

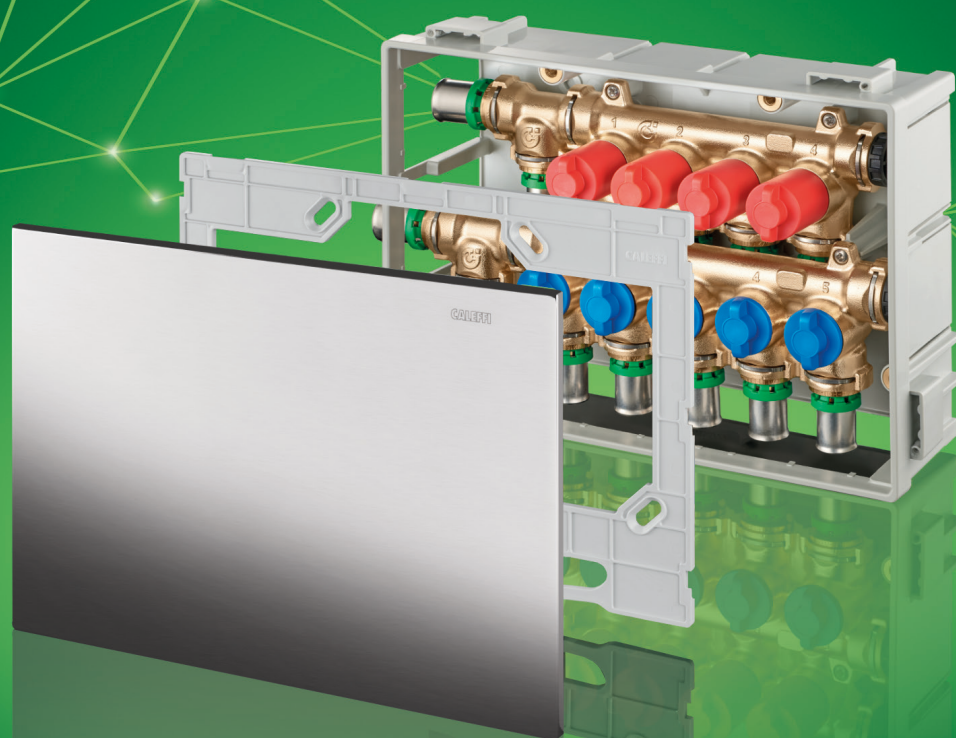
## Sistemas de controlo remoto wireless e dinâmico para radiadores



A simbiose natural  
entre o CALEFFI CODE®  
e as válvulas DYNAMICAL®



# COLETOR HIDROSSANITÁRIO A ELEGÂNCIA DO EQUILÍBRIO



Redes de distribuição hidrossanitária flexíveis e seguras, manutenção simplificada e operações cómodas de ligação: os novos coletores série 359 oferecem isto e muito mais, para desfrutar do máximo desempenho com o mínimo impacto estético.

**GARANTIA CALEFFI.**



# EDITORIAL

Para esta nova edição da *Hidráulica* escolhemos a apresentação de dois temas que encerram em si uma tendência natural e esperada para o futuro dos sistemas de climatização, num poderoso conjunto – CODE® + DYNAMICAL® – tendo em vista a sustentabilidade futura, pela eficiência hídrico-energética com controlo adaptativo e remotamente acessível a toda a instalação.



A CALEFFI dá, assim, mais um enorme passo em direção a um futuro, que reafirma querer responsabilmente sustentável e tecnologicamente evoluído, com a apresentação da nova solução CALEFFI CODE®. Um sistema pensado para criar o máximo conforto e elevada otimização energética, associando adicionalmente um controlo wireless em cada unidade terminal e a permissão de gestão do conforto pretendido através de uma app móvel (Android e iOS), com uma atenção especial dedicada ao design – elegante e minimalista.

Acreditando numa simbiose natural e tecnologicamente perfeita entre o CALEFFI CODE® e válvulas de balanceamento dinâmico com regulação independente da pressão DYNAMICAL®, pretendemos mostrar a enorme sinergia que é gerada pela incorporação de ambos em qualquer instalação. Torna-se possível materializar não só a redução dos consumos de energia primária, pelo ajuste automático e dinâmico dos caudais de água circulados pelos atuais grupos de circulação modulantes e de elevada eficiência, com a conseqüente redução dos custos de operação e fatura de energia. Soma-se, ainda, a eliminação dos tempos necessários para o correto balanceamento de uma instalação que normalmente são despendidos por todos os profissionais, garantindo automática e dinamicamente o correto ajuste das instalações, numa solução de múltiplo e pleno benefício – para o instalador, para o engenheiro projetista, para o arquiteto e para o cliente final.

