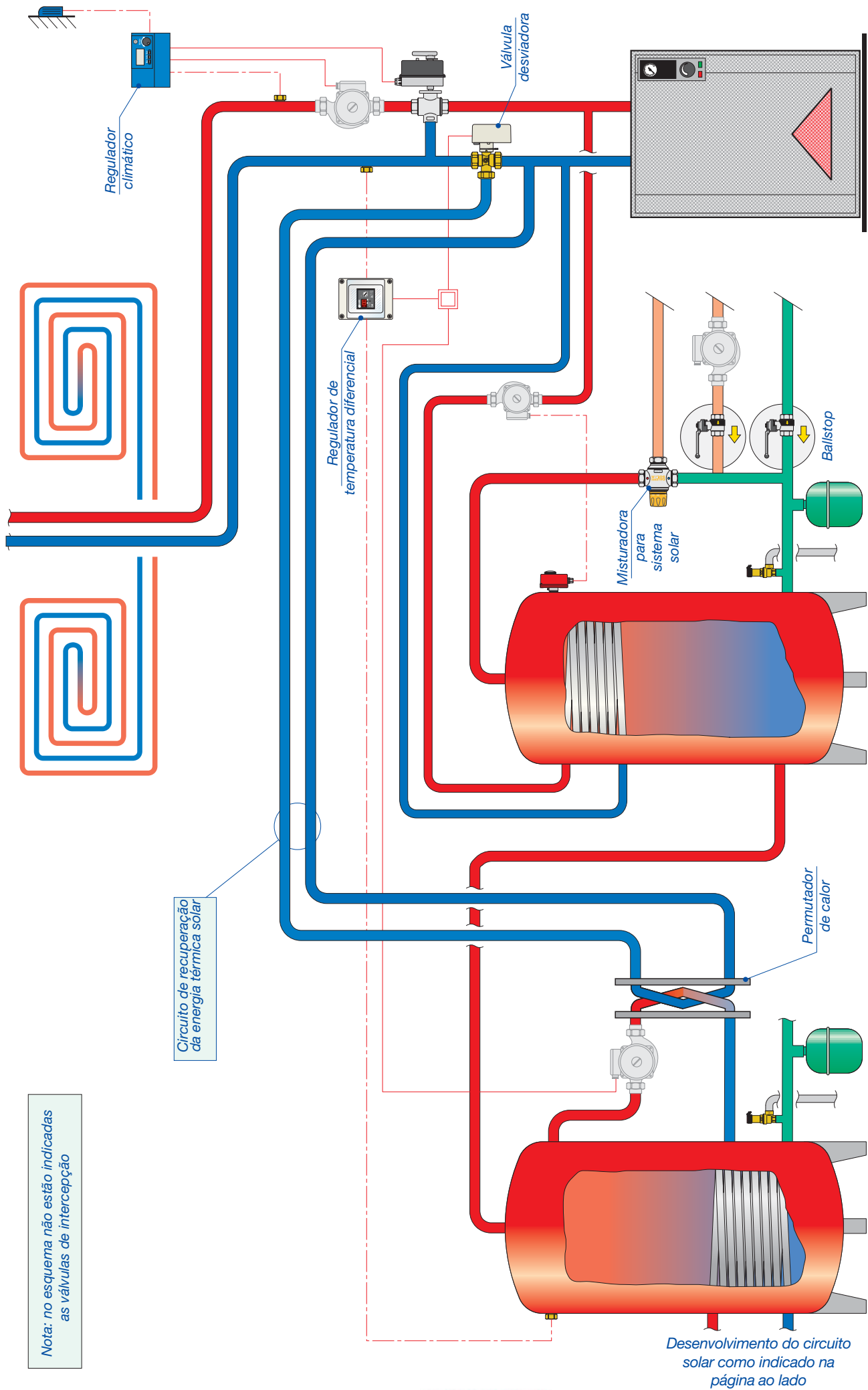
Esta escolha está estritamente ligada ao equilíbrio das colunas de recirculação (ver Hidráulica 22, pág. 18 e 19): um assunto que retomaremos no próximo número da revista Hidráulica.



