

Hidráulica

**Instalações térmicas
alimentadas a biomassa**





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

© Copyright 2014 Caleffi
Todos os direitos reservados.
É proibida a reprodução ou
publicação de qualquer parte do
documento sem o consentimento
expresso por escrito do Editor.

Índice

3 INSTALAÇÕES TÉRMICAS ALIMENTADAS A BIOMASSA

- ### 4 BIOMASSA
- Biogás
 - Biocombustíveis
 - Biomassa lenhosa

6 A MADEIRA COMO COMBUSTÍVEL

- Lenha em cepos e toros
- Briquetes de madeira
- Estilha
- Pellets

8 LAREIRAS

- Lareiras abertas
- Lareiras fechadas

9 SALAMANDRAS

- Salamandras antigas
- Salamandras modernas

10 CALDEIRAS A LENHA

- Caldeiras tradicionais de tiragem natural
- Caldeiras com chama vertical
- Caldeiras com chama horizontal
- Caldeiras com chama invertida
- Caldeiras tradicionais de tiragem forçada
- Caldeiras de gaseificação
- Caldeiras a estilha
- Caldeiras a pellets

14 CONDUTAS PARA EVACUAÇÃO DE FUMOS

- Tubo de chaminé
- Topo de chaminé
- Conduta de fumos

16 INSTALAÇÕES A COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS NÃO PULVERIZADOS

- Normas de segurança
- Dispositivos de regulação da tiragem
- Dispositivos de descarga térmica
- Válvulas de descarga térmica (VDT) com sensor incorporado
- Válvulas de descarga térmica (VDT) com sensor externo
- Válvulas de descarga de segurança térmica (VDST) com dupla segurança
- Dispositivos anticondensação

18 REGULADORES DE TIRAGEM

19 VDT COM SENSOR INCORPORADO

20 VDT COM SENSOR EXTERNO E REPOSIÇÃO AUTOMÁTICA DE FLUIDO

21 VDT COM SENSOR INCORPORADO E REPOSIÇÃO AUTOMÁTICA DE FLUIDO

22 VDST DE DUPLA SEGURANÇA

23 VÁLVULAS ANTICONDENSAÇÃO

25 GRUPO DE RECÍRCULO ANTICONDENSAÇÃO

27 REGULAÇÃO DO FLUIDO

- Regulações de tipo descontinuo
- Regulações de tipo contínuo

28 HIDROACUMULADORES DE CALOR

38 Válvula anticondensação

39 Grupo de circulação anticondensação

40 Grupo de recírculo anticondensação e distribuição

41 Grupo de ligação e gestão de energia

42 Válvula de descarga térmica de ação positiva

43 Válvula de descarga de segurança térmica

44 Válvula de descarga térmica com reposição automática de fluido

45 Válvula de descarga térmica de ação positiva

46 Regulador de tiragem

Instalações térmicas alimentadas a biomassa

Marco e Mario Doninelli

Este é o quinto número da *Hidráulica* dedicado ao tema das energias alternativas. Anteriormente foram dedicados a esta temática:

- 2 números às instalações solares (*Hidráulica* n.º 25 e n.º 27);
- 2 números às bombas de calor (*Hidráulica* n.º 28 e n.º 30).

Nas páginas que se seguem, iremos abordar o tema da biomassa e da sua transformação em calor, aprofundando sobretudo a importância e o uso da biomassa lenhosa. A tal fomos impelidos pelo facto de serem já muitos os fatores, tecnológicos, ecológicos e económicos, que contribuem para um interesse renovado pelas substâncias lenhosas como combustível.

O objetivo é o de identificar e considerar os vários aspetos, de ordem técnica e prática, que permitam encontrar soluções, e realizar instalações capazes de utilizar adequadamente estas novas e, ao mesmo tempo muito antigas, fontes de energia.

O documento está subdividido em 4 partes:

- na primeira iremos abordar os vários tipos de biomassa que podem ser utilizados para produzir calor;
- na segunda examinaremos os tipos e desempenho das caldeiras que funcionam a biomassa;
- na terceira tentaremos examinar os principais aspetos técnicos relativos a estas instalações;
- na quarta parte, por fim, iremos propor possíveis esquemas de realização de instalações com caldeiras a lenha.



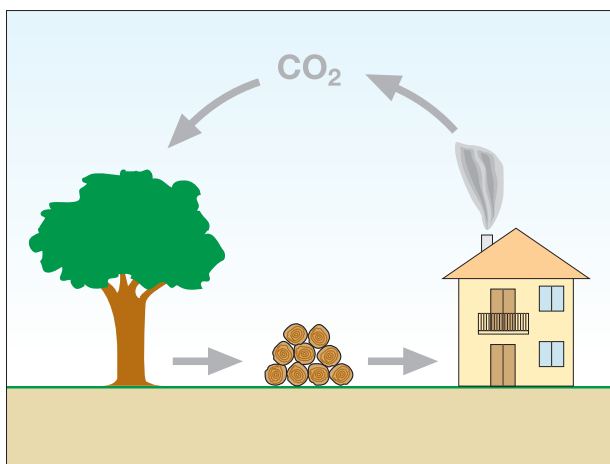
BIOMASSA

O termo “biomassa” **identifica todos os materiais de origem orgânica** (vegetal ou animal) **que não sofreram processos de fossilização, e que podem ser utilizados como fonte de energia.** Por conseguinte, no âmbito destes materiais não se incluem os combustíveis fósseis, tais como: o carvão, o petróleo e o gás natural.

A energia que deriva da biomassa **é considerada de tipo renovável.** Naturalmente, **isto é verdade desde que o seu consumo não tenha um impacto excessivo na biodiversidade, e não roube demasiado terreno às restantes culturas (sobretudo às alimentares), fazendo crescer demasiado os seus custos.**

Para além disso, a energia que deriva da biomassa **é de tipo sustentável, já que não causa um aumento de anidrido carbónico (CO_2) no ambiente,** gás considerado responsável (ainda que não se disponha de certezas científicas a respeito) pelo efeito estufa.

O CO_2 emitido pela combustão das plantas é, de facto, o mesmo absorvido por estas na fase de crescimento. **O aquecimento com biomassa tem, por isso, um impacto nulo sobre o efeito estufa.**



Porém, o que ocorre com as substâncias fósseis é diferente. De facto, a combustão destas substâncias emite para a atmosfera, o carbono por estas absorvido há milhares e milhares de anos, e armazenado no subsolo, **isto é, emite para a atmosfera CO_2 armazenado anteriormente debaixo da terra.**

Contudo, deve ser tido em conta que, para evitar fenómenos de poluição do ambiente, a biomassa deve estar isenta de materiais contaminantes.

De seguida, examinaremos brevemente a natureza e as formas da biomassa mais utilizadas, isto é, o biogás, os biocombustíveis e os vários tipos de biomassa lenhosa.

BIOGÁS

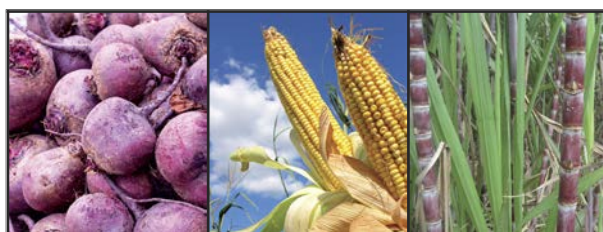
É constituído por uma mistura de vários gases (sobretudo metano) produzida através da fermentação anaeróbia (ou seja, na ausência de oxigénio) de matéria orgânica, geralmente proveniente de resíduos orgânicos do lixo, das indústrias agroalimentares e efluentes zootécnicos. A fermentação ocorre em reservatórios adequados. O biogás é usado como carburante, e também em



instalações de cogeração, isto é, que produzem quer energia elétrica, quer calor.

BIOCOMBUSTÍVEIS

Da biomassa também se podem extrair diversos tipos de combustíveis. Os mais importantes são o etanol e o biodiesel. O etanol é extraído da fermentação de vegetais ricos em açúcar, como beterraba, milho e cana de açúcar.



O biodiesel é extraído, por sua vez, a partir das oleaginosas, como o girassol, a colza e a soja.



Os biocombustíveis são utilizados sobretudo para alimentar motores diesel.

BIOMASSA LENHOSA

A madeira constitui o combustível mais antigo utilizado pelo Homem para o aquecimento das habitações e para cozinhar alimentos.

Apenas na segunda metade do séc. XIX, teve início a sua substituição gradual por combustíveis fósseis (carvão, gás, petróleo). Depois, a partir da segunda metade do séc. XX, a sua substituição, pelo menos nos países mais desenvolvidos, foi quase total.

Todavia, nos últimos anos, **ocorreu uma inversão da tendência devida a diversos fatores**, entre os quais:

- a forte diminuição das reservas de combustíveis tradicionais;
- os danos ambientais causados pelo uso prolongado de combustíveis fósseis;
- a disponibilidade, a partir de meados do séc. XXI, de salamandras e caldeiras a lenha muito mais eficientes, e menos poluentes, do que as usadas até então.



O uso da madeira como combustível também é **vantajoso por outros aspetos ambientais**, tais como:

- incentiva um maior cuidado e a manutenção das florestas, uma vez que tais intervenções podem ser totalmente pagas com a venda da madeira. Além disso, uma limpeza correta não acarreta qualquer dano para o ecossistema florestal;
- pode contribuir (quando a madeira é recolhida de zonas campestres ou de traçados fluviais) para melhorar o ambiente das zonas rurais;
- apresenta riscos praticamente nulos para o ambiente na fase de produção, transporte e armazenamento.

O **poder calorífico da madeira é geralmente designado por PCS**: poder calorífico superior. Trata-se do **poder calorífico da madeira completamente seca**, condição não verificável na prática, mas fácil de obter em laboratório.

Poder calorífico superior e peso específico de algumas espécies lenhosas

Espécie lenhosa	PCS (kcal/kg)	PE (kg/m³)
Abeto	4.750	445
Bordo	4.600	740
Bétula	4.970	650
Faia	4.600	750
Freixo	5.350	720
Larício	4.050	660
Pinheiro	4.900	630
Choupo	4.100	500
Acácia	4.500	790
Carvalho	4.600	880

Conhecido o **PCS**, para determinar o **PCI** da madeira, isto é, o seu **poder calorífico inferior** (ou, por outras palavras, o calor que realmente se pode obter) **é necessário conhecer também a sua humidade relativa**; humidade que pode ser medida com higrómetros adequados, ou calculada com a ajuda de tabelas como a que se encontra em baixo.

Humidade média da madeira em percentagem

Tempos de secagem	Lenha deixada no exterior		Lenha armazenada e bem ventilada	
	Cepos	Troncos	Cepos	Troncos
madeira verde	75	78	75	78
3 meses	48	62	44	61
6 meses	37	46	29	35
1 ano	26	35	25	27
2 anos	16	24	16	14

Com base na percentagem de humidade, pode ser depois determinado, por exemplo com a tabela que se segue, o fator de redução de emissão térmica (**F**).

Fator de redução em relação à humidade da madeira

HR	10%	20%	30%	40%	50%	60%
F	0,89	0,77	0,66	0,54	0,43	0,32

O **PCI** determina-se, por isso, multiplicando o **PCS** por **F**. Considerando os valores de **F**, é **fácil perceber que a humidade baixa consideravelmente o rendimento da madeira**. Por exemplo, uma humidade relativa de 20% em relação a uma humidade de 40% faz variar os valores de **F** entre 0,77 e 0,54, isto é, baixa o rendimento térmico em cerca de 30%.

Por fim, deve ser considerado que **a lenha pode ser adquirida quer em volume, quer a peso**. Adquirir a peso é, contudo, menos conveniente porque **a madeira húmida não só rende muito menos, como também pesa muito mais**.

A MADEIRA COMO COMBUSTÍVEL

A madeira, como combustível, é normalmente usada nas seguintes formas:

Madeira em cepos e toros

É a lenha obtida diretamente das árvores, em formas e medidas que permitem um fácil armazenamento, transporte e utilização.



Com base no seu peso específico, a lenha é classificada como suave ou dura.

A lenha suave (abeto, pinheiro, choupo) é aquela que tem um peso específico médio-baixo.

Acende-se facilmente, consome-se rapidamente, e a sua chama é longa; utiliza-se, portanto, em fornos que requerem chama longa constante.

A lenha dura (carvalho, faia, freixo, acácia) é aquela que tem um peso específico médio-alto.

Tem uma combustão lenta e produz chama curta. Dura mais tempo do que a lenha suave e, por isso, é mais adequada ao aquecimento doméstico.

Esta lenha deve ser conservada em locais bem arejados e cobertos, isto é, em locais capazes de eliminar o mais possível a humidade nela contida. De facto, a lenha demasiado húmida não só tem rendimentos muito baixos, como também emite para a atmosfera níveis elevados de poeiras e substâncias poluentes.

A principal vantagem da lenha em cepos e em toros é a de ter um custo relativamente baixo.

Por outro lado, permite prestações (como facilidade de uso e rendimento de combustão) inferiores às que se podem obter com estilha e *pellets*. Além disso, necessita de espaços apropriados para o seu armazenamento, e requer “cargas” frequentes das salamandras ou das caldeiras.

Briquetes de madeira

São realizados com resíduos de material não tratado e comprimido a alta temperatura. A sua forma é geralmente cilíndrica ou octagonal.



Queimam com chama baixa e contínua, de modo bastante semelhante ao do carvão fóssil (lenhite).

Contudo, em comparação com este último, os briquetes produzem menos fuligem, cinzas e enxofre. São, por isso, mais limpos e apresentam um menor impacto ambiental.

Em relação aos cepos e toros, os briquetes são mais compactos e possuem mais poder calorífico, sendo, por isso, mais reduzido o espaço necessário para o seu armazenamento (para isto contribui também a sua forma e o seu calibre regular).

Outras vantagens dos briquetes são os baixos valores de humidade e de cinzas produzidas, o que facilita as operações de limpeza e manutenção.

Por outro lado, o calor produzido com os briquetes tem um custo mais elevado do que o produzido com a lenha em cepos ou toros.

Estilha

É madeira reduzida a lascas com comprimentos variáveis entre 2 e 5 cm.

É obtida através de máquinas adequadas (chamadas estilhaçadores) para troncos, semitrabalhados ou resultados de desramas. A madeira de base pode provir de resíduos de trabalhos industriais ou de culturas dedicadas *short rotation forestry*, ou seja, culturas de rápido crescimento e de tempo de vida curto (entre 2 e 5 anos).



Para a produção de energia térmica, a estilha é normalmente utilizada em instalações com caldeiras (a partir de cerca de 20 kW) com alimentação contínua. Quanto maior foi a potência da caldeira, mais a estilha pode ser constituída por lascas grossas e heterogêneas. A estilha é também usada em pequenas e médias instalações de cogeração, isto é, em instalações que produzem simultaneamente energia elétrica e calor para o aquecimento urbano.

Pellets

É madeira reduzida em pequenos cilindros com diâmetros variáveis de 6 a 12 mm, e comprimentos compreendidos entre 10 e 13 mm. Tais cilindros são obtidos da serradura prensada e compactada a alta pressão.

Os *pellets* são fáceis de transportar e de dosear. Um parafuso sem fim efetua o seu transporte da zona de armazenamento até à zona de combustão. A sua cor depende quer do tipo de matéria-prima utilizada, quer de processos adotados por extrusão e secagem da serradura.

É importante utilizar apenas *pellets* de boa qualidade (1) para não comprometer o rendimento térmico da combustão, (2) para não causar danos às salamandras e às caldeiras devido a depósitos de impurezas incrustantes, (3) e para não emitir para a atmosfera pós e fumos demasiado poluentes.



Geralmente, os *pellets* de boa qualidade podem ser reconhecidos pela sua superfície (que deve ter poucas fissuras, ser lisa e dura), e pelo cheiro de madeira não manipulada. Também se deve verificar se as embalagens são herméticas, porque os *pellets* são materiais que absorvem facilmente a humidade.

Para além disso, é recomendado assegurar-se que no fundo dos contentores não exista demasiada madeira em pó, pois tal é indicativo de baixa qualidade dos *pellets*.

A qualidade dos *pellets*

Na Europa, as normas principais para definir os níveis de qualidade dos *pellets* são alemãs (DIN PLUS 51731) e austríacas (ÖNORM M 7135). Desde 2010 foram introduzidas também as normas EN 14961-2 do Instituto Alemão dos *pellets* (*Deutsches Pelletinstitut*). Com base nos valores médios previstos e aconselhados por estas normas, **os *pellets* de boa qualidade deverão ter:**

Elevado poder calorífico (> 5 kW/kg)

com igual peso e custo, entre os vários tipos de *pellets* pode haver diferenças de 10÷15% do poder calorífico e, por isso, do respetivo conteúdo energético.

Baixo teor de cinzas (< 0,5%)

serve para minimizar os tempos e os custos de manutenção das caldeiras, sobretudo no que respeita à limpeza de permutadores de calor, tubos de chaminé e fornalhas.

Baixo teor de poeiras (< 2,0%)

já que, com o tempo, o excesso de pó no fundo dos contentores pode formar “depósitos” com dureza significativa, o que pode comprometer o correto funcionamento dos meios de carga automáticos.

Humidade: < 10%

Resíduos enxofre: < 0,04%

Resíduos cloro: < 0,02%

Resíduos azoto: < 0,30%

Na fabricação dos *pellets* pode ser permitido o uso de aglutinadores vegetais sob a condição de serem inferiores, em medida, a 2% e de não serem modificados quimicamente.

LAREIRAS

Durante milhares de anos foram praticamente os únicos meios disponíveis e utilizados pelo Homem para se aquecer.

Na sua evolução assumiram também, com frequência, uma notável importância arquitetónica e artística.



Ainda hoje são frequentemente utilizadas quer pelo seu valor estético, quer pelos ambientes que criam.

Lareiras abertas

Possuem a câmara de combustão aberta, por isso a fornalha tem contacto direto com o ambiente.



O rendimento térmico destas lareiras é muito baixo: cerca de 10÷15%. Para além disso, a sua autonomia é bastante limitada, já que não é possível regular o ar de combustão.

Para procurar aumentar o seu rendimento, podem utilizar-se sistemas que recuperem calor, seja das chamas, seja dos fumos para o ceder, depois, ao ambiente sob a forma de ar quente. Deste modo, é possível **eleva o rendimento térmico a 30÷35%**. Contudo, trata-se de um valor ainda demasiado baixo para que o aquecimento que se pode obter a partir destas lareiras seja considerado aceitável, do ponto de vista térmico.

Lareiras fechadas

Possuem a câmara de combustão fechada, e separada do ambiente por uma proteção com porta em vidro.

São concebidas com monoblocos pré-fabricados em ferro fundido ou em aço. As paredes são em serpentina, e no seu interior circula ar quente que pode ser utilizado para aquecer quer o local onde se encontra a lareira, quer (com a utilização de canais flexíveis adequados) os locais adjacentes.



Relativamente às lareiras abertas, as fechadas oferecem as seguintes vantagens:

- **um melhor rendimento térmico**, podendo mesmo obter-se **valores entre 75÷80%**;
- **uma maior autonomia**, devido a ser possível regular melhor o ar de combustão.

As desvantagens são, por sua vez, devidas ao facto das lareiras fechadas serem mais caras, e de poderem impor soluções, de ordem estética, menos válidas do que as que se podem obter com lareiras abertas.

SALAMANDRAS

A sua invenção (ainda que a questão seja muito debatida) remonta a 1742, ano em que o grande homem das ciências e político dos Estados Unidos, Benjamin Franklin, concebeu a primeira salamandra em ferro (depois seriam em ferro fundido) para cozer alimentos e para aquecer.



Em relação ao seu tipo de combustão, as salamandras estão atualmente classificadas em antigas e modernas.

Salamandras antigas

São do tipo de combustão simples, e ainda são comercializadas hoje em dia, principalmente devido ao seu fascínio vintage.

Na prática, são constituídas por uma simples câmara de combustão diretamente ligada ao tubo de chaminé, e com uma única entrada para o ar exterior. Esta configuração não permite desfrutar adequadamente do calor que se pode obter da lenha,

que não consegue queimar os gases que se formam após a primeira fase da combustão, e que, por isso, são expelidos para a atmosfera.

Por causa destes gases não queimados, **as salamandras antigas têm baixos rendimentos** (geralmente inferiores a 60%), e **são muito poluentes**.

Salamandras modernas

São do tipo a bicomustão o policombustão. A sua câmara de combustão possui várias entradas de ar, o que permite queimar também os gases que se formam após a primeira fase de combustão, ao contrário das salamandras antigas.

Substancialmente, o funcionamento das salamandras modernas é o seguinte:

- a primeira entrada de ar **ativa a combustão primária da lenha**;
- as outras entradas de ar **ativam, por sua vez, a combustão dos gases produzidos e não queimados na fase de combustão primária**.

Assim, **estas salamandras podem ter elevados rendimentos térmicos (entre 70% e 80%), e são pouco poluentes**.

Estão disponíveis quer em **aço**, quer em **ferro fundido**, com possíveis revestimentos em pedrasabão ou em cerâmica.

Os modelos em aço oferecem um *design* superior, já que o material é mais fácil de trabalhar. Os modelos em ferro fundido oferecem, por sua vez, linhas mais clássicas e tradicionais.

Por fim, deve ser considerado que as salamandras em aço atingem a temperatura mais rapidamente, enquanto que aquelas em ferro fundido conservam o calor durante mais tempo.



CALDEIRAS A LENHA

Em relação ao tipo de combustão, de tiragem e de lenha utilizada, estas caldeiras podem ser assim subdivididas:

- caldeiras tradicionais de tiragem natural,
- caldeiras tradicionais de tiragem forçada,
- caldeiras de gaseificação,
- caldeiras a estilha,
- caldeiras a *pellets*.