Será integrado um design inspirador com a eficiência energética, relevante para a sustentabilidade futura, tendo a humilde ousadia de referir que a CALEFFI apresenta um novo paradigma e um futuro código operacional para todas as instalações.

Estes são *per si* momentos atípicos, com relevantes e previsíveis mudanças comportamentais futuras, sabendo que o conhecimento e a resiliência humana têm historicamente garantido a melhor adaptabilidade à evolução do meio, numa espécie de validação de Darwin. A adicional variável, que representa o escasso recurso energético e temporalmente finito, sustenta também esta nova evolução. Neste contexto, ambas as soluções se alinham como adição de valor – não só para os futuros edifícios e instalações, mas também para a conversão dos existentes.

Espero que desfrutem desta publicação!

Rui Pedro Torres

CALEFFI Hydronic Solutions

Rua Poça das Rãs, 42  
Milheirós  
Apartado 1214  
4471-909 Maia  
Tel: 229 619 410  
Fax: 229 619 420

Talaíde Park, Edif. A1 e A2  
Estrada Octávio Pato  
2785-723 São Domingos de  
Rana  
Tel: 214 227 190  
Fax: 214 227 199

info.pt@caleffi.com  
www.caleffi.com

© Copyright 2020 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

- 5 SISTEMAS DE CONTROLO REMOTO WIRELESS E DINÂMICO PARA RADIADORES**
- 6 HISTÓRIA DA REGULAMENTAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO DOMÉSTICAS**
  - As regulações das primeiras instalações centralizadas e válvulas termostáticas
  - Instalações por zonas e utilização de termóstatos
  - Os primeiros controlos remotos via linha telefónica
  - Controlo remoto via smartphone
  - Dos sistemas fechados aos objetos conectados
- 10 SISTEMAS DE TERMORREGULAÇÃO COM CONTROLO REMOTO**
  - Termorregulação remota através de ativadores telefónicos
  - Termorregulação remota avançada
  - Sistemas IoT
- 14 TIPOS E CARACTERÍSTICAS DE VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS**
  - Válvulas termostáticas tradicionais
  - Válvulas termostáticas eletrónicas
  - Válvulas termostáticas conectadas
- 20 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS CONECTADAS**
  - A regulação em instalações centralizadas com radiadores
  - A regulação em instalações autónomas de radiadores com uma única zona
  - A regulação em instalações autónomas de radiadores com duas zonas
  - Tabela de resumo dos exemplos abordados
- 29 CONSIDERAÇÕES: Protocolo OpenTherm® e Diretiva Europeia sobre Ecodesign**
- 31 A EVOLUÇÃO DAS VÁLVULAS PARA RADIADORES**
- 32 VÁLVULAS PARA RADIADORES**
  - Instalações com caudal constante
    - Instalações de circulação natural
    - Instalações de circulação forçada
  - Instalações de caudal variável com válvulas termostáticas
    - Instalações com válvulas termostáticas sem pré-regulação
    - Instalações com válvulas termostáticas pré-reguláveis e reguladores de  $\Delta P$
    - Instalações com válvulas termostáticas dinâmicas
- 40 VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS SEM PRÉ-REGULAÇÃO**
- 42 VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS PRÉ-REGULÁVEIS**
- 45 VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS DINÂMICAS**
  - Novas possibilidades de intervenção
  - Tipos de edifícios requalificáveis com válvulas DYNAMICAL®
  - Opções projetuais relacionadas com a requalificação de instalações existentes
  - Principais operações de projeto necessárias para a requalificação de instalações existentes
  - Tratamento da água em instalações requalificadas com válvulas termostáticas
- 55 EMISSÃO TÉRMICA DOS RADIADORES**

# SISTEMAS DE CONTROLO REMOTO WIRELESS E DINÂMICO PARA RADIADORES

Eng.ºs Mattia Tomasoni e Elia Cremona

A parte introdutória desta edição da *Hidráulica* é dedicada à história e evolução das instalações de aquecimento para uso doméstico. Ao longo dos anos, a atenção aos temas da poupança energética e do conforto intensificou-se e, paralelamente, o progresso no campo da termotécnica trouxe novas soluções técnicas, relativamente aos métodos de realização e projeção das instalações e sistemas com as quais estas podem ser reguladas.

Iremos, depois, analisar mais pormenorizadamente os sistemas de termoregulação que podem ser controlados remotamente, cujo desenvolvimento anda de mãos dadas com o do setor das telecomunicações, passando das linhas telefónicas analógicas para as tecnologias modernas da Internet, cada vez mais eficientes e acessíveis em larga escala.