Instalação solar para produção de água quente sanitária com caldeira de chão equipada com depósito de acumulação







Purgadores automáticos



250

cat. 01089

Purgador automático.
Pressão máx. de funcionamento: 10 bar.
Pressão máx. de descarga 5 bar.
Campo de temperatura: -30÷200°C.

Código

250031	3/8" M
--------	--------



Torneira de intercepção para purgador automático série 250.
Pressão máx. de funcionamento: 10 bar.
Campo de temperatura: -30÷200°C.

Código

R29284	3/8" M x 3/8" F
--------	-----------------



251 DISCALAIR

Purgador automático.
Pressão máx. de funcionamento: 10 bar.
Pressão máx. de descarga 10 bar.
Campo de temperatura: -30÷200°C.

Código

251004	1/2" F
--------	--------



251 DISCAL

Separador de micro-bolhas.
Pressão máx. de funcionamento: 10 bar.
Pressão máx. de descarga 10 bar.
Campo de temperatura: -30÷200°C.

Código

251003	3/4" F
--------	--------

Misturadores termostáticos



2521

cat. 01127

Misturadora termostática regulável.
Pressão máx. de funcionamento: 14 bar.
Temperatura máx. de entrada: 100°C.
Campo de regulação da temperatura: 30÷65°C.

Código

Código		Kv (m³/h)
252140	1/2"	2,6
252150	3/4"	2,6



2523

cat. 01129

Misturadora termostática com cartucho substituível.
Pressão máx. de funcionamento: 14 bar.
Temperatura máx. de entrada: 110°C.
Campo de regulação da temperatura: 30÷65°C.

Código

Código		Kv (m³/h)
252340	1/2"	4,0
252350	3/4"	4,5

Dispositivos de segurança



253

cat. 01089

Válvula de segurança.
PN 10.
Campo de temperatura: -30÷160°C.
Potência de descarga: 50 kW.
Homologata TÜV segundo SV100 7.7 n.º TÜV 01.SOLAR 02.146.



Código

253043	1/2" F x 3/4" F	3 bar
253044	1/2" F x 3/4" F	4 bar
253046	1/2" F x 3/4" F	6 bar
253048	1/2" F x 3/4" F	8 bar
253040	1/2" F x 3/4" F	10 bar

309

cat. 01130

Válvula de segurança de temperatura e pressão.
Temperatura de regulação: 90°C.
Potência de descarga: 1/2" - 3/4" x Ø 15: 10 kW.
3/4" x Ø 22 : 25 kW.
Certificada segundo a norma EN 1490, regulações: 4 - 7 - 10 bar.



