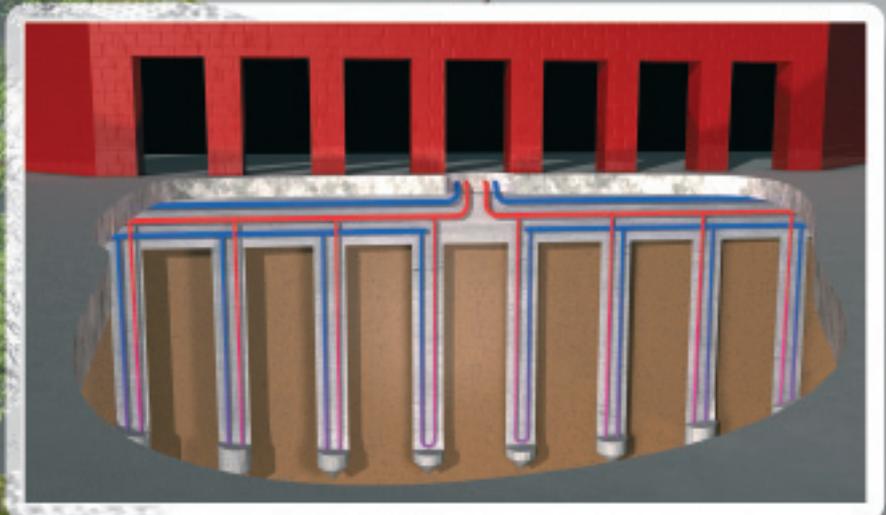




## AS BOMBAS DE CALOR



# CALEFFI



Na capa:  
Stadium Global Center Brescia  
Projectistas:  
Abba - Marai - Rovati - R.T.K.L. España  
BRESCIA - Itália

## CALEFFI Lda

### Hydronic Solutions

#### Sede:

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

#### Filial:

Talaíde Park, Edif. A1 e A2  
Estrada Octávio Pato  
2785-601 São Domingos de Rana  
Tel: 214227190  
Fax: 214227199  
caleffi.filial@caleffi.pt

[www.caleffi.pt](http://www.caleffi.pt)

© Copyright 2009 Caleffi

Todos os direitos reservados.  
É proibida a reprodução ou  
publicação de qualquer parte da  
publicação sem o consentimento  
expresso por escrito do Editor.

# Sumário

- 3 AS BOMBAS DE CALOR
- 4 TRANSFERIR CALOR DA TEMPERATURA BAIXA PARA ALTA
- 6 MÁQUINAS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DA TEMPERATURA BAIXA PARA ALTA
- 8 RENDIMENTO DAS BOMBAS DE CALOR E DAS RESPECTIVAS INSTALAÇÕES
- 10 FONTES DE CALOR UTILIZÁVEIS
- 11 INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO COM BOMBAS DE CALOR
- 12 AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO COM BOMBAS DE CALOR
- 14 TEMPERATURAS MÁXIMAS QUE SE PODEM OBTER COM BOMBAS DE CALOR
- 15 PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA
- 16 ACUMULADORES INTERPOSTOS ENTRE AS BOMBAS DE CALOR E OS TERMINAIS COMPONENTES DOS CIRCUITOS FECHADOS QUE ALIMENTAM AS BOMBAS DE CALOR
- 18 COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO DAS BOMBAS DE CALOR
- 20 INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR, PRODUÇÃO DE FRIO COM AR
- 22 INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR, PRODUÇÃO DE FRIO COM ÁGUA DE SUPERFÍCIE
- 24 INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR, PRODUÇÃO DE FRIO COM ÁGUA DE FURO OU DE POÇO
- 28 INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR COM COLECTORES HORIZONTAIS ENTERRADOS
- 32 INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR COM SONDAS GEOTÉRMICAS
- 36 INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR COM POSTES GEOTÉRMICOS
- 38 SEPARADOR DE MICRO-BOLHAS DE AR E DE SUJIDADE DISCALDIRT E DIRTCAL
- 39 COLECTORES DE DISTRIBUIÇÃO EM AÇO PARA INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS
- 40 ESTABILIZADOR AUTOMÁTICO DE CAUDAL COMPACTO COM CARTUCHO EM POLÍMERO
- 41 VÁLVULAS DE BALANCEAMENTO COM CAUDALÍMETRO
- 42 KIT DE LIGAÇÃO SOLAR-CALDEIRA

## CONTADORES DE ENERGIA CONTECA SÉRIE 7554 conformidade com a directiva MID



Relativamente aos contadores de energia CONTECA série 7554, temos a honra de comunicar que foi ultimado o processo de avaliação da conformidade com os requisitos da directiva 2004/22/CE, mais conhecida como Directiva MID (abreviatura de Measuring Instrument Directive).

**Esta directiva é coactiva em Itália, tendo sido abordada no Decreto-Lei de 2 de Fevereiro de 2007 N° 22 o qual obriga a utilizar exclusivamente contadores de energia em conformidade com a MID no mercado nacional.**

# AS BOMBAS DE CALOR

Marco e Mario Doninelli

Após se ter tomado em consideração, as instalações térmicas que utilizam a energia solar (ver Hidráulica n.ºs 25 e 27), tentaremos aqui examinar as instalações com bombas de calor, isto é, as instalações que utilizam a energia do ambiente externo.

Conhecer estas instalações pode ajudar a melhor focar e apreciar as suas prestações, mas também a evitar optimismos gratuitos, frequentemente favorecidos por certificados incompletos e sem coerência (ver na pág. 8 as notas sobre as medidas adoptadas por vários fabricantes europeus para se defenderem de certificações impróprias e, por isso, de formas de concorrência desleal).

Em Itália, as instalações com bombas de calor podem ser utilizadas para respeitar a obrigação (já citada na Hidráulica n.º 27) de utilizar energias

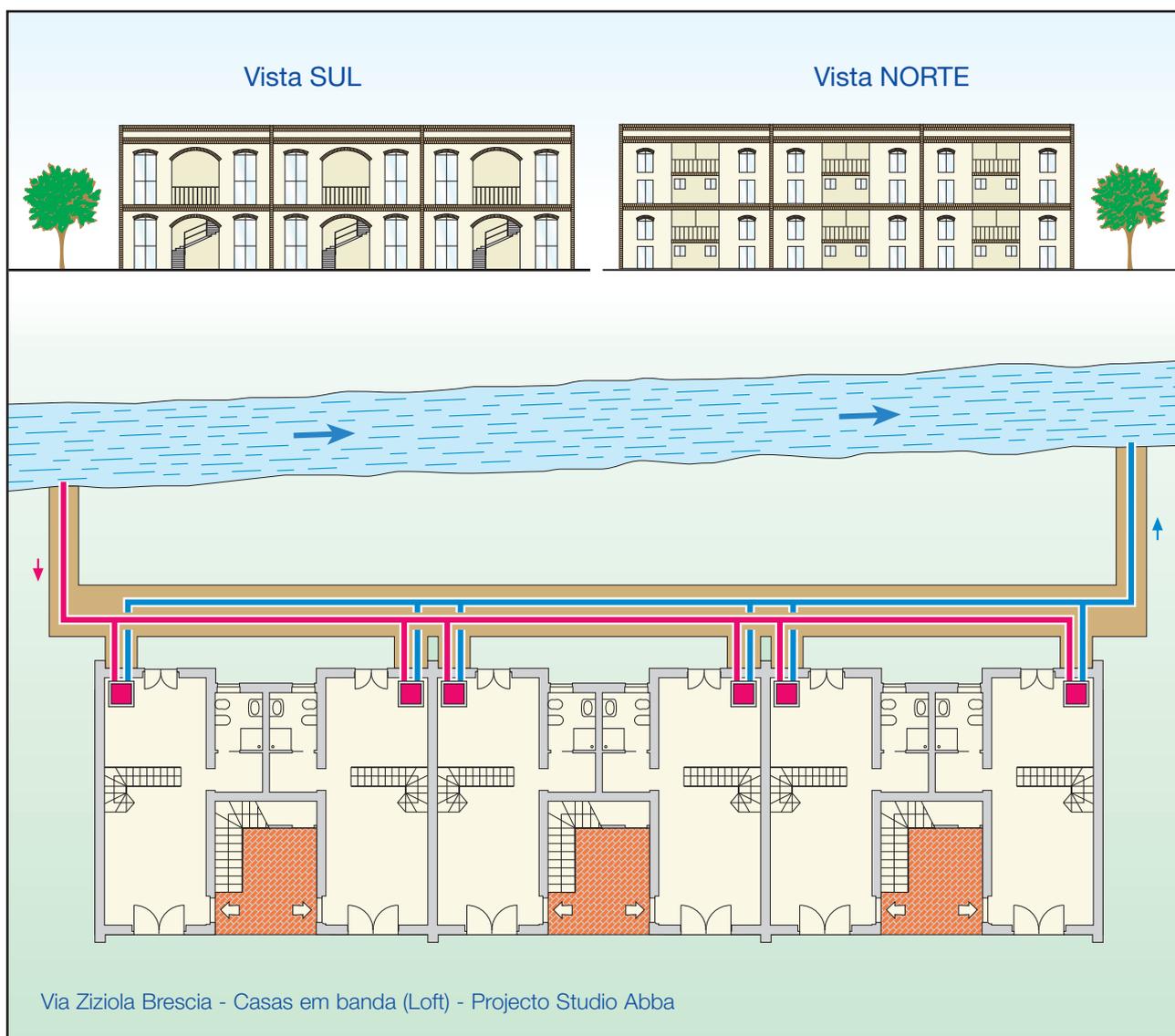
alternativas para “cobrir pelo menos 50% das necessidades anuais da energia primária requerida para a produção de água quente sanitária (D.L. italiano de 19.08.2006, n.º. 192)”. Com este fim, podem ser úteis, sobretudo, quando vínculos históricos, arquitectónicos ou de respeito da paisagem não permitam recorrer ao solar.

O manual que se segue encontra-se essencialmente dividido em três partes:

**na primeira** veremos como funcionam as bombas de calor e quais as suas prestações;

**na segunda** consideraremos as várias fontes das quais é possível captar calor;

**na terceira**, por fim, iremos propor possíveis esquemas realizados para instalações autónomas e centralizadas.



## TRANSFERIR CALOR DA TEMPERATURA BAIXA PARA ALTA

Sabemos bem que, na natureza, não é possível transferir calor de uma fonte externa fria para um local quente.

Todavia, sabemos também que a Técnica (do grego “a arte do saber fazer”) pode colocar-nos à disposição as noções teóricas e os meios práticos para fazer tudo aquilo que não é possível na natureza.

Especificamente, **a técnica para transferir calor de um fluido frio para outro quente já é conhecida há mais de 150 anos.**

Até agora esta técnica foi utilizada sobretudo para produzir máquinas frigoríficas: máquinas que retiram calor ao fluido a arrefecer e que o cedem a um fluido externo mais quente.

A mesma técnica também pode ser utilizada para **produzir calor**. É assim possível, por exemplo, aquecer ambientes **sem queimar combustíveis**.

Os exemplos seguintes servem para ilustrar como tudo isto é possível. Inicialmente veremos como arrefecer um local com ar mais quente, e depois como o aquecer com ar mais frio.

## Como arrefecer um local com ar quente

O exemplo encontra-se dividido em três fases:

### Fase 1 - Obtenção de ar quente

Imaginemos a presença de ar a 35°C num cilindro com pistão móvel.

### Fase 2 - Expansão

Deixamos, depois, expandir este ar de forma a que o volume ocupado pelo mesmo ultrapasse em 20% o inicial. Isto provoca um arrefecimento do ar porque:

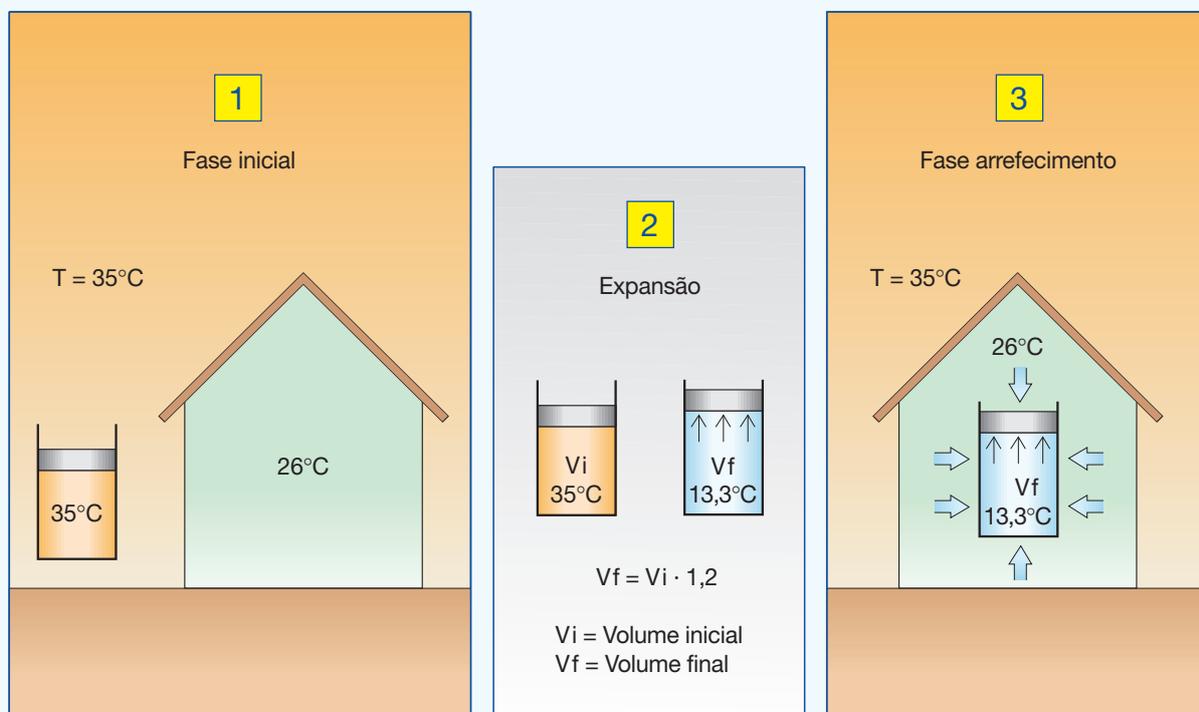
- após a expansão, a quantidade de calor inicial deve aquecer um volume de ar maior;
- a energia necessária à expansão é retirada ao ar contido no cilindro (teoria dos fluidos).

Em particular, com o aumento do volume considerado, a temperatura do ar diminui de 35 para 13,3°C.

### Fase 3 - Arrefecimento

Deslocamos, por fim, o cilindro contendo ar a 13,3°C para um local com uma temperatura de 26°C. O ar contido no cilindro tem capacidade para arrefecer este local.

**O exemplo demonstra que é possível arrefecer um local recorrendo ao artifício de fazer expandir e deslocar uma massa de ar mais quente.**



### Arrefecimento com ar quente

Representação gráfica do exemplo acima indicado

## Como aquecer um local com ar frio

O exemplo encontra-se dividido em três fases:

### Fase 1 - Obtenção de ar frio

Imaginemos a presença de ar a 10°C num cilindro com pistão móvel.

### Fase 2 - Compressão

Comprimos, depois, este ar de forma a que o volume por este ocupado seja inferior em 20% relativamente ao inicial. Isto leva a um aquecimento do ar porque:

- após a compressão, a quantidade de calor inicial aquece um volume de ar mais pequeno;
- a energia necessária à compressão é cedida ao ar contido no cilindro (teoria dos fluidos).

Em particular, com a diminuição do volume considerado, a temperatura do ar aumenta de 10 para 36,4°C.

### Fase 3 - Aquecimento

Por fim, deslocamos o cilindro contendo ar a 36,4°C para um local com temperatura a 20°C. O ar contido no cilindro tem capacidade para aquecer este local.

**O exemplo demonstra que é possível aquecer um local usando o artifício de comprimir e deslocar uma massa de ar mais frio.**

### Fórmulas e cálculos relativos aos exemplos considerados

Para determinar como varia a temperatura do ar, nos exemplos considerados, pode utilizar-se a seguinte fórmula, válida para os gases perfeitos:

$$T_f = (T_i + 273) \cdot (V_i / V_f)^{0,4} - 273$$

sendo:  $T_f$  = temperatura ar volume final, °C

$T_i$  = temperatura ar volume inicial, °C

$V_f$  = volume final do ar, m<sup>3</sup>

$V_i$  = volume inicial do ar, m<sup>3</sup>

Com base nesta fórmula e nos valores considerados temos:

*Primeiro exemplo:*

$$T_i = 35^\circ\text{C}$$

$$V_i = V_i$$

$$V_f = V_i \cdot 1,2$$

$$T_f = (35 + 273) \cdot [V_i / (V_i \cdot 1,2)]^{0,4} - 273 = 13,3^\circ\text{C}$$

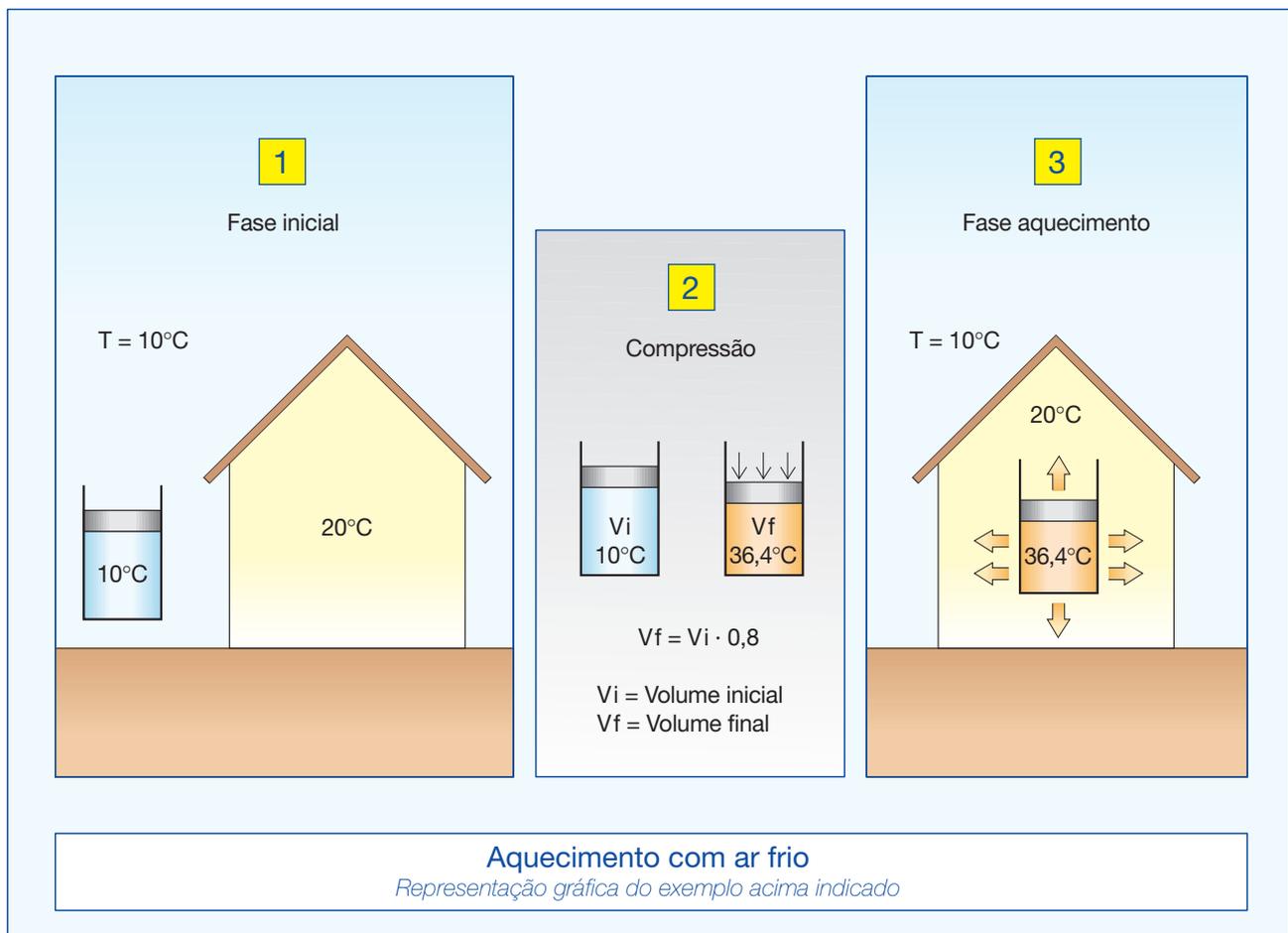
*Segundo exemplo:*

$$T_i = 10^\circ\text{C}$$

$$V_i = V_i$$

$$V_f = V_i \cdot 0,8$$

$$T_f = (10 + 273) \cdot [V_i / (V_i \cdot 0,8)]^{0,4} - 273 = 36,4^\circ\text{C}$$



## MÁQUINAS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DA TEMPERATURA BAIXA PARA ALTA

Para transferir calor da temperatura baixa para a alta encontram-se no mercado, máquinas que usam processos físicos e químicos bastante diferentes entre eles.

**Todavia, as máquinas mais conhecidas e difundidas são aquelas que utilizam os fenómenos acima apresentados.**

Estas máquinas são essencialmente constituídas por um circuito fechado, dentro do qual é **continuamente comprimido e feito expandir um fluido adequado**, chamado **intermédio ou frigogénico**.

A cada compressão e a cada expansão (isto é, a cada ciclo de trabalho), **o fluido intermédio retira um pouco de calor ao fluido frio e cede-o ao quente**.

Este fluido intermédio não usa o ar porque, mesmo sendo um fluido seguro, do ponto de vista ambiental e de baixo custo, **comporta ciclos de trabalho com rendimento térmico muito baixo**. Utilizam-se, pelo contrário, fluidos **que evaporam quando o calor é absorvido e que condensam quando o calor é cedido**. Estas passagens de estado fazem aumentar consideravelmente a quantidade de calor que cada ciclo de trabalho é capaz de absorver e ceder.

Invertendo os ciclos de trabalho (ver pág. 12), estas máquinas podem ser utilizadas quer para **aquecer** quer para **arrefecer**.

No primeiro caso são chamadas **bombas de calor**, no segundo **máquinas frigoríficas**. Todavia, trata-se de uma diferença apenas nominal.

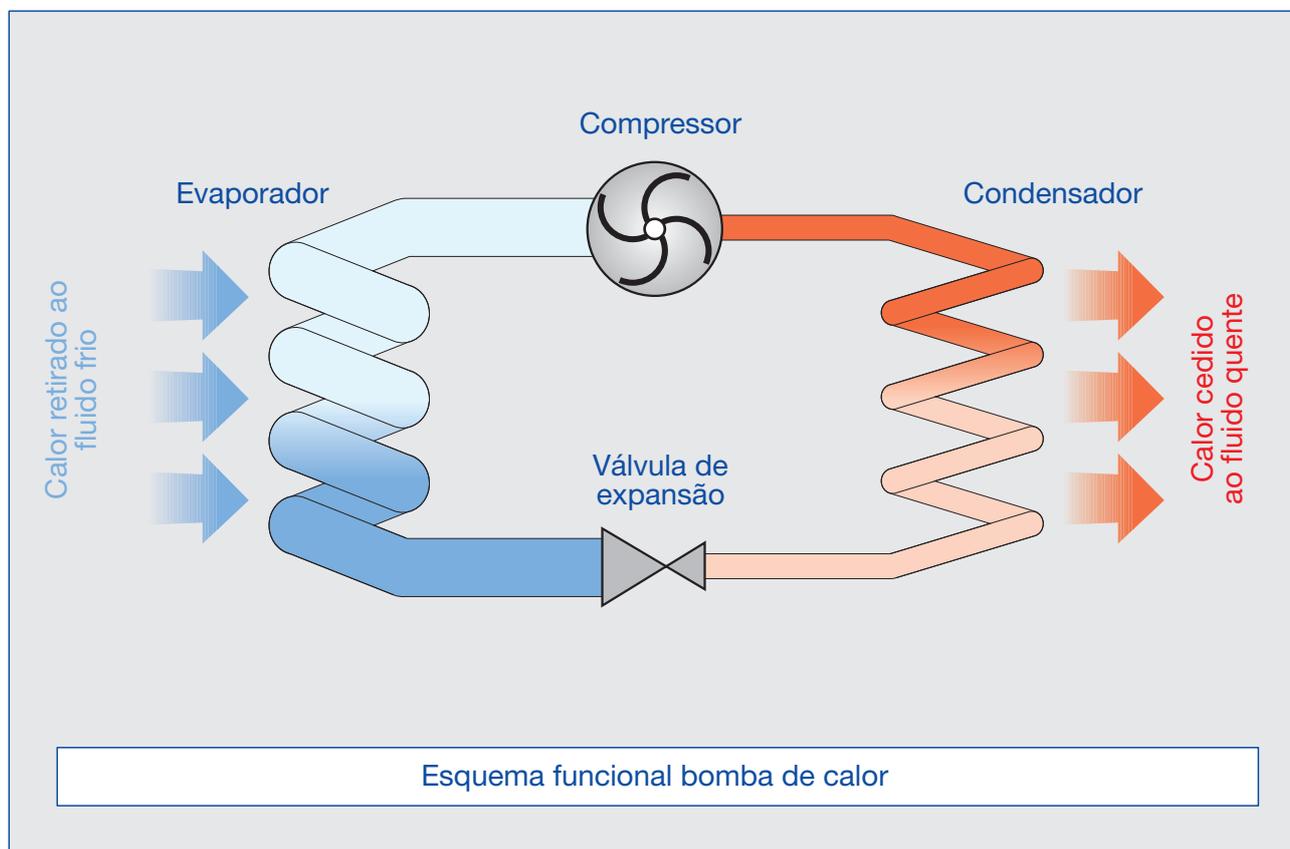
O desenho apresentado em baixo **evidencia os principais componentes de uma bomba de calor**. Na página ao lado, por sua vez, **encontram-se descritas as funções destes componentes**.