Neste contexto, e com especial atenção às instalações de aquecimento com radiadores, aprofundaremos os principais aspetos técnicos e o princípio de funcionamento das mais recentes inovações que surgiram no mercado, ou seja, os sistemas de controlo remoto wireless. Trata-se de tecnologias que unem diversos componentes e sensores capazes de interagir uns com os outros e de serem geridos e monitorizados remotamente, com a ajuda de funções avançadas.

São soluções que representam uma inovação das válvulas para radiadores, equipadas com comando termostático ou eletrónico, mais frequentemente identificadas, respetivamente, como válvulas termostáticas tradicionais e válvulas termostáticas eletrónicas (ver o número 46 da *Hidráulica* em italiano).

Por esta razão, no tópico seguinte

falaremos sobre “válvulas termostáticas conectadas”, uma definição tipicamente usada no jargão comum, embora se refira a sistemas mais complexos.

Finalmente, através de uma análise específica e de uma comparação entre diferentes soluções de instalação, avaliaremos quais as vantagens que se podem obter através da utilização das novas válvulas, tanto do ponto de vista da redução do consumo energético como do desempenho em termos de bem-estar térmico. Como veremos, estes últimos aspetos variam consideravelmente de acordo com os hábitos diários, que hoje em dia nos levam a viver os espaços de forma cada vez mais dinâmica.

A segunda parte desta edição, cuja síntese está apresentada na página 31, é dedicada à evolução das válvulas para radiadores.



# História da regulamentação das instalações de aquecimento domésticas

A partir do boom da construção nos anos 60, assistimos a uma contínua evolução técnica que envolveu tanto diferentes soluções para a construção das instalações de aquecimento, como a melhoria contínua dos sistemas de regulação adotados. Esta corrida está ligada a vários aspetos — como à atenção ao custo da energia e a conseqüente necessidade de reduzir o desperdício — mas também, e não menos importante, às expectativas dos utilizadores em relação ao conforto e bem-estar térmico nas suas casas.

## As regulações das primeiras instalações centralizadas e válvulas termostáticas

A maioria das habitações em Itália são edifícios residenciais com instalações de aquecimento, com distribuição em colunas montantes. Historicamente, esta é de facto a solução de design mais adotada para as primeiras instalações centralizadas, em que os radiadores eram equipados com válvulas manuais e servidos por tubagens verticais que atravessavam os vários andares do edifício. Pela sua natureza, estas instalações não eram, portanto, capazes de oferecer qualquer tipo de autonomia térmica.

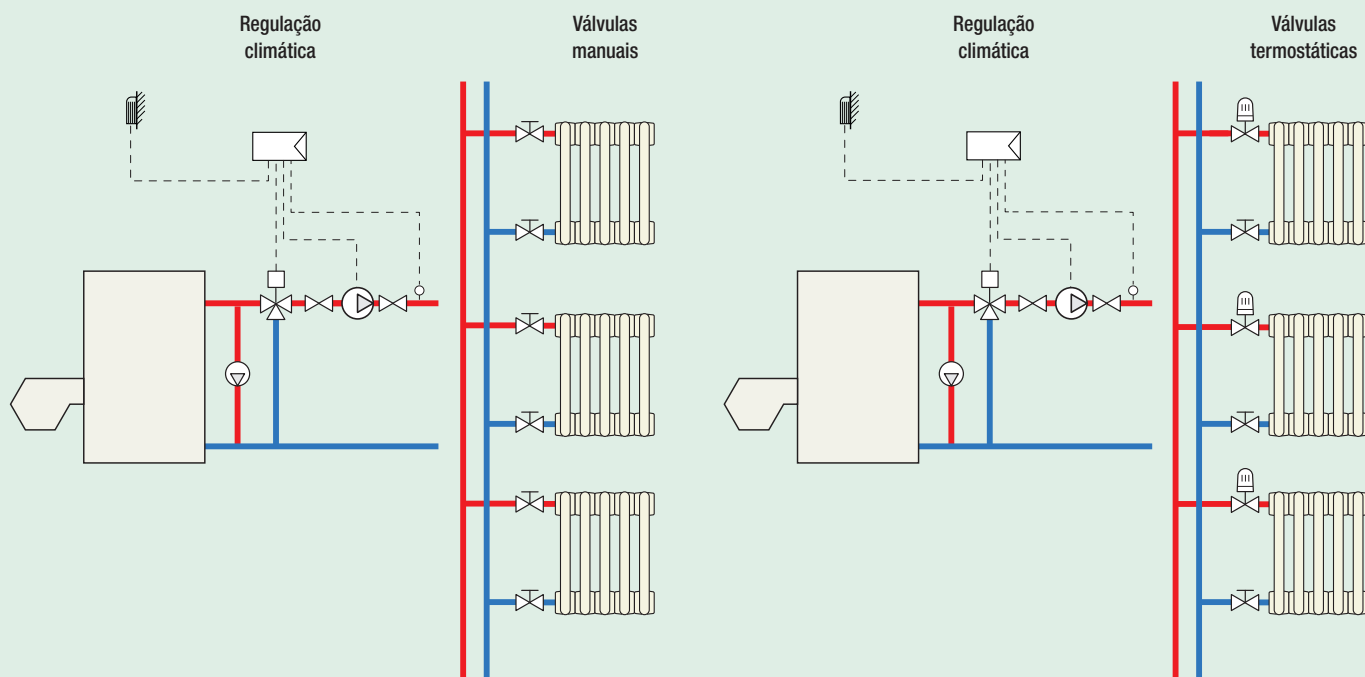
Foi precisamente neste contexto que nasceram os primeiros sistemas de regulação climática de central térmica.