CALDEIRAS TRADICIONAIS DE TIRAGEM NATURAL

Funcionam com cepos, toros, briquetes e refugo de madeiras de vários formatos.

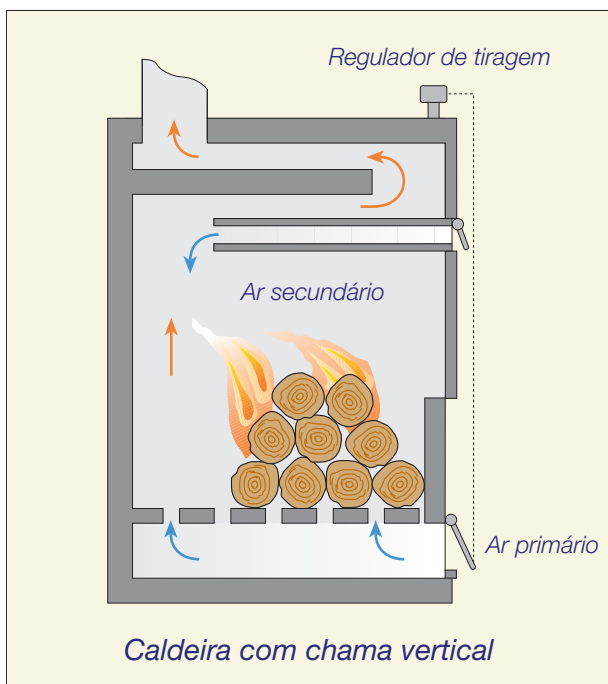
São geralmente caldeiras de uso doméstico com baixas potências térmicas.

Em relação ao tipo de combustão podem ser subdivididas em 3 grupos: caldeiras com chama vertical, horizontal e invertida.

Caldeiras com chama vertical

Funcionam como a maioria das salamandras a lenha: com tomada de ar primário em baixo e de ar secundário em cima. A combustão da madeira produz chamas com orientação vertical.

A combustão é rápida e sem controlo: forte no início, e, depois, muito fraca.



Não existe uma distinção clara entre a fase de secagem e a de combustão. Desta forma, a madeira queima de modo incompleto e irregular. Obtém-se um tipo de combustão de fraca qualidade, com baixos rendimentos térmicos, e uma forte poluição ligada quer à composição, quer à quantidade de substâncias voláteis emitidas para a atmosfera.

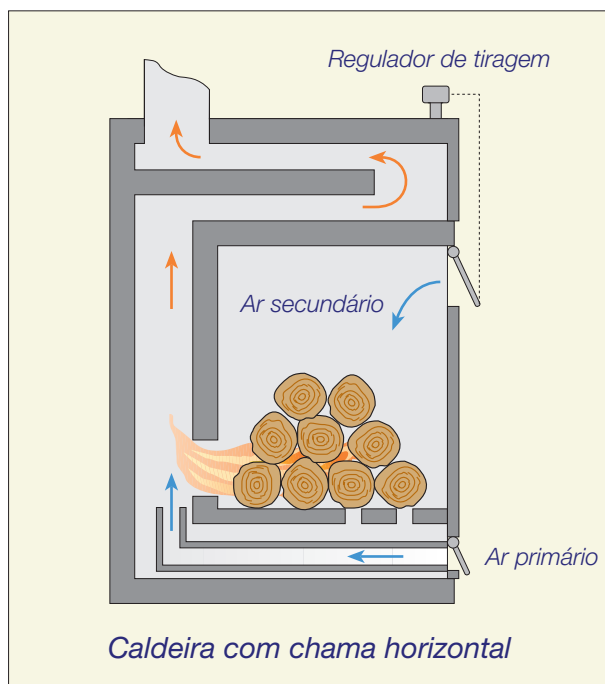
A única vantagem destas caldeiras é o seu baixo custo de aquisição.

Rendimento: 55%÷60%.

Caldeiras com chama horizontal

São uma evolução importante das caldeiras apresentadas anteriormente.

Com a entrada de ar primário lateral e de ar secundário em cima, a madeira arde, produzindo chamas com orientação horizontal, através e sob a grelha de suporte do combustível.



O fluxo de ar é mais controlado, o que permite uma produção de calor mais regular. Para além disso, a disposição das entradas de ar torna possível a realização, em fases distintas, da secagem da madeira e da sua combustão.

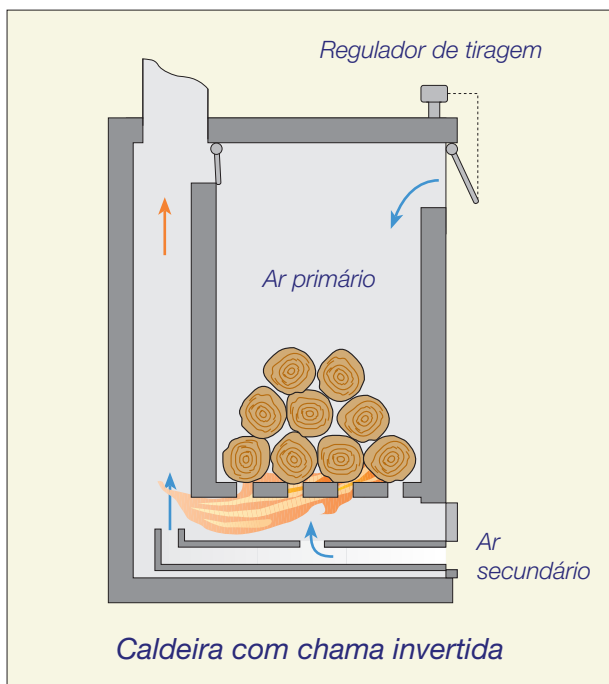
Relativamente às caldeiras com chama vertical, estas permitem obter rendimentos térmicos mais elevados e menor poluição.

Rendimento: 60%÷65%.

Caldeiras com chama invertida

Constituem a última evolução das caldeiras de tiragem natural.

A particularidade da sua combustão, devido ao fluxo de ar primário em cima e de ar secundário em baixo, reside no facto das chamas se desenvolverem por baixo da grelha de suporte do combustível.



Este tipo de combustão permite a secagem da madeira na parte superior da grelha, isto é, sobre a zona de combustão que corresponde à zona de desenvolvimento das chamas.

O tipo de combustão obtido desta forma é de boa qualidade, e a emissão de fumos e de substâncias poluentes é reduzida.

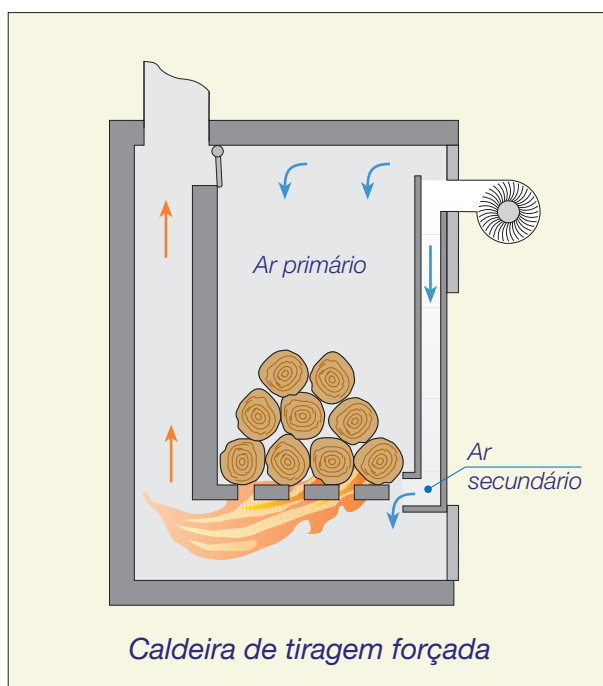
Rendimento: 65%÷70%.

CALDEIRAS TRADICIONAIS DE TIRAGEM FORÇADA

Também chamadas de “turbo”, estas caldeiras (que surgiram há poucos anos) são as mais evoluídas das caldeiras de tipo tradicional que o mercado oferece atualmente.

O seu tipo de combustão é bastante semelhante ao das caldeiras tradicionais de tiragem natural e com chama invertida.

A diferença consiste essencialmente no facto destas caldeiras possuírem um ventilador que serve para incrementar, e manter controlado, o ar que ativa a combustão.



Este dispositivo melhora o rendimento das caldeiras, e contribui para a diminuição da poluição.

Rendimento máximo: 75%÷80%.

CALDEIRAS DE GASEIFICAÇÃO

São caldeiras em que a combustão da lenha é realizada em três fases diversas, e é obtida através de **processos de gaseificação da própria lenha**.

Substancialmente, o ciclo de combustão é o seguinte: (1) em primeiro lugar, o combustível carregado é seco, (2) depois é gaseificado a baixa temperatura e sem entrada de oxigénio, (3) o gás assim obtido é, então, misturado com o ar secundário; é esta mistura que gera e alimenta a combustão.

Este é um ciclo de combustão que não funciona bem em regime reduzido ou descontínuo. Por este motivo, é recomendado dotar as instalações que possuem estas caldeiras de reservatórios adequados, capazes de acumular o excesso de calor produzido na fase de combustão, e de o ceder depois, progressivamente, à instalação.

As vantagens que se podem obter com este tipo de caldeiras são: (1) aumentos consideráveis dos rendimentos de combustão com valores semelhantes aos obtíveis com as caldeiras a gasóleo e a gás, (2) maior duração das cargas de lenha e, por isso, intervalos de carregamento mais longos, (3) menor difusão na atmosfera de poeiras e fumos poluentes.

Rendimento: > 90%.

CALDEIRAS A ESTILHA

Geralmente, são caldeiras com carregamento e gestão completamente automatizada.

A combustão da estilha ocorre em queimadores com grelha alimentados em contínuo por mecanismos de parafuso sem fim.

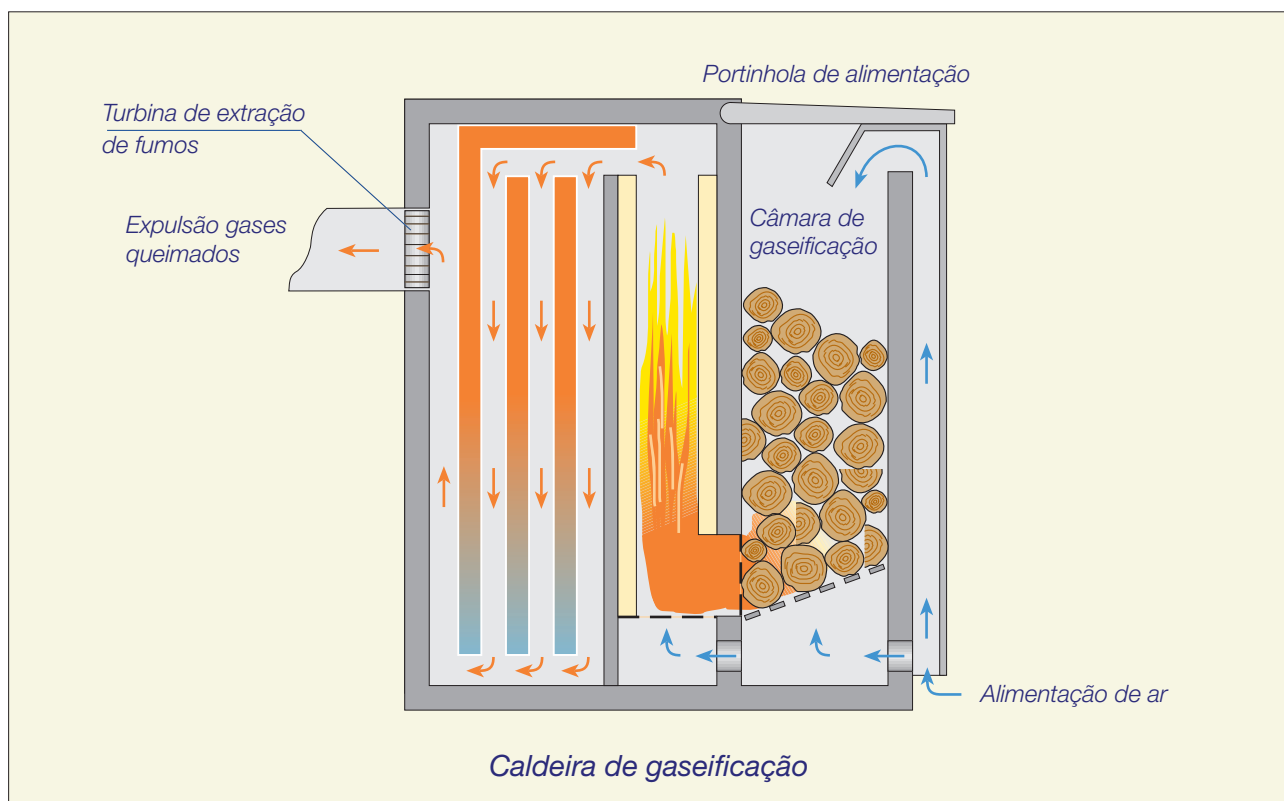
Nas caldeiras mais evoluídas, o fluxo da estilha e a combustão são regulados em contínuo por sistemas de tipo eletrónico, com base nas solicitações de energia, na temperatura pretendida do fluido, e na percentagem de oxigénio presente nos fumos.

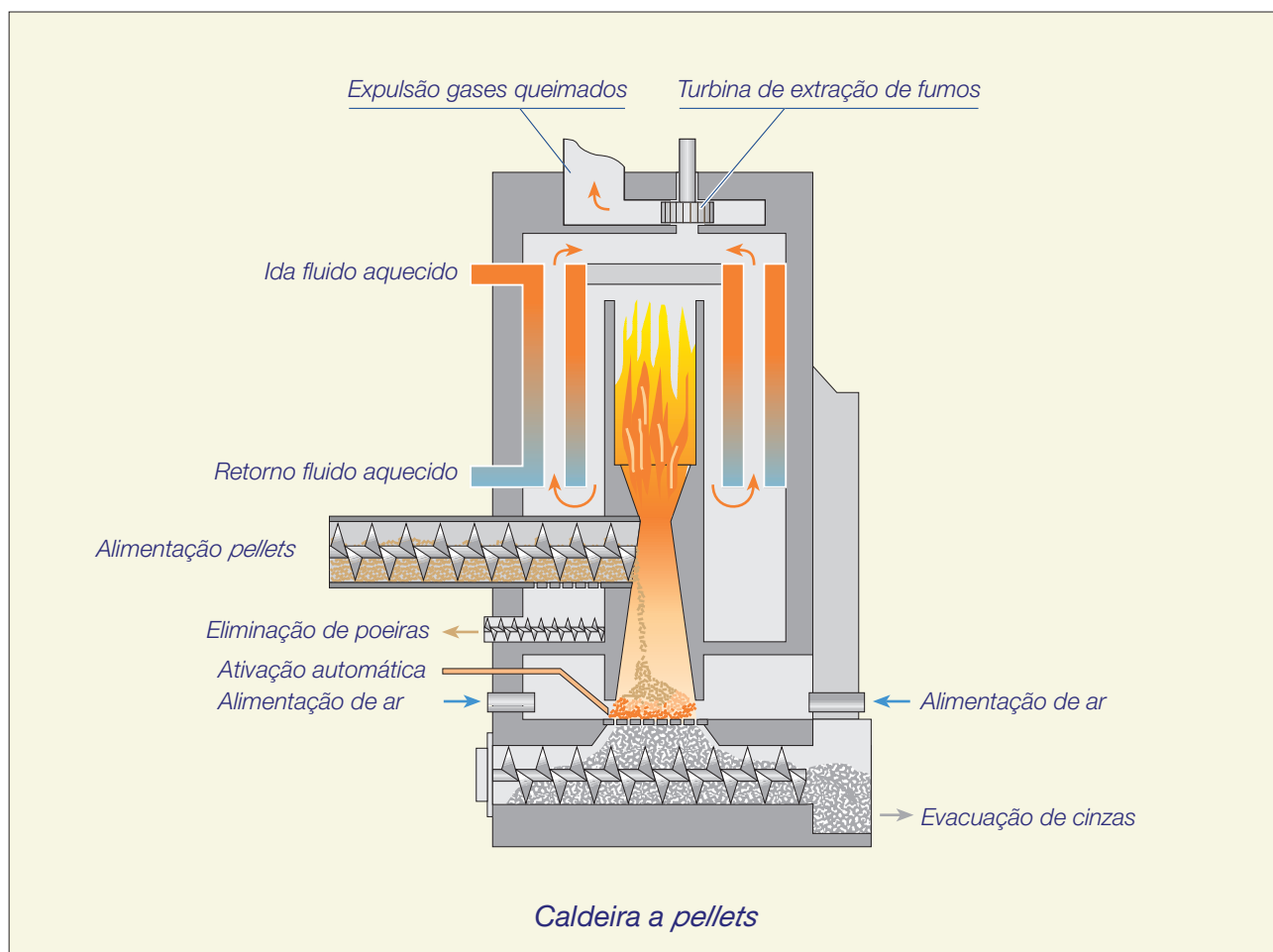
Em alguns modelos existe a função “manutenção das brasas”. Serve para, nas pausas de funcionamento, manter na caldeira uma pequena quantidade de brasas, de modo a permitir o arranque rápido da instalação.

Deve ser considerado que, para o armazenamento da estilha, é necessário um local acessível aos meios de transporte.

Devido às características e exigências ligadas à utilização das caldeiras a estilha, estas são sobretudo indicadas para instalações de aquecimento de médias e grandes dimensões, ou para instalações de cogeração.

Rendimento: 80%÷90%.





CALDEIRAS A PELLETS

São caldeiras completamente automatizadas, e com regulações geralmente fáceis e simples de gerir.

A alimentação é obtida através de um parafuso sem fim, que retira os *pellets* do contentor específico e os transporta até ao queimador. O mesmo tipo de engrenagem efetua também a expulsão das cinzas.

A ativação, de tipo automático, é muito rápida, e é obtida com a ajuda de uma resistência elétrica.

Nos sistemas mais evoluídos, a alimentação de ar e o fluxo dos *pellets* são regulados através de microprocessadores.

No caso de falha de corrente elétrica ou de paragem da bomba de circulação, o risco da água entrar em ebulição é muito limitado, quer pela possibilidade de bloqueio imediato da alimentação de *pellets*, quer pela existência de pouco combustível na fornalha.

O rendimento térmico destas caldeiras é muito elevado, enquanto que a sua taxa de poluição é baixa.

Rendimento: 85%÷90%.

CONDUTAS PARA EVACUAÇÃO DE FUMOS

Para as caldeiras alimentadas a lenha ou a outros biocombustíveis sólidos, as condutas para evacuar os fumos devem ser fabricadas com base nas normas vigentes, e especificamente, em conformidade com:

UNI 9615

Caldeiras alimentadas a lenha ou a outros biocombustíveis sólidos. Requisitos de instalação.

UNI 10683

Cálculo das dimensões internas das chaminés.

Definições e procedimentos de cálculo fundamentais.

Estas condutas são essencialmente constituídas por: (1) **tubo de chaminé**, que encaminha os fumos para o exterior; (2) **topo de chaminé**, que serve para evacuar os fumos para a atmosfera e (3) **conduta de fumos**, que liga a caldeira ao tubo de chaminé.

Tubo de chaminé

Características principais e requisitos:

- ter vedação dos gases queimados, impermeabilidade e isolamento para evitar dispersões de calor e fenómenos de condensação;

Conduta
cerâmica



Conduta em
aço inoxidável



Elementos em argila cerâmica



- ser fabricado com materiais resistentes às solicitações termomecânicas normais, e à ação dos gases queimados e da sua condensação;
- estar corretamente distanciado dos materiais combustíveis ou inflamáveis com serpentinas de ar ou materiais isolantes;
- a sua secção interna deve ser preferivelmente circular. As secções retangulares devem ter uma relação máxima entre os lados de 1,5.

Principais características construtivas:

Câmara de recolha

O tubo de chaminé deve ter uma câmara (para recolha de materiais sólidos e das condensações), que deve situar-se sob a entrada da conduta de fumos. A câmara deve ser facilmente inspecionável através de uma portinhola com vedação de ar.

Ligação

A ligação ao tubo de chaminé deve receber a descarga de apenas uma caldeira, sendo que eventuais derrogações devem ser aprovadas pelas autoridades competentes. Não é permitida a descarga de fumos em espaços fechados, mesmo que não tenham cobertura.

Posicionamento

O tubo de chaminé deve ser posicionado com uma orientação predominantemente vertical, com desvios do eixo não superiores a 45°.