### Fluidos intermédios

*As primeiras máquinas frigoríficas foram fabricadas utilizando o amoníaco como fluido intermédio. O amoníaco deixou, depois, de ser usado por ser muito tóxico e corrosivo.*

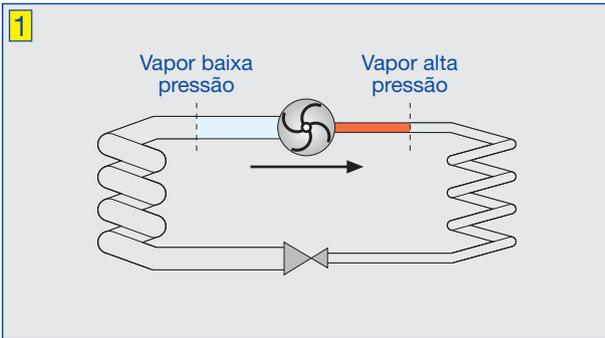
*Durante muitos anos foi utilizado também o Fréon, agora proibido, porque pode comprometer a camada de ozono atmosférico: camada que protege as formas de vida na Terra da acção prejudicial dos raios ultravioletas do Sol.*

*Actualmente, recorre-se sobretudo ao uso dos HCFC (hidroclorofluorocarboneto). Todavia, continua ainda aberta a pesquisa de novos fluidos. O objectivo é minimizar o seu impacto ambiental e aumentar os seus rendimentos termodinâmicos.*



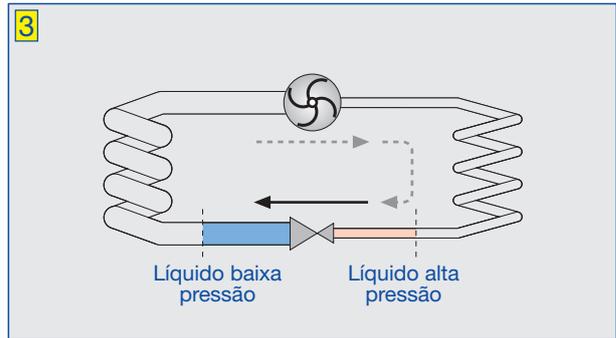
### Compressor:

comprime o fluido intermédio, aumentando a sua temperatura.



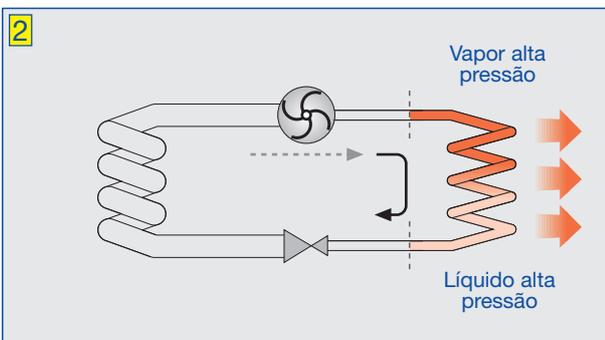
### Válvula de expansão :

faz expandir o fluido intermédio, baixando a sua temperatura.



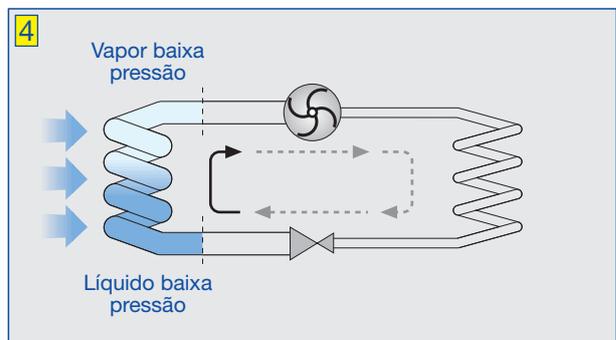
### Condensador:

permite ao fluido intermédio (que passa de vapor a líquido) ceder calor ao fluido quente.



### Evaporador:

permite ao fluido intermédio (que passa de líquido a vapor) absorver calor do fluido quente.



#### Breve história do frio

O homem aprendeu a produzir calor desde os primórdios da sua História. Pelo contrário, apenas conseguiu produzir frio na primeira metade do séc. XIX. Foi uma conquista que melhorou consideravelmente as suas condições de vida.

Hoje, a indústria do frio tem um papel insubstituível na nossa vida quotidiana e em muitos sectores vitais da nossa sociedade.

Estas são as principais etapas da sua História:

1834: Jacob PERKINS, em Londres, fabrica a primeira máquina frigorífica com compressão;

1859: Ferdinand CARRÉ realiza a primeira instalação para produzir gelo industrialmente;

1895: o primeiro navio frigorífico transporta para a Europa um carregamento de carne vinda da Argentina;

1911: Willis CARRIER apresenta a primeira máquina para climatizar o ar. Ficou famosa esta sua frase: "Temos só de deslocar o calor de onde incomoda para onde não incomoda".

#### Breve história das bombas de calor

Na prática, é uma história que começa apenas **com a crise petrolífera de 1973** que levou os preços dos combustíveis a atingir níveis muito elevados.

Foi com esta crise que se concluiu que, em certos casos, pode ser mais conveniente **captar calor de uma fonte fria do que produzi-lo directamente**, isto é, pode ser mais conveniente **usar uma bomba de calor do que uma caldeira**.

Todavia, as bombas de calor difundiram-se de forma significativa **apenas após os primeiros anos de 2000**, isto é, quando, para além do problema do custo dos combustíveis, **começam também a entrar em jogo os problemas ambientais**; problemas relacionados com o facto de que queimando os combustíveis, deitam-se para a atmosfera pós finos e substâncias tóxicas perigosas para a nossa saúde, e também para a do nosso planeta. Tudo isto levou, e está a levar, vários países a incentivar o uso de instalações (para climatizar ambientes e produzir água quente) alternativas àquelas que utilizam combustíveis fósseis.

## RENDIMENTO DAS BOMBAS DE CALOR E DAS RESPECTIVAS INSTALAÇÕES

Este é um argumento a considerar com muita atenção, porque **é fácil encontrar indicações pouco claras a este respeito e mesmo desviantes** (ver nota coluna ao lado).

De seguida serão examinados os rendimentos relativos ao aquecimento. Para o arrefecimento, as grandezas em causa são substancialmente semelhantes.

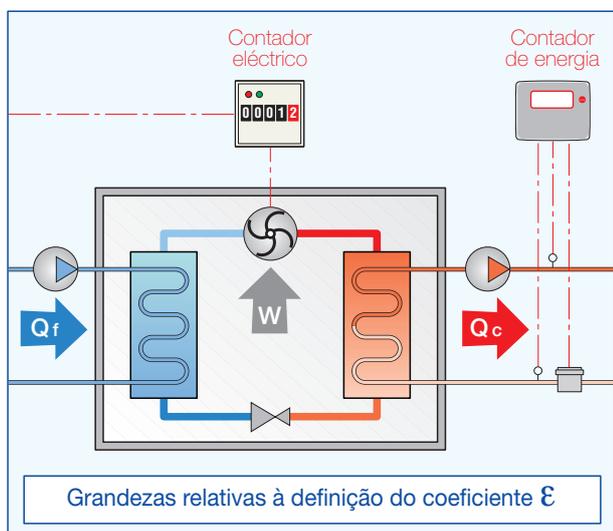
### RENDIMENTOS INSTANTÂNEOS DAS BOMBAS DE CALOR

Referem-se a **condições de teste bem estabelecidas** e são determinados com os seguintes coeficientes:

**Coefficiente [ $\epsilon$ ] relativo apenas ao compressor**

É dado pela relação entre o **calor cedido ao fluido quente e a energia pedida pelo compressor**.

$$\epsilon = \frac{Q_c}{W_{\text{compressor}}}$$



Na prática, indica **a potência térmica que se pode obter absorvendo 1 kW de electricidade** para fazer funcionar o compressor.

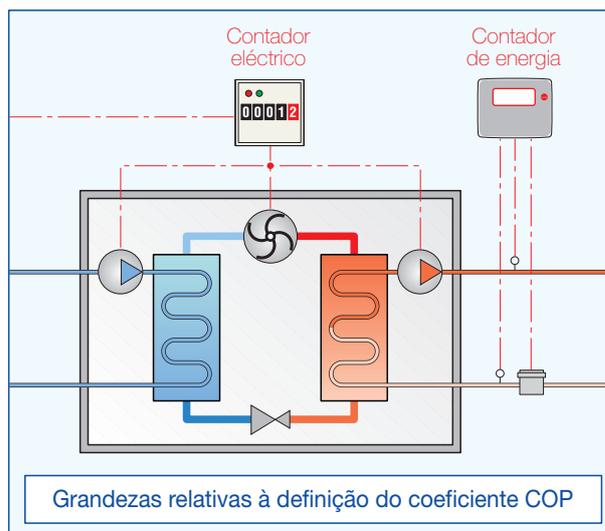
Por exemplo, se  $\epsilon$  é igual a 4, significa que de 1 kW eléctrico se podem obter 4 de potência térmica.

Os valores de  $\epsilon$  dependem principalmente do salto térmico entre a fonte fria e o fluido quente: **quanto menor for este salto térmico, maior é o valor de  $\epsilon$ , isto é, o rendimento da bomba de calor**. Algo bastante óbvio, porque é certamente mais fácil transportar calor de 10 para 30°C, do que de 10 para 50°C.

**Coefficiente [COP: Coefficient of performance] relativo ao compressor e aos meios auxiliares**

O seu valor (definido pela norma EN 255) é **dado pela relação entre calor cedido ao fluido quente e a energia pedida quer pelo compressor, quer pelos meios auxiliares integrados na bomba de calor**: dispositivos anti-gelo, aparelhos de regulação e controlo, circuladores, ventiladores.

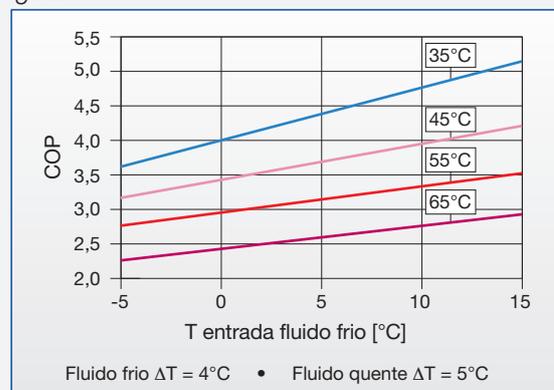
$$COP = \frac{Q_c}{W_{\text{compressor}} + W_{\text{meios auxiliares}}}$$



### Notas em relação aos valores de $\epsilon$ e COP

Os valores de  $\epsilon$  e COP devem ser fornecidos pelos fabricantes das bombas de calor. O seu valor também pode ser dado através das duas grandezas que os determinam indirectamente, isto é, a energia útil e aquela requerida.

O diagrama de seguida apresentado representa os valores do COP relativos a uma bomba de calor água-água.



Para evitar formas de concorrência desleal, vários fabricantes europeus adoptaram sistemas de teste comuns e confiaram as respectivas leituras a laboratórios independentes.

## RENDIMENTOS ANUAIS DAS INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR

Estes rendimentos são determinados com o coeficiente **COPA**, que significa **COP anual**. O seu valor é dado pela relação entre o calor cedido ao fluido quente num ano e a energia total necessária para fazer funcionar a instalação.

$$COPA = \frac{Q_{\text{útil}} (\text{anual})}{W_{\text{total consumida}} (\text{anual})}$$

É, assim, um coeficiente que depende não só dos rendimentos da bomba de calor, mas também das características específicas dos vários sistemas de regulação e de distribuição da energia térmica. **E é este, e apenas este, o coeficiente que deve ser considerado ao calcular os custos de gestão de uma instalação com bomba de calor, assim como os respectivos tempos de amortização.**

Não é fácil determinar os valores do coeficiente **COPA**, pois dependem de diversas variáveis, muitas vezes, bastante indefinidas, tais como:

- as variações de temperatura da fonte fria;
- o sistema de distribuição e os terminais utilizados;
- o tipo de regulação que gere a instalação;
- o tipo de regulação que gere a bomba de calor.

Também tem um papel muito importante o **número de activações e desactivações do compressor.**

De facto, nas fases de activação, a bomba de calor comporta-se como um motor que deve aquecer. Portanto, nestas fases, os seus COP são bastante inferiores aos de referência, obtidos através de testes de laboratório levados a cabo em funcionamento e com as condições ideais.

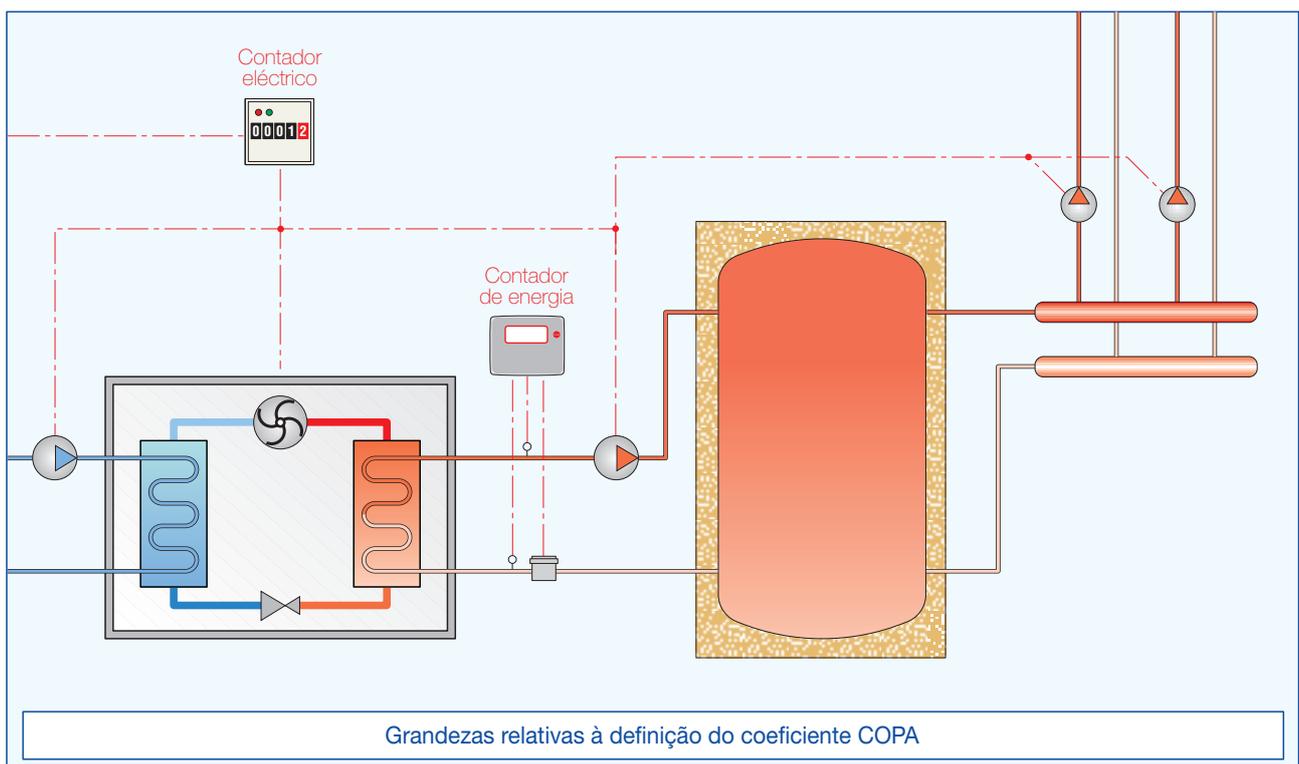
Para determinar os valores do coeficiente COPA, encontram-se actualmente disponíveis fórmulas e software que, todavia, não serão aqui referidos devido à sua complexidade.

Em todo o caso espera-se que, em breve, se possa contar com um método de avaliação oficialmente reconhecido, **indispensável para poder evitar avaliações subjectivas e, por isso, contestáveis, ao redigir a certificação energética dos edifícios com bombas de calor.**

Para aprofundar este tema e, ao mesmo tempo, para um confronto saudável com os dados reais, pode ser significativo consultar o site [www.wallonie.be](http://www.wallonie.be): site da Valónia (região da Bélgica), dedicado ao uso racional das energias alternativas.

Nesse site é possível **encontrar leituras directas e continuamente actualizadas dos coeficientes COPA** relativos às instalações de aquecimento que servem complexos de edifícios de uso civil.

A campanha de leituras, **levada a cabo pela Faculté Polytechnique de Mons**, é um óptimo exemplo de didáctica sobre problemas concretos e actuais, assim como de colaboração entre o mundo da escola e o do trabalho.



## FONTES DE CALOR UTILIZÁVEIS

Para alimentar o lado frio das bombas de calor, podem utilizar-se diversos tipos de fonte. A escolha **depende essencialmente dos seguintes aspectos e factores:**

- as características do ambiente externo,
- as possíveis limitações de ordem legislativa,
- os rendimentos requeridos,
- o custo da instalação,
- o tempo de retorno do investimento maior.

De seguida, examinaremos as fontes normalmente utilizadas e as suas características principais.

### AR

Como fonte de calor pode ser utilizado quer o **ar externo**, quer o **ar interno de comutação**.

O **ar externo** está sempre disponível, não precisa de meios de captação dispendiosos e para a sua utilização não é necessário obter autorizações. Todavia, com temperaturas abaixo dos 5-6°C, o rendimento das bombas de calor baixa muito e pode ser necessário **adoptar sistemas integrativos de calor**.

Para o **ar de comutação** (normalmente disponível a cerca de 20°C) não existem os inconvenientes referidos em cima, no entanto encontra-se disponível apenas em quantidades limitadas.

### ÁGUAS DE SUPERFÍCIE

Também as águas do mar, dos lagos, dos rios e águas estagnadas podem ser utilizadas como fontes de calor. Porém, deve ser considerado que, durante os meses mais frios, estas águas podem estar a temperaturas muito baixas, podendo até gelar.

Portanto, como no caso do ar externo, **o seu uso pode necessitar de sistemas integrativos de calor**.

### SUBSOLO

No subsolo encontra-se acumulada uma quantidade considerável de energia, sobretudo de origem solar e geotérmica.

A **energia solar** encontra-se acumulada a baixa profundidade, enquanto que a **energia geotérmica** está predominantemente acumulada nas zonas mais profundas.

A energia do subsolo pode ser utilizada com a ajuda dos seguintes meios:

☐ **Águas de furo ou de poço**

☐ **Colectores horizontais**

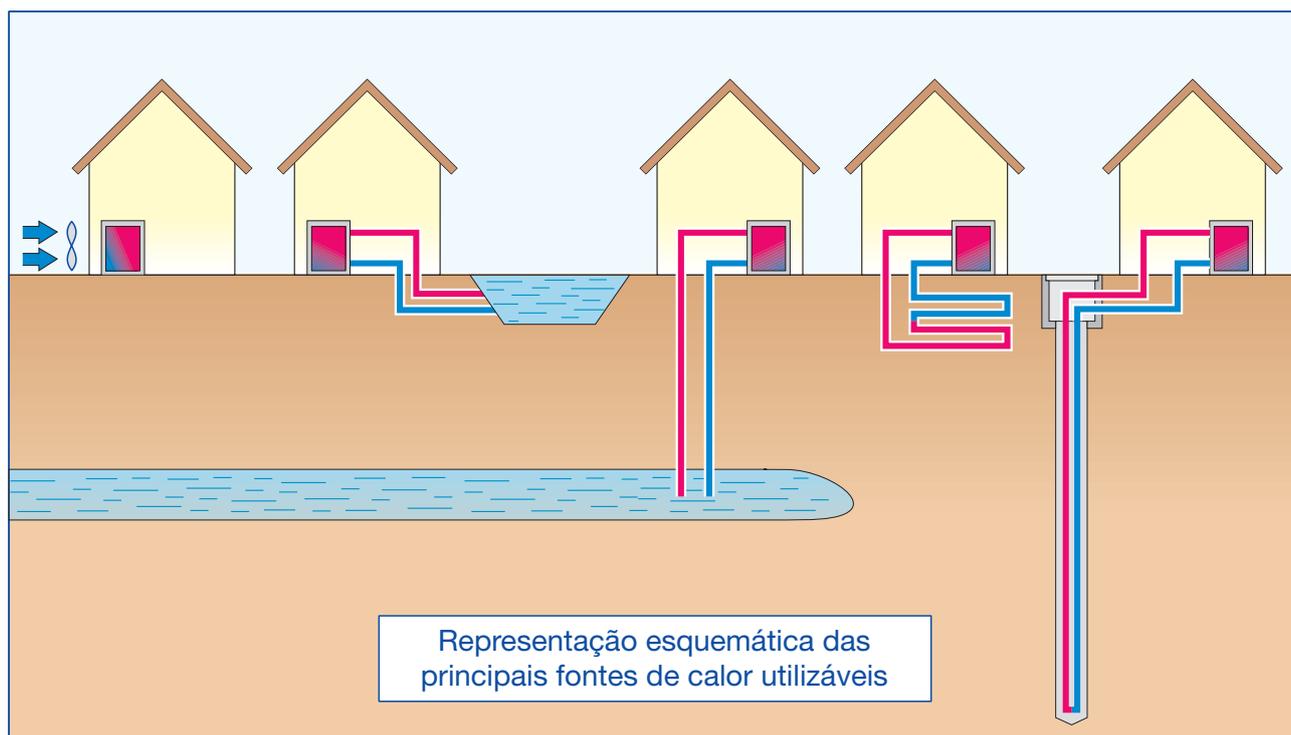
são concebidos com tubos em plástico e recolhem o calor a baixa profundidade.

☐ **Sondas verticais**

são concebidas introduzindo tubos em material plástico em furos profundos com 100-200 m.

☐ **Postes energéticos**

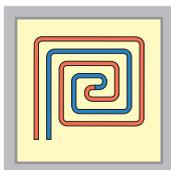
são concebidos inserindo tubos em material plástico nos postes de cimento das fundações.



## INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO COM BOMBAS DE CALOR

Já vimos como o rendimento das bombas de calor aumenta com a diminuição da diferença de temperatura entre a fonte fria e o fluido quente. **Portanto, é conveniente aquecer com temperaturas baixas.** Em relação a este aspecto, as instalações de aquecimento normais apresentam as seguintes vantagens e desvantagens:

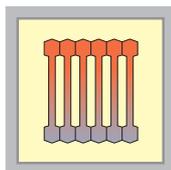
### Instalações com chão radiante



São instalações que permitem uma boa utilização das bombas de calor, pois **funcionam a baixas temperaturas.**

É conveniente baixar o mais possível estas temperaturas, o que pode ser obtido utilizando chão radiante com entre-eixos reduzidos (10-15 cm).

### Instalações com radiadores



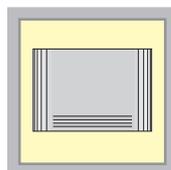
São instalações a adoptar **onde não é possível utilizar o chão radiante.** Pode ser, por exemplo, o caso de reestruturações ou de intervenções de conservação.

A desvantagem principal das instalações com radiadores é devida ao facto de que, para poder funcionar a baixas temperaturas,

necessitam de soluções que ocupam muito espaço.

Por exemplo, se um radiador a 80°C (temperatura média) produz 1.000 kcal/h, a 45°C produz apenas 320, o que leva a sobredimensionamentos consideráveis. **Uma outra limitação diz respeito à impossibilidade de arrefecer com radiadores.**

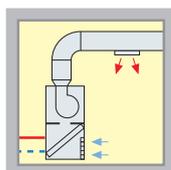
### Instalações com ventiloconvectores



Estas instalações são normalmente utilizadas para climatizar escritórios, lojas, hotéis, lares.

Os ventiloconvectores usados com bombas de calor devem ser **capazes de funcionar a baixas temperaturas** (40-45°C). Além disso, se forem instalados em quartos, devem ser escolhidos modelos com ventiladores pouco ruidosos.

### Instalações com ar



São instalações que podem ser concebidas com bombas de calor ar-ar ou ar-água.

No primeiro caso a bomba de calor **alimenta directamente os canais de distribuição interna do ar.**

No segundo caso, pelo contrário, a bomba de calor fornece a água quente que **serve para alimentar uma central de tratamento de ar.**

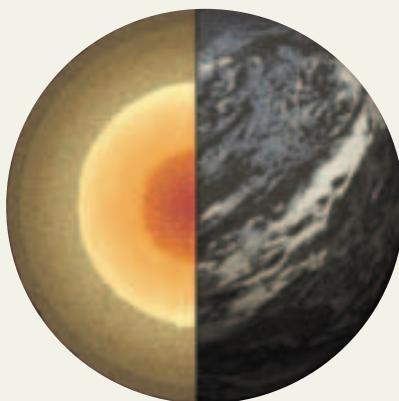
## GEOTERMIA

É a ciência (do grego terra e calor) que estuda o calor acumulado no subsolo: calor que tem origem principalmente **na perda de substâncias radioactivas presentes nas rochas.**

Este calor é capaz de manter, no interior da terra, temperaturas que, em média, aumentam com a profundidade em cerca de 30°C a cada 1.000 m e que, **no núcleo central, ultrapassam os 6.500°C.**

Todavia, as variações de temperatura com a profundidade não são sempre constantes, **sobretudo se as configurações geológicas do terreno forem como aquelas que dão origem às águas termais, às fumarolas e aos géiseres.**

A energia geotérmica pode ser utilizada de várias formas, e encontra-se normalmente assim classificada:



### Geotermia de alta energia

Utiliza água sobreaquecida e vapores a mais de 180°C e serve para produzir directamente energia eléctrica.

A primeira instalação deste tipo foi realizada na localidade Larderello (Pisa) em 1906.

### Geotermia de energia média

Utiliza água sobreaquecida e vapores com temperaturas compreendidas entre 100 e 180°C. Com a ajuda de um fluido intermédio serve para produzir energia eléctrica.

### Geotermia de energia baixa

Utiliza calor com temperaturas compreendidas entre 30 e 100°C.

Serve para o telé-aquecimento, para estâncias termais e para processos tecnológicos.

### Geotermia de energia muito baixa

Utiliza calor com temperaturas inferiores a 30°C e serve sobretudo para alimentar bombas de calor.

## AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO COM BOMBAS DE CALOR

As instalações com bomba de calor podem ser **utilizadas não só para aquecer, mas também para arrefecer.**

O arrefecimento pode ser obtido quer com **bombas de calor reversíveis**, quer com **sistemas directos**, isto é, com sistemas que permitam utilizar directamente as fontes frias.