Código

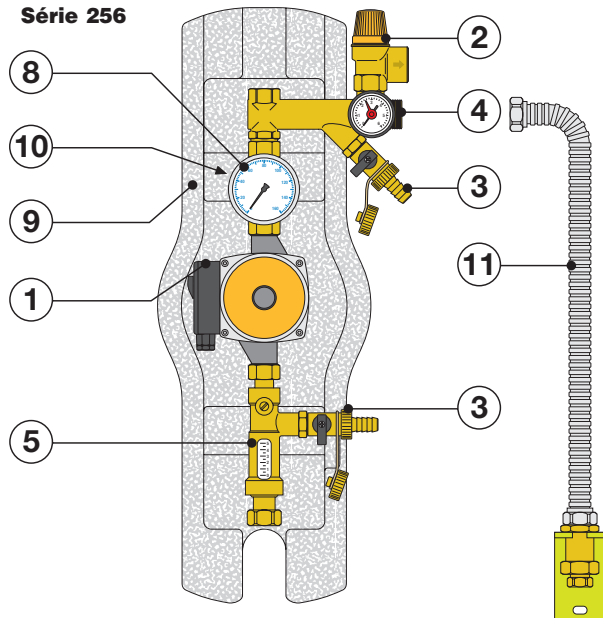
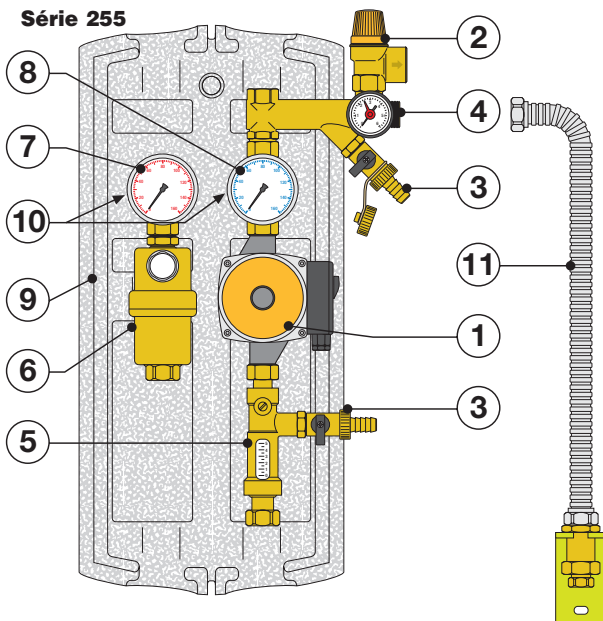
309430	1/2" M x Ø 15	3 bar
309440	1/2" M x Ø 15	4 bar
309460	1/2" M x Ø 15	6 bar
309470	1/2" M x Ø 15	7 bar
309400	1/2" M x Ø 15	10 bar
309542	3/4" M x Ø 15	4 bar
309530	3/4" M x Ø 22	3 bar
309560	3/4" M x Ø 22	6 bar
309570	3/4" M x Ø 22	7 bar
309500	3/4" M x Ø 22	10 bar

Grupos de circulação

série 255 - 256

CALEFFI
SOLAR

CALEFFI



Componentes característicos

- 1) Circulador Grundfos Solar 15-60
- 2) Válvula de segurança para instalações solares série 253
- 3) Torneira de carga/descarga
- 4) Adaptador porta-instrumentos com manómetro
- 5) Regulador do caudal com caudalímetro
- 6) Purgador de ar
- 7) Termómetro de ida
- 8) Termómetro de retorno
- 9) Isolamento com borracha pré-formada
- 10) Válvula de intercepção com retenção
- 11) Kit de ligação ao vaso de expansão (opcional)

Função

O grupo de circulação é utilizado no circuito primário das instalações solares para a regulação da temperatura no interior do acumulador.

O circulador no interior do grupo é activado pelo sinal proveniente do regulador de temperatura diferencial. Além disso, no mesmo grupo, estão inseridos os dispositivos de segurança e funcionais para o controlo óptimo do circuito.

Gama de produtos

Cód. **255056** Grupo de circulação para instalações solares, ligação de entrada e retorno

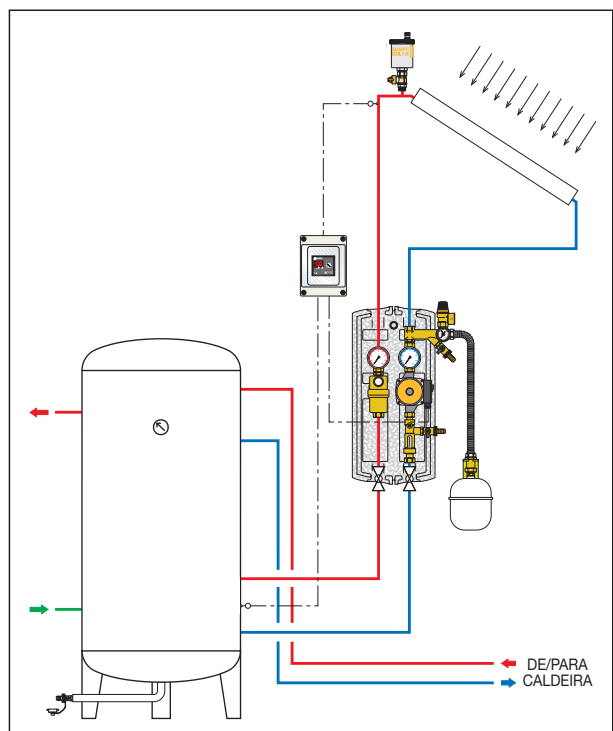
Cód. **256056** Grupo de circulação para instalações solares, ligação de retorno