Quota de saída

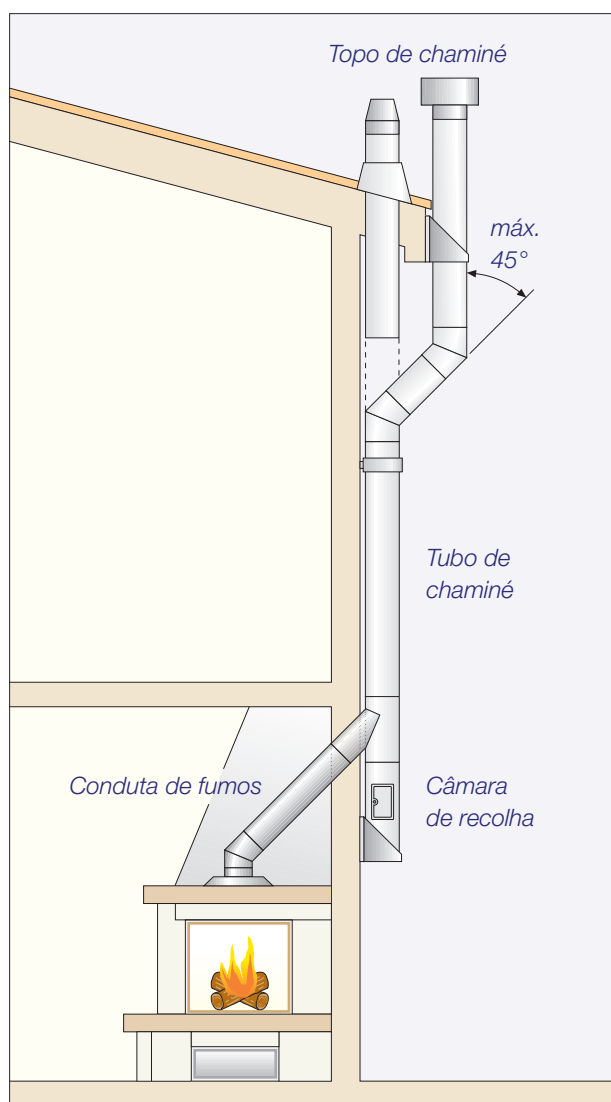
Deve garantir uma boa dispersão e diluição dos produtos da combustão. Por esta razão, deve ser colocada depois da zona (chamada de refluxo), onde se podem formar contrapressões. Esta zona é variável em relação ao ângulo de inclinação da cobertura (ver normas UNI 7129).

Topo de chaminé

Características principais e requisitos:

- ter uma secção interna equivalente à da chaminé;
- ter uma secção útil de saída de fumos não inferior ao dobro da secção interna da chaminé;
- ser construído corretamente, de modo a impedir a penetração de chuva, neve e de corpos estranhos;
- ser construído de forma a que, mesmo no caso de ventos provenientes de qualquer direção, e com qualquer inclinação, a descarga do resultado da combustão seja sempre assegurada.

Além disso, o funcionamento do topo da chaminé deve ser exclusivamente de tipo estático. Portanto, não são permitidos topos de chaminé que utilizem meios mecânicos de aspiração.



Conduta de fumos

Características principais e requisitos:

- ser fabricado com materiais não combustíveis, capazes de resistir aos produtos da combustão e às suas eventuais condensações;
- ter vedação do resultado da combustão e das condensações, e ter também isolamento;
- não deve passar através de locais, nos quais é proibido instalar aparelhos a combustão;
- é proibido o uso de tubos metálicos flexíveis comuns e em fibrocimento;
- deve existir outra solução de ligação entre a conduta de fumos e o tubo de chaminé, de modo a que o tubo não se apoie na caldeira.

Principais características construtivas:

Comprimento máximo e posicionamento

No que respeita o comprimento e o número máximo de curvas, com caldeiras dotadas de ventilador para exaustão de fumos, devem ser respeitadas as instruções do fabricante.

Na falta destas instruções, devem respeitar-se as seguintes indicações:

- os segmentos horizontais devem ter uma inclinação mínima de 3% em direção ao topo;
- o comprimento do segmento horizontal deve ser mínimo, e não superior a 3 m;
- as mudanças de direção, incluindo a de ligação ao tubo de chaminé, não devem ser superiores a 4.

Para ligar as salamandras de tiragem natural ao tubo de chaminé, não devem ser usadas mais de 2 curvas, com mudança de direção inferior a 90°. O comprimento da conduta, na horizontal, não deve superar os 2 m.

Inclinação

A colocação de segmentos horizontais deve ser evitada tanto quanto possível. É proibido o desenvolvimento em contrainclinação.

Para chaminés, onde se devem atingir descargas de teto ou parede não coaxiais em relação à saída de fumos do aparelho, as mudanças de direção devem ser efetuadas através de cotovelos abertos não superiores a 45°.

Mudanças de secção

A conduta de fumos deve ter secção constante. Eventuais alterações de secção apenas são permitidas no encaixe da conduta.

Aberturas de inspeção

A conduta de fumos deve permitir a extração da fuligem ou a limpeza com escovilhão.

Dispositivos de regulação manual da tiragem

Se inseridos na conduta de fumos, estes dispositivos não devem obstruir hermeticamente a secção interna do tubo.

As portas de ar devem possuir aberturas de segurança idóneas, ou outro mecanismo capaz de evitar o fecho total da válvula.

A abertura mínima de segurança deve ser 3% da secção da conduta, e não menor do que 20 cm². Não é permitido o uso de dispositivos manuais para a regulação da tiragem nos aparelhos de tiragem forçada.

INSTALAÇÕES A COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS NÃO PULVERIZADOS

São assim definidas (UNI 10412-2) as instalações que utilizam **combustíveis sólidos com dimensão das partículas maior ou igual a 1 mm**.

São instalações com características técnicas um pouco específicas, apresentando exigências (de expansão, segurança, proteção e controlo) bastante diferentes das instalações que funcionam a combustíveis líquidos ou gasosos.

De seguida, tentaremos reunir e analisar estas características, e verificar como é possível satisfazer as suas exigências.

NORMAS DE SEGURANÇA

Atualmente, em Itália, em relação ao tipo de caldeira e à potência térmica da instalação devem ser respeitadas as seguintes normas:

1. Instalações com caldeiras até 35 kW

EN 12828 (2003)

Instalações de aquecimento nos edifícios.

Projetação dos sistemas de aquecimento de água.

2. Instalações com caldeiras domésticas até 35 kW UNI 10412-2 (2009)

Instalações de aquecimento de água quente.

Requisitos específicos para instalações com aparelhos para aquecimento de tipo doméstico alimentados a combustível sólido, com caldeira incorporada e com potência total da fornalha não superior a 35 kW.

Nota:

A norma aplica-se aos circuitos hidráulicos das instalações térmicas com **caldeiras para aquecimento de tipo doméstico**: salamandras, lareiras e fogões a lenha com caldeira incorporada, alimentados a combustíveis sólidos não pulverizados.

3. Instalações com caldeiras superiores a 35 kW

Aplicações técnicas específicas do Título II DM 1.12.75. Recolha R. CAP. R.3.C. (ed. 2009)

Instalações com caldeiras alimentadas a combustíveis sólidos não pulverizados.

As normas acima referidas classificam as instalações com base (1) no sistema de expansão, que pode ser aberto ou fechado; (2) nas modalidades de carga do combustível sólido, que podem ser manuais ou automáticas; (3) na tipologia de circulação do fluido, que pode ser natural ou forçada, e (4) no tipo de ligação das caldeiras, que podem ser individuais ou em série com outras caldeiras.

DISPOSITIVOS DE REGULAÇÃO DE TIRAGEM

Servem para regular automaticamente (abrindo e fechando a porta de alimentação de ar), **o caudal de ar comburente**. Portanto, servem para controlar melhor a combustão, e também para a tornar mais regular e completa (ver descrição e considerações técnicas mais detalhadas na pág. 18).

DISPOSITIVOS DE DESCARGA TÉRMICA

Servem para evitar que a água da instalação supere a temperatura de segurança.

São utilizados, sobretudo, em instalações com carga manual do combustível sólido, isto é, onde não é possível interromper de imediato a combustão com desativação do queimador.

Com temperaturas superiores aos valores de regulação, **estes dispositivos descarregam para o exterior água demasiado quente, favorecendo a emissão de nova água fria na instalação**. Voltam, depois, a fechar quando as temperaturas registadas forem aceitáveis.

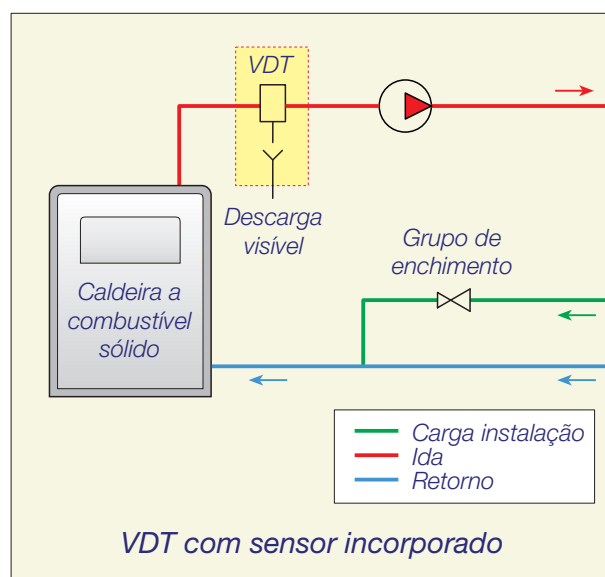
Os dispositivos de segurança térmica podem ser subdivididos em 2 grupos:

- as **VDT** - válvulas de descarga térmica;
- as **VDST** - válvulas de descarga de segurança térmica.

VDT com sensor incorporado

Devem ser instaladas o mais próximo possível da caldeira.

A água de arrefecimento deriva apenas do enchimento da instalação.

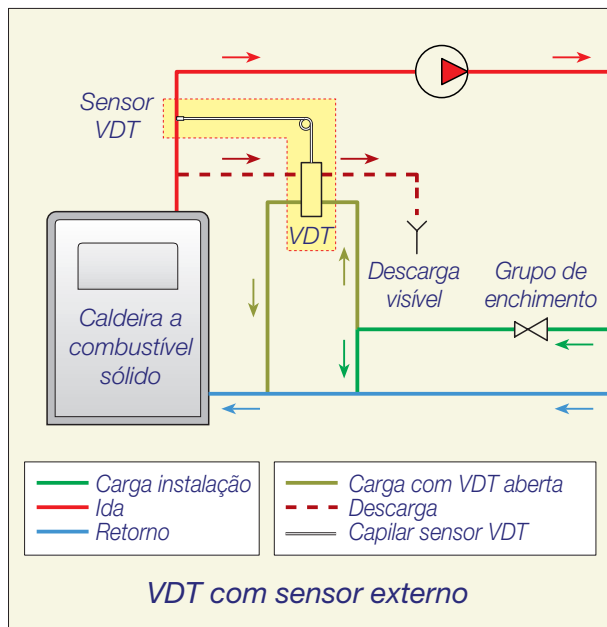


Ver descrição técnica mais detalhada na página 19.

VDT com sensor externo

O sensor da válvula deve ser instalado o mais próximo possível da caldeira.

A água de arrefecimento deriva quer do enchimento, quer da reposição automática do fluido incorporada na própria válvula.

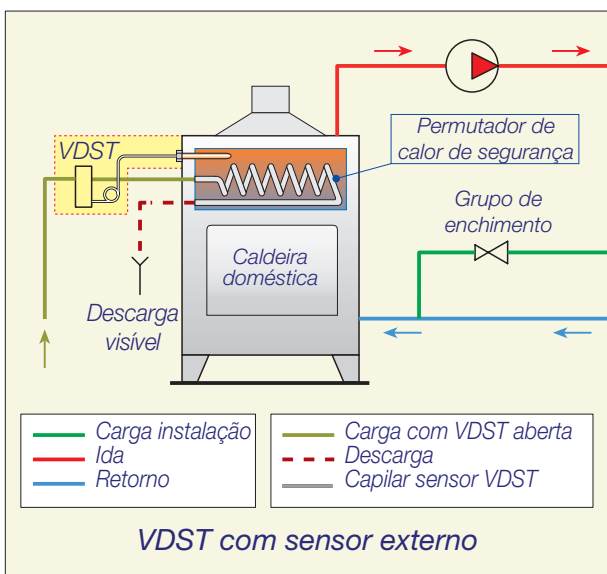


Ver descrição técnica mais detalhada na página 20.

VDST de dupla segurança

O sensor da válvula deve ser instalado o mais próximo possível da caldeira.

A água de arrefecimento deriva apenas do enchimento da válvula.



Ver descrição técnica mais detalhada na página 22.

DISPOSITIVOS ANTICONDENSAÇÃO

Servem para evitar o retorno à caldeira de água a temperaturas demasiado baixas.

Com as caldeiras tradicionais a combustíveis líquidos ou gasosos, o retorno da água à caldeira a temperaturas demasiado baixas pode causar **choques térmicos**, e levar à formação de **condensações corrosivas**. Estes fenómenos colocam em risco a vedação e a duração das caldeiras.

Para acautelar tais fenómenos e consequentes danos, utilizam-se geralmente circuladores anticondensação ou regulações com sonda de mínima.

Também com caldeiras a combustível sólido, o retorno da água a temperaturas demasiado baixas pode provocar **os inconvenientes e os perigos acima mencionados**, para além de levar à formação de **creosoto**, um outro perigo temível. De facto, o creosoto é um **aglomerado de alcatrão** (ver quadro abaixo) **muito inflamável que pode obstruir as condutas de fumos, e provocar graves incêndios**.

De forma a melhor poder contrariar todos estes perigos, foram projetadas válvulas anticondensação, para proteção das caldeiras a combustível sólido (ver notas técnicas da pág. 23 à pág. 26).

PERIGO CREOSOTO

O creosoto, produzido pelos fumos das caldeiras a combustível sólido, é um gás de combustão condensado que contém materiais vaporizados, mas não queimados.

Obstrução com creosoto

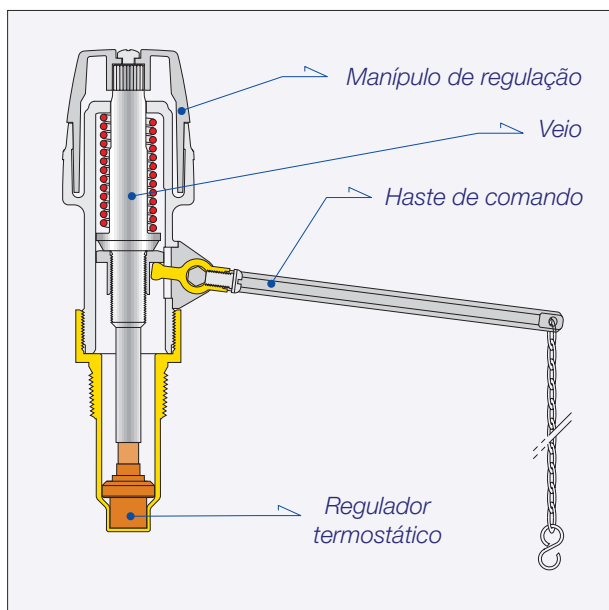


Em condições específicas, pode inflamar-se e queimar a cerca de 1150°C. A sua combustão, desenvolvendo-se na vertical, pode conduzir mesmo a temperaturas entre cerca de 1650÷1700°C, capazes de fundir chaminés, provocar a rutura dos tubos de chaminé, causar danos nas paredes, e provocar graves incêndios.

REGULADORES DE TIRAGEM

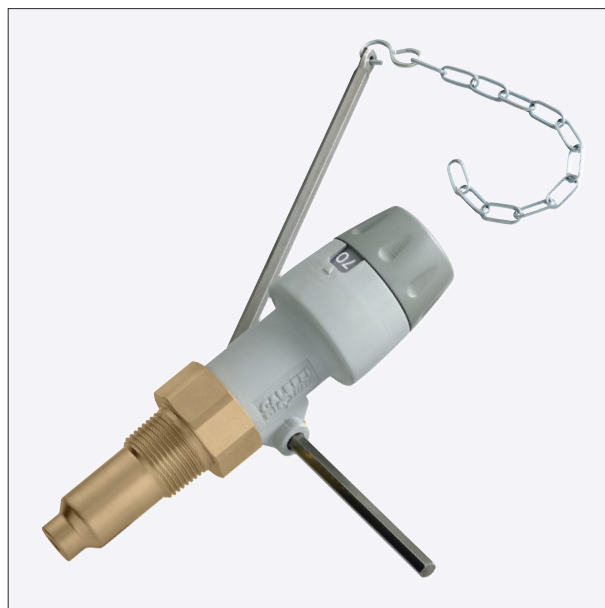
Os reguladores podem ser utilizados nas instalações com caldeiras a combustível sólido e de tiragem natural.

Têm a função de, modulando as entradas de ar, regular a combustão.



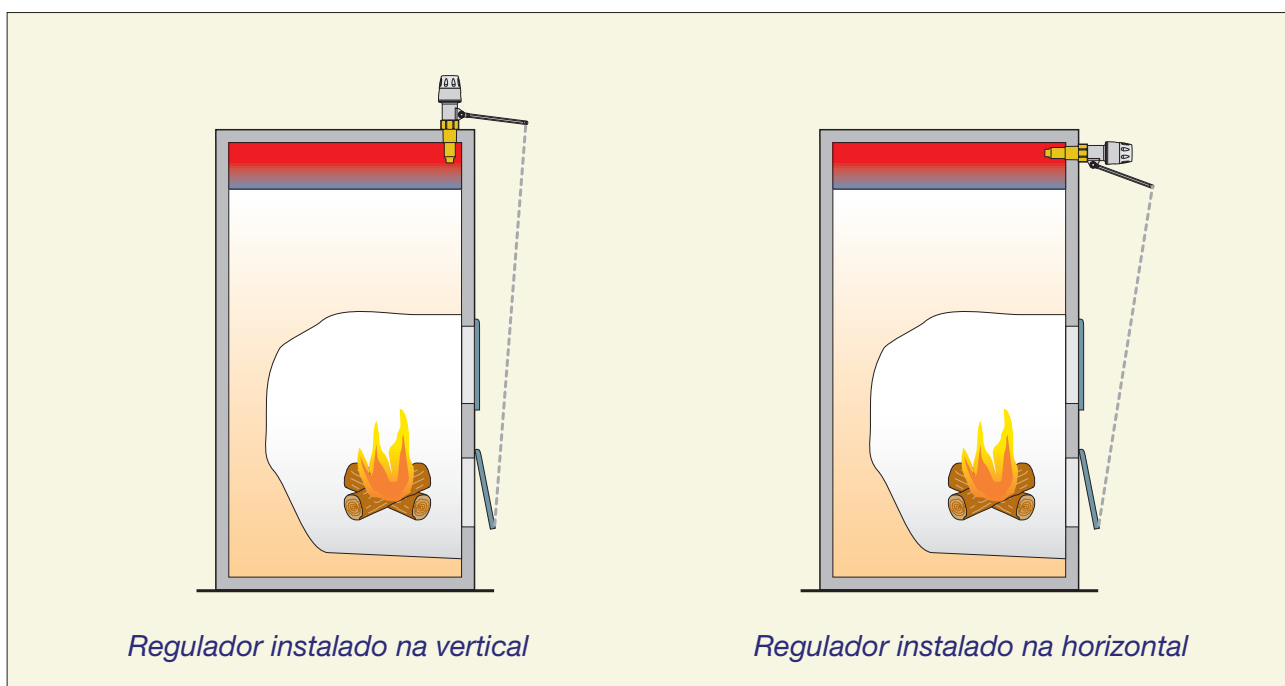
São essencialmente constituídos por um regulador termostático, um manípulo de regulação e uma haste de comando.

A regulação do ar é realizada com base nos valores da temperatura detetada pelo termóstato e na programada no manípulo.



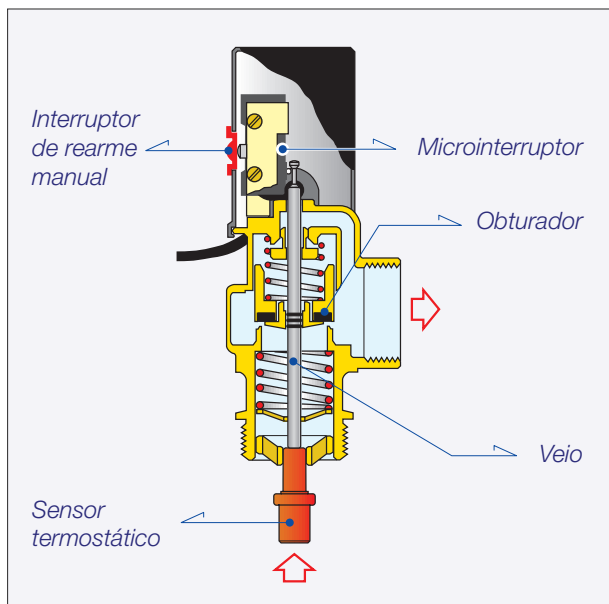
O elemento termostático, através de uma haste ligada com uma corrente a uma porta de ar, regula o caudal do ar comburente (ver desenho ao lado). A porta de ar deve estar quase fechada quando é alcançada a temperatura definida no manípulo de regulação.

Normalmente, estes reguladores podem funcionar quer na vertical, quer na horizontal.



VDT COM SENSOR INCORPORADO

O seu sensor atua diretamente no veio que comanda o obturador da válvula. Alcançada a temperatura de regulação, o veio aciona a abertura da válvula. Abaixo desta temperatura, a válvula volta a fechar.



A capacidade de descarga notável destas VDT pode conduzir a um rápido esvaziamento da instalação.