### BOMBAS DE CALOR REVERSÍVEIS

São bombas que permitem inverter o **sentido de circulação do fluido intermédio** e, por isso, o **sentido do fluxo de calor comutado.**

São, portanto, bombas capazes de **produzir calor e frio.**

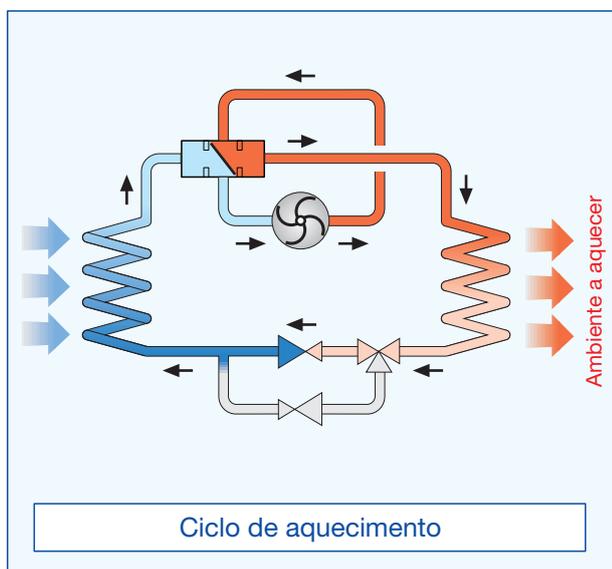
O sentido de circulação pode ser invertido através dos seguintes componentes:

- uma **válvula desviadora de 4 vias** colocada a montante do compressor;
- uma **válvula desviadora de 3 vias** colocada no segmento do circuito onde se faz expandir o fluido;
- uma **segunda válvula de expansão.**

Estes componentes funcionam da seguinte forma:

#### Activação do ciclo de aquecimento

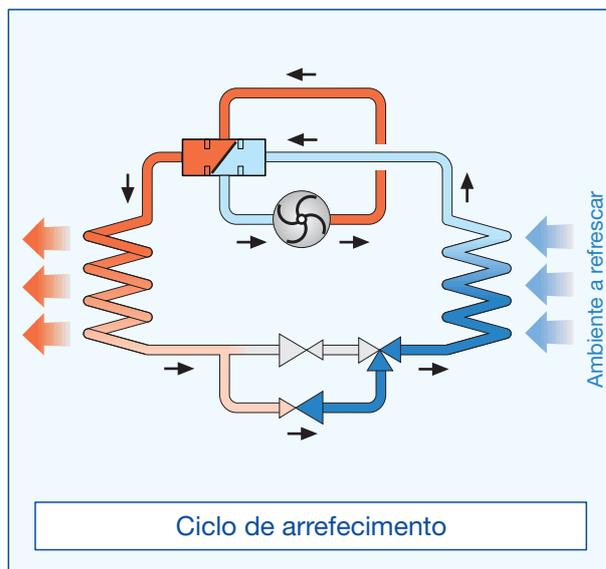
As válvulas desviadoras, de 3 e 4 vias, fazem abrir as vias que permitem um ciclo de trabalho semelhante ao já descrito na página 7. Com este ciclo, **o fluido intermédio retira calor à fonte fria e cede-o ao fluido quente.**



#### Activação do ciclo de arrefecimento

As válvulas desviadoras, de 3 e 4 vias, provocam a abertura das vias que permitem (mesmo mantendo inalterado o sentido de rotação do compressor) inverter o ciclo de trabalho presente na fase de aquecimento.

Neste caso, **o fluido intermédio retira calor ao fluido da instalação de arrefecimento e passa-o para a fonte externa.**



### ARREFECIMENTO DIRECTO

Pode ser realizado com as fontes externas (por exemplo, as geotérmicas ou com água de superfície) **que, no período de Verão, se encontram a temperaturas relativamente baixas.**

Os desenhos da página ao lado representam um possível modo de aquecer com bomba de calor e de arrefecer directamente com a fonte fria.

#### Fase de aquecimento

A válvula A desvia o fluido proveniente da fonte fria para a bomba de calor, enquanto que a válvula B abre as vias que ligam a bomba de calor aos terminais da instalação.

#### Fase de arrefecimento

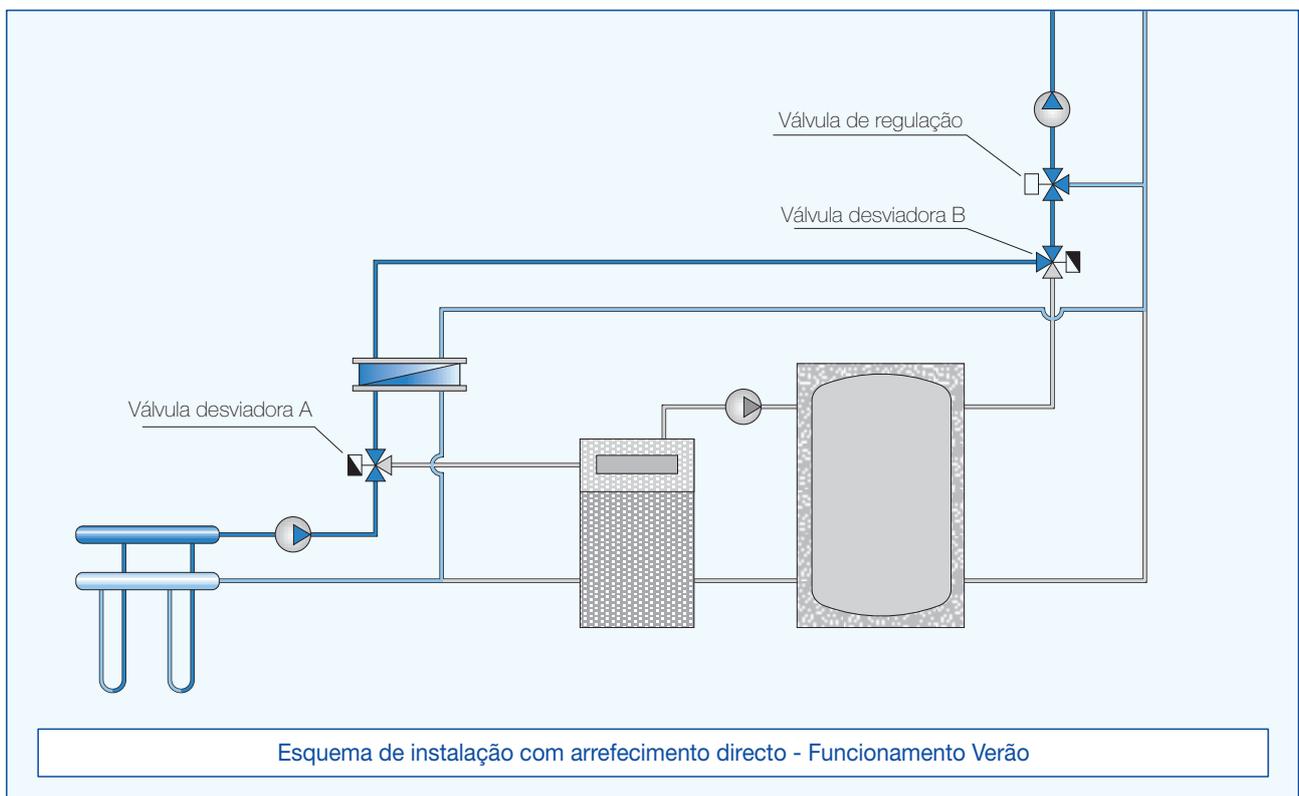
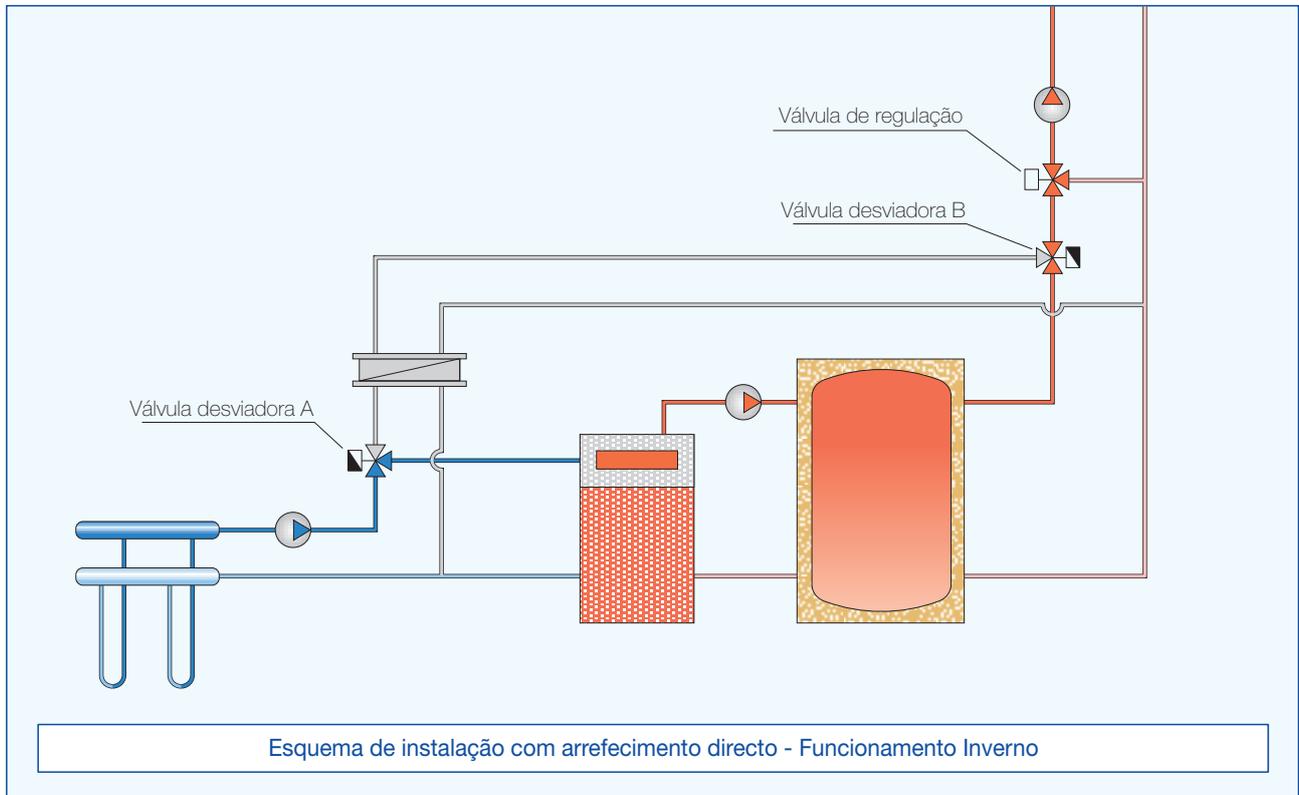
A válvula A desvia o fluido proveniente da fonte fria para o permutador de calor, enquanto que a válvula B abre as vias que ligam o permutador de calor aos terminais da instalação.

Naturalmente, nesta fase, **a instalação deve poder contar com adequados sistemas de regulação, e de desumidificação.**

### Observações

Os aspectos positivos das instalações com arrefecimento directo **dizem respeito, sobretudo, aos baixos custos de gestão**. Na prática, os custos a suportar são apenas os da energia eléctrica consumida pelas bombas de circulação.

Pelo contrário, os aspectos negativos **dizem respeito aos rendimentos destas instalações**. As temperaturas das fontes externas podem ter variações sazonais consideráveis e, sobretudo, nos períodos mais quentes, não permitir um arrefecimento e desumidificação adequados.



## TEMPERATURAS MÁXIMAS QUE SE PODEM OBTER COM BOMBAS DE CALOR

As **bombas de calor para uso civil podem ser divididas em duas classes**: a primeira inclui as bombas aptas a funcionar até 55°C, a segunda até 65°C.

### Temperatura máxima = 55°C

A maior parte das bombas de calor actualmente disponível apresenta este limite, devido essencialmente às características físicas e químicas dos fluidos intermédios utilizados.

É um limite **que não causa problemas** nas instalações onde os terminais funcionam a baixa temperatura, e onde a água quente sanitária não necessita ter mais de 48-50°C.

O mesmo limite, pelo contrário, **não permite soluções** (a menos que se recorra a sistemas integrativos de calor) **nas reestruturações**, onde os terminais foram dimensionados com temperaturas médio-altas.

**Também não permite soluções onde são necessárias temperaturas da água sanitária superiores a 52-53°C**, por exemplo, para servir cozinhas e lavandarias de complexos de edifícios ou para efectuar tratamentos térmicos anti-*legionella*.

Nestes casos pode ser conveniente recorrer a bombas de calor especificamente concebidas para funcionar até aos 65°C.

### Temperatura máxima = 65°C

Este limite pode ser obtido com a ajuda de dois **artifícios**: o primeiro obtido através de um consumo e uma sucessiva reinjecção de vapor no ciclo normal de trabalho (o sistema é chamado **EVI** *Enhanced Vapour Injection*), o segundo efectuando dois ciclos de trabalho ligados entre eles em cascata.

#### Sistema EVI

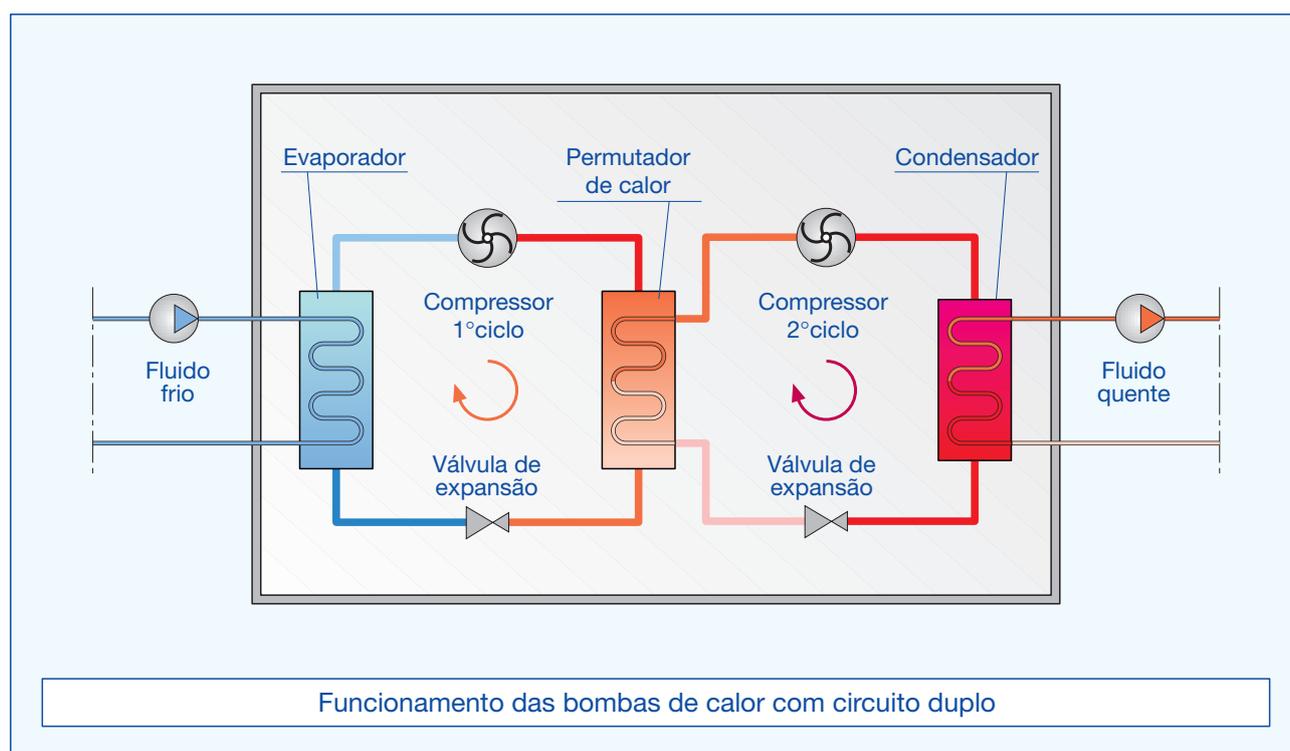
Realiza-se retirando uma pequena parte do fluido intermédio a jusante do condensador. Primeiramente, este fluido é expandido e, depois, é encaminhado através de um permutador suplementar. Por fim, é introduzido directamente no compressor.

Este artifício faz aumentar o salto térmico do fluido intermédio e, assim, a temperatura até à qual é possível conduzir o fluido quente.

#### Sistema com duplo ciclo de trabalho

O circuito duplo de trabalho é obtido com dois circuitos simples ligados entre eles, como no desenho apresentado em baixo.

Praticamente, assim colocados, os dois circuitos **dividem a tarefa de aumentar o salto térmico entre a fonte e o fluido quente**.



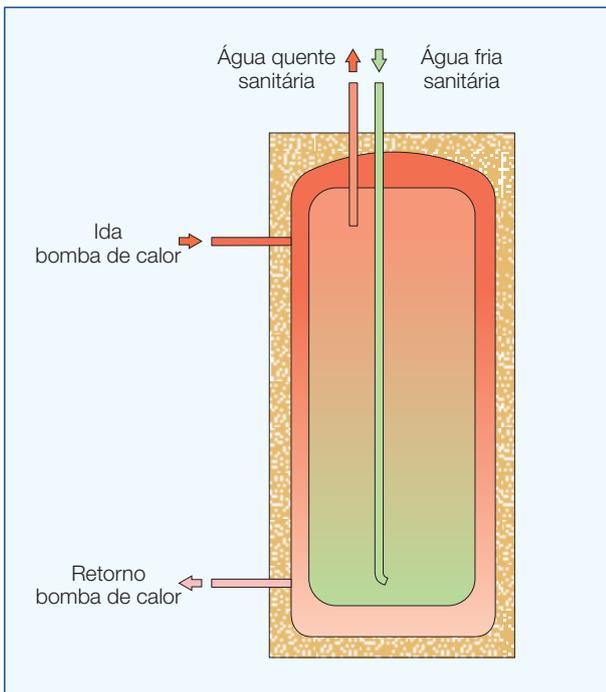
## PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

Em relação a isto, os aspectos mais importantes a considerar são os seguintes:

- a **necessidade de produzir água quente com baixos saltos térmicos do fluido primário**, sobretudo com bombas de calor que não ultrapassem os 55°C;
  - a **exigência de evitar activações e desactivações contínuas** do compressor;
  - a **possibilidade de aproveitar de forma adequada as faixas horárias de tarifa reduzida**.
- Estes aspectos levam a privilegiar o uso de acumuladores com **elevadas superfícies de comutação**.

### Acumuladores com cobertura

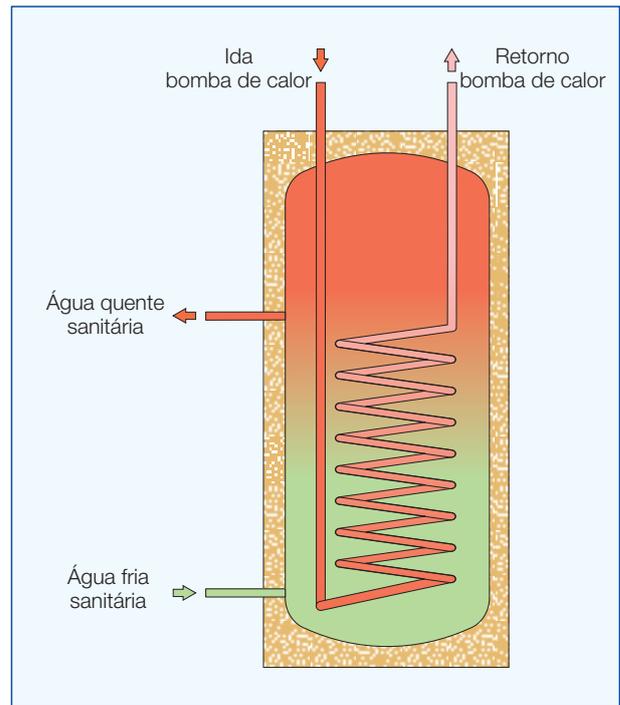
São acumuladores com um duplo reservatório (não confundir com aqueles com câmara de ar) que **garantem uma ampla superfície de comutação térmica**.



### Acumuladores de serpentina com elevada superfície

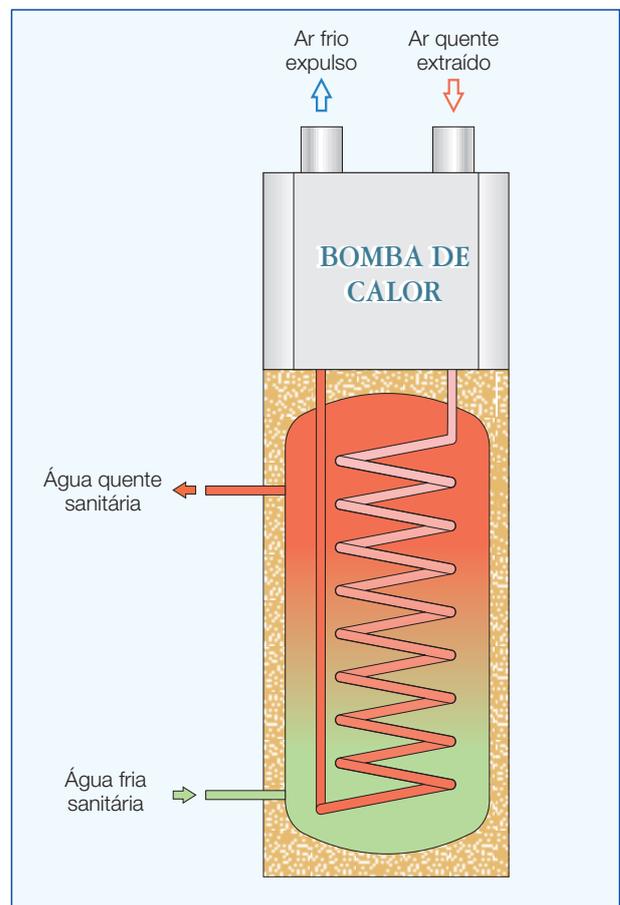
**Praticamente são os mesmos acumuladores usados para o solar.** Também nas instalações solares existe, de facto, a exigência de comutar calor com baixos saltos térmicos.

Para evitar soluções com perdas de carga demasiado elevadas, é aconselhável evitar acumuladores cujas serpentinas foram realizadas com tubos muito pequenos.



### Acumuladores com bomba de calor integrada

Para a produção de água quente sanitária, também se encontram disponíveis acumuladores directamente acopláveis a bombas de calor com ar, geralmente extraído dos locais de serviço.



## ACUMULADORES INTERPOSTOS ENTRE AS BOMBAS DE CALOR E OS TERMINAIS

Estes acumuladores, normalmente chamados **depósitos de inércia**, têm essencialmente duas funções: a de **separação hidráulica** e a de **volante térmico**.

A **separação hidráulica** serve para tornar independentes os caudais da bomba de calor dos dos terminais.

Bombas de calor e terminais podem ter exigências térmicas e hidráulicas bastante diferentes, sobretudo quando a regulação dos terminais é do tipo com caudal variável.

A função **volante térmico** serve para reduzir os arranques das bombas de calor, melhorando assim os próprios rendimentos e reduzindo o desgaste dos vários componentes.

Os **depósitos de inércia** podem ser dimensionados considerando:

20÷25 l para cada kW fornecido pela bomba de calor para instalações com **chão radiante**

40÷45 l para cada kW fornecido pela bomba de calor para instalações com **radiadores e ventiloconvectores**

Sobretudo, se estiverem sobredimensionados, estes acumuladores **podem servir também para acumular calor nas faixas horárias de tarifa reduzida**.

## COMPONENTES DOS CIRCUITOS FECHADOS QUE ALIMENTAM AS BOMBAS DE CALOR

É aconselhável realizar os circuitos fechados que alimentam as bombas de calor com os seguintes componentes:

### Colectores de fluido frio

Podem ser instalados quer no exterior (em adequados poços de ventilação inspeccionáveis), quer no interior. Se não existirem problemas de espaço, a instalação interna deve ser preferível, pois torna mais fácil os controlos e eventuais intervenções de manutenção.

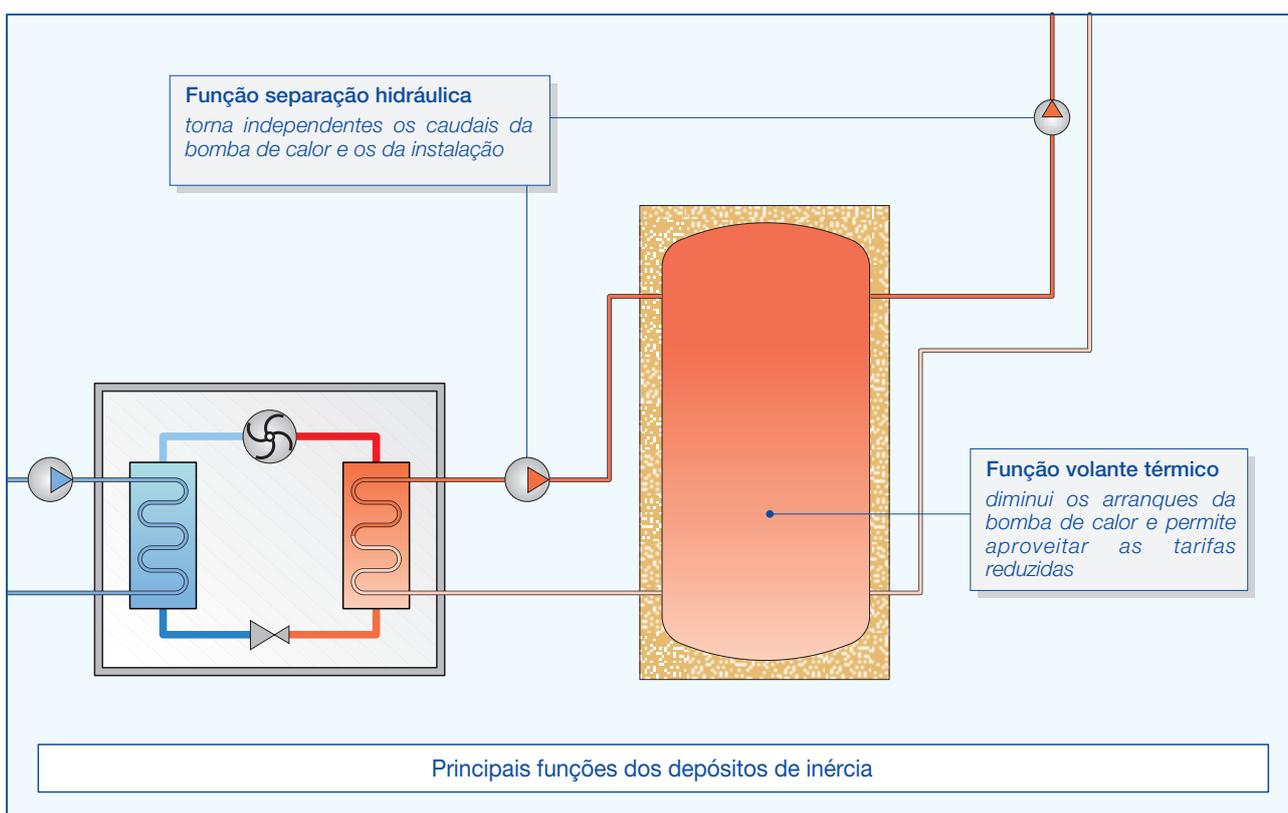
**Cada derivação externa ligada a estes colectores deve ser interceptável e possuir reguladores de caudal.**

### Termómetros

Servem para verificar a temperatura do fluido derivado da fonte e o salto térmico induzido pela bomba de calor.