Esta solução proporcionou, de forma simples e relativamente económica, a limitação da potência térmica gerada, especialmente nos períodos do ano com clima mais ameno.

Este tipo de regulação tem claramente a desvantagem de não levar em conta as cargas térmicas reais nos diferentes espaços, por exemplo, devido à diferente exposição ou às interferências térmicas externas.

No entanto, esta regulação continua a ser a única praticável até ao aparecimento no mercado das válvulas termostáticas, componentes que permitiram ultrapassar alguns dos limites intrínsecos da distribuição com colunas montantes. O elemento termossensível com o qual estão equipadas, através da repartição do caudal entre os radiadores individuais, é efetivamente capaz de assegurar o equilíbrio térmico em cada espaço.

Apesar dos aspetos positivos mencionados, as instalações com válvulas termostáticas tinham, e ainda têm, de ser acompanhadas por medidas técnicas capazes de compensar os inevitáveis desequilíbrios hidráulicos gerados pelo seu funcionamento, a fim de evitar ruídos incómodos.



anos 60

Fig. 1: Regulação climática e válvulas termostáticas

## Instalações por zonas e utilização de termóstatos

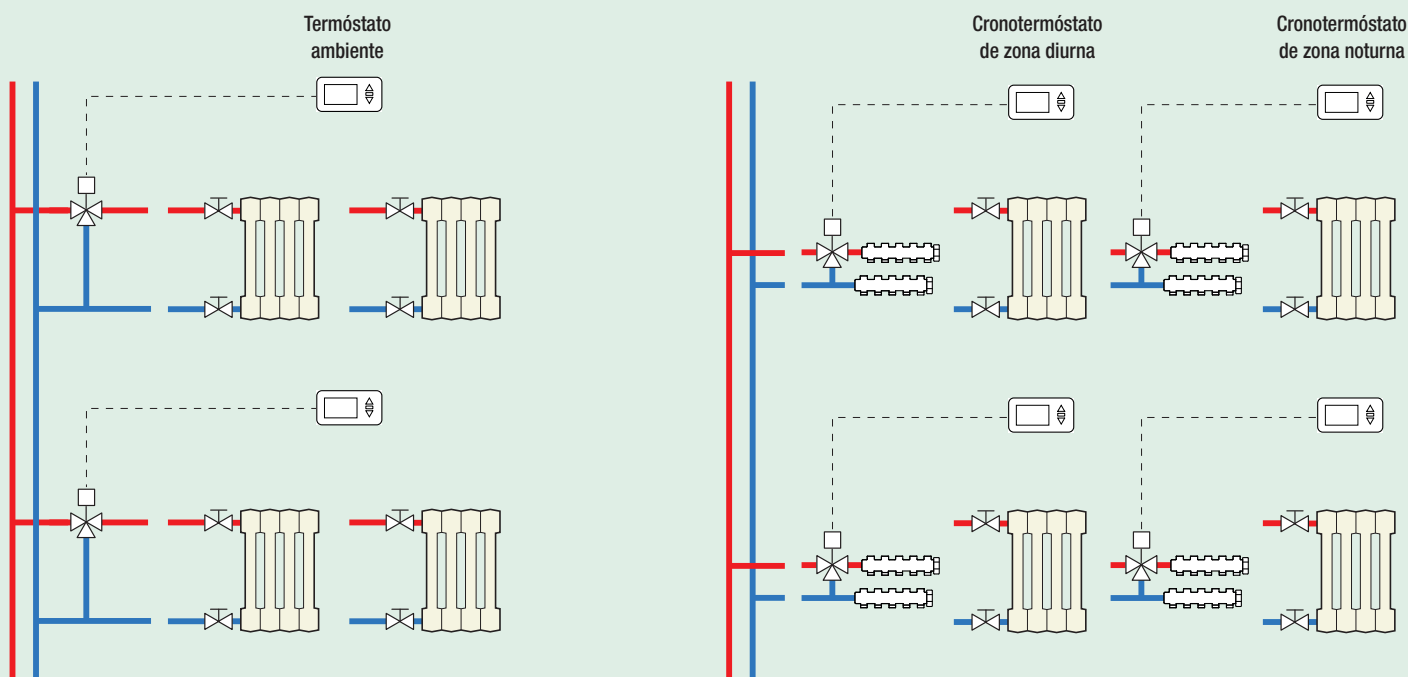
A partir dos anos 70, começaram a difundir-se as instalações por zonas, ou seja, instalações em que a tubagem vertical principal alimenta todo o circuito dentro de um apartamento. Por este motivo, são vulgarmente conhecidas como instalações de distribuição horizontal e, ao contrário das instalações de colunas montantes, têm apenas uma entrada e uma saída do fluido termovetor em cada habitação.