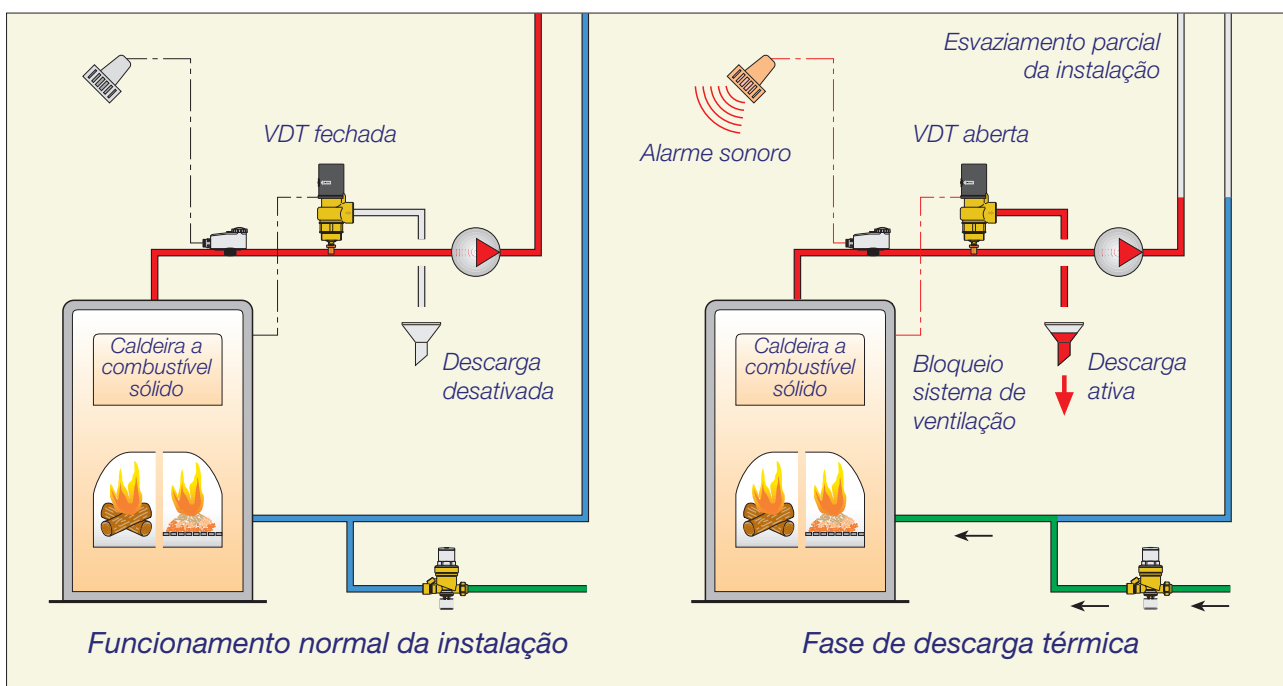
Estas válvulas possuem também um interruptor de rearme manual que pode ser utilizado, por exemplo, para ativar sinais sonoros de alarme ou



para desativar o ventilador de alimentação de ar nas caldeiras de tiragem forçada.

Com combustíveis sólidos não pulverizados, o uso destas válvulas está previsto pelo INAIL (ex ISPESL - Itália) em instalações quer com vaso fechado, quer com vaso aberto. Neste último caso, servem para substituir o aquecedor da água de consumo, ou o permutador térmico de segurança integrado na caldeira.

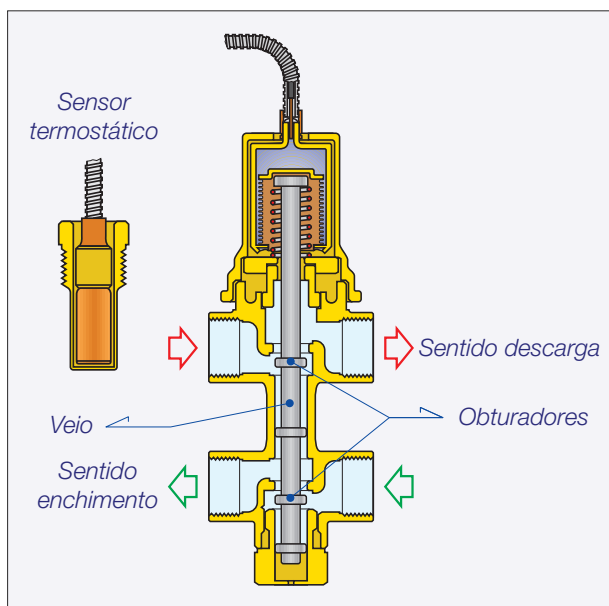
Estas VDT devem ser de ação positiva, isto é, serem capazes de intervir mesmo no caso de avaria do elemento sensível.



VDT COM SENSOR EXTERNO E REPOSIÇÃO AUTOMÁTICA DE FLUIDO

Este tipo de VDT incorpora uma válvula que serve para reintegrar a água descarregada pela própria VDT.

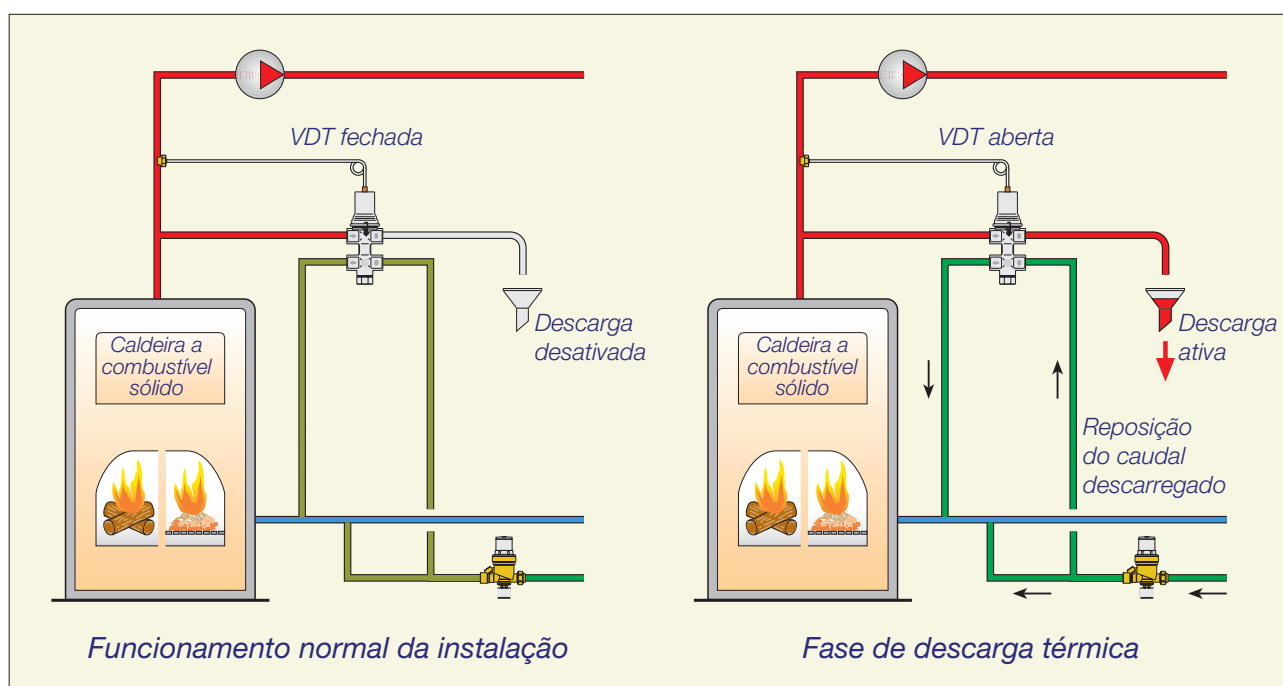
O sensor externo atua no veio que abre simultaneamente quer a via de descarga, quer a via de reposição automática de fluido na instalação.



A utilização destas válvulas está prevista pelas normas UNI 10412-2 em instalações com caldeiras domésticas (ver pág. 16) alimentadas a combustíveis sólidos não pulverizados, e com potência da fornalha menor ou igual a 35 kW.

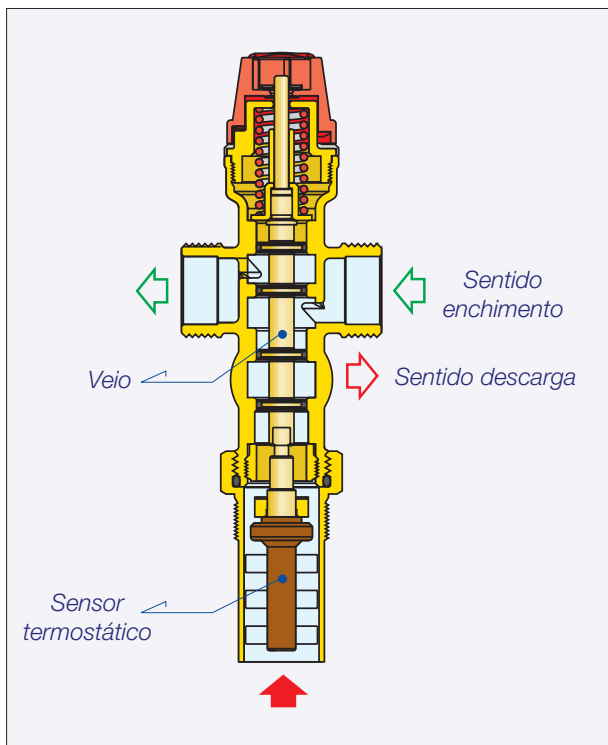
Assim como as VDT com sensor incorporado, também estas devem ser de ação positiva.

A reposição automática de fluido assegura uma extração do calor mais eficiente e de maior duração, pois não há o perigo da instalação esvaziar de modo significativo e de, assim, interromper a circulação do fluido.



VDT COM SENSOR INCORPORADO E REPOSIÇÃO AUTOMÁTICA DE FLUIDO

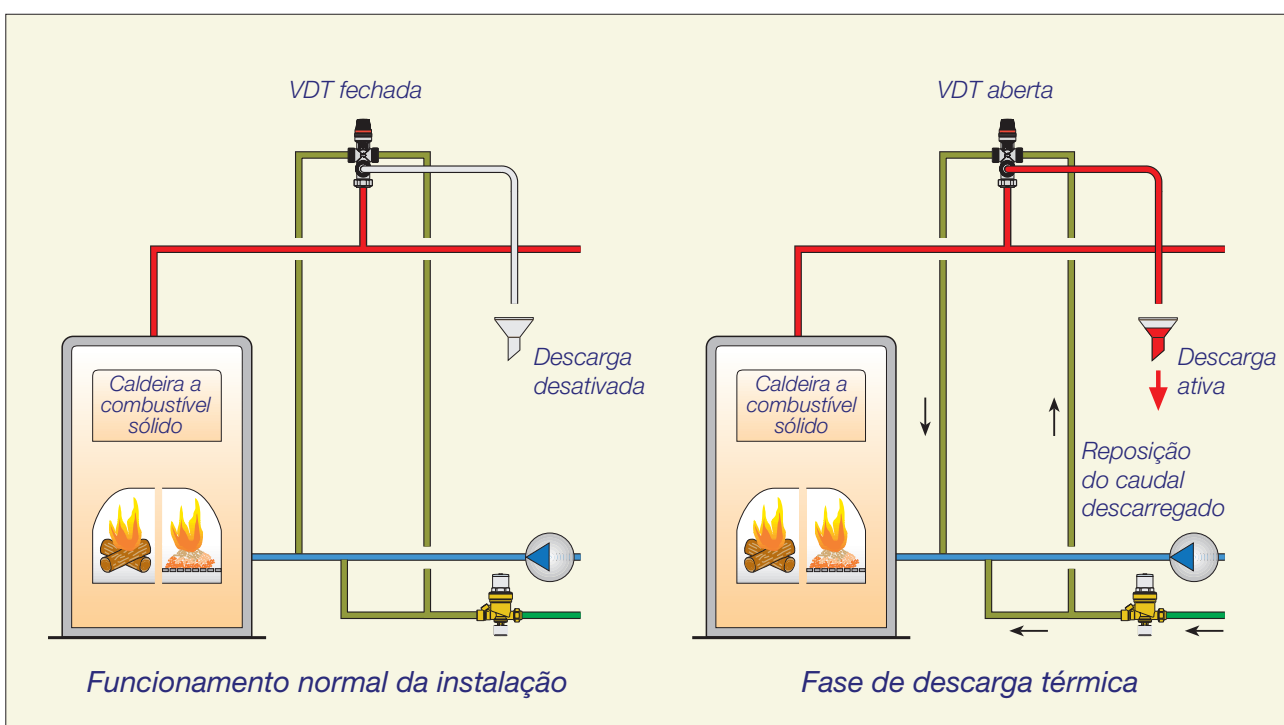
Este dispositivo integra, num único bloco, uma válvula de segurança térmica e uma válvula de reposição automática de fluido, que operam em simultâneo através de um sensor integrado no corpo da válvula.



Quando atinge o valor de descarga, a válvula inicia a descarga para eliminar o calor em excesso e, simultaneamente, a reposição de fluido para reintegrar o caudal descarregado da instalação. Quando a temperatura desce para um valor inferior ao de intervenção, fecham-se simultaneamente a descarga e o enchimento.



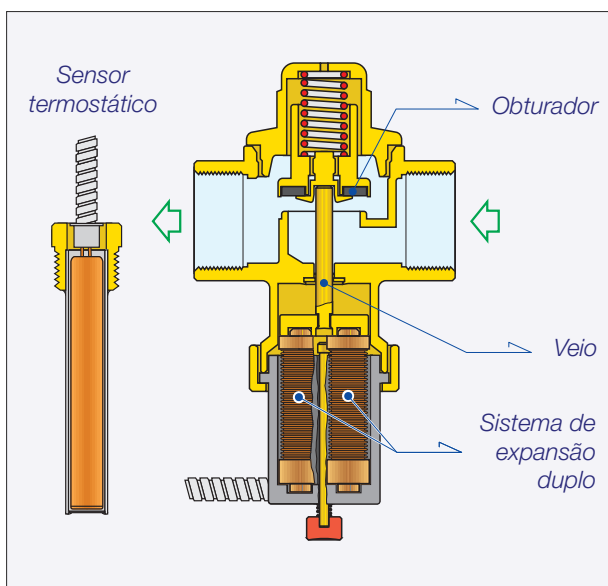
No corpo da válvula, encontra-se evidenciada a seta que indica a chegada da tubagem da rede de água fria, na entrada. A válvula possui também um manípulo para descarga manual.



VDST DE DUPLA SEGURANÇA

Servem para limitar a temperatura da água nas instalações com caldeira a combustível sólido, e com termoacumuladores incorporados, ou com dissipadores ou permutadores térmicos de segurança.

Estas VDST possuem sensores à distância que fazem abrir as válvulas com temperaturas superiores às de regulação, fazendo passar água fria de rede através dos permutadores.

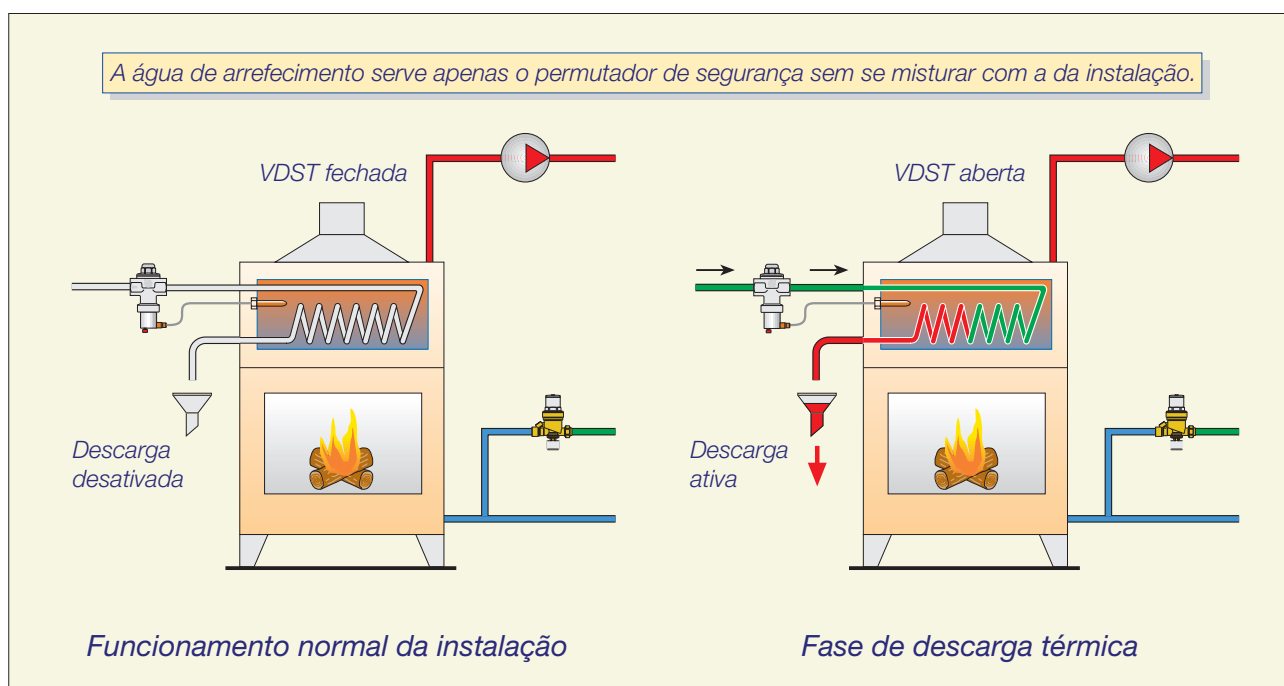


A utilização das VDST, no âmbito dos respetivos campos de aplicação, está prevista pela UNI 10412-2 e EN 12828, e pela normativa INAIL (ex ISPESL).

O elemento sensível destas válvulas exerce a sua ação, aproveitando as variações de volume do líquido contido.

Para maior segurança da descarga, o sistema de expansão do fluido é duplo. Deste modo, as válvulas podem intervir mesmo no caso de avaria de um dos dois elementos sensíveis.

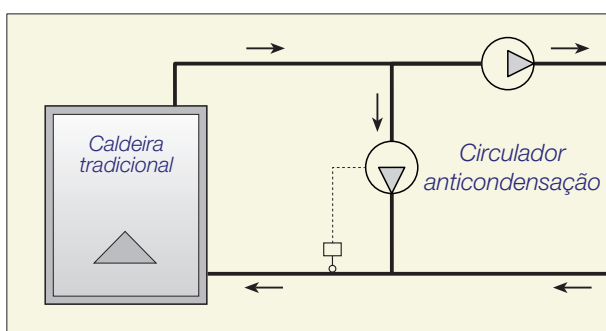
Abaixo da temperatura de regulação, as válvulas voltam a fechar.



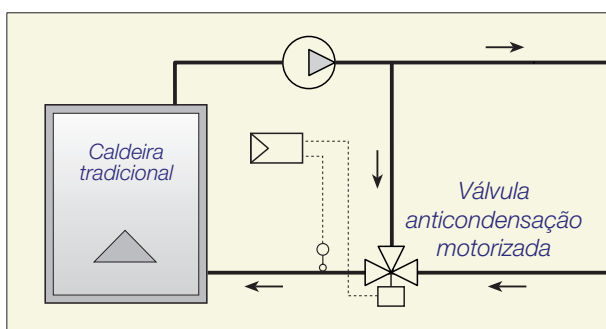
VÁLVULAS ANTICONDENSAÇÃO

Como já abordado, para evitar a formação de condensação e os perigos inerentes (ver pág. 17), nas instalações com caldeiras tradicionais, evita-se que a água regresse à caldeira demasiado fria, através de dois métodos.

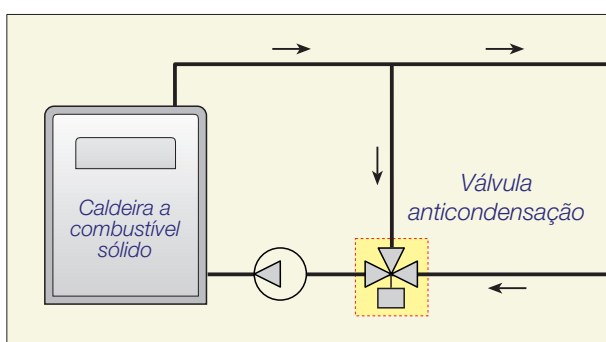
O primeiro consiste em dotar a instalação de um by-pass entre a ida e o retorno, com um circulador ativado por um termostato quando a temperatura de retorno for demasiado baixa (por exemplo: abaixo dos 60°C).



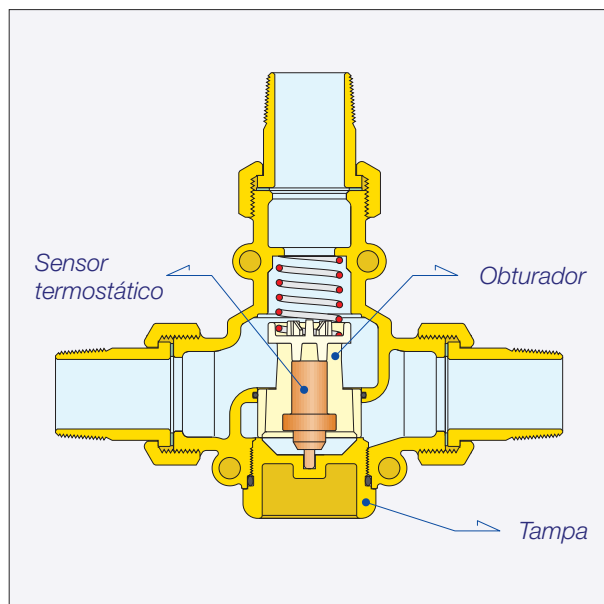
O segundo método consiste em modular os fluxos de água, através do by-pass referido em cima, com uma válvula misturadora e uma sonda de mínima.



Com as caldeiras a combustível sólido é preferível, por sua vez, recorrer ao uso de **válvulas automáticas e pré-reguladas**, já que estas válvulas (1) **são mais simples e práticas de utilizar**, (2) **requerem menor espaço**, (3) **não necessitam de ligações elétricas**, (4) e **não são desreguláveis**.



Estas válvulas são de tipo de 3 vias com um sensor termostático completamente imerso no fluido. Este elemento regula os fluxos de mistura através da válvula, de modo a poder assegurar **temperaturas da água de retorno à caldeira não inferiores ao valor de pré-regulação da própria válvula**.