### Hidrómetros

**Servem para verificar a pressão do circuito e as perdas de carga do evaporador e do filtro.** Se estas perdas forem demasiado elevadas, o evaporador, o filtro ou ambos devem ser limpos.



### Vaso de expansão

Tem como função manter dentro dos limites aceitáveis os possíveis aumentos de pressão devido a variações de temperatura do fluido.

### Válvula de segurança

A sua função é evitar que surjam pressões demasiado elevadas nos circuitos, que podem prejudicar a integridade e a funcionalidade dos vários componentes.

### Separador de ar

**É necessário para eliminar os perigos relacionados com a presença de ar introduzido no circuito durante a fase de enchimento da instalação.**

Por exemplo, 1 m<sup>3</sup> de água a 10°C e 2 bar contém diluídos 45 litros de ar. A 20°C contém apenas 35, os restantes 10 são libertados sob a forma de micro-bolhas.

A este respeito, deve ser considerado que, para **eliminar as micro-bolhas não são suficientes as válvulas de purga normais**. São necessários dispositivos capazes, quer de favorecer a formação de micro-bolhas, quer a sua agregação até formarem bolhas que possam ser eliminadas pelas válvulas de purga com bóia.



Uma bomba de calor que funciona sem separador de micro-bolhas pode ser ruidosa e provocar um grande desgaste nos circuladores. Mas, sobretudo, pode limitar a capacidade de comutação do evaporador, **comprometendo o seu funcionamento**.

### Separador de impurezas

É necessário, sobretudo, para **evitar a acumulação de impurezas no evaporador**. Para isto podem ser utilizados **filtros em Y** ou **separadores de gravidade**.

Os filtros em Y têm **elevadas perdas de carga e dificuldade em eliminar as pequenas partículas em suspensão**. Além disso, **sujam-se facilmente** e a sua limpeza **implica a desmontagem dos mesmos**.

**Os separadores de gravidade** (chamados também **separadores de sujidade**) têm baixas perdas de carga, podem eliminar partículas em suspensão muito pequenas e podem ser limpos, abrindo simplesmente a sua torneira de descarga.



### Outros componentes

- **Torneiras de carga e descarga,**
- **Válvulas de intercepção,**
- **Juntas anti-vibratórias** para impedir a transmissão de vibrações da bomba de calor para o circuito.

### Isolamento dos tubos e dos componentes principais

Para as **baixas temperaturas em causa, é necessário realizar um isolamento térmico adequado** de todos os componentes que possam dar lugar à **formação de condensação**.

## COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO DAS BOMBAS DE CALOR

Os principais aspectos a ter em consideração dizem respeito ao ruído e ao posicionamento da bomba de calor.

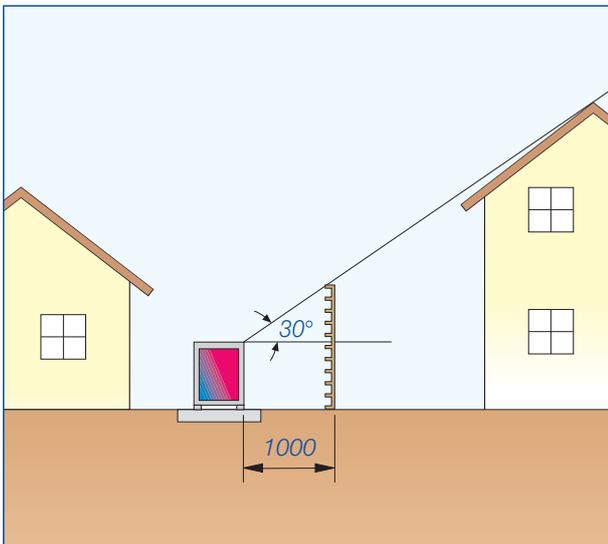
### Ruído das bombas de calor

Deve ser considerado que as bombas de calor podem ser muito ruidosas, sobretudo **as de ar e as previstas para as instalações externas**. Portanto, podem causar incómodo quer no edifício onde são colocadas, quer nos edifícios vizinhos.

Os ruídos podem transmitir-se por **via sólida** e por **via aérea**.

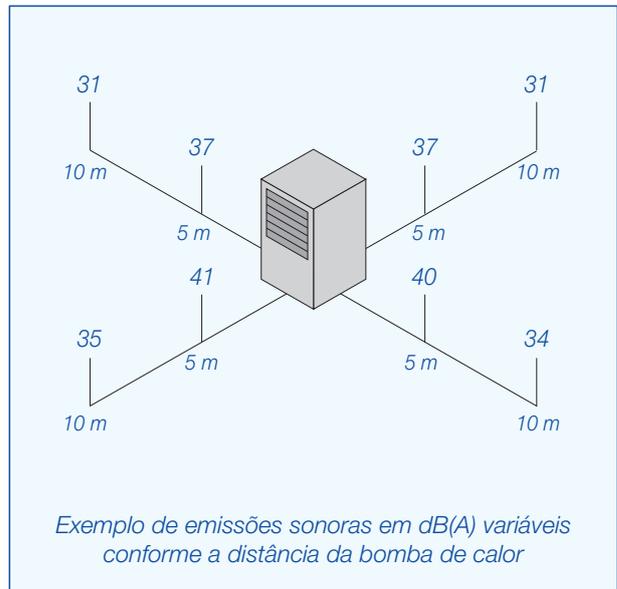
Para limitar os **ruídos transmitidos por via sólida** podem instalar-se bombas de calor com suportes elásticos e com ligações (aos tubos do circuito e aos canais de ar) com juntas anti-vibratórias.

No que diz respeito aos **ruídos transmitidos por via aérea**, devem ser considerados os valores de pressão sonora fornecidos pelos fabricantes e, se necessário, devem ser adoptadas **medidas** (por exemplo, construindo barreiras fonoabsorventes) **capazes de manter o ruído dentro dos limites estabelecidos pelas normas**.



No que diz respeito aos valores da pressão sonora, alguns fabricantes **dão valores variáveis em relação à orientação da bomba de calor e à distância da mesma**. E isto, sem dúvida, facilita o trabalho do projectista.

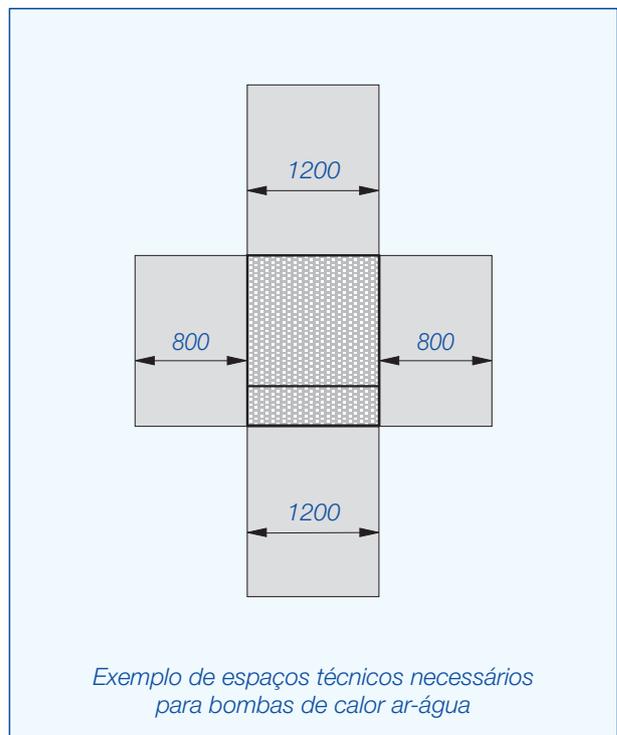
Se, pelo contrário, for fornecido apenas um dado, é necessário aplicar as leis que permitem determinar como as pressões sonoras variam com a difusão no ar livre.



### Instalação externa

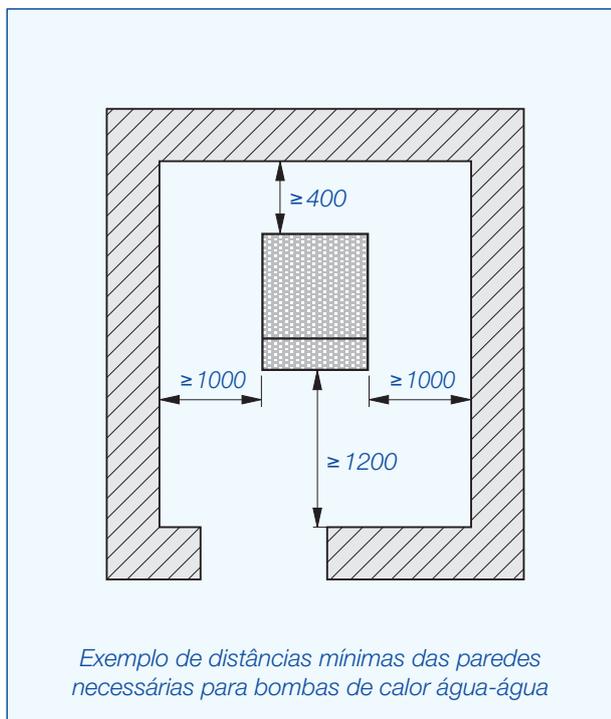
É um tipo de instalação quase exclusivamente reservado às bombas de calor do tipo ar-ar e ar-água, especificamente concebidas para este tipo de instalação.

As bombas de calor para exterior devem ser **colocadas em funcionamento, com suportes anti-vibratórios, em superfícies planas e rígidas**, respeitando os espaços técnicos mínimos requeridos pelo construtor.

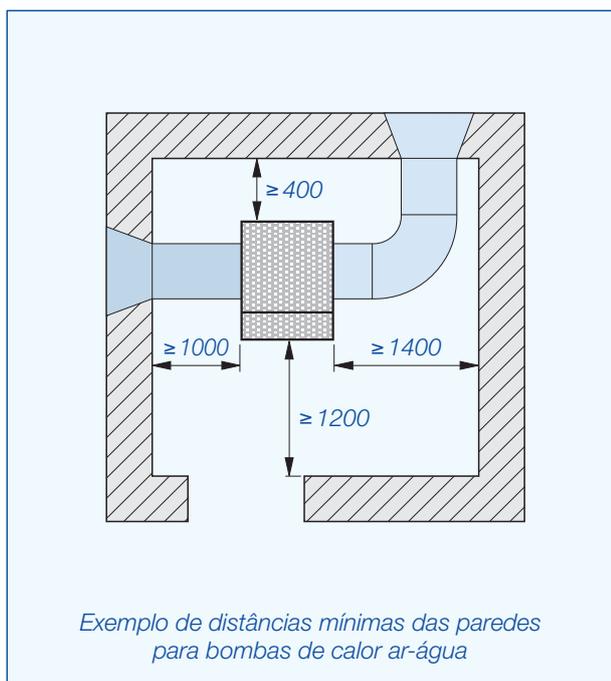


### Instalação em locais técnicos

Os locais técnicos reservados às bombas de calor devem estar **protegidos do gelo e assegurar um acesso fácil e o respeito dos espaços requeridos pelo construtor.**



Com bombas de calor que utilizam o ar externo, os pontos de entrada e de expulsão **não devem ser colocados na mesma parede do local**, para evitar curto-circuitos de ar. Se tal não for possível, devem ser tomadas precauções adequadas.

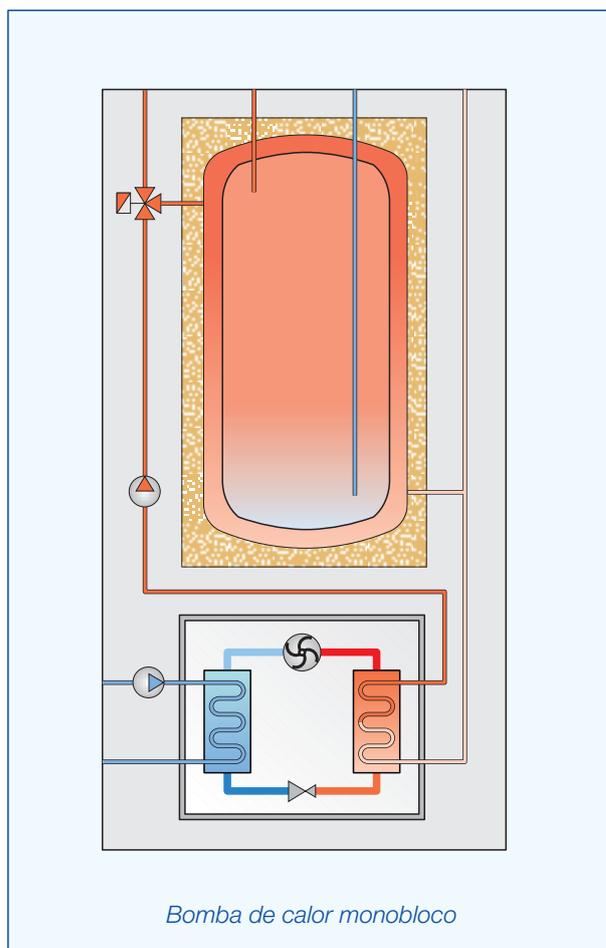


**As paredes e os tectos do local técnico podem ser isolados com painéis fonoabsorventes**, no caso do índice de ruído da bomba de calor ser demasiado elevado.

### Instalação em locais internos

Nos locais internos (por exemplo, cozinhas e zonas de serviço) apenas **podem ser colocadas em funcionamento bombas de calor expressamente concebidas para este tipo de instalação.**

Geralmente, são bombas de calor pré-montadas com um acumulador que serve como depósito e para produzir água quente sanitária.



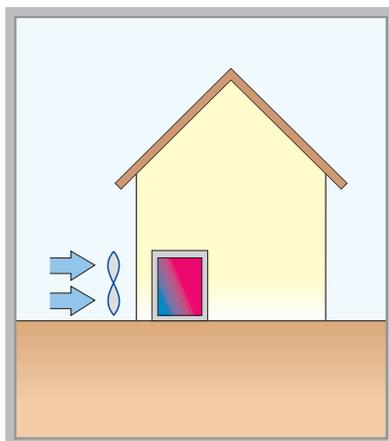
**Geralmente, deve evitar-se colocar estas bombas em locais confinantes com quartos de dormir.** No entanto, se não existirem alternativas, pode recorrer-se ao isolamento acústico das paredes ou dos tabiques.

# INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR, PRODUÇÃO DE FRIO COM AR

As instalações que geram energia térmica a partir do ar podem ser realizadas com **bombas de calor ar-ar e ar-água**.

Estas bombas, excepto modelos especiais com elevado isolamento acústico, são **bastante ruidosas, pois devem tratar quantidades elevadas de ar**: um fluido que não transporta bem o calor.

Por exemplo, com o mesmo salto térmico, para gerar o calor que se pode obter de 1 m<sup>3</sup> de água, são necessários cerca de 3.500 m<sup>3</sup> de ar. Assim, é preciso ter em consideração este aspecto e, se necessário, prever barreiras fonoabsorventes (ver página 18).



Dado o custo reduzido das bombas de calor com ar e o facto de **não necessitarem de meios especiais para a captação do calor**, deve ser também considerada a possibilidade de **transformar as instalações normais com radiadores em sistemas bivalentes**, por exemplo no caso de reestruturações. Naturalmente, isto pode ser conveniente apenas quando a bomba de calor puder beneficiar de um campo de trabalho suficientemente amplo.

O desenho, de seguida apresentado, indica como é possível determinar, por via gráfica, a extensão deste campo em função das variáveis:

- $t_e$  temperatura de projecto ar externo,
- $t_c$  temperatura de projecto radiadores,
- $t_p$  temperatura de funcionamento bomba calor.

Em particular, no caso considerado, a bomba de calor pode trabalhar em modo autónomo de 20 até cerca de 8°C.

## INSTALAÇÕES COM AR EXTERNO

Tal como já foi referido, **se a temperatura do ar externo descer abaixo dos 5-6°C**, os factores de rendimento e, assim, a potência disponível das bombas de calor diminuem consideravelmente. Em relação a este limite, podem adoptar-se os seguintes tipos de instalação:

### Instalações monovalentes

A necessidade térmica é dada **apenas pela bomba de calor**. São instalações que se podem aplicar em zonas com temperaturas externas de projecto superiores a 5-6°C.

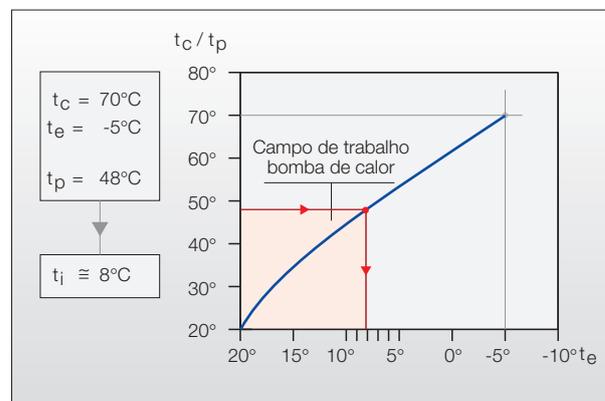
### Instalações monoenergéticas

A necessidade térmica é dada **por uma bomba de calor e por uma resistência eléctrica**. São instalações que se podem realizar em zonas com temperaturas externas de projecto superiores a 2-3°C.

### Instalações bivalentes

A necessidade térmica é dada pela **bomba de calor e por uma caldeira de suporte**. São instalações que se podem aplicar em zonas com temperaturas externas de projecto inferiores a 2-3°C.

A caldeira é regulada de forma a intervir apenas quando a temperatura do ar externo descer abaixo dos 5-6°C. Quando se activa a caldeira, deve desactivar-se a bomba de calor para evitar que esta trabalhe com factores de rendimento demasiado baixos.



## INSTALAÇÕES COM AR DE RENOVAÇÃO

Actualmente, estas instalações, devido ao reduzido calor extraído do ar de renovação, servem sobretudo **para produzir água quente sanitária**.

Todavia, é provável que, no futuro, possam vir a fornecer sozinhas **as necessidades térmicas das casas passivas**, isto é, casas com dispersões térmicas inferiores a 10 W/m<sup>2</sup>.

## Instalação bivalente com bomba de calor ar-água (esquema funcional)

A instalação é constituída essencialmente por:

- uma bomba de calor ar-água,
- uma caldeira mural,
- um acumulador com cobertura,
- um circuito para servir os terminais.

O acumulador com cobertura **quer como depósito, quer para produzir água quente sanitária.**

Os terminais são servidos por um circuito cuja bomba é comandada por um termostato ambiente.

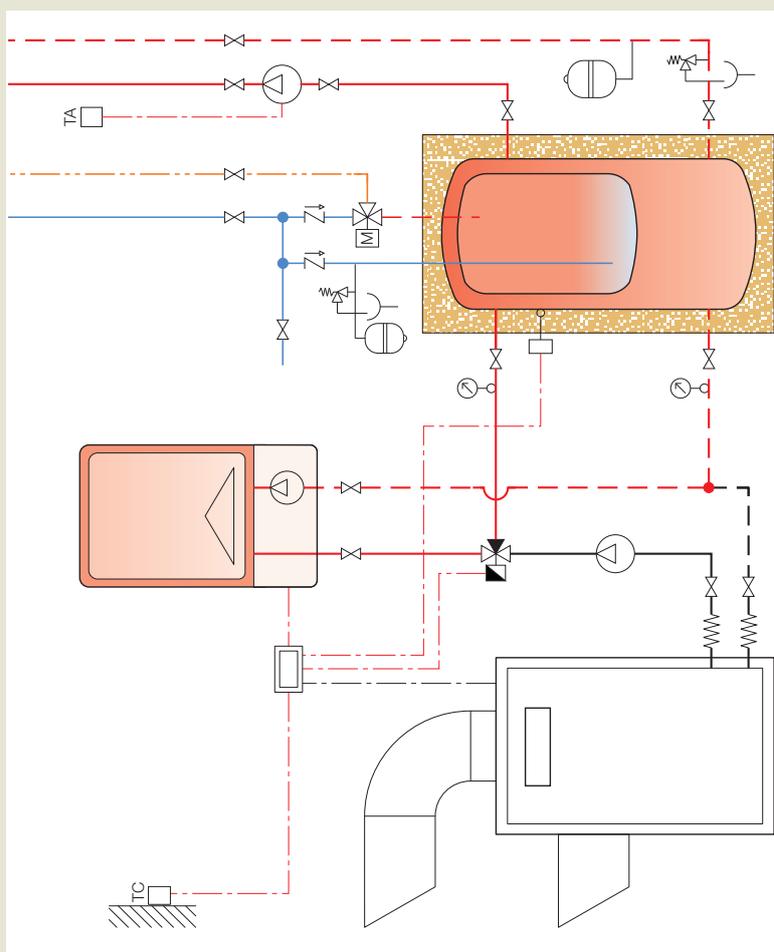
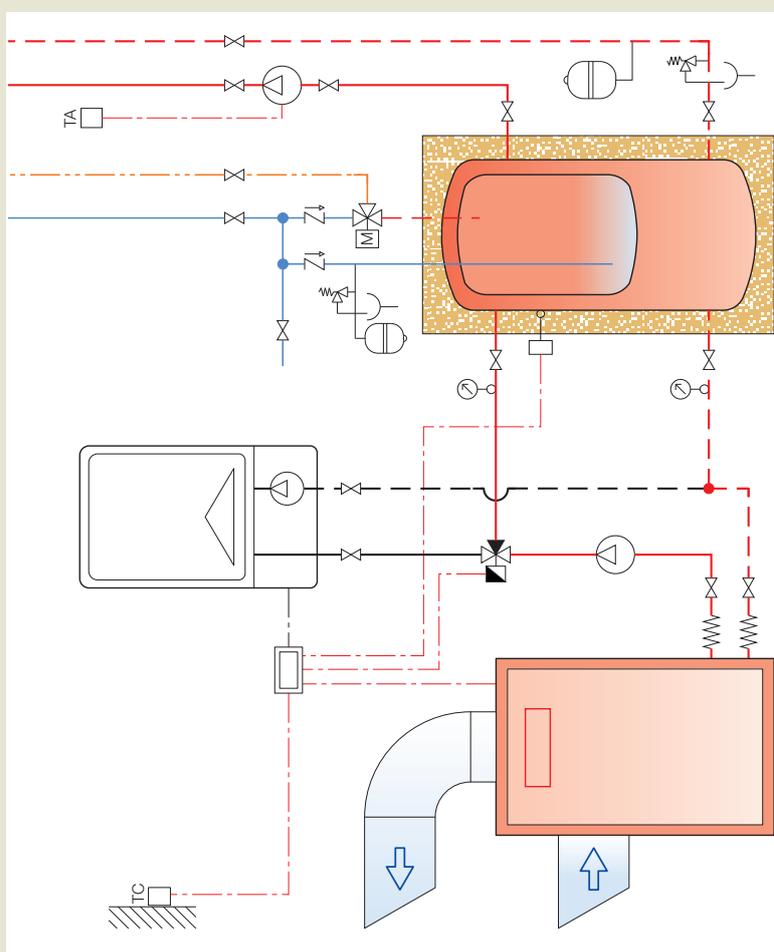
A instalação trabalha com a **bomba de calor activada** e a caldeira desactivada, quando a

temperatura do ar externo (detectada pelo termostato de comutação) **ultrapassa o valor programado**. Nesta fase, a válvula desviadora abre a via que liga directamente a bomba de calor ao acumulador.

Pelo contrário, a instalação trabalha com a **caldeira activada** e a bomba de calor desactivada, quando a temperatura do ar externo **é inferior ao valor programado**. Nesta fase, a válvula desviadora abre a via que liga directamente a caldeira ao acumulador.

A **misturadora termostática** serve para regular a temperatura da água quente sanitária quando é produzida pela caldeira.

	Válvula desviadora		Junta anti-vibratória
	Misturadora		Válvula de retenção
	Termostato de imersão		Válvula de intercepção
	TC		Válvula de segurança
	TA		Vaso de expansão
	Termómetro		



# INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR, PRODUÇÃO DE FRIO COM ÁGUA DE SUPERFÍCIE

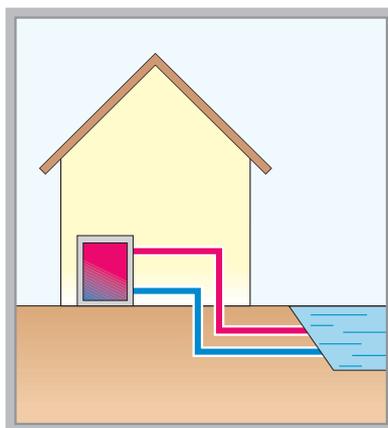
São instalações que podem estar sujeitas a vínculos de vários tipos. Portanto, se necessário, **devem ser pedidas e obtidas as devidas autorizações.**

Também a água de superfície, assim como o ar externo, pode descer abaixo das temperaturas que fazem diminuir consideravelmente os factores de rendimento e a potência térmica obtíveis com as bombas de calor.

Nestes casos, é possível recorrer a soluções de tipo monoenergético ou bivalente (ver página 20).

**Se a água de superfície tiver uma temperatura baixa, existe também o perigo de gelo na zona do evaporador,** dado que, com a expansão, o fluido intermédio atinge temperaturas inferiores a 0°C.

Para evitar este perigo, **aconselha-se a interpor um permutador entre a fonte fria e a bomba de calor,** de forma a que esta possa ser alimentada com um fluido constituído por água e anti-gelo.



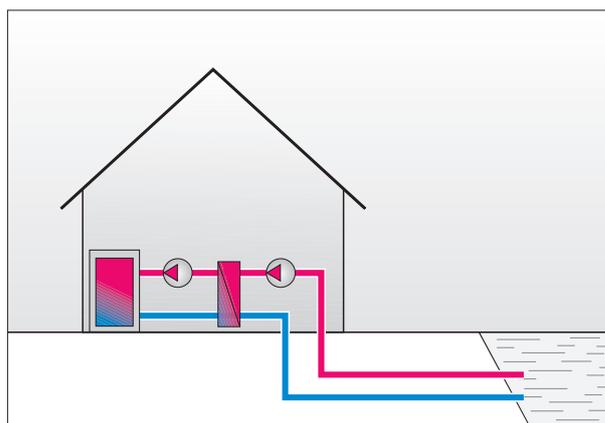
É uma solução que garante **os baixos consumos das bombas de circulação e evita o bloqueio dos permutadores de calor,** devido a impurezas (temíveis sobretudo nos períodos de mau tempo) contidas nas águas de superfície.

Pelo contrário, pode necessitar de **obras muito dispendiosas ou não autorizadas** em espaços públicos.