Esta vantagem construtiva responde à necessidade de uma autonomia térmica cada vez maior, graças à possibilidade de combinar uma válvula de zona instalada na entrada do apartamento com um termóstato ambiente. Quando o termóstato solicita calor, a válvula — normalmente de 3 vias — abre a passagem para a zona, de modo a permitir que o fluido quente possa chegar aos radiadores. Caso contrário, a válvula desvia o fluido para a tubagem de retorno.

Os primeiros termóstatos tinham características muito limitadas, porém, com o passar dos anos e com a evolução dos dispositivos eletrónicos, foram equipados com funções cada vez mais sofisticadas, evoluindo para os chamados cronotermóstatos. Por exemplo, estes são capazes de variar a regulação durante as horas do dia e, em dispositivos mais complexos, também em função do dia da semana.

O principal limite das instalações por zonas é poder gerir o aquecimento apenas através de uma única válvula de zona, geralmente controlada por um termóstato ao serviço de todo o apartamento. Como resultado, esta solução não é capaz de satisfazer diferentes cargas para cada espaço. No entanto, para poder limitar esta desvantagem, ainda que parcialmente, as instalações por zonas mais modernas são diferenciadas

por uma subdivisão adicional. Pensemos, por exemplo, em instalações com distribuição por coletores, típicas das residências particulares, onde é comum subdividir as zonas diurna e noturna mediante duas válvulas de zona distintas, cada uma controlada pelo respetivo cronotermóstato.



anos 70

Fig. 2: Instalações por zonas

## Os primeiros controlos remotos via linha telefónica

Nos anos 80 e 90, a evolução das linhas telefónicas e dos próprios dispositivos eletrónicos permitiu o desenvolvimento do que foram, de facto, as primeiras tentativas de controlo remoto dos termóstatos. Esta solução surgiu inicialmente apenas em pequenas residências particulares, especialmente em casas de férias ou em edifícios utilizados esporadicamente. Efetivamente, os termóstatos com esta possibilidade não foram amplamente utilizados no setor residencial devido à sua tecnologia prematura e ao conseqüente custo elevado. Este último aspeto também não se justificava pelas funções muito limitadas de que dispunham, ou seja, essencialmente apenas a possibilidade de ativação ou destivação do sistema de aquecimento.

## Controlo remoto via smartphone

No contexto doméstico, o que realmente tornou possível criar controlos remotos cada vez mais funcionais foi a utilização generalizada de telemóveis smartphone, juntamente com a disponibilidade cada vez maior da ligação à Internet, tanto dentro como fora de casa.

Os smartphones, em comparação com os telemóveis tradicionais, possuem recursos muito avançados de computação e conexão de dados, bem como a capacidade de instalar aplicações dedicada para vários contextos e utilizações. Estas tecnologias tornaram-se acessíveis a todos a um custo cada vez mais baixo, oferecendo possibilidades inovadoras também no campo da termostatização.

Na última década, surgiram novos tipos de termóstatos, vulgarmente conhecidos como termóstatos inteligentes, capazes de se ligar à Internet e ser controlados remotamente, através de uma aplicação dedicada que pode ser instalada no smartphone. Assim, é possível executar remotamente até mesmo comandos complexos — como a alteração da programação de acordo com as necessidades e hábitos reais — com vantagens tanto em termos de conforto como de poupança energética.