Os valores de pré-regulação das válvulas são geralmente variáveis (por exemplo: 45, 55, 60, 70°C), **de forma a poder assegurar as temperaturas de retorno exigidas pelo fabricante**. Estas temperaturas dependem quer da geometria das caldeiras, quer do tipo de materiais utilizados.



Na página seguinte estão representadas e descritas as 3 fases principais de funcionamento destas válvulas.

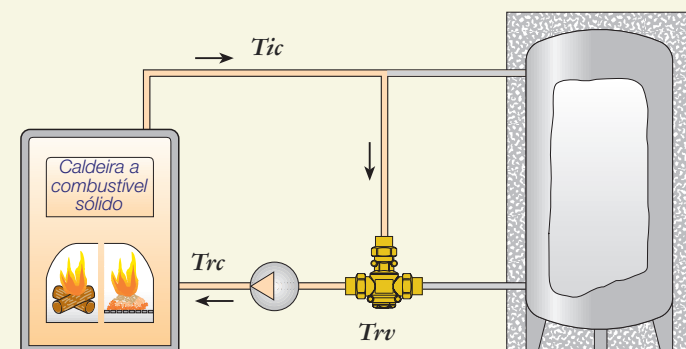
Fases de funcionamento da válvula termostática anticondensação

Tic = Temperatura de ida caldeira

Tri = Temperatura de retorno instalação

Trc = Temperatura de retorno caldeira

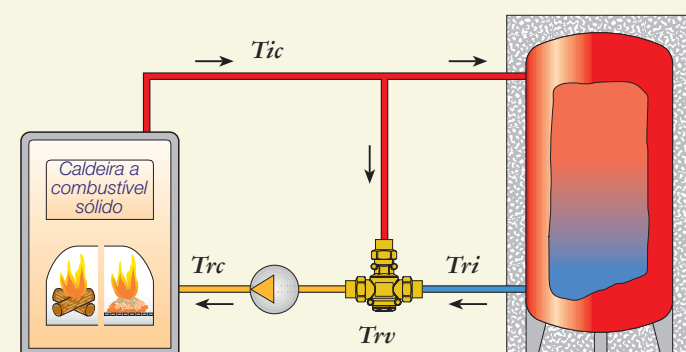
Trv = Temperatura de regulação da válvula



Fase de fecho via instalação

É a fase que corresponde ao arranque da caldeira. Até que a temperatura de ida (*Tic*) não supere a temperatura de regulação da válvula (*Trv*), permanece aberta apenas a via de by-pass. Portanto, a temperatura de retorno à caldeira (*Trc*) é igual à temperatura de ida (*Tic*).

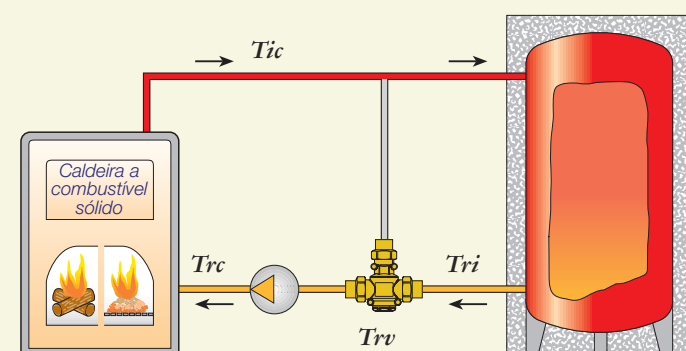
Temperatura instalação: $Tic < Trv$
 $Trc = Tic$



Fase de mistura

Quando a temperatura de ida (*Tic*) supera a temperatura de regulação da válvula (*Trv*), abre também a via de retorno da instalação. Deste modo, a temperatura mínima de retorno à caldeira (*Trc*), isto é, a de regulação da válvula, é obtida misturando a água do by-pass e a de retorno da instalação.

Temperatura instalação: $Tic > Trv$
 $Trc = Trv$



Fase de fecho via by-pass

Quando, por fim, a temperatura de retorno da instalação (*Tri*) supera a temperatura de regulação da válvula (*Trv*), a via de by-pass é fechada. Portanto, a temperatura de retorno à caldeira (*Trc*) é igual à temperatura de retorno da instalação (*Tri*).

Temperatura instalação: $Tri > Trv$
 $Trc = Tri$

GRUPO DE RECÍRCULO ANTICONDENSAÇÃO

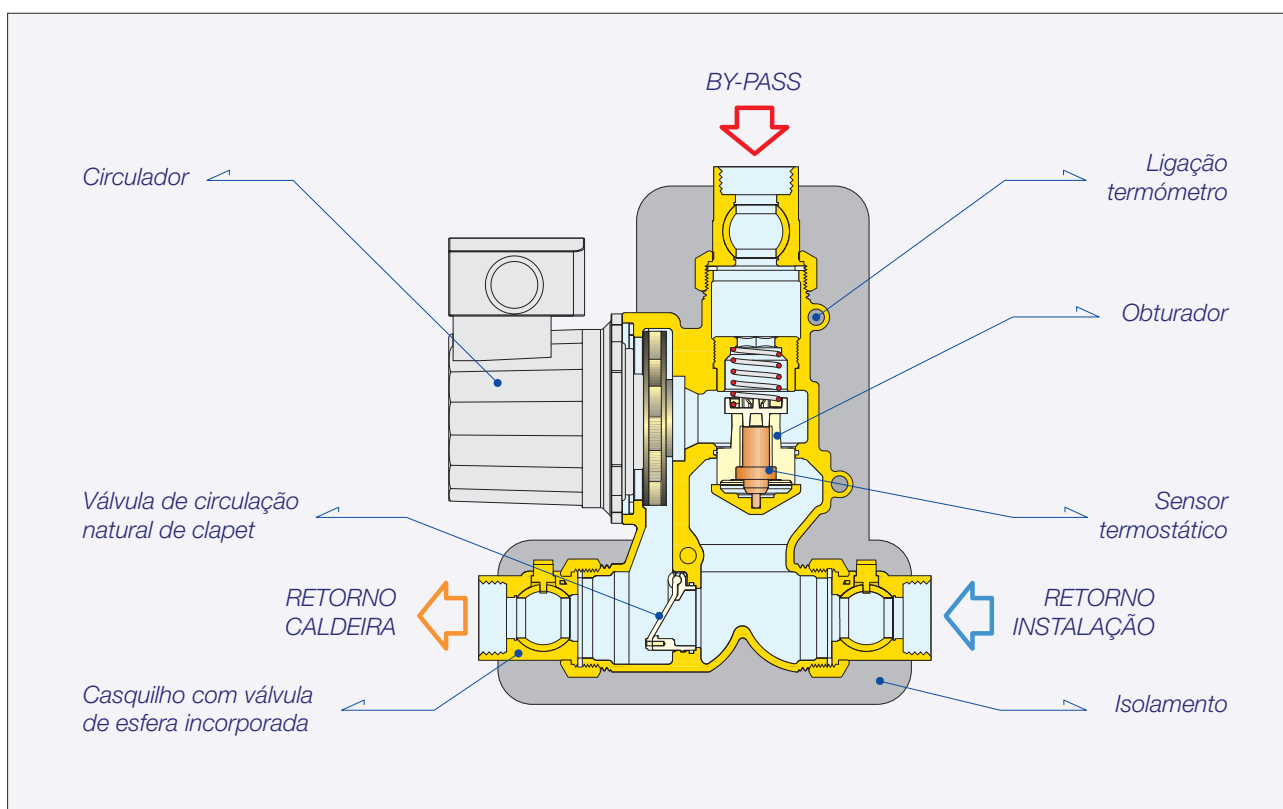
É um grupo essencialmente constituído por um bloco único em latão, no qual estão montados: um circulador, uma válvula anticondensação, uma válvula de circulação natural de clapet e três válvulas de intercepção de esfera.



Esta função é muito importante, já que **assegura sempre uma circulação mínima do fluido, permitindo portanto arrefecer a caldeira de modo contínuo.**

Outras vantagens do grupo de recírculo anticondensação são a simplicidade e a facilidade quer de montagem, quer de manutenção. Para além disso, a sua compactidade permite minimizar o espaço que ocupa na instalação, o que é muito útil sobretudo nas pequenas instalações domésticas. Na página seguinte estão representadas e descritas as 4 fases principais de funcionamento destes grupos de recírculo anticondensação.

A válvula de circulação natural de clapet tem a função de tornar possível **a circulação natural do fluido, mesmo se o circulador parar, por exemplo, devido à falta de energia elétrica.**



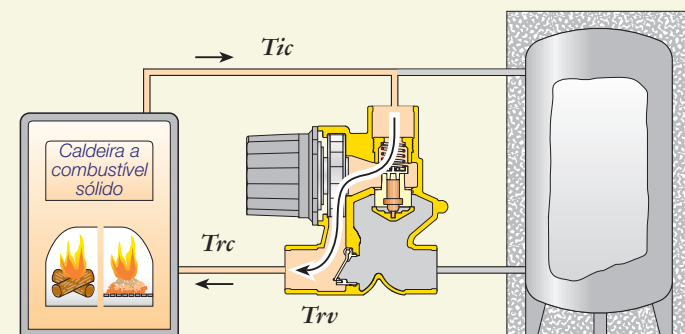
Fases de funcionamento do grupo de recirculo anticondensação

Tic = Temperatura de ida caldeira

Tri = Temperatura de retorno instalação

Trc = Temperatura de retorno caldeira

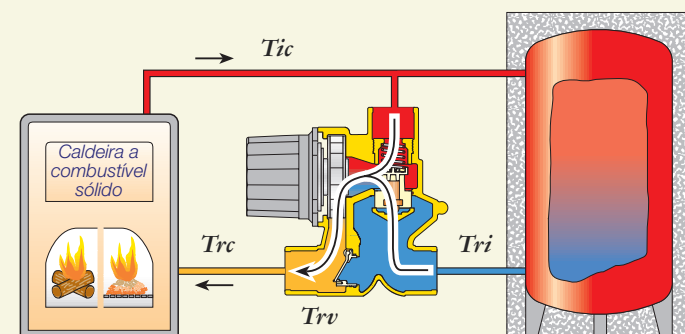
Trv = Temperatura de regulação da válvula



Fase de fecho via instalação

É a fase que corresponde ao arranque da caldeira. Até que a temperatura de ida (*Tic*) não supere a temperatura de regulação da válvula (*Trv*), permanece aberta apenas a via de by-pass. Portanto, a temperatura de retorno à caldeira (*Trc*) é igual à temperatura de ida (*Tic*).

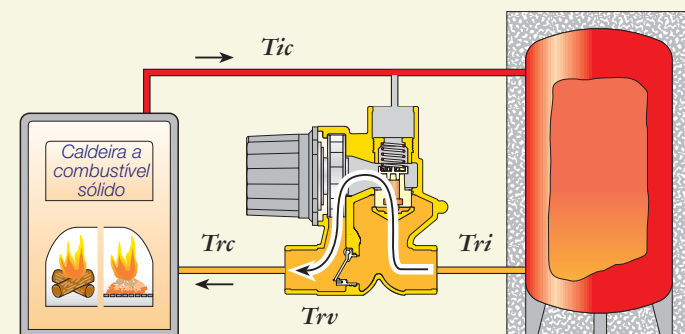
Temperatura instalação: $Tic < Trv$
 $Trc = Tic$



Fase de mistura

Quando a temperatura de ida (*Tic*) supera a temperatura de regulação da válvula (*Trv*), abre também a via de retorno da instalação. Deste modo, a temperatura mínima de retorno à caldeira (*Trc*), isto é, a de regulação da válvula, é obtida misturando a água do by-pass e a de retorno da instalação.

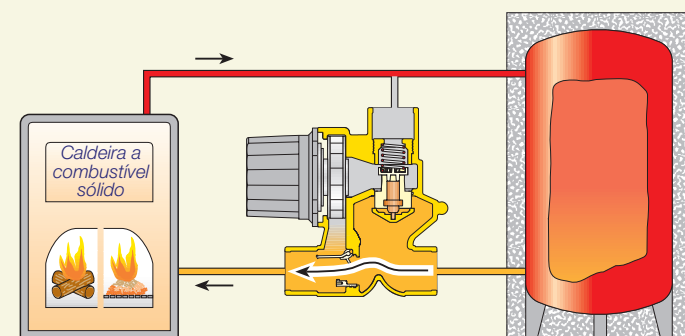
Temperatura instalação: $Tic > Trv$
 $Trc = Trv$



Fase de fecho via by-pass

Quando, por fim, a temperatura de retorno da instalação (*Tri*) supera a temperatura de regulação da válvula (*Trv*), a via de by-pass é fechada. Portanto, a temperatura de retorno à caldeira (*Trc*) é igual à temperatura de retorno da instalação (*Tri*).

Temperatura instalação: $Tri > Trv$
 $Trc = Tri$



Fase de circulação natural

Em caso de bloqueio do circulador, a válvula de circulação natural de clapet integrada no grupo (normalmente mantida fechada pela pressão do circulador) permite uma circulação natural do fluido entre a caldeira e a instalação. Esta circulação evita o bloqueio total da instalação, e pode evitar também temperaturas demasiado elevadas na caldeira.

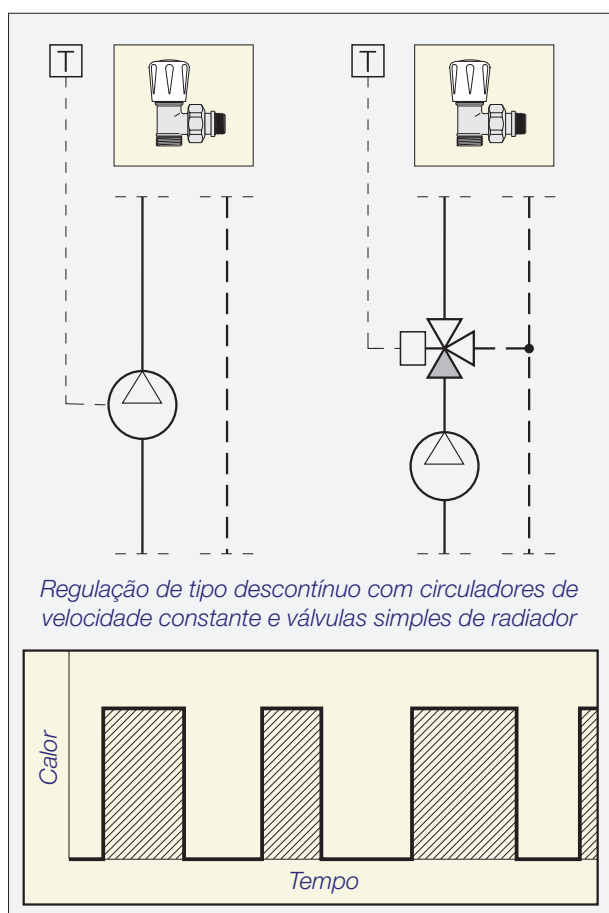
REGULAÇÃO DO FLUIDO

Nas instalações a combustível sólido, é muito importante escolher de modo coerente o tipo de regulação do fluido aquecedor. Deste modo, analisaremos de seguida as regulações normalmente utilizadas, bem como as respetivas vantagens e desvantagens.

Regulações de tipo descontínuo

Estas regulações (chamadas também ON-OFF) são baseadas na utilização de **termóstatos de duas posições** que, com base na sua temperatura de regulação e na de ambiente, **ativam ou desativam o envio de fluido aos radiadores** (ver esquemas em baixo).

Os períodos de ativação ou desativação podem durar entre poucos minutos e várias horas. A sua duração depende essencialmente das temperaturas externas, da inércia térmica (quer das estruturas de isolamento, quer da instalação), e dos diferenciais de intervenção dos termóstatos.



Estas regulações são pouco dispendiosas e fáceis de gerir. Por outro lado, podem criar problemas nas instalações que funcionem a combustível sólido. O motivo prende-se com o facto de, nas caldeiras a lenha, não ser possível um bloqueio imediato do calor

(ao contrário do que acontece com as caldeiras a gás e a gasóleo), dado que é impossível apagar subitamente as brasas. Por isso, o calor continua a ser cedido às caldeiras, mesmo depois dos radiadores já não dispersarem calor no ambiente. Tal **pode conduzir a temperatura da água a valores capazes de acionar a intervenção dos dispositivos de rearme manual, de alarme, de segurança e de descarga térmica.**

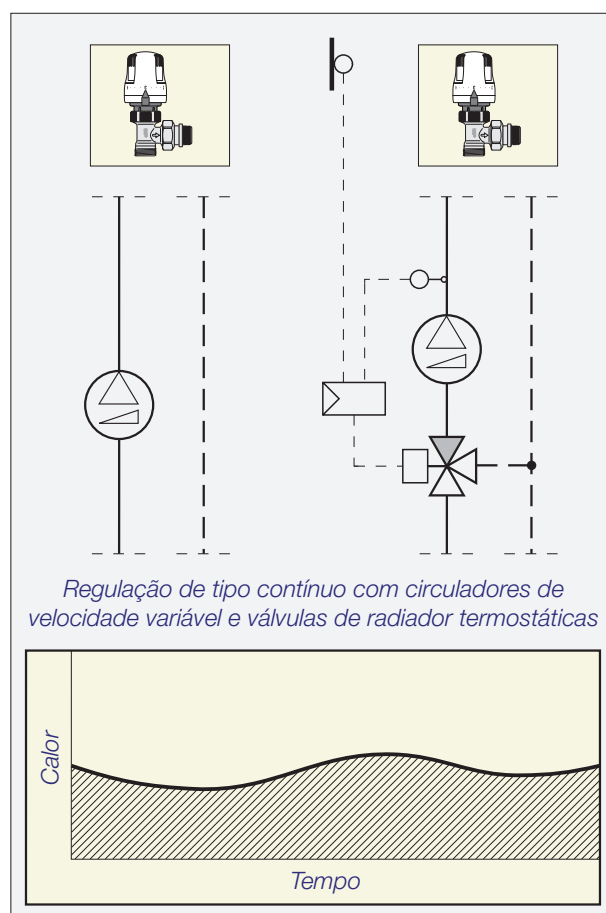
Regulações de tipo contínuo

Podem ser de tipo climático, termostático ou misto (isto é, climático e termostático).

Estas regulações, ao contrário das ON-OFF, **apenas cedem o calor necessário para manter os espaços à temperatura programada.**

São, por isso, regulações que permitem distribuir **calor em continuidade, ou melhor, sem intervalos de discontinuidade**, e com base essencialmente nos valores das temperaturas externas.

Deste modo, são regulações que não favorecem sobreaquecimentos da água na caldeira.



As regulações de tipo contínuo, também pelo conforto e (se dotadas de válvulas termostáticas) pelo equilíbrio térmico que podem oferecer são, portanto, as mais adequadas para garantir um bom funcionamento das instalações com caldeiras a combustível sólido.

HIDROACUMULADORES DE CALOR

Nas fases de forte desaceleração da combustão, as caldeiras a combustível sólido baixam consideravelmente o seu rendimento, e produzem muito fumo denso e poluente. Para prevenir esta situação são possíveis, pelo menos teoricamente, duas soluções.

A primeira (por vezes aconselhada) é a de carregar as caldeiras apenas com a quantidade de lenha correspondente às efetivas exigências térmicas da instalação. Contudo, na prática, não é uma solução gerível.

A segunda consiste, por sua vez, em **dotar as instalações de hidroacumuladores, de forma a ser possível armazenar o calor produzido em excesso pela caldeira, e a poder utilizá-lo depois.**

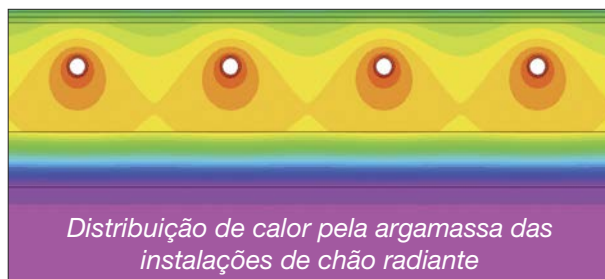
A este respeito deve ser também considerado que, para a validade das suas garantias, alguns fabricantes de caldeiras a lenha requerem expressamente que as instalações possuam hidroacumuladores com volumes mínimos correspondentes ao tipo e potência das próprias caldeiras.