Por sua vez, no caso de **permutadores colocados na central,** utilizam-se

**permutadores de placas.**

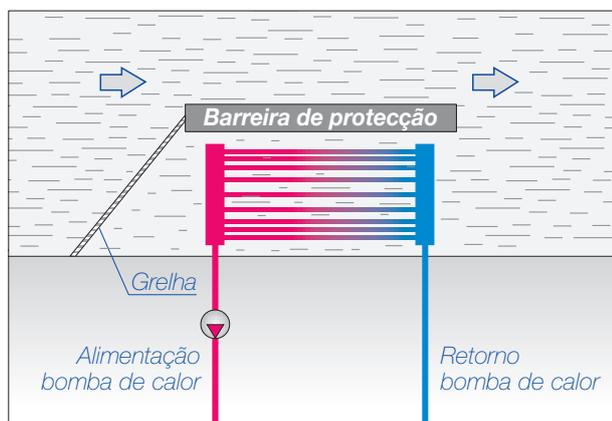
Todavia, com águas pouco limpas, pode ser mais conveniente também neste caso, adoptar permutadores do tipo de feixe tubular.



## Permutadores de calor intermédios

Com a função anti-gelo podem ser utilizados **permutadores de calor directamente imersos nos cursos de água ou colocados na central térmica.**

No primeiro caso, usam-se **permutadores de calor do tipo de feixe tubular,** fixos e protegidos no leito dos cursos de água.



## Caudais necessários

Podem ser determinados com as fórmulas e a tabela relativa aos lençóis de água, indicadas na página 26.

## Instalação bivalente com bomba de calor água-água (produção de frio com água de superfície) (esquema funcional)

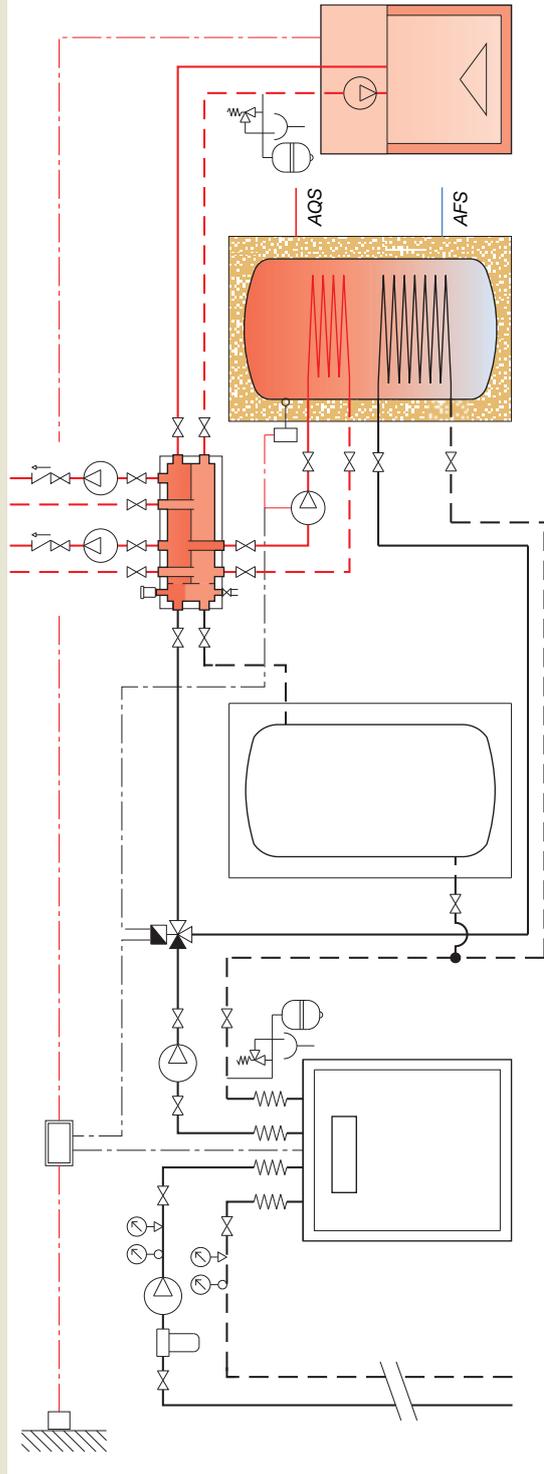
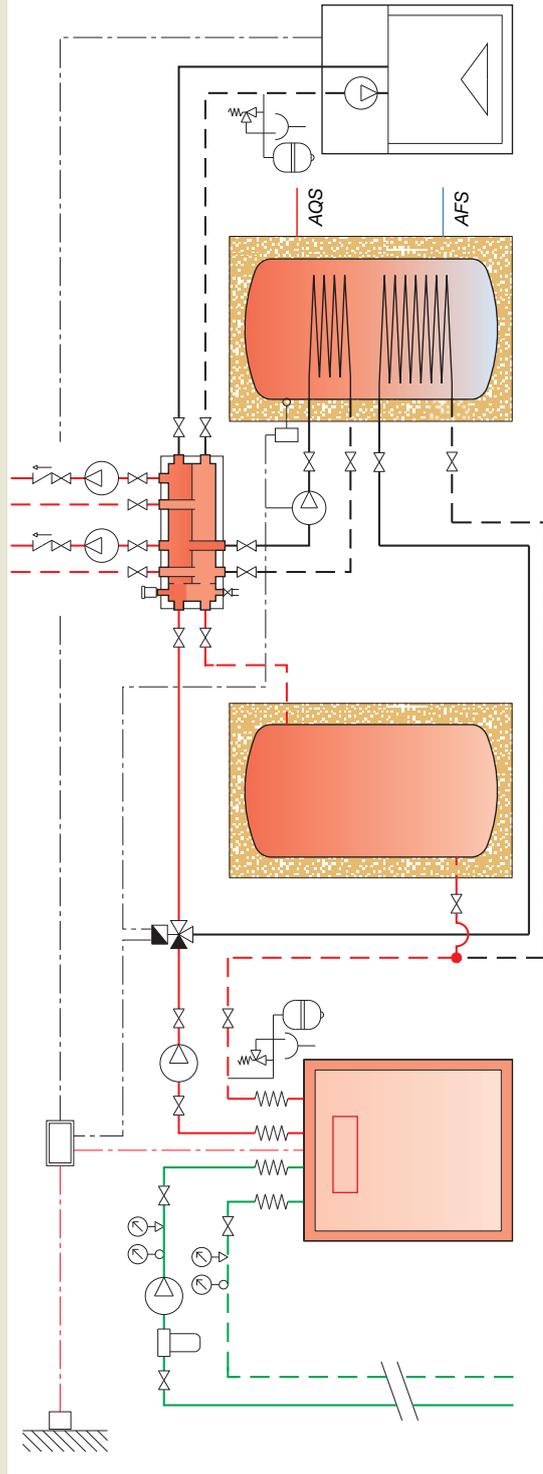
Os principais componentes desta instalação são:

- uma bomba de calor água-água,
- uma caldeira de pavimento,
- dois acumuladores,
- dois circuitos para terminais.

A bomba de calor e a caldeira (como o esquema da pág. 21) são activadas e desactivadas por um termostato externo de comutação.

O acumulador da água quente sanitária é de serpentina dupla: a maior é utilizada pela bomba de calor, a outra pela caldeira.

Os terminais são servidos por circuitos com bomba comandada por termostatos ambiente.



	Válvula desviadora
	Termostato de comutação
	Termostato de imersão
	Termómetro
	Manómetro
	Filtro
	Junta anti-vibratória
	Válvula de retenção
	Válvula de intercepção
	Válvula de segurança
	Vaso de expansão

# INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR, PRODUÇÃO DE FRIO COM ÁGUA DE FURO OU DE POÇO

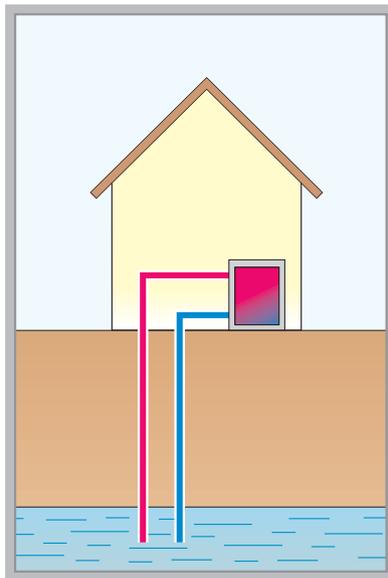
As instalações que geram energia térmica a partir da água de furo ou de poço estão, normalmente, sujeitas a vínculos que dizem respeito à extracção e ao escoamento das águas.

Portanto, se necessário, **devem ser pedidas e obtidas as devidas autorizações.**

A água de furo ou de poço encontra-se normalmente disponível (ao longo de todo o ano) a temperaturas variáveis entre 8 e 12°C. As instalações que utilizam esta água não têm, por isso, necessidade de soluções monoenergéticas ou binominais, isto é, soluções aptas a integrar a potência térmica que se pode obter com apenas uma bomba de calor.

**Antes de desenvolver o projecto,** é aconselhável consultar os mapas geológicos da zona ou outros documentos inerentes às características locais específicas do lençol de água.

Se não estiverem disponíveis dados suficientes e fiáveis, deve ser consultado um geólogo.



Além disso, se necessário, devem ser efectuadas perfurações e testes de bombeamento.

Especialmente, é necessário conhecer ou determinar:

- a profundidade do lençol de água,
- a estabilidade do nível,
- a direcção e o sentido do fluxo,
- a qualidade das águas.

É necessário saber também se **podem ocorrer infiltrações de água superficiais.** De facto, estas infiltrações poderiam fazer baixar consideravelmente a temperatura de alimentação da bomba de calor e, assim, não permitir os rendimentos previstos.

É muito importante também a qualidade da água, que deve ser controlada com base nos valores da tabela de seguida apresentada. Se a água ultrapassar os limites indicados de ferro e manganésio, podem vir a formar-se compostos insolúveis capazes de obstruir quer os poços, quer os permutadores.

## Valores limite de aceitabilidade da água de furo ou de poço

Descrição da substância	Limite	Anotações
Temperatura	< 20°C	
Valor PH	7,9 - 9	Possível corrosão do aço inox com valor demasiado alto
O <sub>2</sub>	< 2 mg/l	
Condutibilidade	< 500 µS/cm	Possível corrosão do aço inox com valor demasiado alto
Ferro	< 2 mg/l	Leva à formação de compostos insolúveis
Manganésio	< 1 mg/l	Leva à formação de compostos insolúveis
Nitrato	< 70 mg/l	
Sulfato	< 70 mg/l	Possível corrosão do aço inox com valor demasiado alto
Compostos de cloro	< 300 mg/l	Possível corrosão do aço inox com valor demasiado alto
Anidrido carbónico radical livre	< 10 mg/l	
Amónio	< 20 mg/l	

Os compostos de ferro e manganésio podem formar-se mais facilmente se existir entrada de oxigénio na zona, onde a água é devolvida ao lençol de água. Por este motivo, os tubos que conduzem a água para o lençol de água, **devem estar submersos, pelo menos, 50-60 cm abaixo do nível deste último.**

Com percentagens demasiado altas de PH, o sulfato e os compostos de cloro podem tornar-se muito agressivos, e corroer as placas dos permutadores. Nestes casos, é necessário verificar os limites de uso com base nos quais os produtores garantem o funcionamento correcto dos permutadores, com os quais são produzidas as suas bombas de calor. Se se ultrapassarem estes limites, é aconselhável colocar, a montante das bombas de calor, **permutadores em aço inox.** Desta forma, é possível proteger os permutadores internos, simplificando, em todo o caso, as operações de limpeza e a possível substituição das placas.

A água do lençol de água pode ser captada com sistemas que prevêm dois ou um só poço.

#### Sistemas de captação com dois poços

Um poço (chamado de **captação**) serve para retirar a água do lençol aquífero, o outro (de **drenagem**) serve para a reconduzir ao lençol de água.

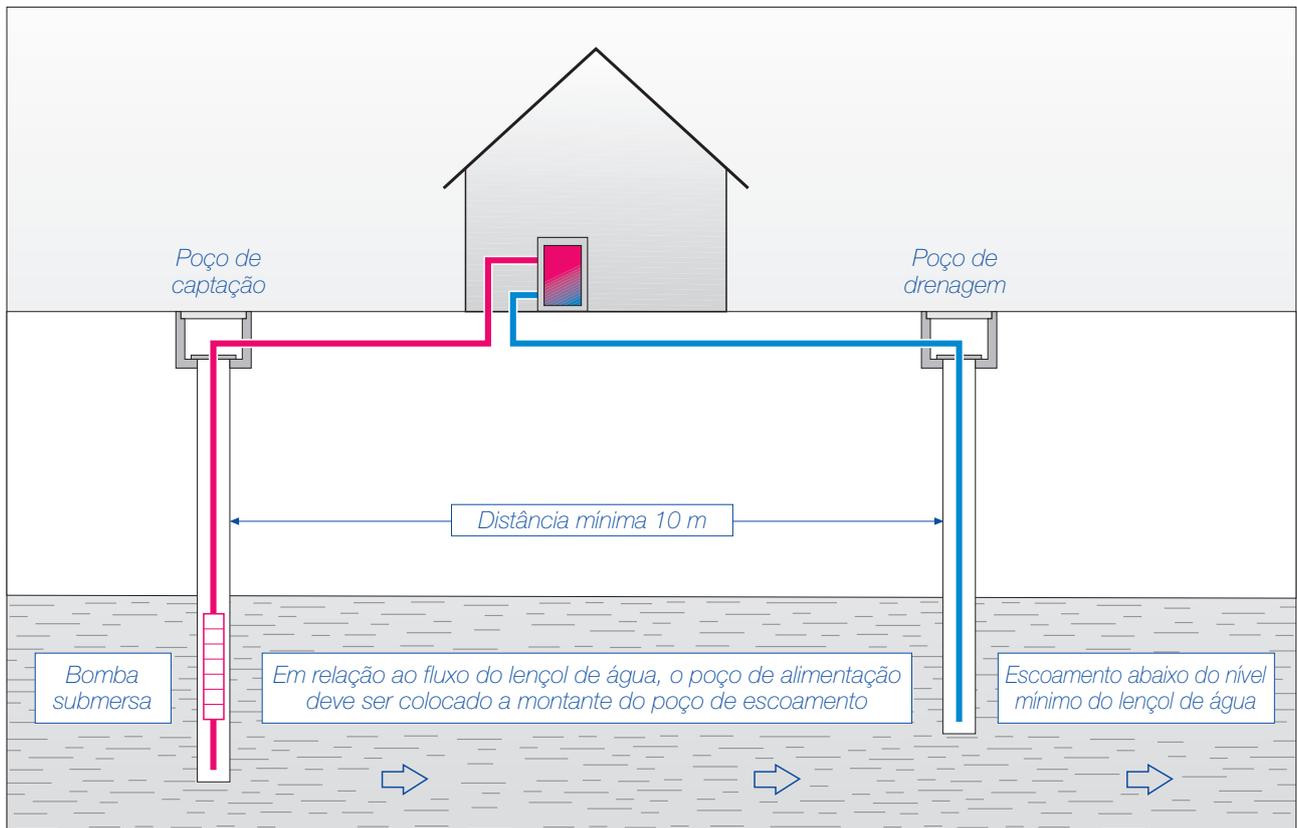
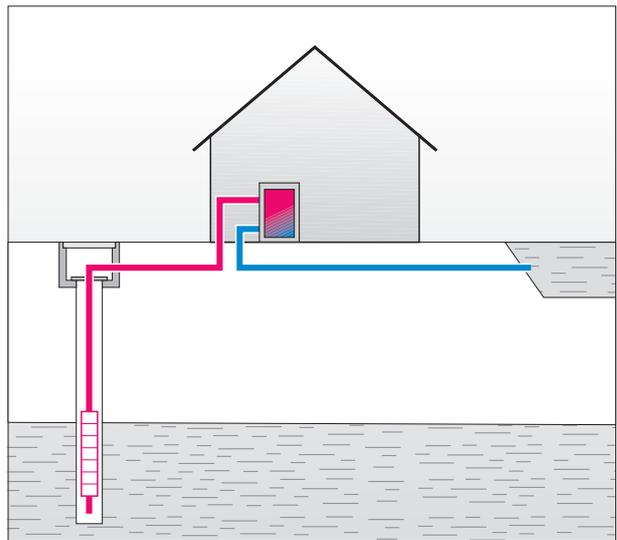
Para a construção destes poços e para a ligação à

bomba de calor, deve ser considerado que **a distância entre os poços de captação e os de drenagem não deve ser inferior a 10 m.**

Além disso, em relação ao fluxo do lençol de água, o poço de captação deve ser colocado a montante relativamente ao de drenagem para evitar a interrupção da água introduzida.

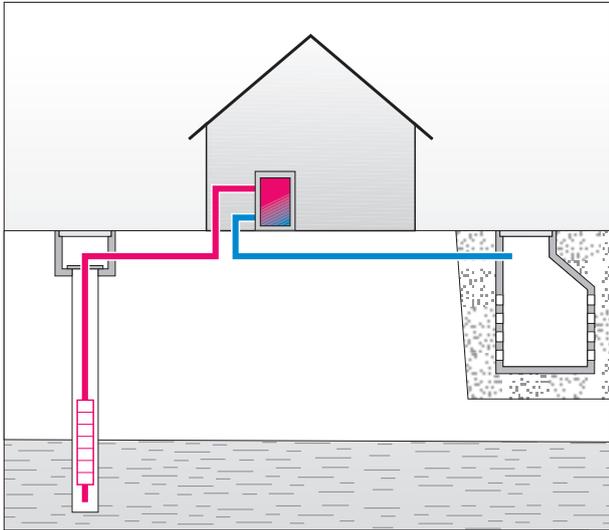
#### Sistemas de captação com um só poço

Com estes sistemas, constrói-se **apenas o poço de captação.** A água usada pode ser, depois, escoada de várias formas, por exemplo, **para rios, charcos, lagos ou para o mar.**

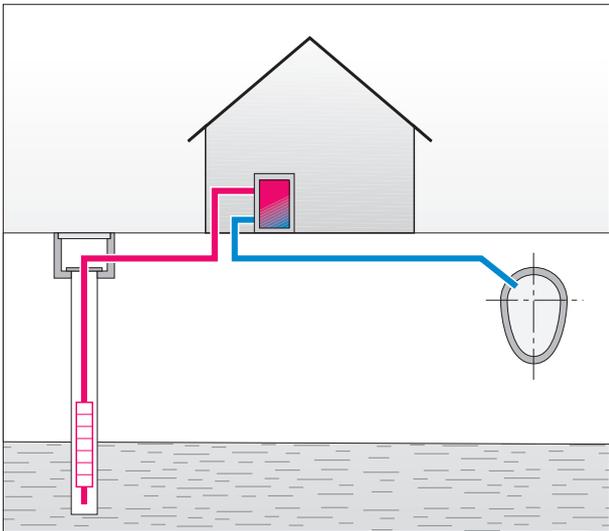


A água usada também pode ser escoada para os **sistemas de recolha de águas pluviais**.

Neste caso, em relação ao fluxo do lençol de água, o sistema de dispersão deve ser colocado a jusante do poço de captação, para evitar o arrefecimento contínuo da água do lençol aquífero.



Existe também a possibilidade (que, em todo o caso, necessita de uma autorização específica) de escoar a água usada através **da rede de esgotos de águas pluviais**.



### Caudais necessários

Em relação aos valores conhecidos, podem ser calculados com as seguintes fórmulas:

$$G = \frac{(Q_{pc} - W_{com}) \cdot 860}{\Delta T}$$

$$G = \frac{(\epsilon - 1) \cdot 860}{\Delta T} \cdot \frac{Q_{pc}}{\epsilon}$$

sendo:

$G$  = Caudal da água de furo ou de poço [l/h]

$Q_{pc}$  = Potência térmica da bomba de calor [kW]

$W_{com}$  = Potência absorvida pelo compressor [kW]

$\Delta T$  = Salto térmico da água de furo ou de poço, em geral 3-4°C

$\epsilon$  = Coeficiente de rendimento instantâneo

Com base nos valores do coeficiente de rendimento  $\epsilon$  e do salto térmico considerado, os caudais também podem ser determinados através da seguinte tabela:

Caudais $G$ (l/h) por cada kW de potência térmica gerada pela bomba de calor				
	$\epsilon = 3,0$	$\epsilon = 3,5$	$\epsilon = 4,0$	$\epsilon = 4,0$
$\Delta T = 2,5$	229	246	258	268
$\Delta T = 3,0$	191	205	215	223
$\Delta T = 3,5$	164	176	184	191
$\Delta T = 4,0$	143	154	161	167

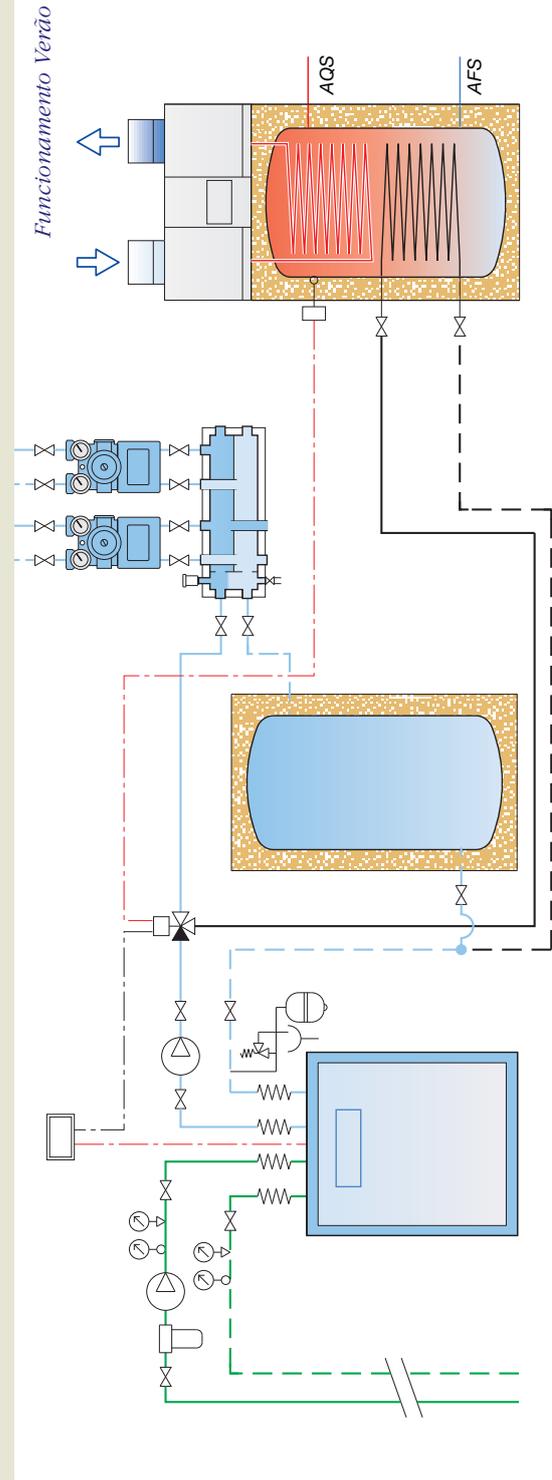
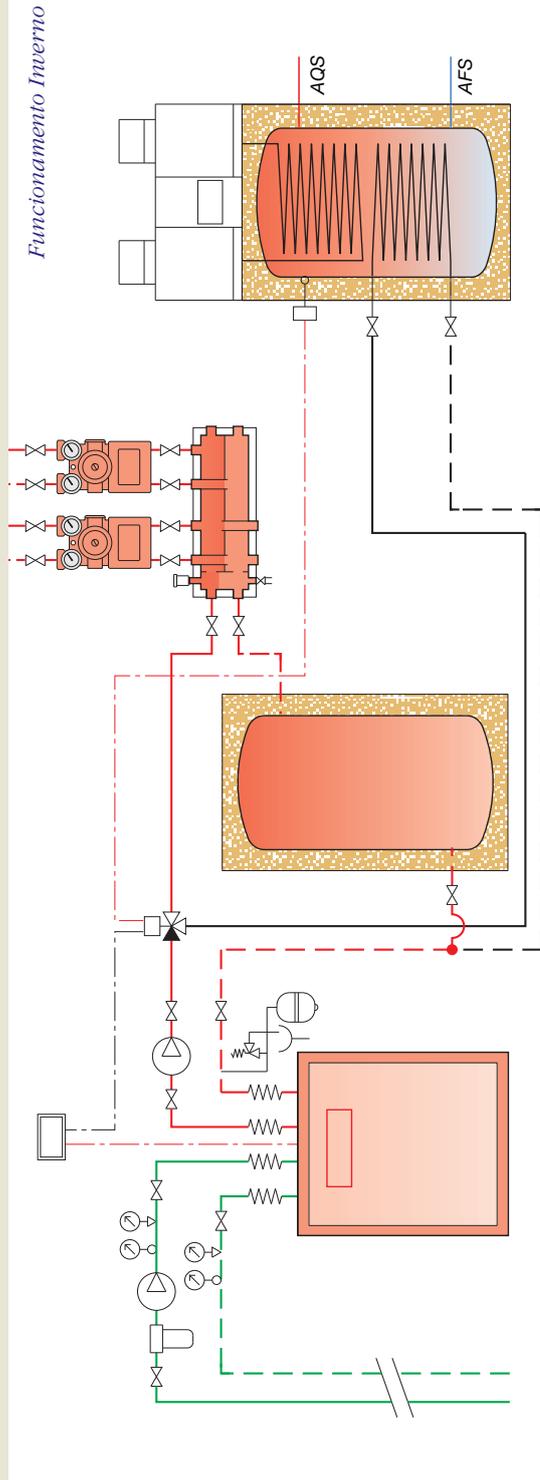
## Instalação bivalente com bomba de calor água-água (produção de frio com água de superfície) (esquema funcional)

Os principais componentes desta instalação são:

- uma bomba de calor água-água de tipo **reversível**,
- uma bomba de calor ar-água,
- uma caldeira de pavimento,
- um acumulador.

**Durante o período invernal**, a bomba de calor água-água serve para aquecer e produzir água quente sanitária. **Durante o período de Verão** serve, pelo contrário, apenas para arrefecer. Neste período, a água quente sanitária é produzida com a bomba de calor ar-água.

Os circuitos dos terminais possuem uma regulação climática com sondas anti-condensação.