Cód. **255001** Kit de ligação para vaso de expansão

Características técnicas

Líquido utilizado:	água, soluções de glicol
Percentagem máx. de glicol:	50%
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Campo de temperatura da válvula de segurança:	-30÷160°C
Regulação da válvula de segurança:	6 bar (para outras regulações, ver série 253)
Escala do caudalímetro:	1÷13 l/min
Temperatura máx. do caudalímetro:	120°C
Escala do termómetro:	0÷160°C
Ligações:	3/4" F

Esquema de aplicação

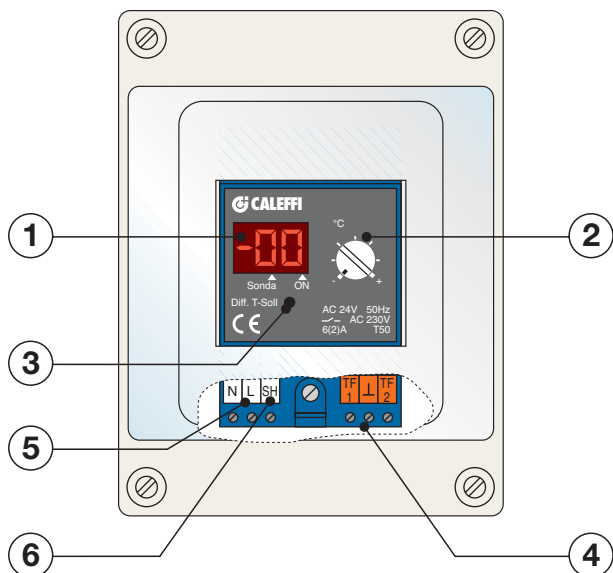


Regulador de temperatura diferencial

Série 257

CALEFFI
SOLAR

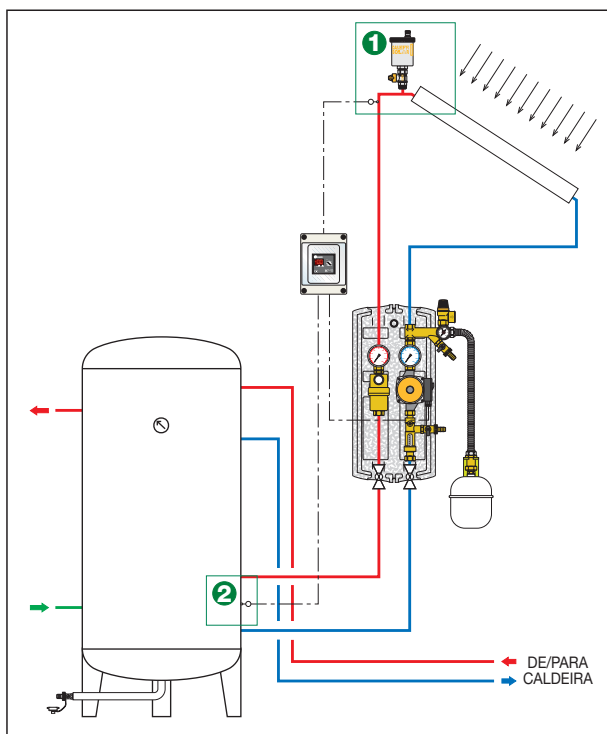
CALEFFI



Componentes característicos

- 1) Visor indicador da temperatura diferencial e temperatura de cada sonda
- 2) Potenciômetro para programação do valor da temperatura diferencial de intervenção
- 3) Tecla para selecção da visualização dos parâmetros de funcionamento
- 4) Ligação às sondas de temperatura
- 5) Alimentação eléctrica
- 6) Saída do relé

Esquema de aplicação



Função

O regulador adquire os sinais de temperatura provenientes das sondas posicionadas na saída do painel e no acumulador. O regulador calcula a diferença entre as duas temperaturas e, por comparação com o valor programado, comanda a bomba de circulação do circuito primário solar.