Geralmente, para o seu dimensionamento, são propostos os seguintes valores:

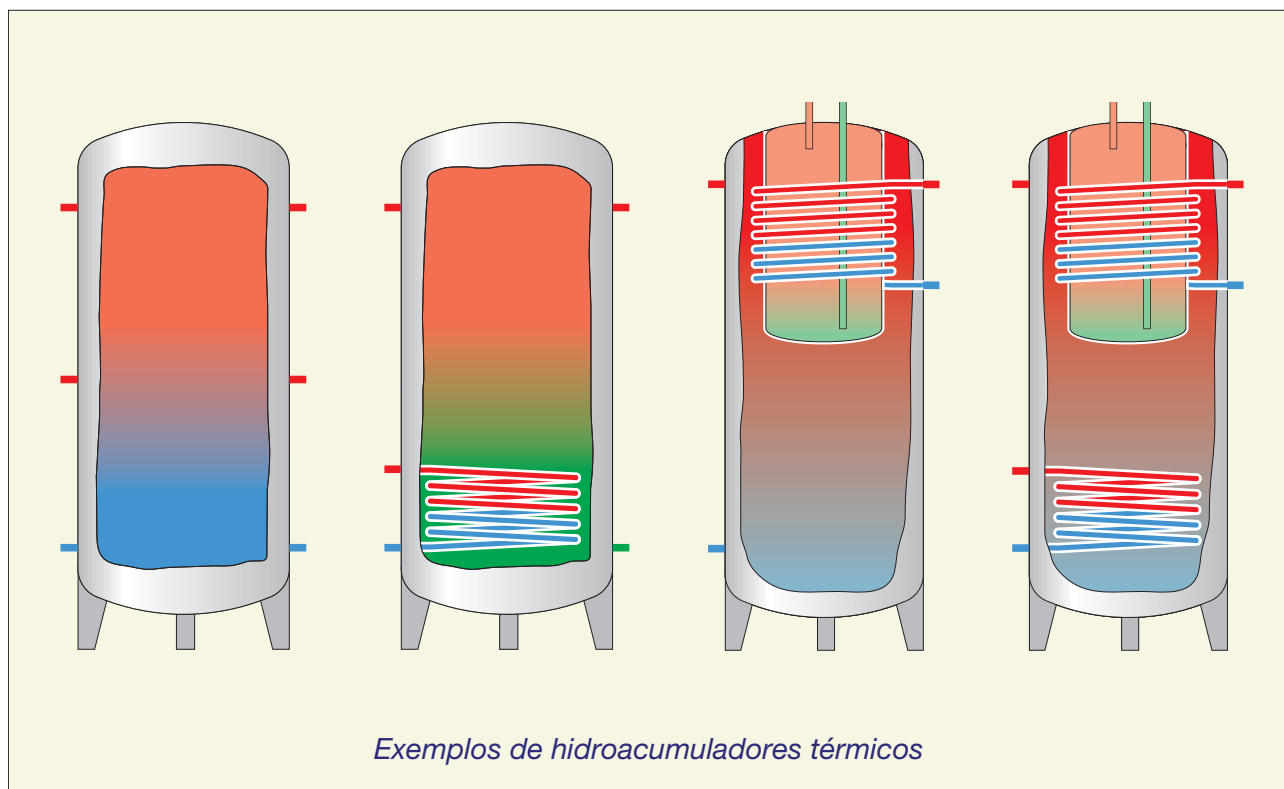
- **para caldeiras a cepos ou toros**
50÷70 l por cada kW de potência nominal
- **para caldeiras a pellets**
25÷30 l por cada kW de potência nominal

Os hidroacumuladores podem servir também para a produção direta de água quente sanitária (AQS), e para ligações que integrem várias fontes de calor (caldeiras a gás, painéis solares, geotérmico).

Na verdade, **os valores propostos pelos fabricantes para o dimensionamento dos hidroacumuladores são geralmente bastante elevados**, porque não têm em consideração a inércia térmica da instalação e das estruturas de isolamento, ou seja, os elementos que podem armazenar uma grande quantidade de calor, e exercer, assim, uma ação eficaz de volante térmico. Por exemplo, o calor que se pode armazenar na argamassa das instalações de chão radiante pode ser muito elevado, assim como o calor armazenável nas instalações com antigos emissores de temperatura (geralmente sobredimensionadas e realizadas com elementos que contêm muita água).



Nestes casos, relativamente aos valores acima referidos, **os hidroacumuladores podem ter volumes reduzidos de 50-60%. Além disso, também podem não ser indispensáveis, especialmente se as caldeiras não forem sobredimensionadas.**



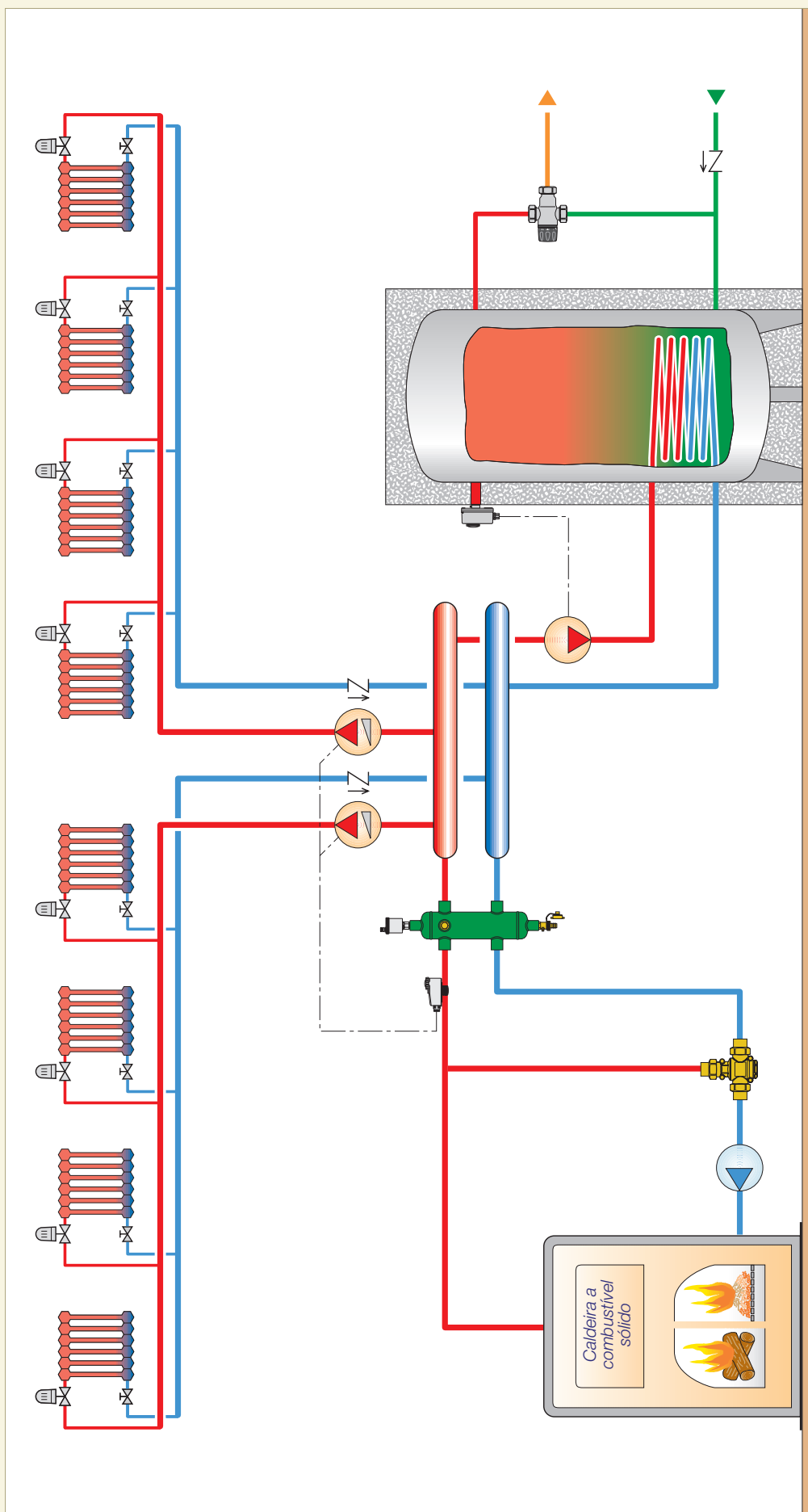
Esquema de funcionamento de uma instalação tradicional existente adaptada para funcionar com caldeira a lenha

A instalação é essencialmente constituída por:

- uma caldeira a lenha,
- um separador hidráulico,
- coletores de central,
- um termoacumulador para produção de AQS.

Dos coletores derivam três circuitos: dois para o aquecimento e um para a produção de AQS. Entre a caldeira e os coletores é colocado um separador hidráulico. O circuito da caldeira possui também uma válvula anticondensação.

Para poder distribuir de modo contínuo o calor, os radiadores possuem válvulas termostáticas, e são alimentados por circuladores de velocidade variável. Se a temperatura da água na caldeira for demasiado baixa, um termostato bloqueia os circuladores que servem os radiadores.



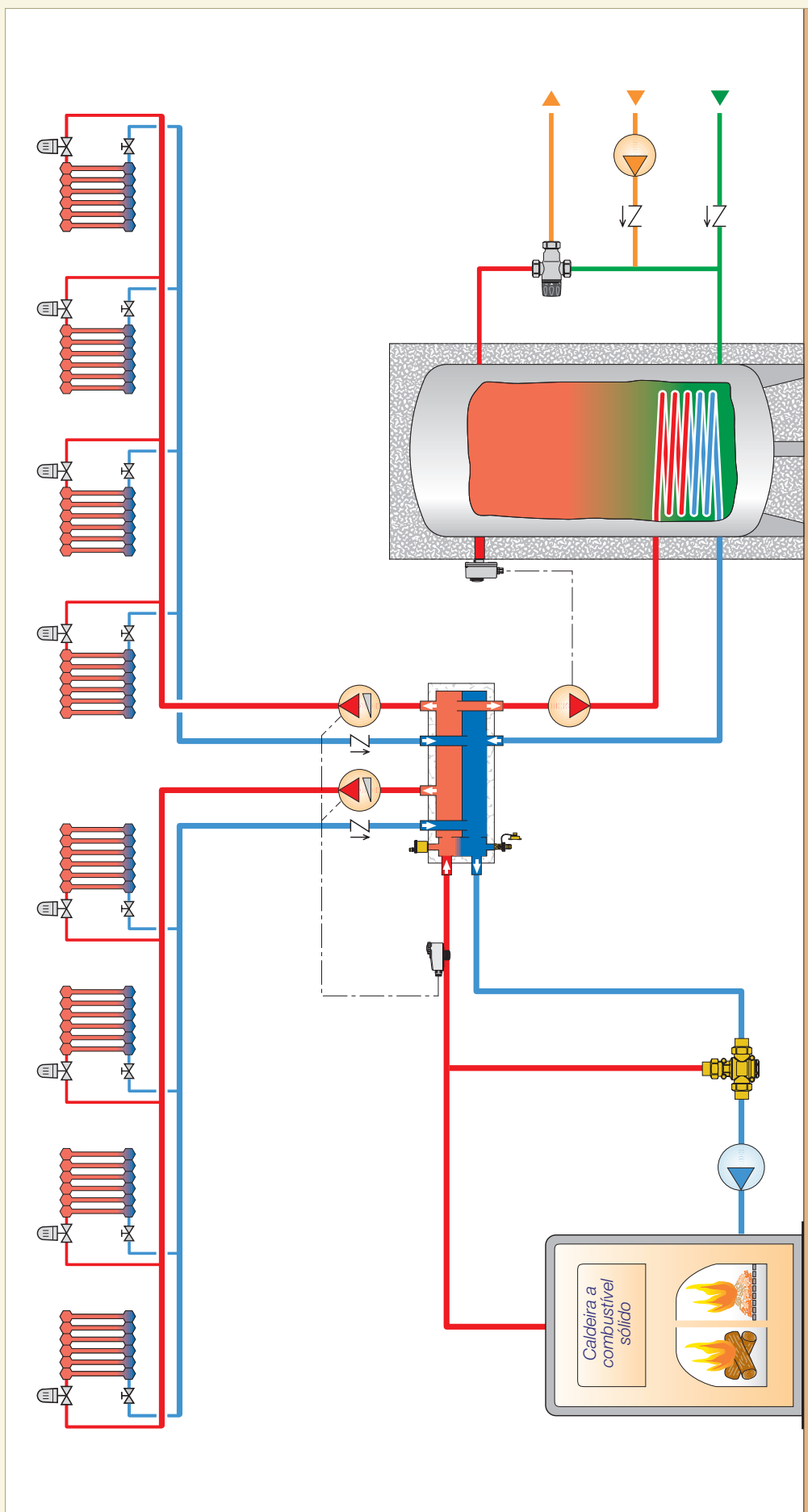
Esquema de funcionamento de uma instalação com caldeira a lenha e radiadores

A instalação é essencialmente constituída por:

- uma caldeira a lenha,
- um SEPCOLL,
- três circuitos derivados,
- um termoacumulador para a produção de AQS.

Do SEPCOLL - isto é, do conjunto constituído por um separador hidráulico e coletores - derivam três circuitos: dois servem o aquecimento e o outro a produção de AQS. O circuito da caldeira possui também uma válvula anticondensação.

Para poder distribuir de modo contínuo o calor, os radiadores possuem válvulas termostáticas, e são alimentados por circuladores de velocidade variável. Se a temperatura da água na caldeira for demasiado baixa, um termostato bloqueia os circuladores que servem os radiadores.



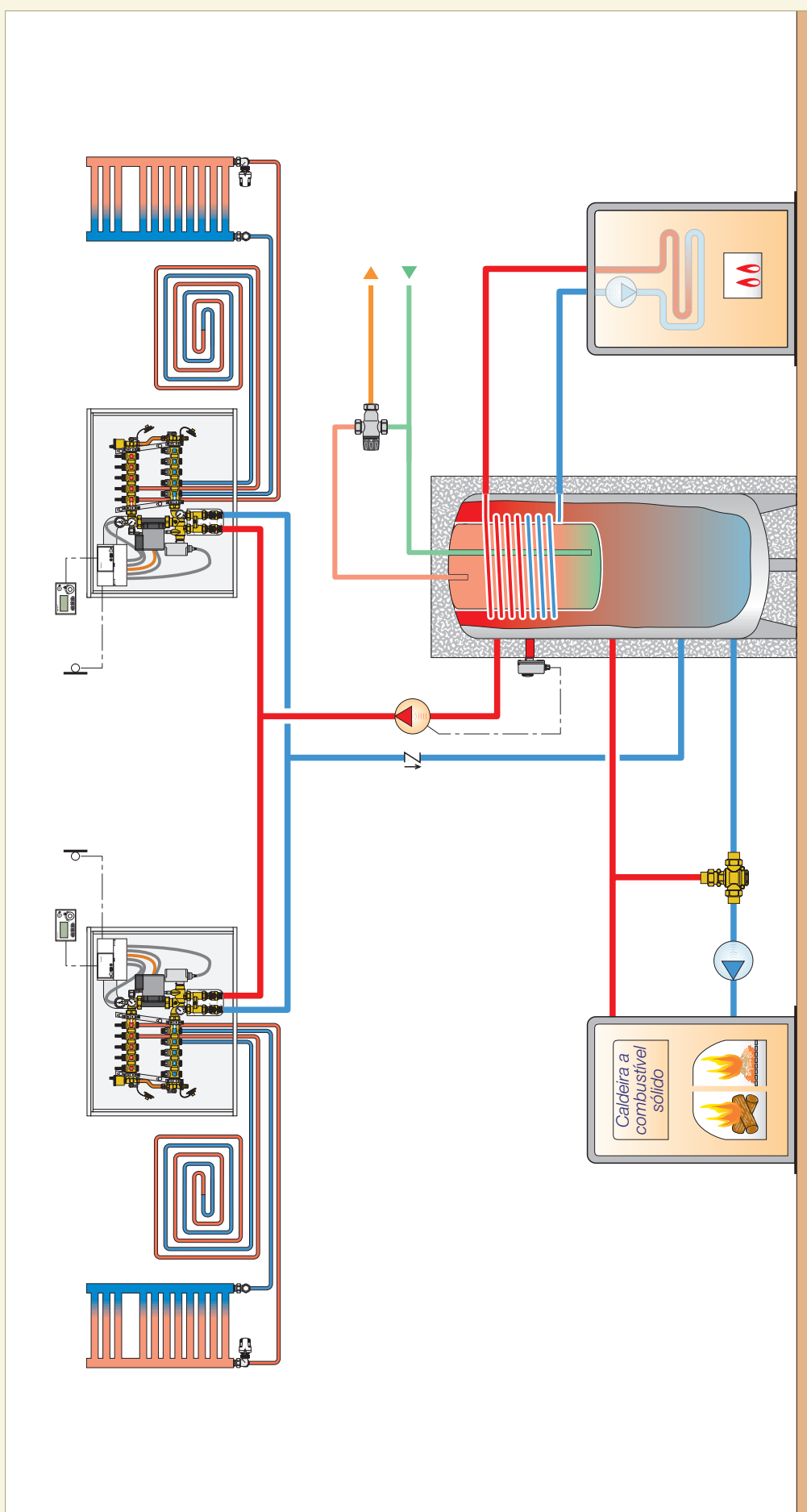
Esquema de funcionamento de uma instalação com caldeira a lenha, caldeira a gás e um hidroacumulador

A instalação é essencialmente constituída por:

- duas caldeiras: uma a lenha e uma a gás,
- um hidroacumulador tank in tank,
- dois circuitos com regulação climática em caixa,
- um termoacumulador para produção de AQS.

O calor produzido pela caldeira a lenha (protegida com válvula anticorrosão) ou pela caldeira a gás aquece o hidroacumulador. A caldeira a gás, que não necessita de uma inércia elevada, aquece apenas a parte superior da acumulação.

Quando, na parte superior do hidroacumulador, é alcançada a temperatura considerada adequada, um termostato ativa o circulador, que distribui o fluido aquecedor às duas caixas com regulação climática.



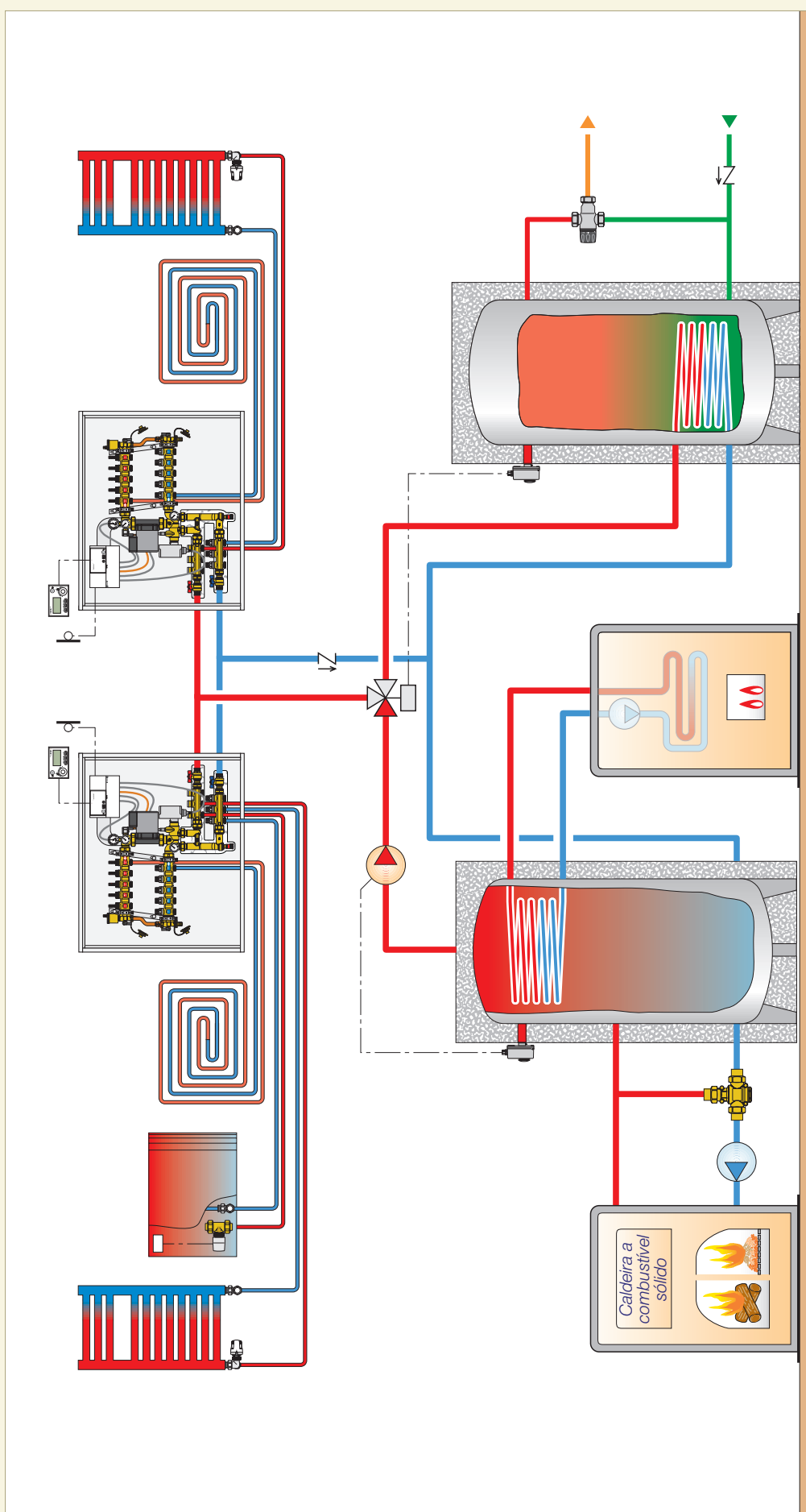
Esquema de funcionamento de uma instalação com caldeira a lenha, caldeira a gás e dois hidroacumuladores

A instalação é essencialmente constituída por:

- duas caldeiras: uma a lenha e uma a gás,
- um hidroacumulador para o aquecimento,
- dois circuitos com regulação climática em caixa,
- um termoacumulador para produção de AQS.

O calor produzido pela caldeira a lenha (protegida com válvula anticorrosão) ou pela caldeira a gás aquece o hidroacumulador. A caldeira a gás, que não necessita de uma inércia elevada, aquece apenas a parte superior da acumulação.