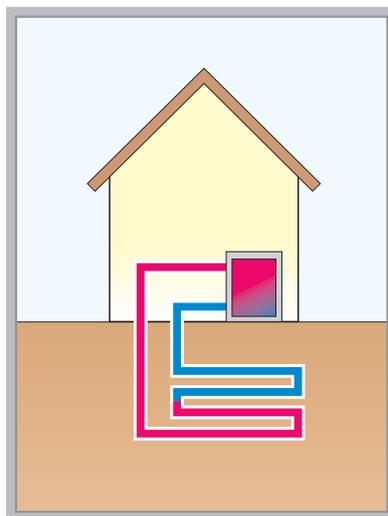


	Válvula desviadora
	Termostato de imersão
	Termómetro
	Manómetro
	Filtro
	Junta anti-vibratória
	Válvula de retenção
	Válvula de intercepção
	Válvula de segurança
	Vaso de expansão

# INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR COM COLECTORES HORIZONTAIS ENTERRADOS

São instalações que utilizam o **calor que se encontra acumulado nas camadas mais superficiais da terra**: calor que, até a uma profundidade de 5 metros, se encontra disponível a temperaturas variáveis entre 8 e 13°C (ver diagrama apresentado em baixo).

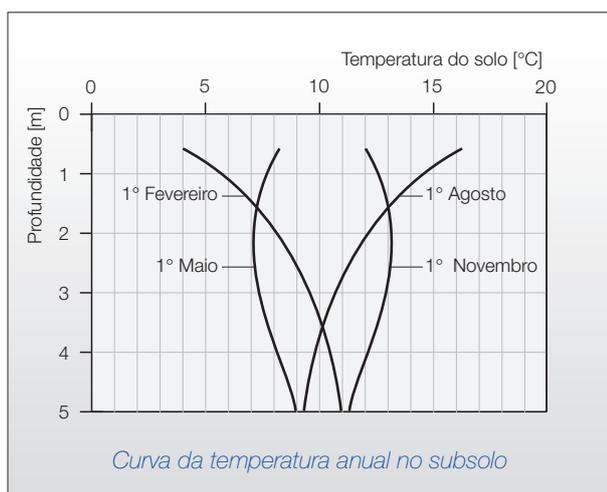
**Este calor deriva, sobretudo, do sol e da chuva.** De facto, até a uma profundidade de 5 metros, a **energia geotérmica** não dá qualquer contribuição significativa, pois produz **menos de 1 caloria** por cada 10 metros quadrados de terreno.



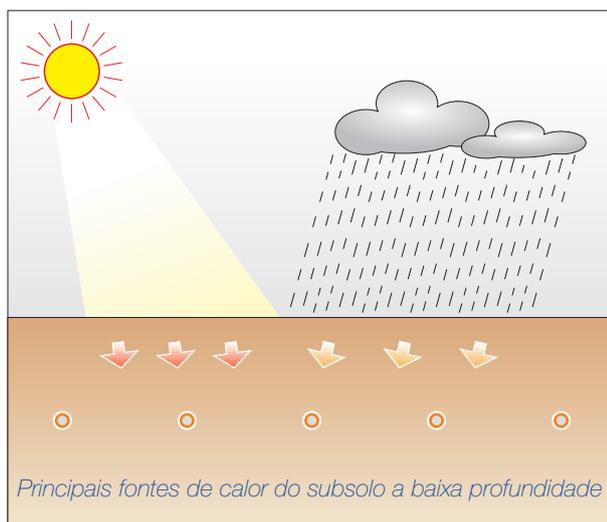
Para tal, **não se deve cobrir o terreno**, debaixo do qual estão colocados os colectores, com construções (garagens, pré-fabricados, arcadas), nem com pavimentos impermeabilizados ou terraços.

Deve-se também evitar que plantas, sebes ou outros arbustos possam criar **zonas de sombra significativas**.

Estes colectores podem ser concebidos com tubos em polietileno, polipropileno ou polibutileno, colocados a **uma profundidade variável entre 0,8 e 2,0 m**.



Portanto, é necessário instalar estes colectores em zonas, onde **pode chegar, sem qualquer impedimento**, o calor proveniente do sol e das chuvas.



Nos tubos é feito circular um fluido composto por água e anti-gelo.

A disposição dos colectores pode ser do tipo de **serpentinhas ou anéis** e deve respeitar **as seguintes distâncias mínimas**:

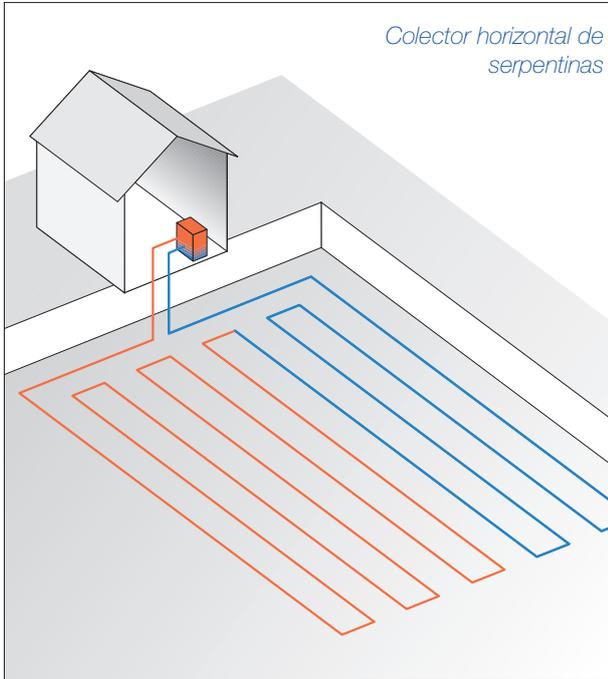
- 2,0 m das zonas de sombra causadas por edifícios em redor, muros, árvores, sebes ou outros obstáculos;
- 1,5 m das redes das instalações enterradas de tipo não hidráulico: redes eléctricas, de telefone e de gás;
- 2,0 m das redes das instalações enterradas de tipo hidráulico: redes de água sanitária, de águas de esgoto e de águas pluviais;
- 3,0 m das fundações, poços de água, fossas sépticas, poços de escoamento e afins;

Ao projectar os sistemas de captação do calor, é **necessário evitar não só os subdimensionamentos, como também os sobredimensionamentos**, isto é, é **necessário evitar soluções que possam roubar demasiado calor ao subsolo**.

Um **arrefecimento excessivo do terreno** pode, de facto, ter consequências graves, **quer para o funcionamento da bomba de calor**, quer para a **vegetação**, sobretudo no caso de congelação das raízes.

## COLECTORES DE SERPENTINAS

São normalmente colocados a profundidades variáveis entre 0,8 e 1,2 metros. Se forem fabricados com tubos em PE-X, utilizam-se os diâmetros 20/16 e 25/20,4.



São colectores que **necessitam de superfícies amplas, que devem ser mantidas como relvado**, equivalentes a cerca de duas ou três vezes a superfície a aquecer.

**Para não arrefecer demasiado o terreno, as serpentina devem ser aplicadas com entre-eixos amplos: entre 40 e 50 cm.**

O dimensionamento destes colectores efectua-se com base no rendimento térmico do terreno, que é influenciado, sobretudo, pela **sua densidade e pela quantidade de água nele contida** (ver tabela apresentada na coluna ao lado).

Aconselha-se a ter em conta **saltos térmicos de 3-4°C**. Além disso, é conveniente **não ultrapassar o comprimento de 100 metros para cada serpentina**, para evitar **perdas de carga demasiado altas**, isto é, para não reduzir demasiado o **rendimento global da instalação**.

Ao determinar as perdas de carga deve ser considerada quer a **temperatura de trabalho do fluido**, quer **os aumentos relacionados com o uso de anti-gelo** (ver 1º Caderno Caleffi).

**Com uma bomba de calor que inclui o circulador para a fonte fria**, as perdas de carga e o caudal dos colectores devem ser compatíveis com as prestações deste circulador.

*Potência térmica específica gerada pelo subsolo com colectores horizontais de serpentina*

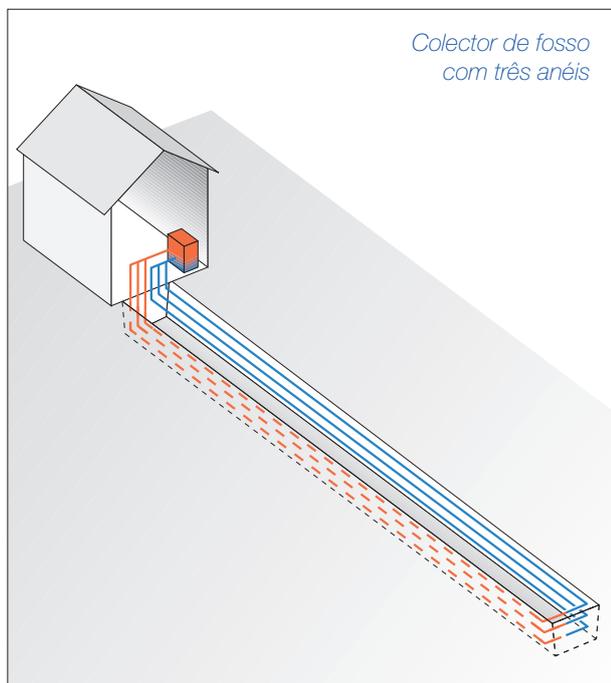
<i>Tipo de subsolo</i>	<i>Superfície W/m<sup>2</sup></i>	<i>Tubo W/m</i>
<i>Terreno arenoso seco</i>	<i>10-15</i>	<i>4-6</i>
<i>Terreno arenoso húmido</i>	<i>15-20</i>	<i>6-8</i>
<i>Terreno argiloso seco</i>	<i>20-25</i>	<i>8-10</i>
<i>Terreno argiloso húmido</i>	<i>25-30</i>	<i>10-12</i>
<i>Terreno saturado de água</i>	<i>30-40</i>	<i>12-16</i>

Os dados têm como base as seguintes hipóteses:

- Entre-eixos das serpentina 40 cm
- Horas de funcionamento anuais 1.800
- Coeficiente de trabalho COP igual a 4
- Superfície do terreno livre
- Superfície do terreno não impermeabilizada

## COLECTORES DE ANÉIS

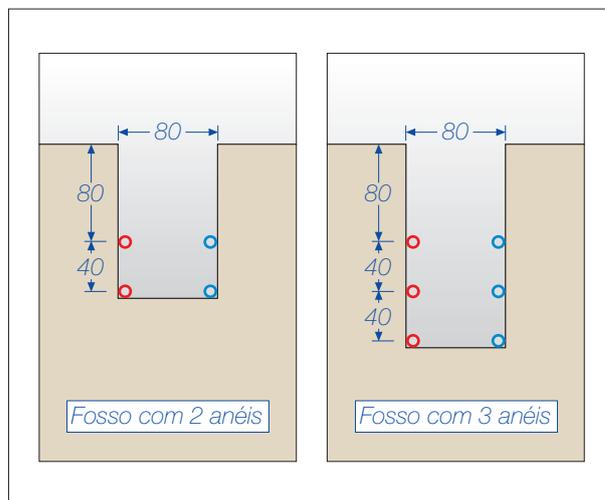
São colocados em vários planos e a profundidade varia entre 0,6 e 2,0 metros. Se forem fabricados com tubos em PE-X, utilizam-se os diâmetros 20/16 e 25/20,4.



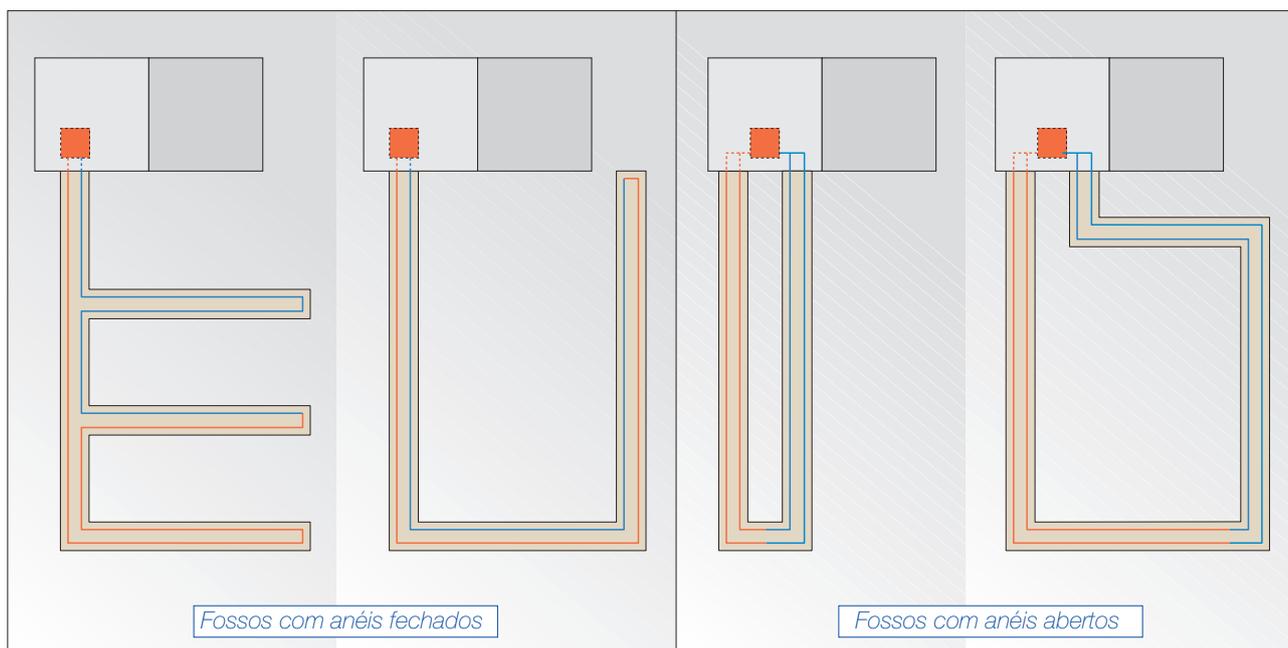
Em relação aos colectores de serpentinas, ocupam menor superfície de terreno e necessitam de menores movimentos de terra.

Os anéis podem ser fechados ou abertos, enquanto que os fossos se podem desenvolver com geometrias muito variadas em relação ao tipo e à extensão do terreno disponível.

Com fossos do tipo apresentado em baixo, os colectores de anéis devem desenvolver-se em planos (geralmente 2, 3 ou 4) com distâncias entre eles não inferiores a 40 cm, e o calor extraível de cada metro de tubo pode considerar-se igual ao indicado na tabela relativa aos colectores de serpentinas.



O dimensionamento dos anéis é também praticamente igual ao das serpentinas. Deve-se, todavia, considerar que o comprimento dos anéis está relacionado com o dos fossos e, por isso, pode ultrapassar os 100 m. Nestes casos, deve escolher-se tubos com diâmetros capazes de manter as perdas de carga dentro dos limites aceitáveis, isto é, dentro de limites que não penalizem demasiado o rendimento global da instalação.



## *Instalação com bomba de calor água-água (colectores externos de serpentinas)* (esquema funcional)

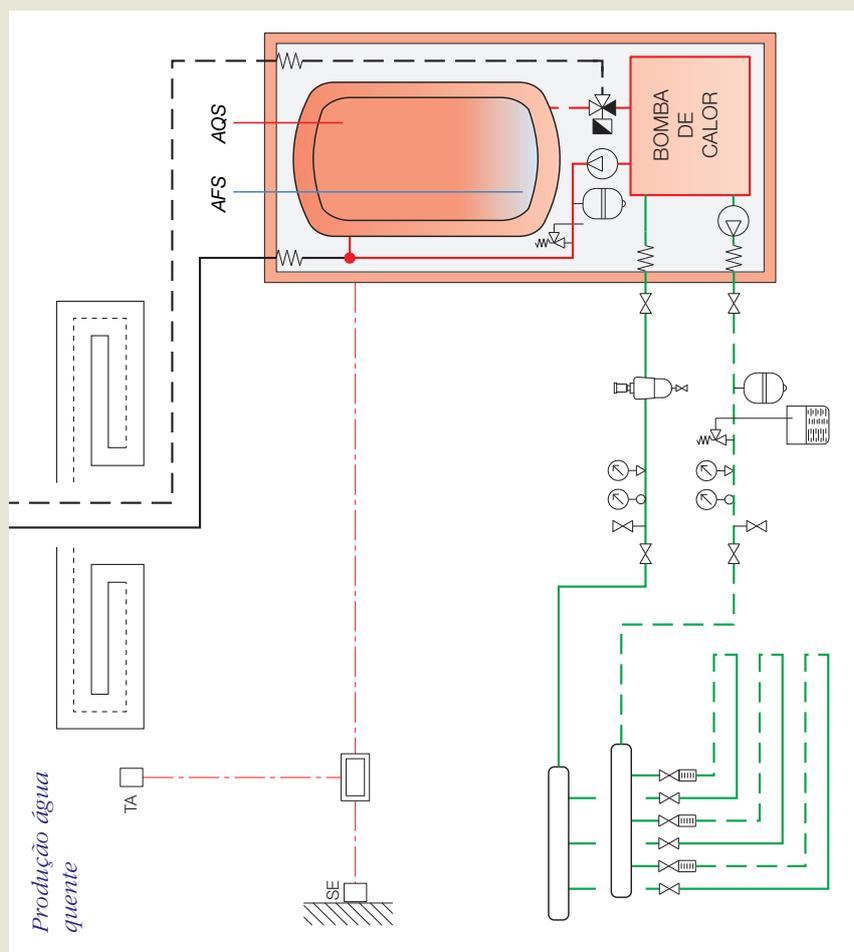
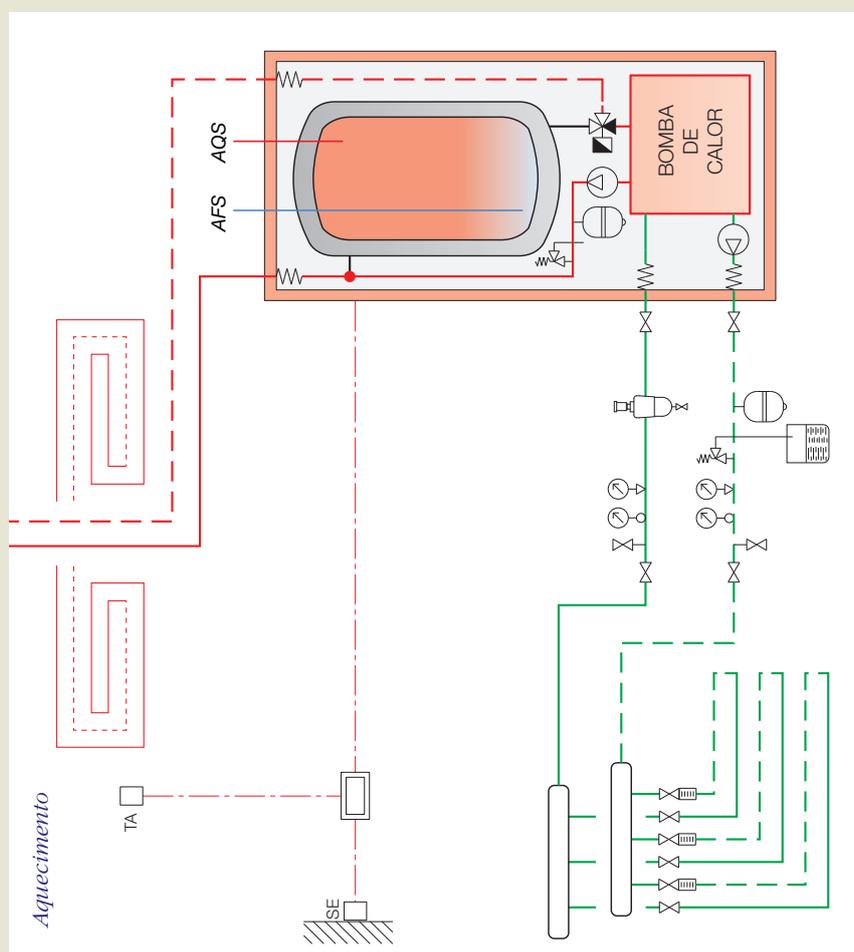
A instalação é essencialmente constituída por uma **bomba de calor monobloco água-água** que possui:

- um acumulador com cobertura,
- um circulador para colectores externos,
- um circulador para terminais e acumulador,
- uma válvula desviadora de três vias,
- aparelhos e instrumentos para a regulação, a expansão e a segurança da instalação,
- juntas e suportes anti-vibratórios.

A circulação do fluido que serve a instalação de aquecimento é comandada por um termostato ambiente, enquanto que a circulação do fluido destinada à produção de água quente sanitária, é activada por uma sonda interna.

O dimensionamento dos colectores externos e da instalação de aquecimento deve ser feito com base nas características dos respectivos circuladores fornecidos com a bomba de calor.

SE	Sonda externa	☒	Tomeira carga/descarga
TA	Termóstato ambiente	☒	Válvula de segurança
⊗	Termómetro	☒	Vaso de expansão
⊗	Manómetro	☒	Separador de sujidade/ Separador de micro-bolhas de ar
☒	Válvula de intercepção		



# INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR COM SONDAS GEOTÉRMICAS

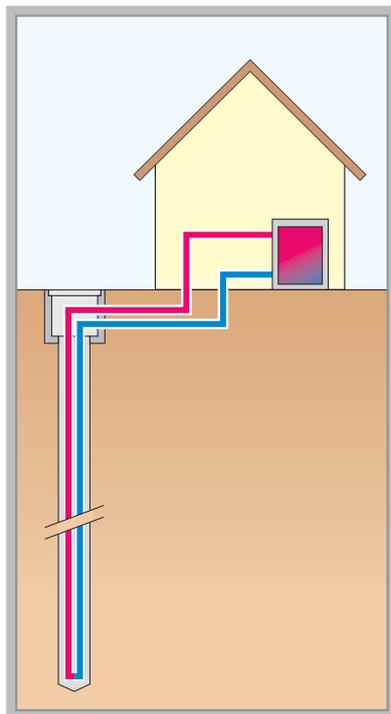
São instalações que **utilizam o calor disponível no subsolo até a uma profundidade de 200 ou mais metros.**

Este calor, até 15 metros, é fornecido essencialmente pelo sol e pela chuva.

Dos 15 aos 20 metros, o factor externo deixa de ser o único condicionador e começa a dar o seu contributo **a energia geotérmica.**

Abaixo dos 20 metros, é esta a única forma de energia a fornecer calor ao subsolo, fazendo **aumentar a temperatura em cerca de 3°C a cada 100 metros de profundidade.**

O desenho apresentado em baixo evidencia as contribuições das várias formas de energia.

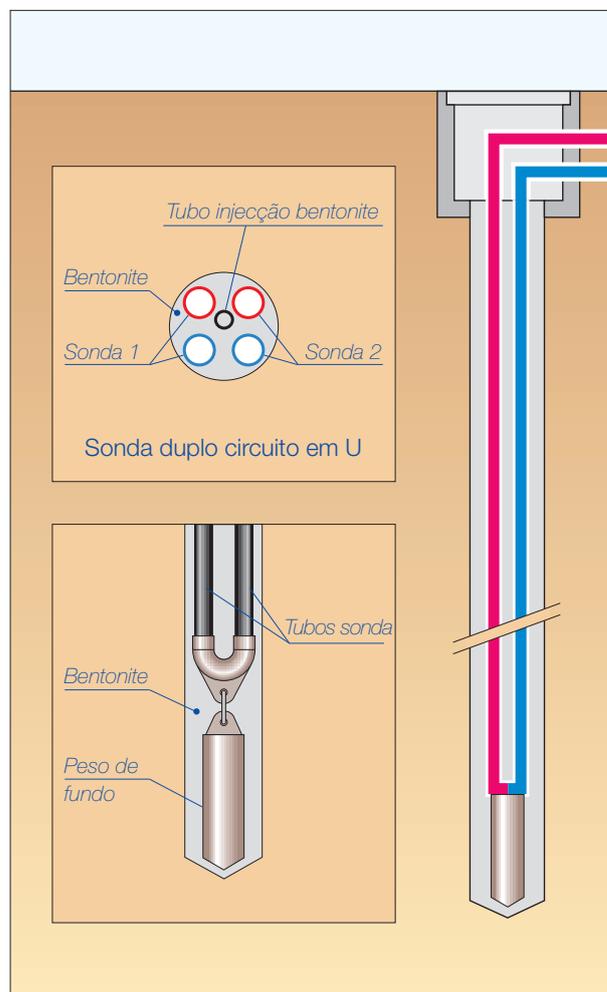
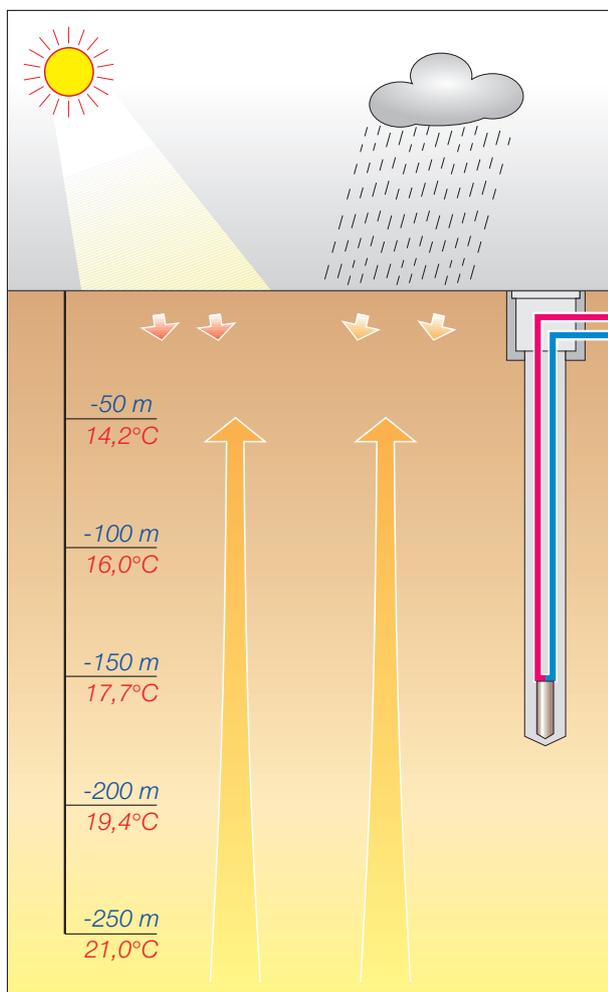


As sondas geotérmicas (isto é, as sondas que captam do subsolo **calor de tipo essencialmente geotérmico**) são aplicadas com perfurações cujo diâmetro varia entre 100 e 150 mm.

Nos furos são introduzidos **um ou dois circuitos em U**, fabricados com tubos em **PE de alta resistência** (geralmente com diâmetros **DN 32 e DN 40**) **específicos para aplicações geotérmicas.**

Para facilitar a sua introdução nos furos, estes circuitos são fixos com pesos de 15-20 Kg.

Após a colocação dos circuitos, o **vácuo que existe entre as paredes dos furos e os tubos dos circuitos** é cheio com uma suspensão à base de cimento e substâncias inertes.