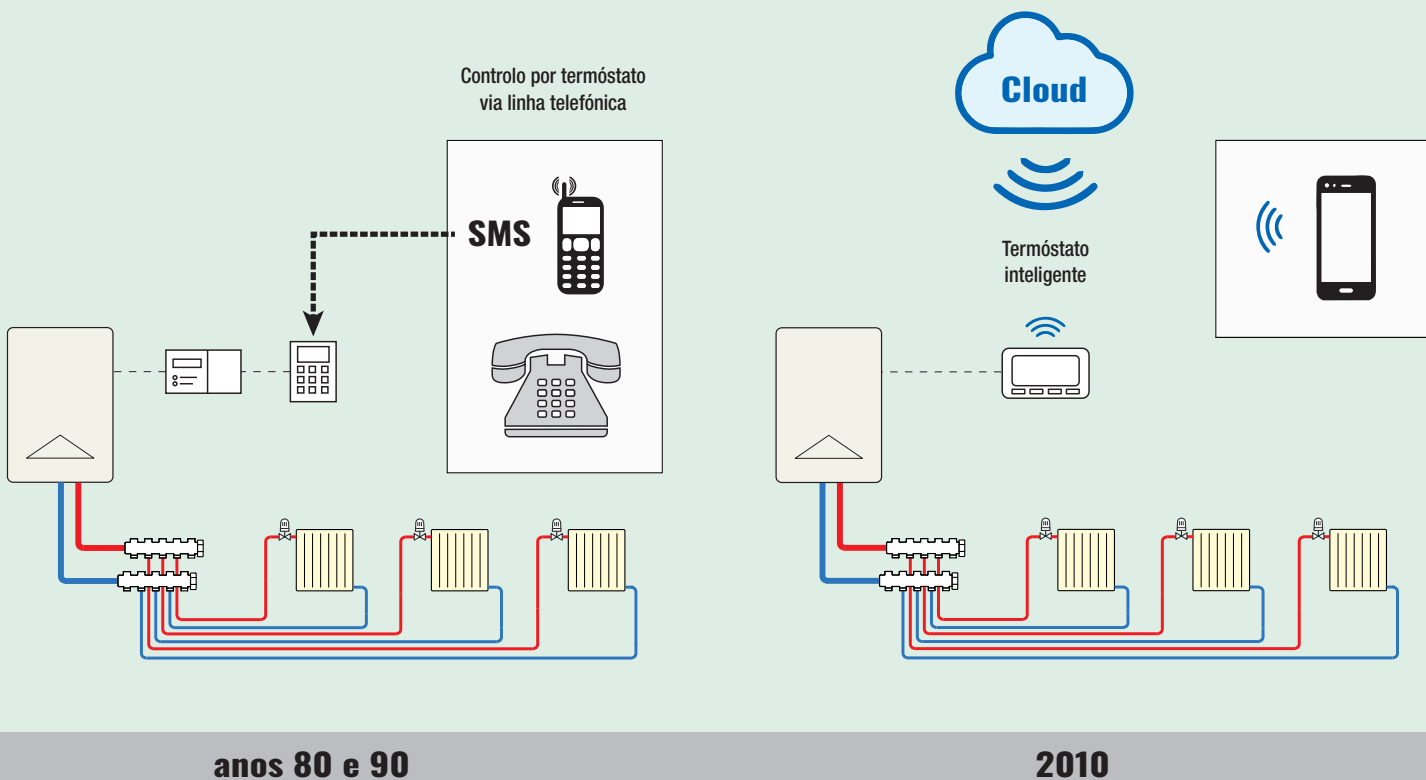


Fig. 3: Sistemas de termostatização com controlo remoto



## Dos sistemas fechados aos objetos conectados

Os termostatos inteligentes mencionados anteriormente tiveram uma rápida evolução na sua complexidade, passando de dispositivos individuais a sistemas mais completos, acrescentando, por exemplo, a possibilidade de controlar outros componentes, como os comandos eletrónicos integrados nas válvulas de radiador. Desta forma, foi possível executar diferentes regulações e programações para cada espaço, mesmo em instalações de aquecimento onde, até então, isso não era viável mediante os dispositivos tradicionais.

As primeiras soluções de gestão destes sistemas foram do tipo fechado: as regulações, os dados e os modos de funcionamento residem em lógicas e algoritmos implementados pelo próprio fabricante. Por este motivo, os componentes que fazem parte destes sistemas só funcionam comunicando apenas entre si.

Nos últimos anos, por seu turno, tem havido uma tendência crescente para o uso de sistemas do tipo aberto, capazes de interagir com outros componentes de diferentes áreas de aplicação e construídos por diferentes fabricantes.

Neste caso, falamos de tecnologias IoT (*Internet of Things*), que literalmente significa “Internet das Coisas”, porque são precisamente objetos comuns que estão ligados em rede, para que dados e informações possam ser partilhados entre eles, possibilitando fornecer novos tipos de serviços aos utilizadores. Pensemos, por exemplo, no contexto residencial, em objetos comuns como lâmpadas, tomadas elétricas, sensores, etc.. Da mesma forma, o próprio sistema de termostato pode tornar-se parte integrante de uma rede inteligente: termostatos, sensores de temperatura e as próprias válvulas podem aproveitar as informações e dados partilhados, para melhor regular a instalação de aquecimento em função das necessidades reais.