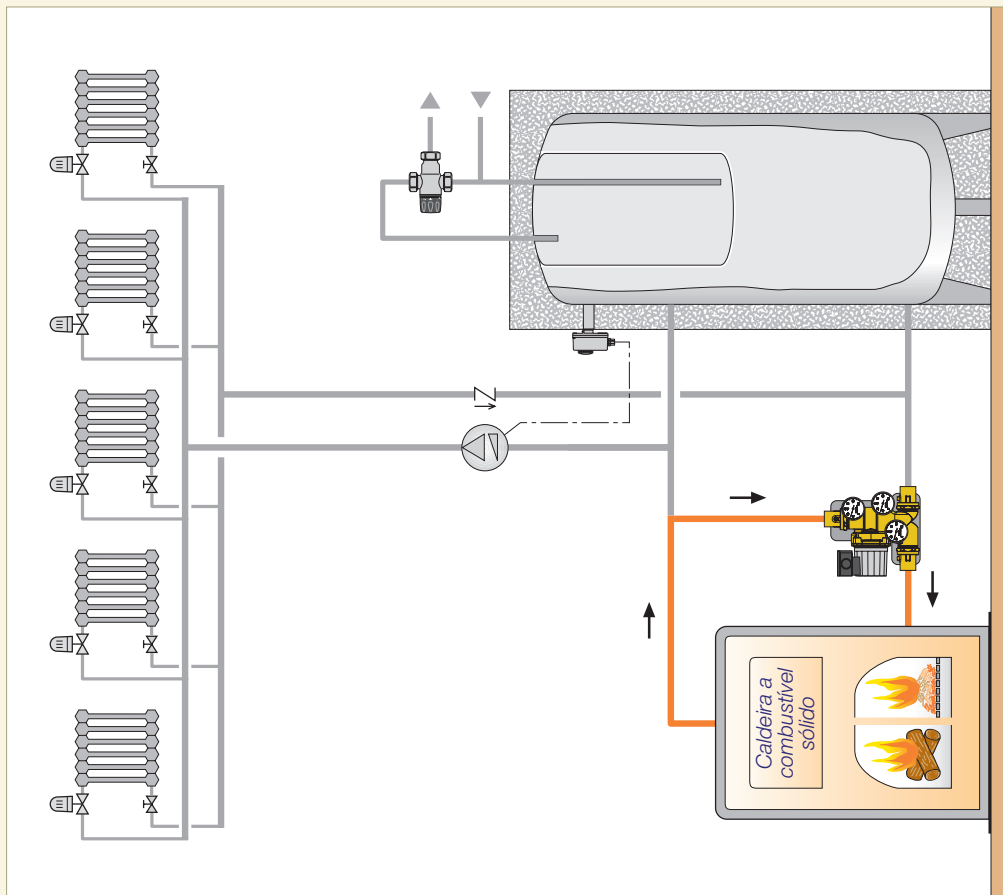
Quando, na parte superior do hidroacumulador, é alcançada a temperatura considerada adequada, é ativada a produção de AQS ou a distribuição do aquecimento. A produção de AQS tem prioridade sobre o aquecimento.



Esquema de funcionamento de instalação em anel com caldeira a lenha, hidroacumulador e grupo de recirculo anticondensação

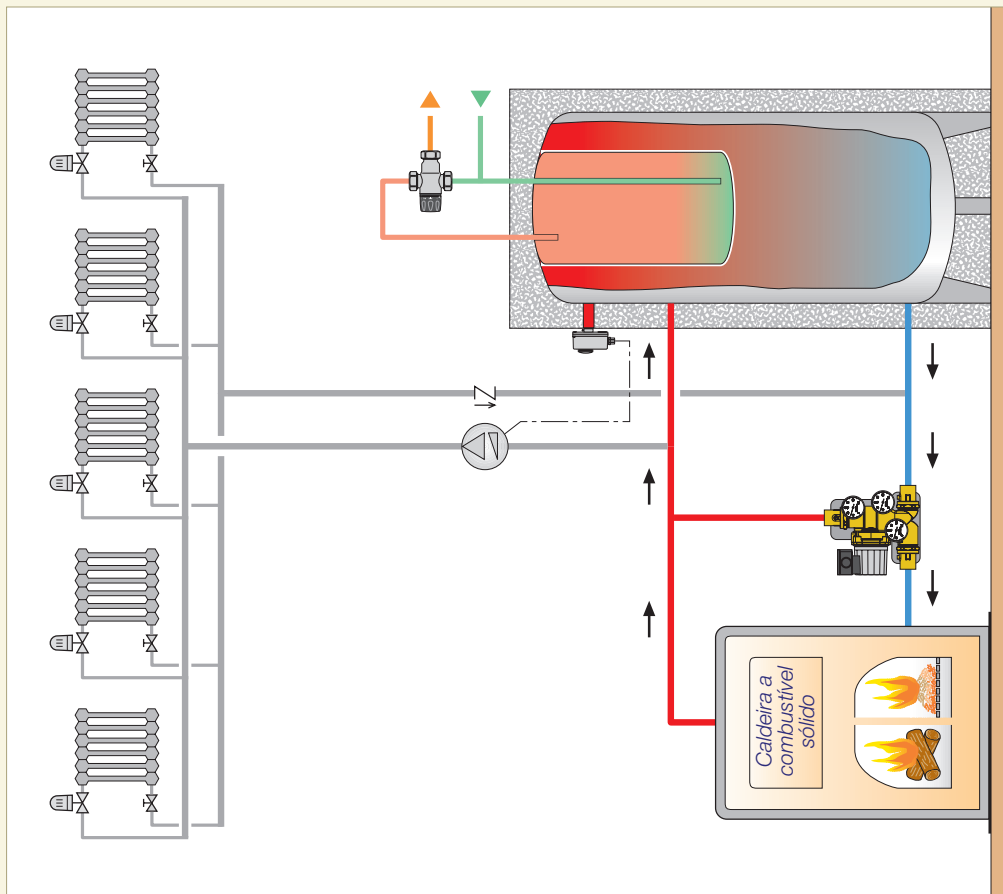
Fase 1: Arranque da instalação

Na fase de arranque da instalação, o grupo de recirculo anticondensação desvia todo o caudal para o ramal de by-pass, de forma a aumentar rapidamente a temperatura de retorno à caldeira.



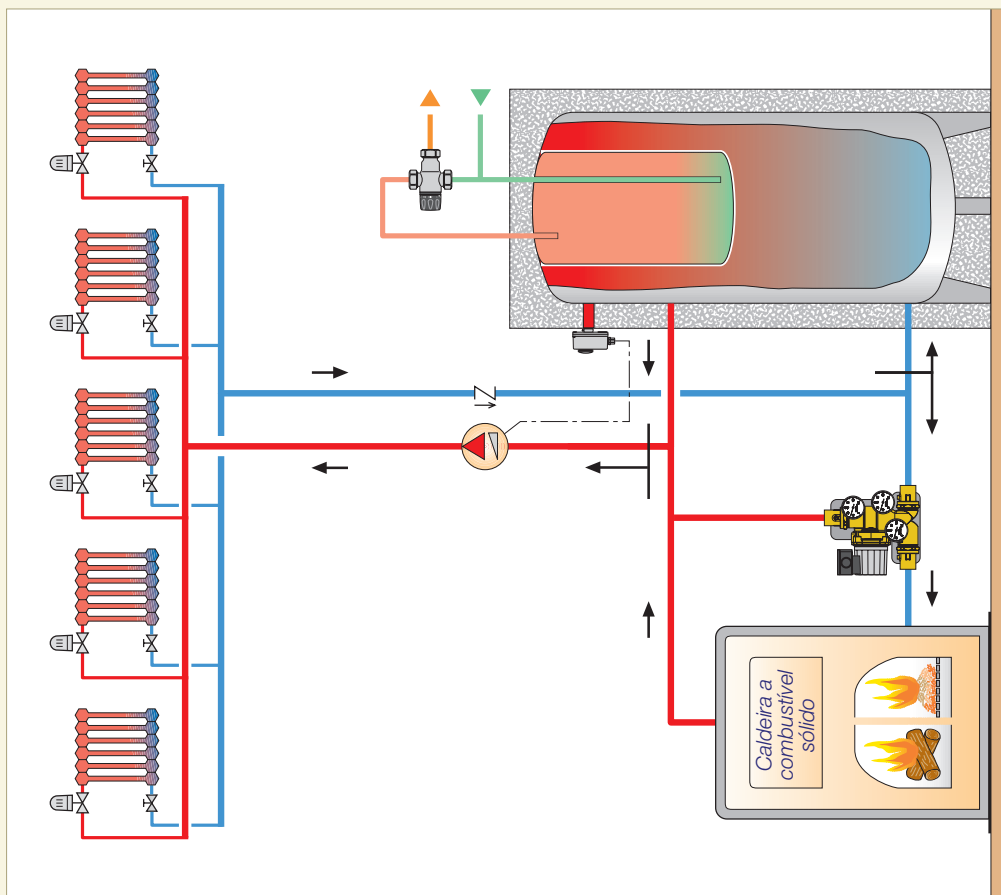
Fase 2: Carga térmica do hidroacumulador

Alcançada uma temperatura de retorno suficiente, parte do fluido quente circula no hidroacumulador. A distribuição do calor pelos radiadores é desativada até que não seja atingida uma determinada temperatura do fluido no acumulador.



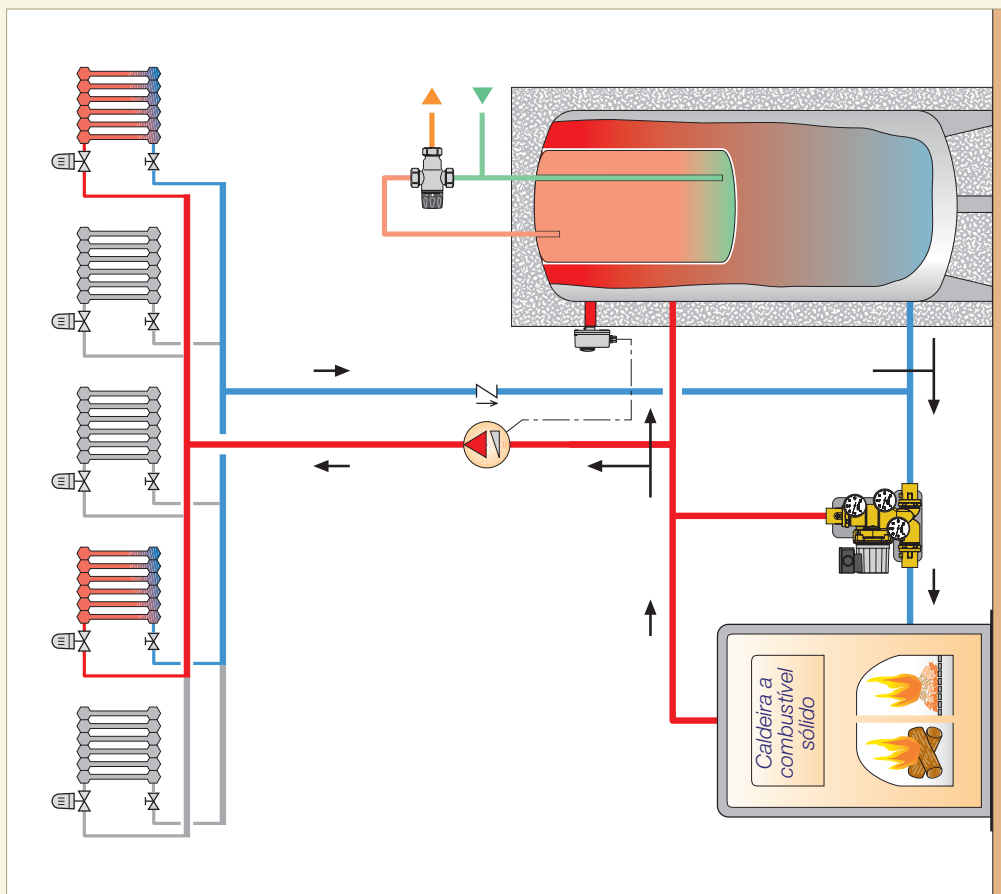
Fase 3: Funcionamento em carga máxima

Alcançada uma temperatura suficiente no hidroacumulador, é ativado o circulador da instalação. Nesta fase, todas as válvulas termostáticas estão abertas e, para servir os radiadores, o fluido deriva quer do circuito da caldeira, quer da acumulação.



Fase 4: Funcionamento em carga reduzida

Com o fecho das válvulas termostáticas, o caudal do circuito de aquecimento, servido por um circulador de velocidade variável, diminui. Neste caso, parte do fluido pode voltar a encher o acumulador.



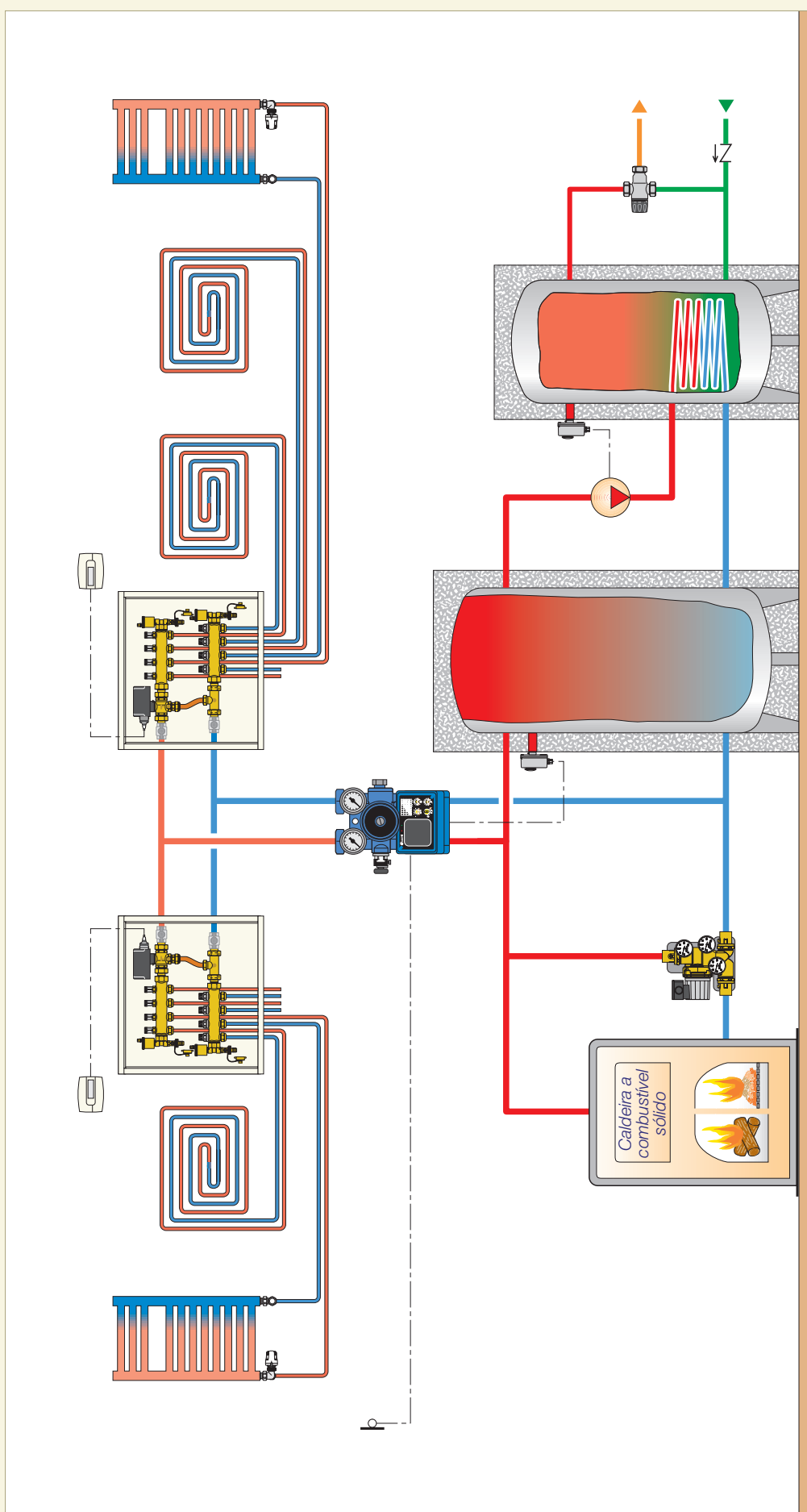
Esquema de funcionamento de instalação com caldeira a lenha e dois hidroacumuladores

A instalação é essencialmente constituída por:

- uma caldeira a lenha,
- um hidroacumulador para o aquecimento,
- um circuito com regulação climática de duas zonas,
- um termoacumulador para a produção de AQS.

O calor produzido pela caldeira a lenha (protegida com um grupo de circulação anticongelamento) conduz à temperatura o hidroacumulador, do qual deriva o circuito de aquecimento e de produção de AQS.

Quando, na parte superior do hidroacumulador, é alcançada a temperatura considerada adequada, pode ser ativada a produção de AQS ou a distribuição do aquecimento.



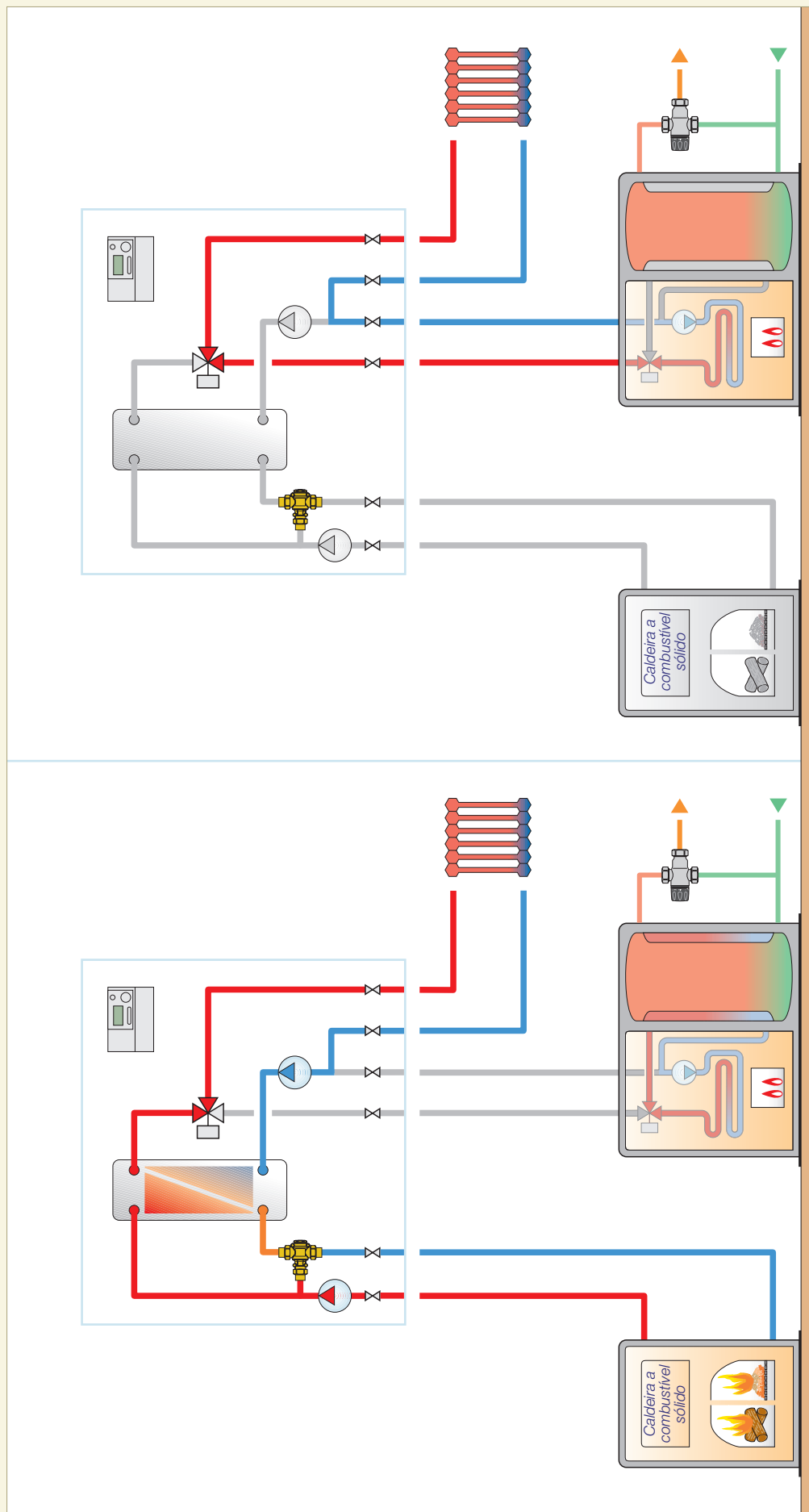
Esquema de funcionamento de instalação com caldeira a lenha, caldeira a gás e um hidroacumulador

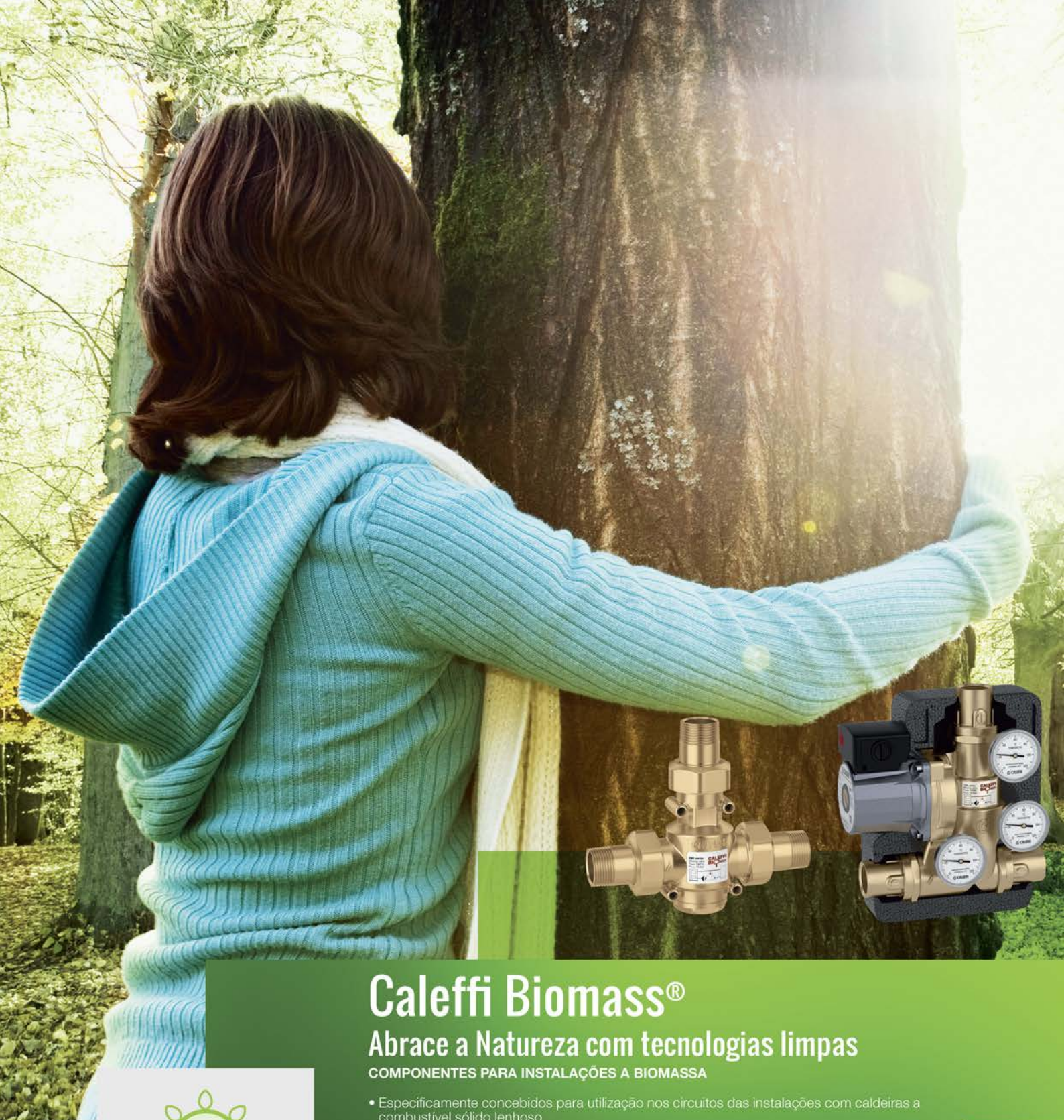
A instalação é essencialmente constituída por:

- uma caldeira a lenha,
- uma caldeira a gás com produção de AQS,
- um grupo de ligação e de gestão de energia (ver pág. 41),
- um circuito derivado para aquecimento.