Gama de produtos

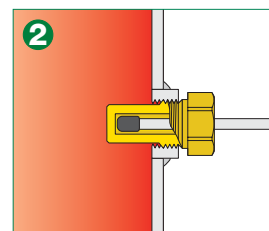
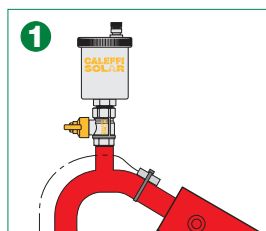
- Cód. **257000** Regulador de temperatura diferencial para instalações solares, com saída em relé
- Cód. **150009** Sonda de contacto para regulador
- Cód. **150006** Sonda de imersão para regulador
- Cód. **150029** Colector para sonda de imersão
- Cód. **257001** Caixa de contenção com barra DIN

Características técnicas

Alimentação eléctrica:	230 V \pm 6%-50 Hz
Absorção nominal:	1,45 VA
Caudal dos contactos em comutação:	6 A (230 V)
Campo ΔT programável:	2÷20 K
Histerese:	2 K (\pm 1 K)
Temperatura ambiente:	T50
Teste de isolamento:	4 kV
Dimensões:	3 TE (DIN 43880)-3 posições da barra DIN

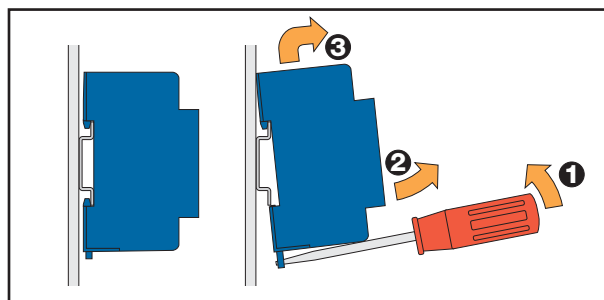
Sondas de temperatura

O regulador pode ser combinado com sondas de temperatura de contacto ou de imersão.



Montagem

O regulador está preparado para a montagem na barra DIN, em caixa de contenção ou armário eléctrico.

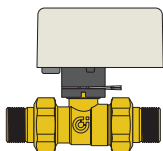


Válvulas de esfera motorizadas

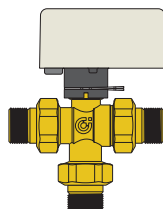
série 6442 - 6443 - 6444



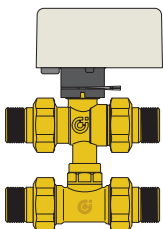
Série 6442



Série 6443



Série 6444



Função

As válvulas de esfera motorizadas permitem o corte automático dos circuitos hidráulicos nos instalações de climatização e solares.

As válvulas de esfera motorizadas possuem ausência de estrangulamentos, tempos de manobra curtos (abertura - fecho da válvula), capacidade de funcionamento com pressões diferenciais elevadas, baixas perdas de carga. Estão também equipadas com actuador adaptável a qualquer tipo de comando de 3 contactos para um controlo completo na fase de abertura e fecho.

Conformidade com as directivas europeias

Marcação CEE directivas 89/336 CEE e 73/23 CEE.