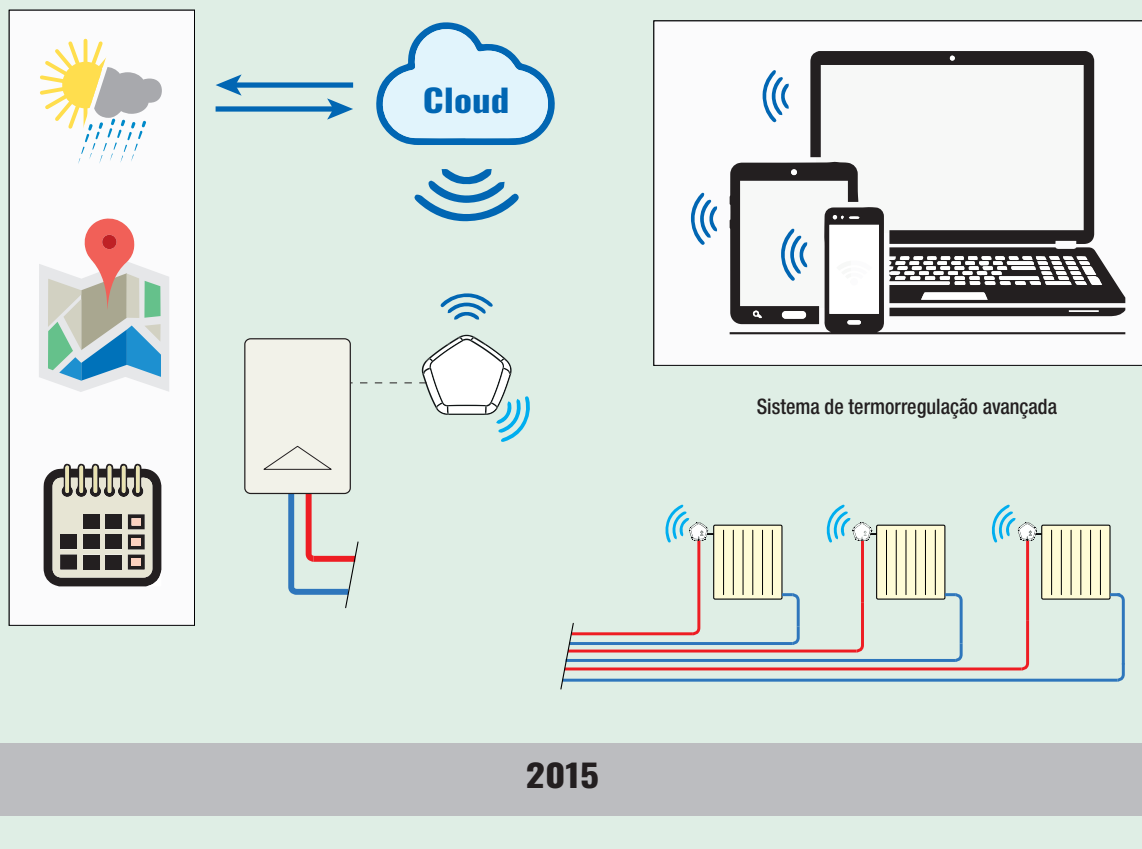


Fig. 4: Sistemas de regulação avançados

# Sistemas de termorregulação com controlo remoto

## TERMORREGULAÇÃO REMOTA ATRAVÉS DE ATIVADORES TELEFÓNICOS

Como já mencionámos, historicamente, o ativador telefónico foi a ferramenta que permitiu criar os primeiros sistemas de termorregulação com a possibilidade de controlo remoto. Para este fim, estes dispositivos incluem um ou mais contactos, vulgarmente conhecidos como canais, capazes de ligar ou desligar os pontos de utilização elétricos aos quais estão ligados. Dependendo da tecnologia utilizada, é possível distinguir dois tipos principais.

### Ativadores telefónicos analógicos

Estes foram os primeiros modelos de ativadores que apareceram no mercado e utilizam a linha telefónica analógica para controlar remotamente um termóstato. A sua utilização consiste em ligar para o número de telefone fixo ao qual o ativador está ligado, introduzir um código de identificação e, se necessário, o número do canal a ativar. Estes passos permitem alterar o estado do sistema de aquecimento.

Os ativadores telefónicos analógicos podem, assim, realizar as seguintes funções simples:

- ligar remotamente o sistema de aquecimento;
- desligar remotamente o sistema de aquecimento.

Devido às suas possibilidades limitadas, são dispositivos principalmente utilizados em segundas residências ou residências de férias.