Modo de funcionamento 1: Quando a caldeira a lenha está a funcionar, o grupo de ligação, para além de efetuar a proteção anticorrosão, transfere o calor produzido à instalação, através do permutador de placas. A produção de AQS ocorre através da caldeira a gás.

Modo de funcionamento 2: Quando a caldeira a lenha está desligada, o grupo de ligação e gestão de energia, atuando sobre uma válvula desviadora de três vias, ativa a caldeira a gás. A produção de AQS ocorre com prioridade sobre o aquecimento.





Caleffi Biomass®

Abrace a Natureza com tecnologias limpas

COMPONENTES PARA INSTALAÇÕES A BIOMASSA

- Especificamente concebidos para utilização nos circuitos das instalações com caldeiras a combustível sólido lenhoso
- Materiais e desempenho adaptados às exigências específicas de eficiência e segurança das caldeiras e das instalações
- Gama completa e versátil para uma montagem imediata na instalação
- Grupos de ligação e gestão de energia: ligação de caldeiras a combustível sólido a outros tipos de caldeira, gestão automática da instalação, sistema anticondensação incorporado, comodidade de instalação graças à predisposição em caixa



Procurar a energia na Natureza para a proteger

www.caleffi.com

CALEFFI
Hydronic Solutions

Válvula anticondensação



Série 280 - Características técnicas

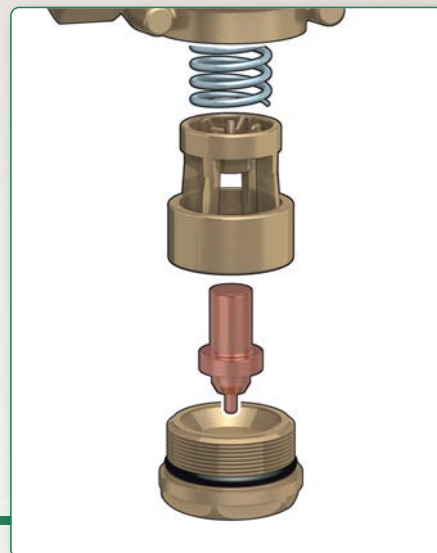
Desempenho

Fluido de utilização:	água, soluções com glicol
Percentagem máx. de glicol:	50%
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Campo temperatura:	5÷100°C
Regulações:	45, 55, 60 e 70°C
Precisão:	±2°C
Temperatura de fecho completo do by-pass:	T regulação +10°C
Ligações:	3/4" - 1" - 1 1/4" M com casquilho

No caso de manutenção ou alteração da regulação, o sensor de regulação pode ser facilmente removido, após interceção prévia da válvula.

A válvula pode ser instalada de ambos os lados da caldeira, em qualquer posição, vertical ou horizontal.

A instalação é recomendada no retorno à caldeira no modo de misturadora; também é permitida na ida da caldeira, no modo de desviadora, em função das necessidades de controlo da instalação.



Grupo de circulação anticondensação



Série 282 - Características técnicas

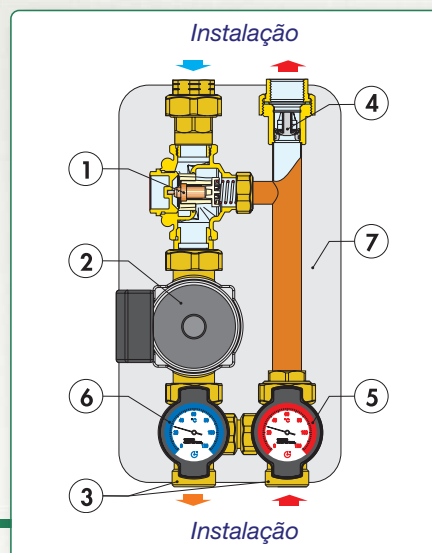
Desempenho

Fluido de utilização:
 Percentagem máx. de glicol:
 Campo temperatura:
 Regulações:
 Pressão máx. de funcionamento:
 Termómetros escala:
 Ligações: - circuito instalação:
 - circuito caldeira:
 - entre-eixo ligações:

água, soluções com glicol
 50%
 5÷100°C
 45, 55, 60 e 70°C
 10 bar
 0÷120°C
 1" F com casquilho
 1" F
 90 - 125 mm

Componentes característicos

1. Válvula anticondensação (ver série 280 na pág. 38)
2. Circulador de três velocidades de alta eficiência modelo ALPHA2 L 25-60 ou UPML 25-95
3. Válvulas de intercepção
4. Válvula de retenção
5. Termómetro de ida
6. Termómetro de retorno
7. Isolamento



Grupo de recirculo anticondensação e distribuição



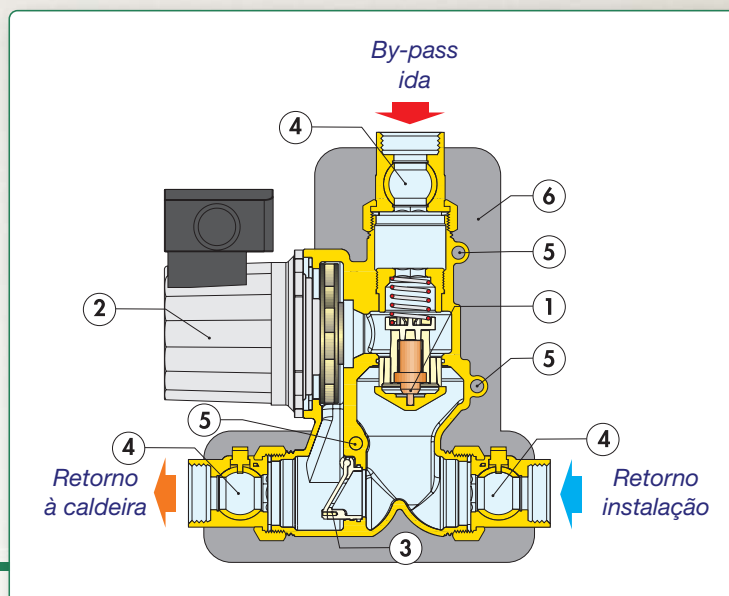
Série 281 - Características técnicas

Desempenho

Fluido de utilização:	água, soluções com glicol
Percentagem máx. de glicol:	50%
Campo temperatura:	5÷100°C
Regulações:	45, 55, 60 e 70°C
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Caudal máx. aconselhado:	2 m³/h
Termómetros escala:	0÷120°C
Ligações:	1" e 1 1/4" F com casquilho

Componentes característicos

1. Sensor termostático anticondensação (ver série 280 na pág. 38)
2. Circulador de três velocidades modelo RS 4-3 ou YONOS PARA 25/6
3. Válvula para circulação natural
4. Casquilho com válvula de esfera incorporada
5. Baínha do termómetro
6. Isolamento



Grupo de ligação e gestão de energia (versão aquecimento)



Série 2851 - Características técnicas

Desempenho

Fluidos de utilização:	água, soluções com glicol
Percentagem máx. de glicol:	30%
Campo de temperatura:	5÷100°C
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Potência máx. útil do permutador de calor:	35 kW
Caudal máx. recomendado no circuito primário:	1,5 m³/h
Caudal máx. recomendado no circuito secundário (instalação):	1,5 m³/h
Temperatura de regulação anticondensação (opcional):	45, 55, 60 e 70°C
Precisão:	±2°C
Temperatura de fecho completo do by-pass:	T regulação + 10°C
Ligações:	3/4" M

Regulador a três pontos

Alimentação:	230 V - 50 Hz
--------------	---------------

Circulador do circuito da caldeira a biomassa e tradicional de alta eficiência modelo YONOS PARA 25/6

Válvula desviadora com retorno de mola

Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Δp máximo:	1 bar

Servocomando da válvula desviadora com retorno de mola

Motor síncrono	
Normalmente fechado	
Alimentação:	230 V - 50 Hz
Tempo de abertura:	70÷75 s
Tempo de fecho:	5÷7 s

Válvula de descarga térmica de ação positiva



Série 542 - Características técnicas

Desempenho

Rearme manual no caso de bloqueio do queimador ou alarme.

Pressão de funcionamento:

$0,3 \leq P \leq 10 \text{ bar}$

Campo de temperatura:

$5 \div 100^\circ\text{C}$

Temperatura de descarga:

98°C e 99°C

Qualificada e regulada INAIL (Itália)

Potência de descarga:

$1\frac{1}{2}'' \times 1\frac{1}{4}'' - 136 \text{ kW}$

$1\frac{1}{2}'' \times 1\frac{1}{2}'' - 419 \text{ kW}$

Referências a normas INAIL (Itália)

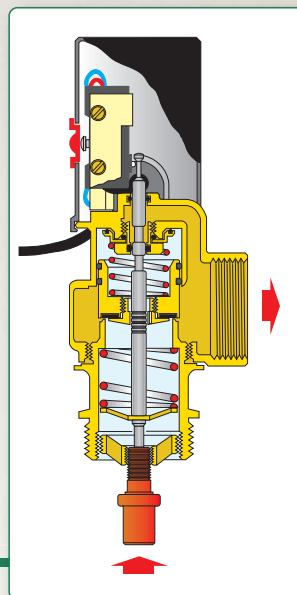
Segundo as disposições da Recolha R Ed. 2009, relativa às "instalações centrais de aquecimento que utilizem água quente a uma temperatura não superior a 110°C , e com uma potência nominal máxima superior a 35 kW", a utilização da válvula de descarga térmica está prevista nos seguintes casos:

Instalações com vaso aberto

- Instalações com caldeiras alimentadas a combustível sólido não pulverizado, em substituição do aquecedor de água de consumo ou do permutador de segurança.

Instalações com vaso fechado

- Instalações térmicas com caldeiras alimentadas a combustível sólido, não pulverizado, até a uma potência nominal de 100 kW com desativação parcial, em substituição do dispositivo de dissipação da potência residual.



Válvula de descarga de segurança térmica (com sensor de dupla segurança)



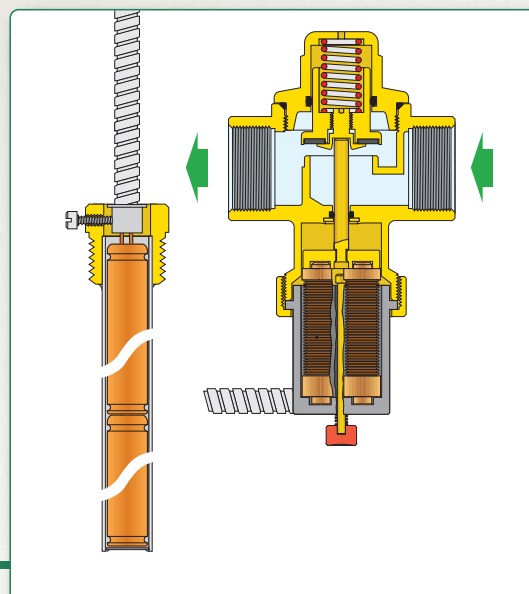
Série 543 - Características técnicas

Desempenho

Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Campo de temperatura:	5÷110°C
Temperatura de descarga:	98°C
Caudal de descarga para Δp de 1 bar e $T=110^\circ\text{C}$:	3000 l/h
Comprimento do capilar:	1300 mm
Certificada segundo a norma EN 14597	

Referências a normas

A sua utilização está prevista nas normas INAIL, Recolha R Ed. 2009 (Itália). A válvula, em conformidade com a EN 14597, pode ser combinada com caldeiras a combustível sólido de potência inferior a 100 kW, cuja utilização deverá estar de acordo com as disposições das normas EN 12828, UNI EN 10412-2 e EN 303-5.



Válvula de descarga térmica com reposição automática de fluido



Série 544 - Características técnicas

Desempenho

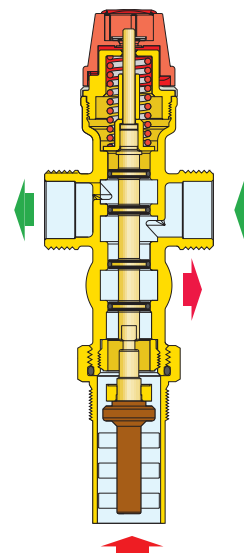
Fluido de utilização:	água, soluções com glicol
Percentagem máx. de glicol:	30%
Pressão máx. de funcionamento:	6 bar
Temperatura máx. de funcionamento:	120°C
Temperatura de descarga:	100°C (+0°C/-5°C)
Caudal de descarga para $\Delta p = 1$ bar e $T = 110^\circ\text{C}$:	1800 l/h

Características construtivas

- No corpo da válvula encontra-se evidenciada a seta que indica a chegada da tubagem da rede de água fria na entrada.
- Inclui manípulo para descarga manual.

Referências a normas

Utilizada em caldeiras sem permutador de segurança e para potências <35 Kw (Itália).



Válvula de descarga térmica de ação positiva (com reposição automática de fluido)



Série 544 - Características técnicas

Desempenho

Pressão máx. de funcionamento:	6 bar
Temperatura máx. de funcionamento:	110°C
Campo de temperatura:	5÷110°C
Campo de temperatura ambiente:	1÷50°C
Temperatura de descarga:	100°C (0/-5°C)
Caudal de descarga com Δp de 1 bar e $T=110^\circ\text{C}$:	1600 l/h
Comprimento do capilar:	1300 mm

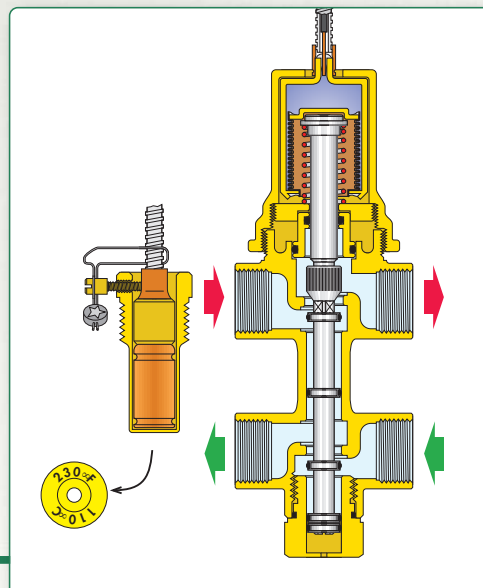
Características construtivas

Na parte inferior do sensor, é aplicado um selo termométrico que assinala a eventual transposição da temperatura máxima permitida: 110°C.

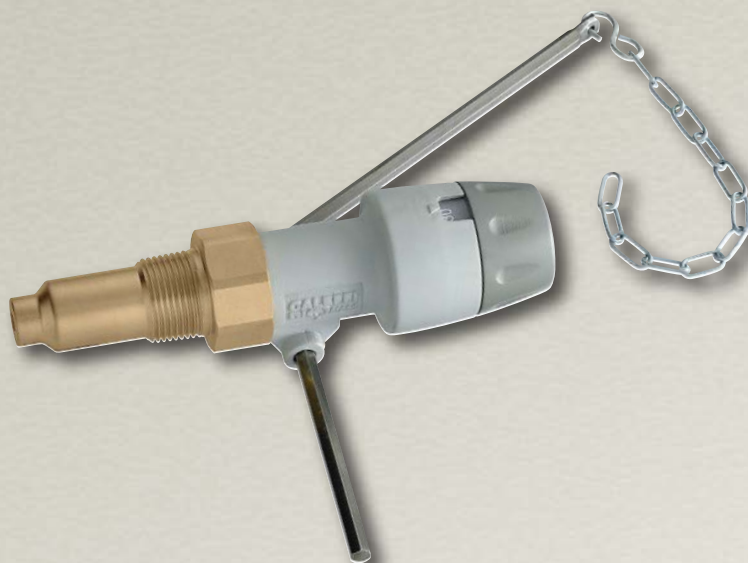
No corpo da válvula estão evidenciadas:

- seta que indica a chegada da tubagem da caldeira na tubagem de ida, e ligação à descarga de segurança com a letra “S”.
- seta que indica a ida para a caldeira e a entrada de água da rede hídrica com a letra “C”.

IMPORTANTE: não é possível inverter os fluxos; é obrigatório seguir as indicações de carga e e descarga indicadas na válvula.



Regulador de tiragem



Série 529 - Características técnicas

Desempenho

Fluido de utilização:	água, soluções com glicol
Percentagem máx. de glicol:	30%
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Temperatura máx. de funcionamento:	120°C
Campo de regulação da temperatura:	30÷90°C
Carga máxima corrente:	10 N
Comprimento corrente:	1200 mm
Ligação:	3/4" M ISO 7/1

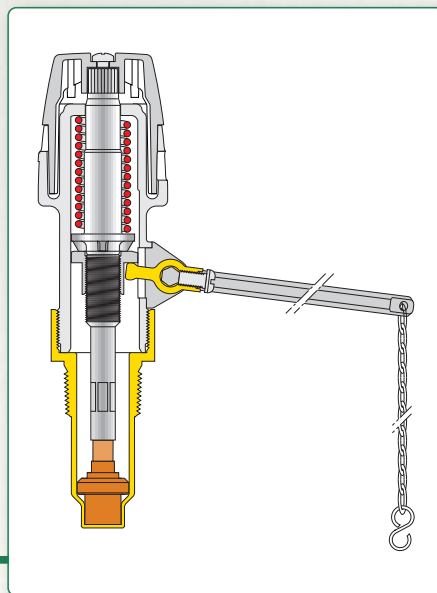
Características construtivas

Precisão - O sensor de dilatação de cera permite a regulação sem que se sinta o efeito de eventuais sobretensões acidentais.

Resistência a altas temperaturas - Os materiais plásticos e metálicos, pelos quais é composto o regulador, permitem a sua utilização com temperaturas elevadas, comuns nas caldeiras a combustível sólido.

Resistência mecânica - O elemento termossensível não é danificado por esforços acidentais da haste ou puxões da corrente.

Janela dupla de leitura - O regulador apresenta no manípulo uma janela dupla, com a indicação da temperatura de regulação, de modo a agilizar a leitura nas posições de instalação permitidas (horizontal e vertical).



PESSOAS QUE CRIAM VALOR



Fornecemos soluções para AVAC, componentes simples e pré-montados.

A Caleffi desenvolve e produz componentes para instalações de aquecimento, climatização e hidrossanitário, sistemas de contabilização de energia, e produtos específicos para instalações a energia renovável.

Emprega mais de 1.000 colaboradores distribuídos entre a sede italiana e as diversas filiais, comercializa em mais de 70 países, e regista uma faturação superior a 250 milhões de euros.

O grupo é constituído por 14 empresas, 2 delegações comerciais; as unidades de produção são 3 e situam-se todas em Itália.



Aquecimento



Hidrossanitário



Regulação



Contabilização de energia



Energias Renováveis



Energias Renováveis

Porque o futuro do planeta é o nosso futuro.

COMPONENTES PARA INSTALAÇÕES A FONTES ALTERNATIVAS

Finalmente, o Homem desenvolveu tecnologias capazes de beber nas fontes renováveis do planeta, reduzindo assim o desperdício e respeitando o ecossistema. A Caleffi, desde sempre atenta às temáticas ligadas à relação Homem/ambiente, propõe ao mercado três grandes famílias de produtos altamente qualificados, que reúnem os desafios do futuro: poupança energética, fiabilidade no tempo e funcionalidade.



Procurar a energia na Natureza para a proteger

www.caleffi.com

CALEFFI
Hydronic Solutions