Para poder obter um enchimento capaz de assegurar um bom contacto e, assim, uma boa comutação térmica entre o subsolo e os tubos das sondas, recorre-se geralmente a uma solução de cimento e bentonite. **A solução é injectada de baixo para cima com a ajuda de um tubo suplementar** introduzido no furo da sonda (ver respectivo desenho).

Nos circuitos é feito circular um fluido composto por água e anti-gelo.

As sondas devem ser aplicadas a uma **distância mínima do edifício de 4-5 m** (eventualmente a ser verificado por geólogo), para evitar danos nas fundações.

**Se se colocam mais sondas, é necessário prever entre elas uma distância de, pelo menos, 8 m**, para evitar interferências térmicas, isto é, para evitar que as sondas roubem umas às outras calor, diminuindo assim o seu rendimento térmico global.

Para aplicar estas sondas devem ser adoptadas técnicas e precauções que **necessitam da intervenção de empresas especializadas**. Além disso, é necessário seguir as prescrições que concernem o respeito pelo subsolo.

O dimensionamento das sondas efectua-se com base no rendimento térmico do subsolo (ver tabela apresentada na coluna ao lado). Geralmente, pode considerar-se um rendimento térmico médio de 50 W por cada metro de sonda.

Aconselha-se a prever **saltos térmicos de 3-4°C** e escolher diâmetros dos circuitos internos que não comportem perdas de carga demasiado elevadas.

Ao determinar as perdas de carga, devem ser considerados quer a **temperatura de trabalho do fluido**, quer **os aumentos relacionados com o uso de anti-gelo** (ver 1º Caderno Caleffi).

**Com uma bomba de calor que inclui o circulador para a fonte fria**, as perdas de carga e o caudal das sondas devem ser compatíveis com as prestações deste circulador.

<i>Potência térmica específica gerada pelo subsolo com sondas geotérmicas</i>	
<i>Tipo de subsolo</i>	<i>Sonda W/m</i>
<i>Sedimentos secos</i>	<i>20</i>
<i>Rocha ou terreno húmido</i>	<i>50</i>
<i>Rocha de alta condutibilidade</i>	<i>70</i>
<i>Saibro, areia (seca)</i>	<i>&lt; 20</i>
<i>Saibro, areia (saturada de água)</i>	<i>55-65</i>
<i>Argila, limo húmido</i>	<i>30-40</i>
<i>Rocha calcária</i>	<i>45-60</i>
<i>Arenito</i>	<i>55-65</i>
<i>Granito</i>	<i>55-70</i>
<i>Basalto</i>	<i>35-55</i>

Os dados têm como base as seguintes hipóteses:

- Sonda com duplo circuito em U
- Horas de funcionamento anuais 1.800
- Coeficiente de trabalho COP igual a 4
- Distância mínima entre as sondas 8 m

## Instalação com bomba de calor água-água com sondas geotérmicas (esquema funcional)

A instalação é constituída essencialmente por:

- uma bomba de calor água-água,
- um depósito de inércia,
- um acumulador para produzir água quente sanitária,
- dois circuitos para servir os terminais.

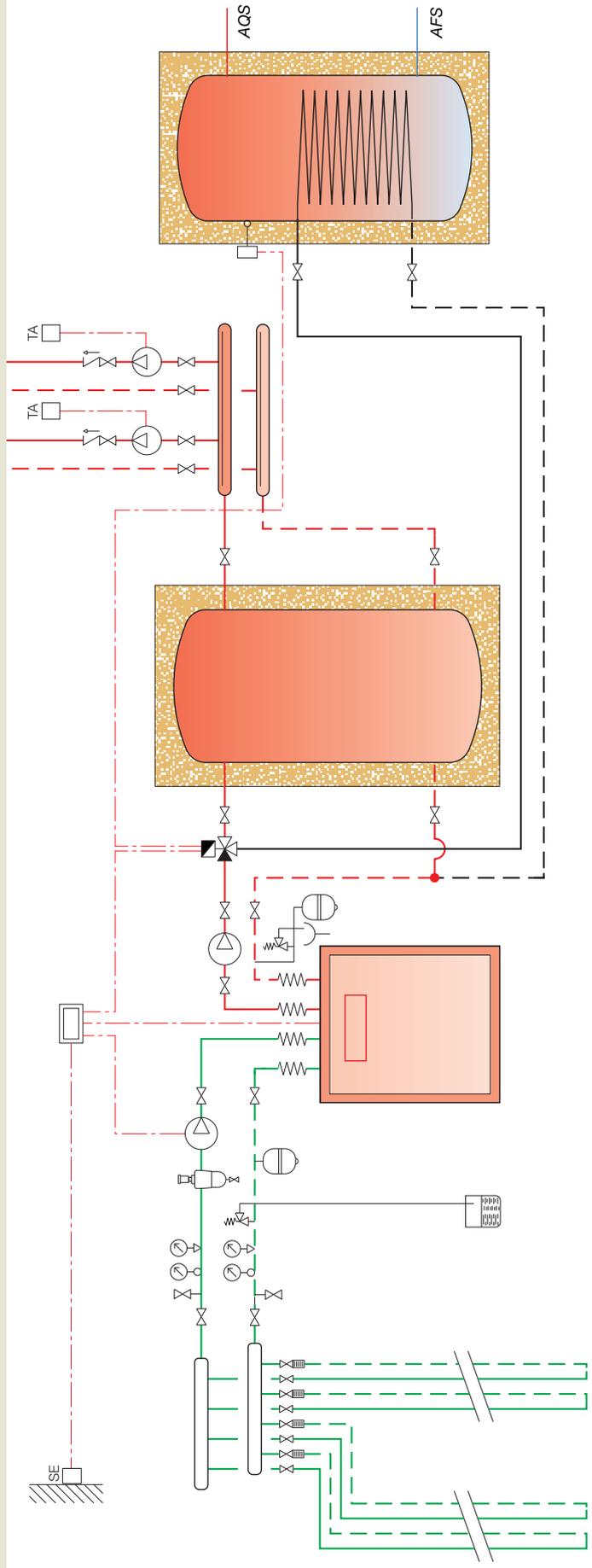
A temperatura da instalação de aquecimento é **regulada por uma central climática** que actua directamente nos aparelhos de regulação da bomba de calor.

Os terminais são servidos por dois circuitos cujas

bombas são comandadas por termostatos ambiente.

A água quente sanitária é produzida com precedência no aquecimento. Quando o respectivo termostato assinala uma temperatura inferior à necessária, a bomba de calor conduz a temperatura do fluido até ao valor máximo possível, e a válvula desviadora faz abrir a via que liga a bomba ao acumulador.

	Válvula desviadora		Válvula de intercepção
	Sonda externa		Válvula de retenção
	Termostato ambiente		Válvula de segurança
	Termostato de imersão		Torneira carga/descarga
	Termómetro		Vaso de expansão
	Manómetro		Separador de sujidade/ Separador de micro-bolhas de ar
	Junta anti-vibratória		



## Instalação com bomba de calor água-água com sondas geotérmicas e arrefecimento natural (esquema funcional)

A instalação é constituída essencialmente por:

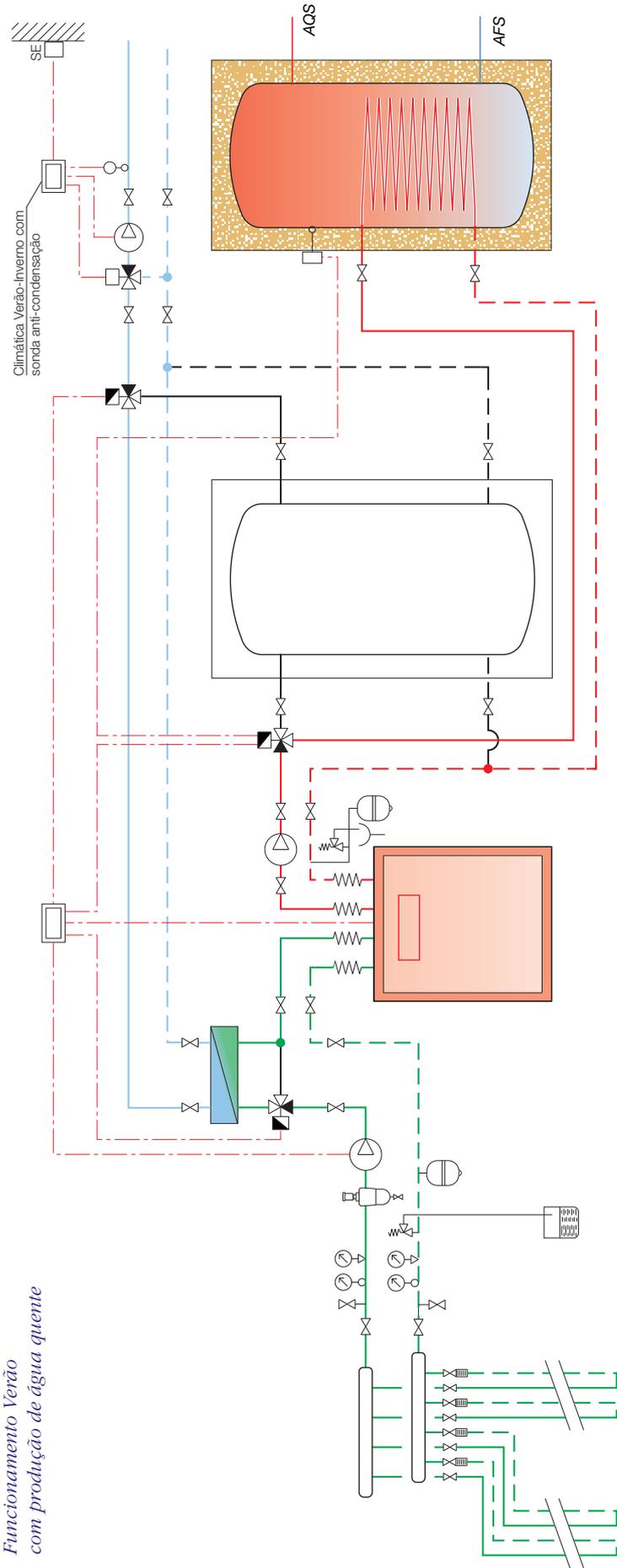
- uma bomba de calor água-água,
- um permutador de calor,
- um depósito de inércia,
- um acumulador para produzir água quente sanitária,
- um circuito para servir os terminais.

O funcionamento desta instalação é praticamente semelhante ao ilustrado na pág. 13, relativo ao arrefecimento directo.

	Válvula desviadora		Válvula de intercepção
	Termóstato ambiente		Válvula de segurança
	Termóstato de imersão		Torneira carga/descarga
	Termómetro		Vaso de expansão
	Manómetro		Separador de sujidade/ Separador de micro-bolhas de ar
	Junta anti-vibratória		

A única variante diz respeito ao facto da instalação em questão ser capaz de produzir água quente sanitária, quer no Inverno, quer no Verão. Por este motivo, o fluido proveniente dos colectores externos é feito passar sempre através da bomba de calor.

Funcionamento Verão  
com produção de água quente



# INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR COM POSTES GEOTÉRMICOS

São instalações que captam calor do **subsolo, utilizando os postes de cimento armado da fundação.**

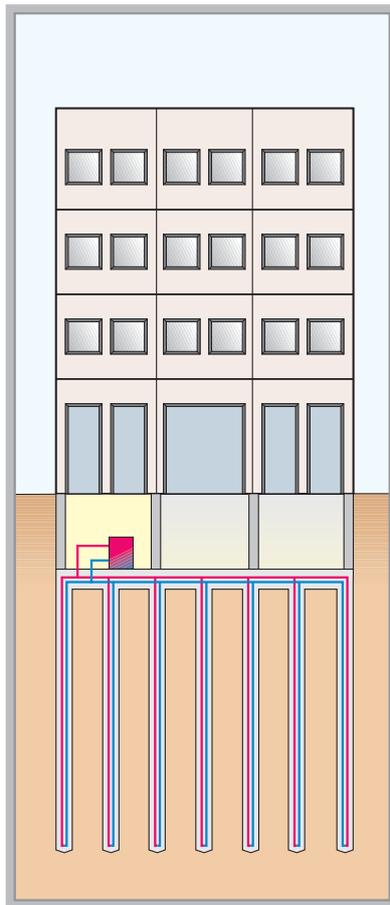
Estes postes, que podem ser pré-fabricados ou feitos *in loco*, têm diâmetros variáveis entre 0,4 e 1,5 m e podem alcançar o comprimento de 30-40 m.

No seu interior, e fixos à sua armação, são instalados os circuitos que captam o calor do subsolo e **cuja disposição pode ser em U** (como para as sondas geotérmicas) ou **em espiral**.

Os vários circuitos podem ser ligados aos colectores no **exterior da fundação ou nos alicerces da mesma.**

O betão introduzido na armação permite, por fim, obter uma boa permuta térmica entre os circuitos e o terreno.

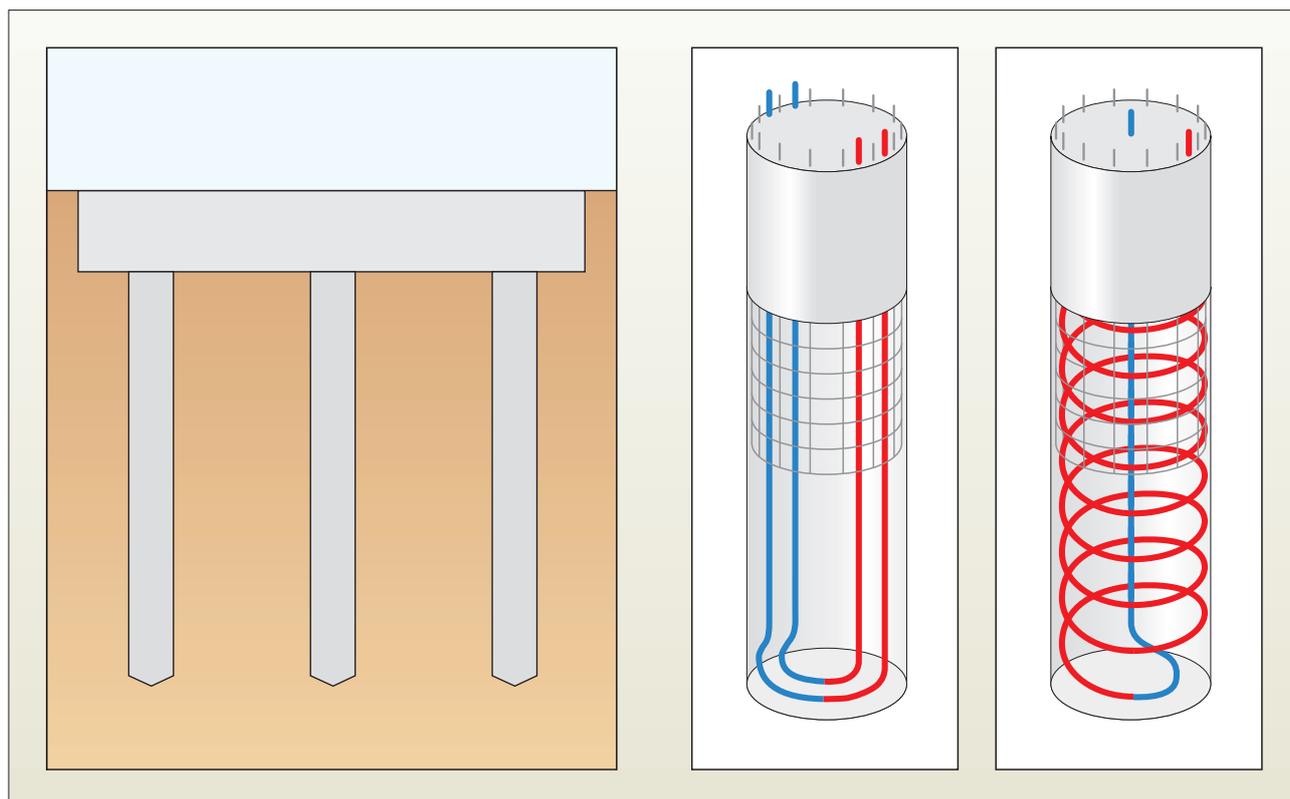
Naturalmente, este sistema de captação de calor apenas pode ser utilizado no caso de construções novas.



Por outro lado, também é possível um uso parcial do sistema em relação às necessidades térmicas do edifício, isto é, é possível utilizar apenas parte dos postes das fundações.

Esta tecnologia simples e racional não implica um grande aumento dos custos e pode representar, sem dúvida, uma solução válida.

Exige, todavia, desde a fase inicial do projecto, uma boa coordenação (ainda que esta deveria ser sempre uma regra a respeitar) entre as obras gerais e as hidráulicas.



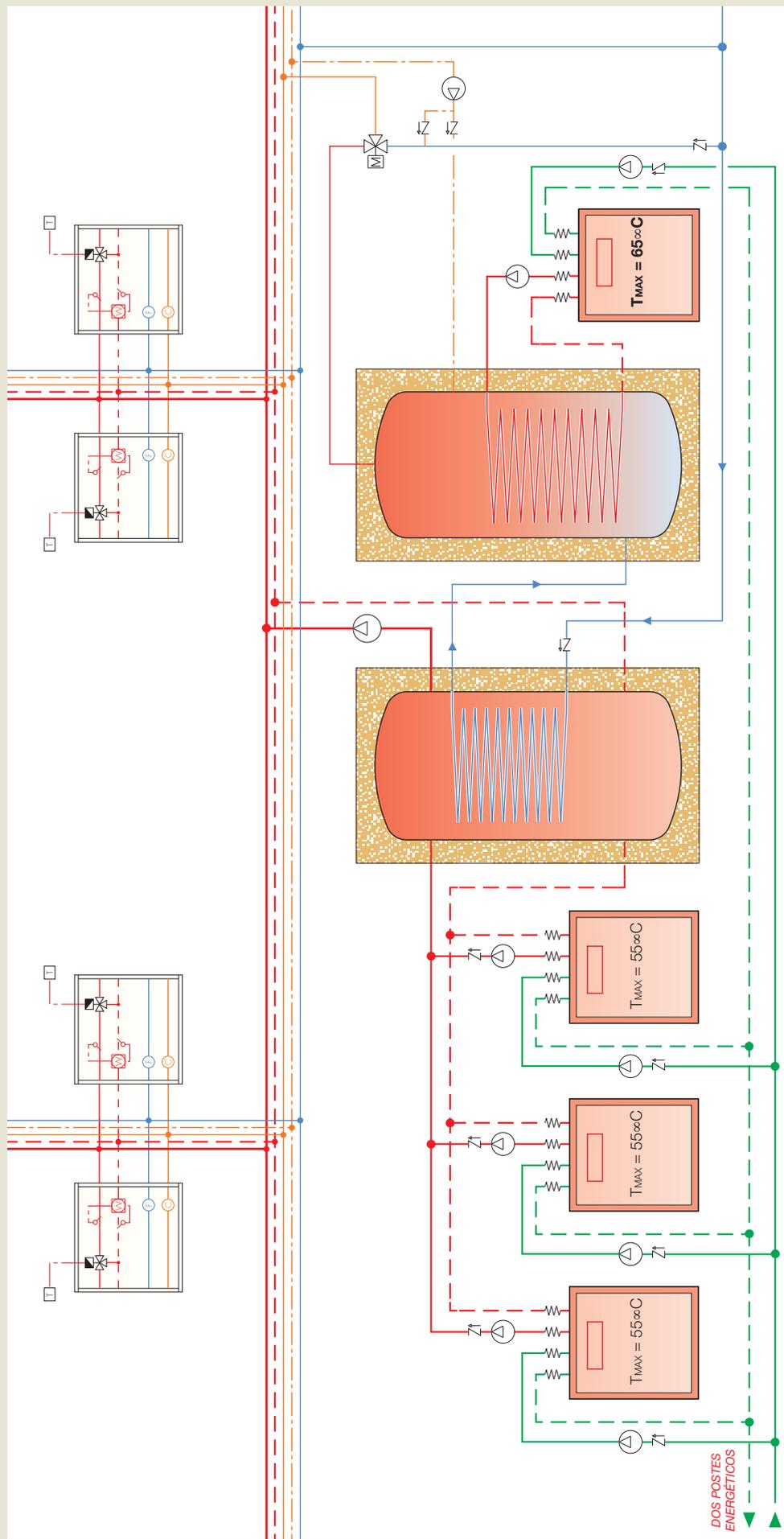
## Instalação centralizada com bomba de calor água-água com postes geotérmicos

(esquema funcional)

A instalação é constituída por três bombas de calor de baixa temperatura (temperatura máxima = 55°C) ligadas em cascata ao depósito de inércia, do qual deriva directamente o circuito que alimenta as estações de zona.

Uma quarta bomba de calor de elevada temperatura (temperatura máxima = 65°C) está prevista para a produção de água quente sanitária. É, assim, possível assegurar os tratamentos térmicos contra a *legionella*.

A água que alimenta o acumulador de água quente é previamente aquecida no depósito de inércia, para aumentar o rendimento térmico global da instalação.



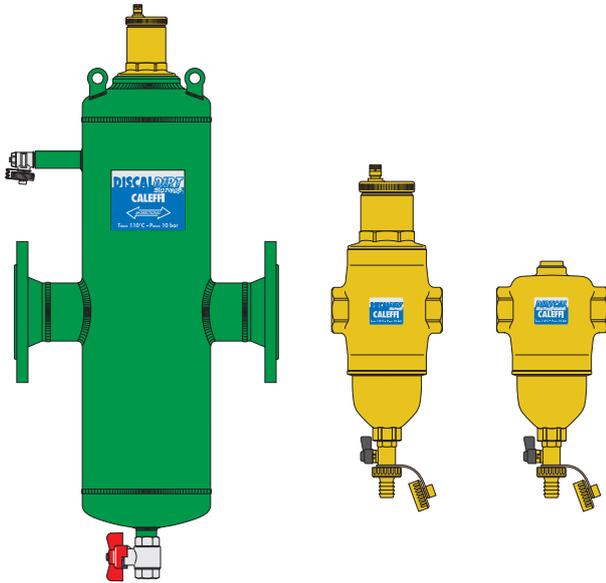
# Separador de micro-bolhas de ar e de sujidade

## DISCALDIRT® e DIRTCAL®

### série 546 - 5462



Patenteado



#### Função

Os separadores de micro-bolhas de ar e de sujidade são utilizados para eliminar de forma contínua o ar e as impurezas contidas nos circuitos hidráulicos das instalações de climatização. A capacidade de descarga destes dispositivos é muito elevada. Conseguem eliminar todo o ar presente nos circuitos, até ao nível das micro-bolhas, de forma automática. Ao mesmo tempo, separam as impurezas presentes na água do circuito e recolhemo-las na parte inferior do corpo da válvula, da qual podem ser expelidas mesmo com o circuito a funcionar.

#### Gama de produtos

- Série 546 Separador de micro-bolhas de ar e de sujidade DISCALDIRT® com adaptadores bicone  
medida Ø 22 mm
- Série 546 Separador de micro-bolhas de ar e de sujidade DISCALDIRT® com ligações roscadas  
medidas 3/4" e 1"
- Série 546 Separador de micro-bolhas de ar e de sujidade DISCALDIRT® com ligações flangeadas  
medidas DN 50÷DN 150
- Série 546 Separador de micro-bolhas de ar e de sujidade DISCALDIRT® com ligações para soldar  
medidas DN 50÷DN 150
- Série 5462 Separador de sujidade DIRTCAL® com ligações roscadas  
medidas 3/4"÷2"

#### Características técnicas

Fluido de utilização: água, soluções com glicol não perigosas  
 Percentagem máx. de glicol: 50%  
 Pressão máx.: 10 bar  
 Pressão máx. de descarga: 10 bar  
 Campo de temperatura: 0÷110°C  
 Capacidade de separação partículas: até 5 µm

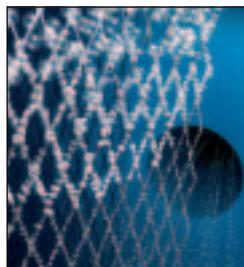
#### Ligações:

- principais:
  - série 546 Ø 22 mm, 3/4" e 1" F;
  - DN 50÷150 flangeadas PN 16 para acoplar a contra-flanges EN 1092-1;
  - DN 50÷150 para soldar;
  - série 5462 3/4"÷2" F;
- descarga:
  - versões roscadas: ligador a tubo de borracha
  - versões flangeadas e para soldar (apenas série 546): 1" F

#### Funcionamento

O separador de micro-bolhas de ar e de sujidade serve-se da acção combinada de vários princípios físicos. A parte activa é constituída por um conjunto de superfícies metálicas reticulares dispostas em forma de leque. Estes elementos criam movimentos turbulentos que favorecem a libertação das micro-bolhas e a sua acumulação nas próprias superfícies.

As bolhas, fundindo-se, aumentam de volume até que são empurradas pela força hidrostática que é superior à sua força de adesão à estrutura. Assim, sobem em direcção à parte alta do dispositivo, da qual são evacuadas através de um purgador de ar automático com bóia. As impurezas presentes na água, colidindo com as superfícies metálicas do elemento interno, são separadas e deslocam-se para a parte inferior do corpo da válvula.

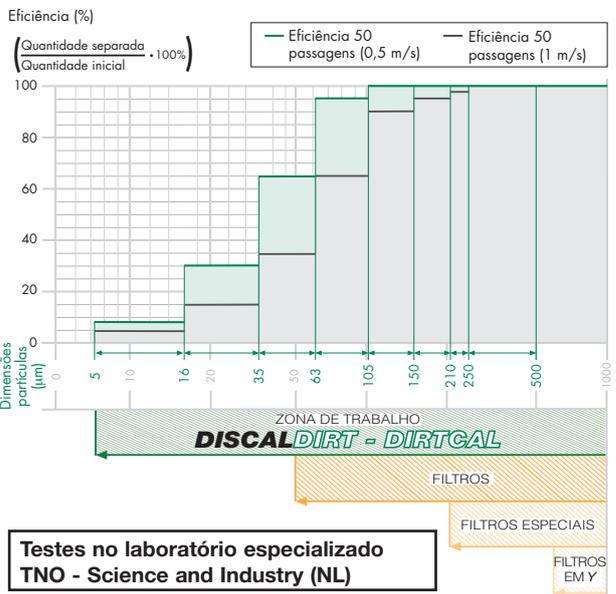


#### Capacidade de separação de partículas - Eficiência do separador de sujidade

Graças ao design especial do elemento interno, o separador de sujidade é capaz de separar completamente as impurezas presentes no circuito até a uma dimensão mínima das partículas de 5 µm.