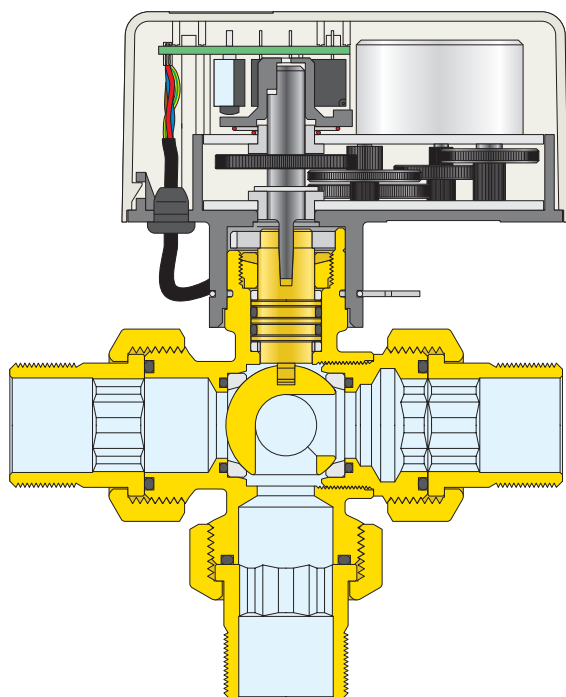
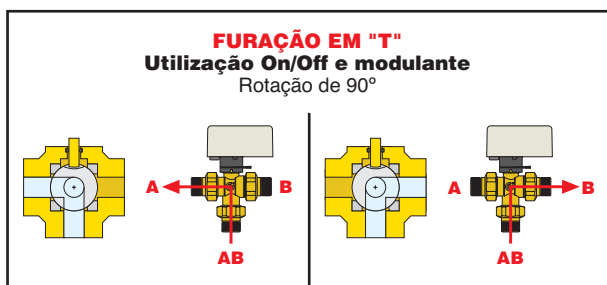


Gama de produtos

Série 6442 Válvula de zona de esfera com duas vias motorizada com comando de 3 contactos

Série 6443 Válvula de zona de esfera com três vias de desvio motorizada com comando de 3 contactos

Série 6444 Válvula de zona de esfera com três vias com T de by-pass telescópico motorizada com comando de 3 contactos

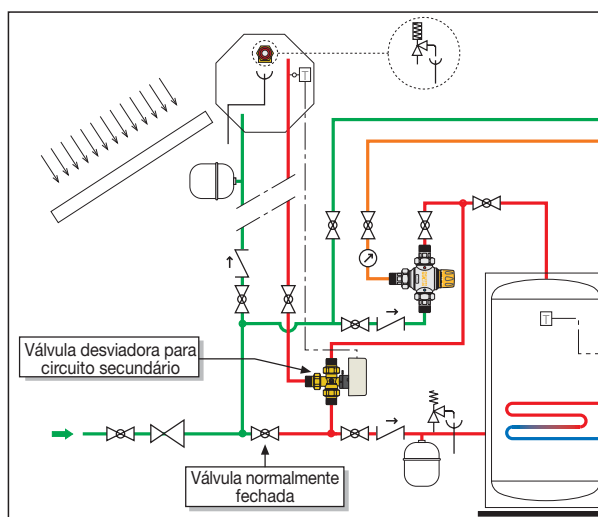


Características técnicas

Líquidos utilizados:	água, soluções de glicol
Percentagem máx. de glicol:	50%
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Campo de temperatura:	-5÷110°C
Pressão diferencial máxima:	10 bar
Ligações:	- série 6442 e 6444 1/2", 3/4 e 1" M com casquilho - série 6443 1/2" e 3/4" M com casquilho

Motor síncrono	
Alimentação eléctrica:	230 V (± 10%), 24 V (± 10%) - 50÷60 Hz
Potência absorvida:	4 VA
Corrente máxima no micro-interruptor auxiliar:	0,8 A (230 V)
Grau de protecção:	IP 44 (horizontal) - IP 40 (vertical)
Tempo de manobra:	40 s
Campo de temperatura ambiente:	0÷55°C
Binário de arranque dinâmico:	8 N·m
Comprimento do cabo de alimentação:	100 cm

Esquema de aplicação



CAPTAR ENERGIA NÃO BASTA. É NECESSÁRIO SABER REGULÁ-LA.



Componentes para instalações solares - CALEFFI SOLAR

www.caleffi.pt

As séries de produtos Caleffi Solar foram especificamente construídas para utilização nos circuitos das instalações solares, onde o líquido pode actuar a elevadas temperaturas.

- Válvulas de segurança
- Purgadores de ar com válvula de intercepção
- Separadores de micro-bolhas de ar
- Misturadoras termostáticas
- Grupos de circulação

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

 **CALEFFI**
Hydronic Solutions