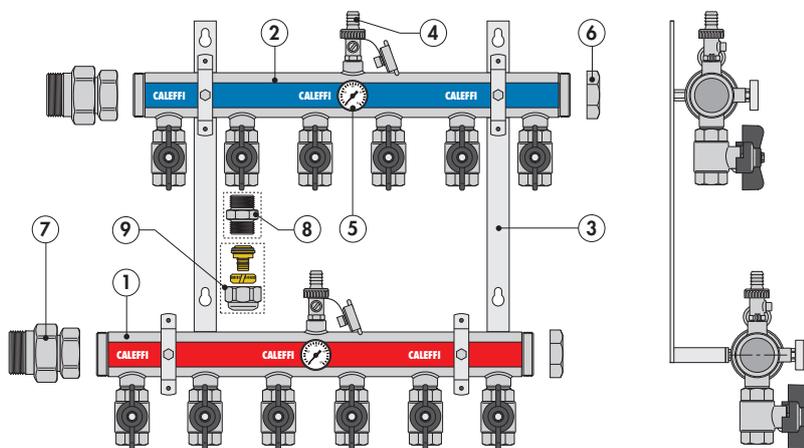
O gráfico apresentado em baixo, síntese de testes efectuados num laboratório especializado, ilustra como o dispositivo é capaz de separar rapidamente a quase totalidade das impurezas presentes. Após apenas 50 recírculos, cerca de um dia de funcionamento, aquelas são eficazmente removidas do circuito, até aos 100% para as partículas com diâmetros superiores a 100 µm e, em média, até aos 80% para as partículas mais pequenas.

As passagens contínuas que o fluido sofre no funcionamento normal na instalação levam gradualmente à completa separação das impurezas.



# Colectores de distribuição em aço, para instalações industriais

série 6509



## Função

Esta série de colectores em aço inox é utilizada para a distribuição do fluido termovector nos circuitos das instalações de tipo industrial, que necessitam de caudais particularmente elevados, tais como as instalações de chão radiante. Também podem ser utilmente utilizados nas aplicações com bombas de calor geotérmicas, nas instalações em ambientes corrosivos e com fluidos agressivos. Estes colectores são propostos em versões pré-montadas de 3 até 16 saídas.

## Gama de produtos

Série 6509 Colectores de distribuição em aço inox \_\_\_\_\_ medida 2"

## Componentes característicos

- 1) Colector de ida com válvulas de intercepção de esfera
- 2) Colector de retorno com válvulas de intercepção de esfera
- 3) Par de suportes de fixação
- 4) Torneiras de carga/descarga com ligador a tubo de borracha
- 5) Par de termómetros
- 6) Tampas de topo

## Acessórios:

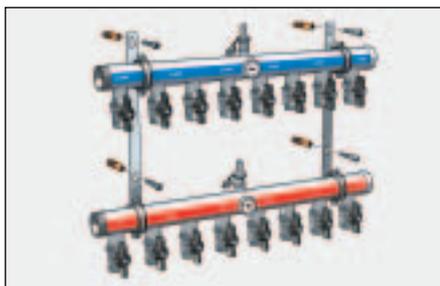
- 7) União de três peças 2" F x M com conector código 588091
- 8) União de manguito série 942
- 9) Adaptador de diâmetro auto-ajustável para tubagem em plástico DARCAL série 681

## Características técnicas

Fluidos de utilização:	água, soluções com glicol
Percentagem máx. de glicol:	50%
Pressão máx.:	10 bar
Campo de temperatura:	-10÷110°C
Escala de temperatura do termómetro:	0÷80°C
Ligações principais:	2" M x 2" M
Diâmetro interno colector:	Ø 54 mm
Entre-eixos ligações principais:	350 mm
Derivações:	3/4" F
Entre-eixos derivações:	80 mm
Ligações válvulas de carga/descarga:	ligador a tubo de borracha

## Instalação prática

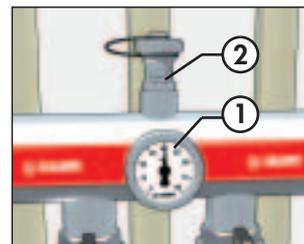
O colector é fornecido pré-montado com suportes de fixação, pronto para ser fixo directamente na parede.



## Termómetros e torneiras de carga e descarga

O colector é fornecido com bainhas para termómetros (1), incluídas na embalagem, para o controlo e medição das temperaturas de ida e de retorno do fluido termovector e para controlo da permuta térmica do chão radiante.

Para facilitar as operações de enchimento e descarga da instalação, as torneiras (2) são incorporadas nos colectores e posicionadas na parte superior na posição central.



## Corpo em aço inox

O aço inox com o qual é fabricado o colector, torna o conjunto mais compacto, não só no local de instalação, como também em relação ao destino de uso (ambientes industriais). Além disso, a liga em aço inox é vantajosa, pois permite a utilização do colector mesmo com água potável e fluidos agressivos.

## Ligações reversíveis

O colector é reversível, ou seja, deslocando as tampas de topo desparafusáveis, as ligações principais podem ter entrada da direita ou da esquerda.

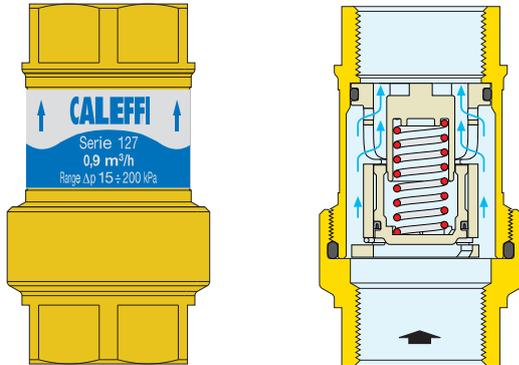
# Estabilizador automático de caudal compacto com cartucho em polímero

série 127



Pedido de patente N.º MI2004A001549

**AutoFlow**®



## Função

Os dispositivos AUTOFLOW® são estabilizadores automáticos de caudal, que mantêm um caudal constante do fluido perante quaisquer variações nas condições de funcionamento do circuito hidráulico.

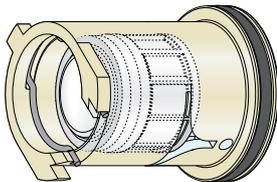
Esta série específica de dispositivos possui um corpo da válvula compacto e simplificado, para facilitar a sua introdução na tubagem e para uma maior economicidade da instalação.

## Gama de produtos

Série 127 Estabilizador de caudal compacto, com cartucho em polímero \_\_\_\_\_ medidas 1/2", 3/4", 1" e 1 1/4"

## Novo regulador em polímero

O elemento regulador de caudal é inteiramente concebido em polímero de alta resistência, especificamente escolhido para o uso nos circuitos das instalações de climatização e hidro-sanitárias.

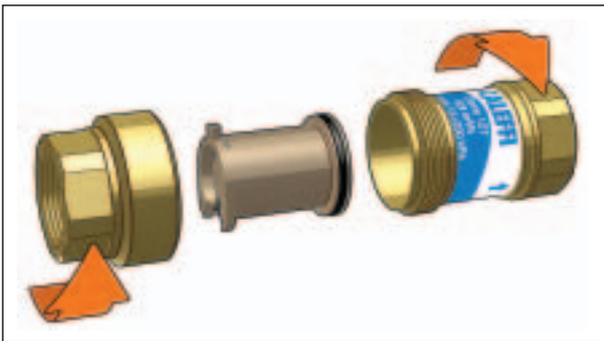


## Características técnicas

### Prestações

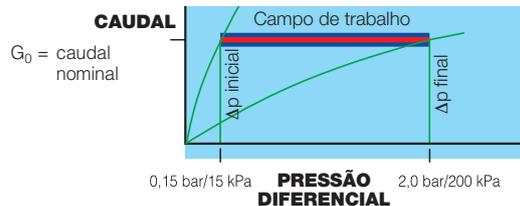
Fluido de utilização:	água, soluções com glicol
Percentagem máx. de glicol:	50%
Pressão máx.:	16 bar
Campo de temperatura:	0 ÷ 100°C
Gama Δp:	15 ÷ 200 kPa
Caudais:	0,12 ÷ 5 m³/h
Precisão:	± 10%
Ligações:	1/2" ÷ 1 1/4" F

## Desmontagem do cartucho



## Funcionamento dentro do campo de trabalho

Se a pressão diferencial estiver incluída no campo de trabalho, o pistão comprime a mola e oferece ao fluido uma secção de passagem livre, de modo a permitir um fluxo regular do **caudal nominal** para o qual o AUTOFLOW® foi concebido.



## Tabelas de caudais

Código	Medida	Δp mínimo de trabalho (kPa)	Gama Δp (kPa)	Caudais (m³/h)
127141 ●●●	1/2"	15	15 ÷ 200	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2
127151 ●●●	3/4"	15	15 ÷ 200	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6
127161 ●●●	1"	15	15 ÷ 200	0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,25; 4,5; 4,75; 5,00
127171 ●●●	1 1/4"	15	15 ÷ 200	0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,25; 4,5; 4,75; 5,00

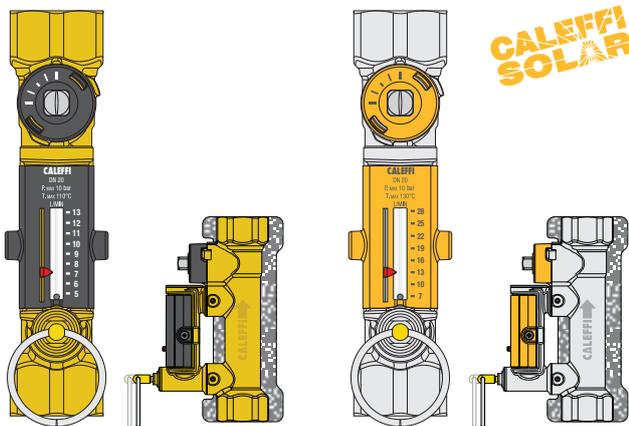


# Válvulas de balanceamento com caudalímetro

série 132 - 258



Pedido de patente N.º MI2007A000703



## Função

As válvulas de balanceamento permitem regular com precisão o caudal do fluido termovector nos vários circuitos das instalações. Um caudalímetro especial, com by-pass no corpo da válvula e com possibilidade de desactivação durante o funcionamento normal, permite regular o caudal sem o auxílio de manómetros diferenciais ou de gráficos de regulação.

Além disso, foi concebida uma série de produtos específica para os circuitos das instalações solares, que podem funcionar a elevadas temperaturas e com a presença de glicol.

**Com isolamento.**

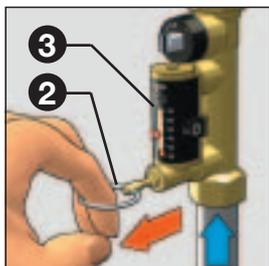
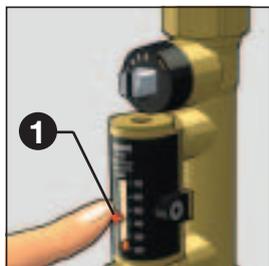
## Gama de produtos

Série 132 Válvulas de balanceamento com caudalímetro \_\_\_\_\_ medidas 1/2"÷2"

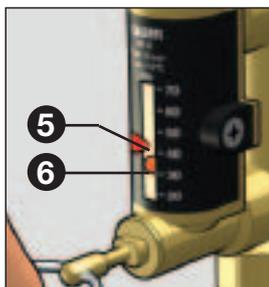
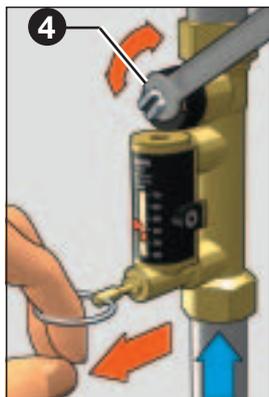
Série 258 SOLAR Válvulas de balanceamento com caudalímetro \_\_\_\_\_ medidas 3/4", 1"

## Regulação do caudal

1. Através da ajuda do indicador (1), pré-assinalar o caudal de referência, no qual deverá ser regulada a válvula.
2. Abrir, através do anel (2), o obturador que intercepta a passagem do fluido no caudalímetro (3) em condições de funcionamento normal.



3. Mantendo o obturador aberto, utilizar uma chave de aperto na haste de comando da válvula (4) para efectuar a regulação do caudal. Esta é indicada por uma esfera metálica (5), que desliza no interior de uma guia transparente (6) ao lado da qual se encontra uma escala graduada de leitura expressa em l/min.



4. Concluída a operação de balanceamento, desapertar o anel do obturador do caudalímetro que, graças a uma mola interna, volta a colocar-se automaticamente na posição de fecho.

## Características técnicas

### Prestações

Fluido de utilização: água, soluções com glicol  
 Percentagem máx. de glicol: 50%  
 Pressão máx.: 10 bar  
 Campo de temperatura: - série 132 -10÷110°C  
 - série 258 -30÷130°C  
 Unidade de medida de escala de caudais: l/min  
 Ligações: - série 132 1/2"÷2" F  
 - série 258 3/4"÷1" F

## Campos de caudal

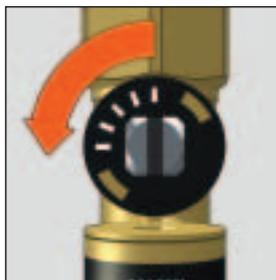
Código	Medida	Caudais (l/min)
132402	1/2"	2÷7
132512	3/4"	5÷13
132522	3/4"	7÷28
132602	1"	10÷40
132702	1 1/4"	20÷70
132802	1 1/2"	30÷120
132902	2"	50÷200

Código	Medida	Caudais (l/min)
258503	3/4"	2÷7
258533	3/4"	3÷10
258523	3/4"	7÷28
258603	1"	10÷40

## Abertura e fecho completo da válvula

Abertura completa

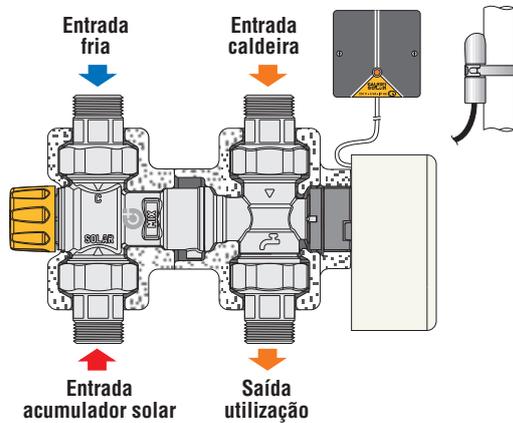
Fecho completo



# Kit de ligação solar-caldeira

## série 264 SOLARNOCAL

Pedido de patente N.º MI2007A000936



### Função

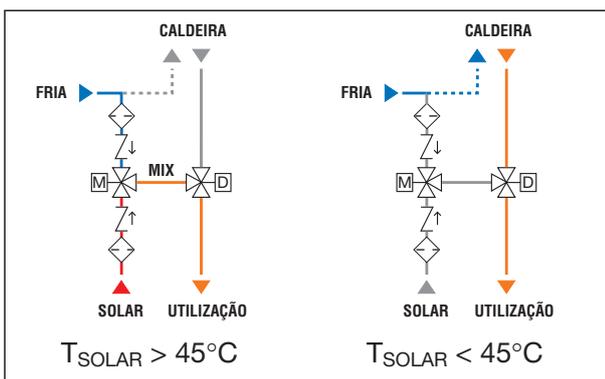
Uma misturadora termostática anti-queimadura, colocada na entrada do kit, controla a temperatura da água na chegada da acumulação solar.

O termostato, com sonda posicionada na ida da água quente proveniente da acumulação solar, comanda a válvula desviadora colocada na saída do kit. Em função da temperatura programada, a válvula desvia a água entre o circuito de utilização e o da caldeira, **sem integração térmica**.

### Gama de produtos

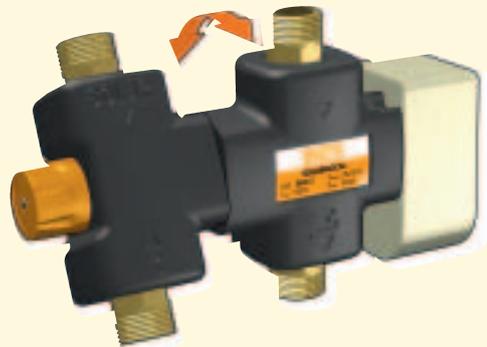
Cód. 264352 Kit de ligação solar-caldeira \_\_\_\_\_ medida 3/4"

### Esquema hidráulico



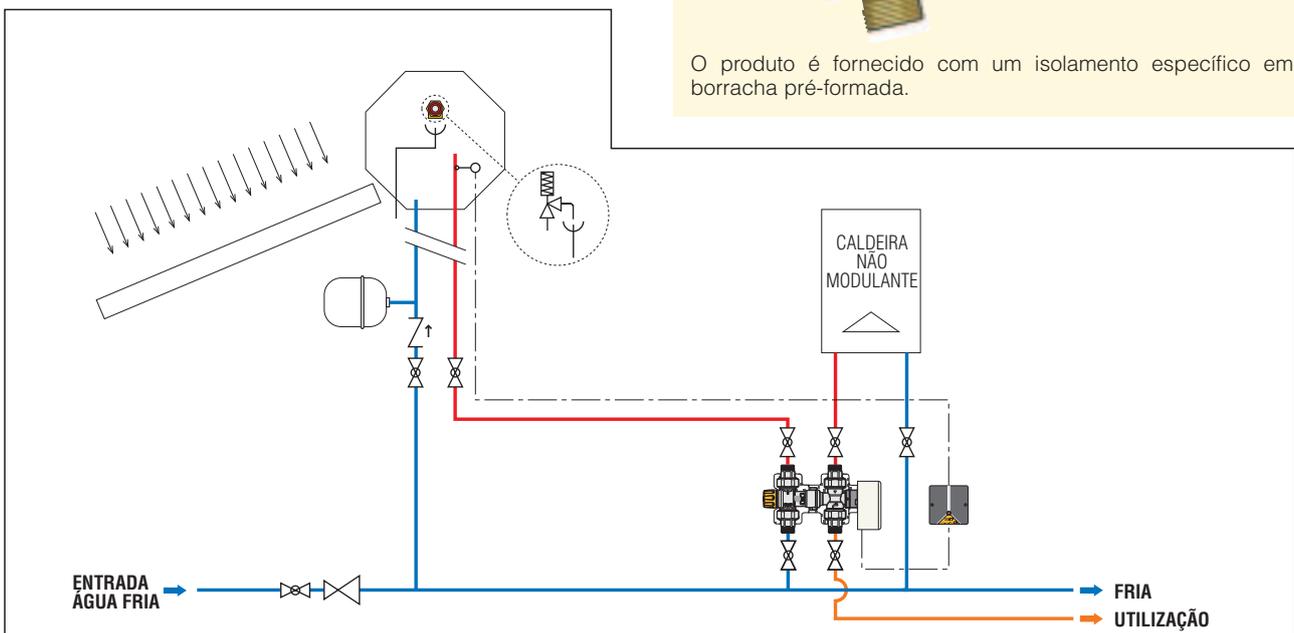
### Acoplamento misturadora-válvula

O acoplamento misturadora-válvula, adoptado nos kits de ligação solar-caldeira SOLARINCAL e SOLARNOCAL, permite a rotação de 360° da misturadora para melhor se adaptar às mais variadas exigências das instalações.



O produto é fornecido com um isolamento específico em borracha pré-formada.

### Esquema de aplicação do kit SOLARNOCAL

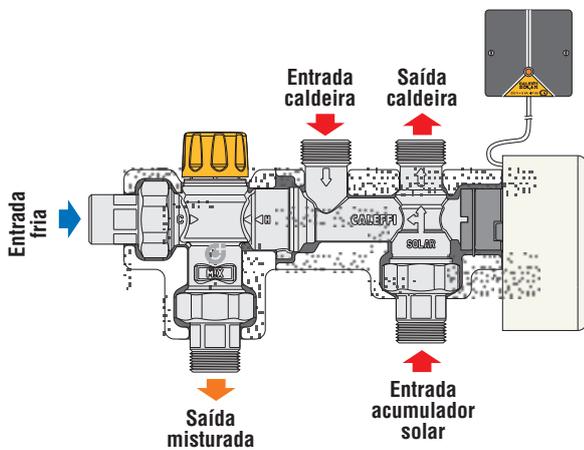


# série 265 SOLARINCAL

acumulador solar utilização



Pedido de patente N.º MI2007A000936



### Função

O termostato com sonda posicionada na ida da água quente proveniente da acumulação solar comanda a válvula desviadora, colocada na entrada do kit. Em função da temperatura programada, a válvula desvia a água entre o circuito de utilização e o da caldeira, **com integração térmica**. Uma misturadora termostática anti-queimadura, colocada na saída do kit, controla e limita a temperatura da água enviada à utilização.

### Gama de produtos

Cód. 265352 Kit de ligação solar-caldeira \_\_\_\_\_ medida 3/4"

### Características técnicas

#### Misturadora

Pressão máx.: 10 bar  
 Campo de regulação de temperatura: 35÷55°C  
 Temperatura máx. entrada primária: 100°C

#### Válvula desviadora

Pressão máx.: 10 bar  
 Campo de temperatura: -5÷110°C

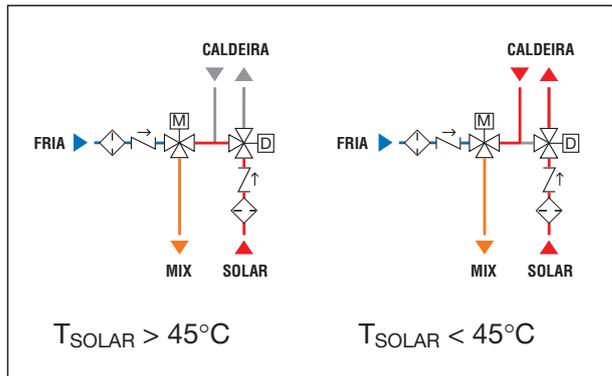
#### Servocomando

Tipo a três contactos  
 Alimentação: 230 V (ac)  
 Consumo: 8 VA  
 Corrente nos contactos auxiliares: 0,8 A (230 V)  
 Campo de temperatura ambiente: 0÷55°C  
 Grau de protecção: IP 44 (haste de comando vertical)  
 IP 40 (haste de comando horizontal)  
 Tempo de manobra: 10 s

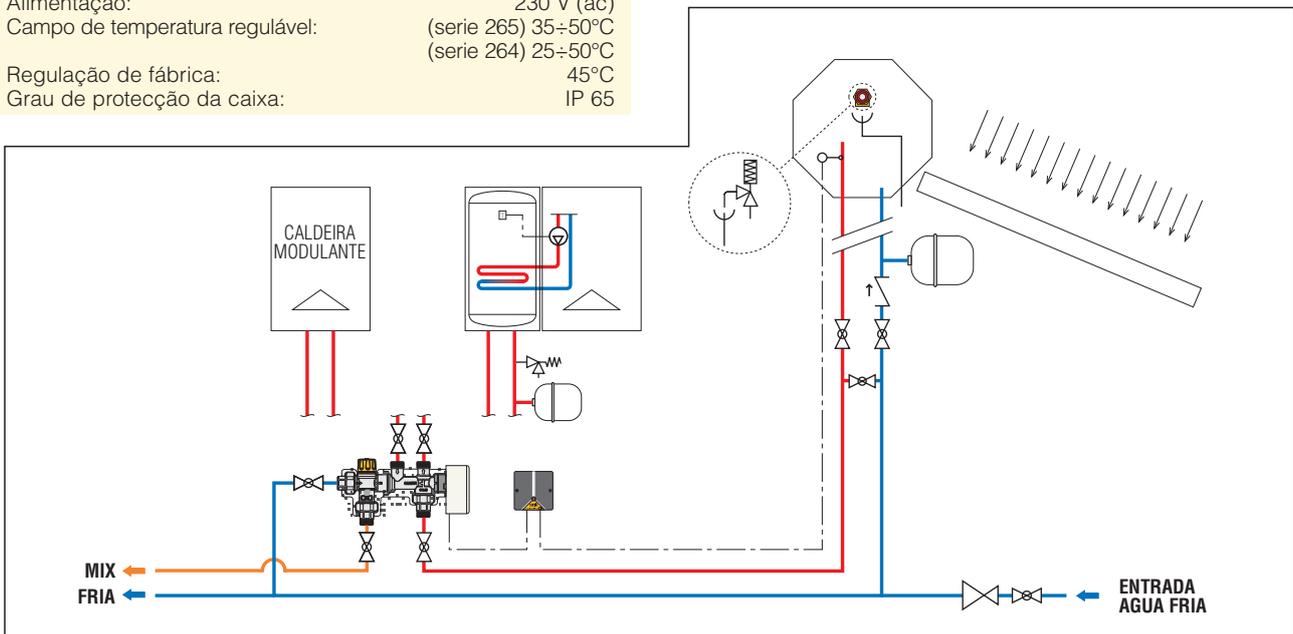
#### Termostato com sonda

Alimentação: 230 V (ac)  
 Campo de temperatura regulável: (serie 265) 35÷50°C  
 (serie 264) 25÷50°C  
 Regulação de fábrica: 45°C  
 Grau de protecção da caixa: IP 65

### Esquema hidráulico

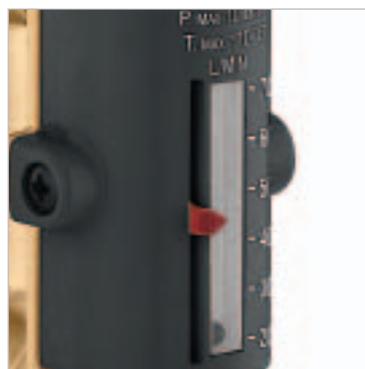
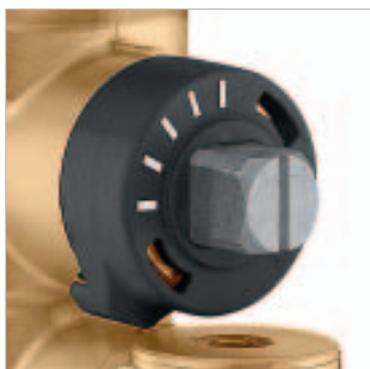


### Esquema de aplicação do kit SOLARINCAL





Regulação do caudal  
**DIRECTA, EXACTA, RÁPIDA.**



série **132** Válvulas de balanceamento com caudalímetro

[www.caleffi.pt](http://www.caleffi.pt)

- Indicador de caudal de movimento magnético
- Colocação em funcionamento simplificada sem instrumentos de medição
- Com isolamento em borracha pré-formada
- Disponíveis numa vasta gama
- Pedido de patente N.º. MI2007A000703

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

**CALEFFI**  
 Hydronic Solutions