### Ativadores telefónicos GSM

Ao contrário dos ativadores tradicionais, estes ativadores utilizam a tecnologia GSM, ou seja, a tecnologia que deu início aos sistemas de comunicação móvel. Ao tirar partido de velocidades de transmissão de dados mais rápidas, as comunicações digitais e serviços como as mensagens SMS podem desempenhar as seguintes funções:

- ligar remotamente o sistema de aquecimento;
- desligar remotamente o sistema de aquecimento;
- comunicar o estado real de funcionamento;
- comunicar o valor de temperatura detetado;
- comunicar sinalizações de alarme.

São soluções ainda utilizadas em instalações domésticas com uso ocasional. Embora tenham uma funcionalidade limitada em comparação com as soluções mais modernas (que iremos abordar mais adiante), têm a vantagem de serem muito económicas e, sobretudo, de não necessitarem de uma ligação à Internet sempre ativa.

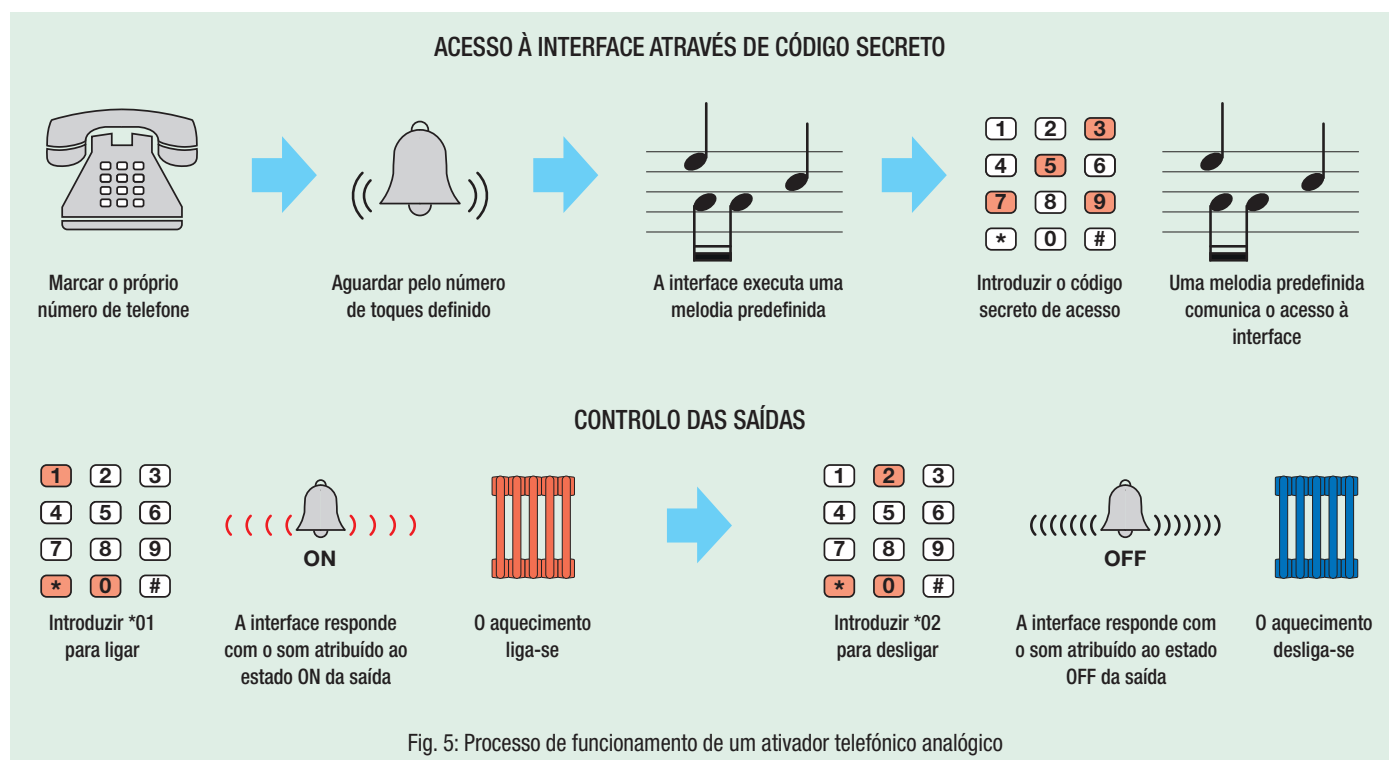


Fig. 5: Processo de funcionamento de um ativador telefónico analógico

# TERMORREGULAÇÃO REMOTA AVANÇADA

Na última década, a expansão da rede de Internet e a difusão de telemóveis de desempenho cada vez mais elevado contribuíram para o nascimento de sistemas de termorregulação remota avançada. Ao adicionar a conectividade (à rede de Internet) aos reguladores tradicionais (tais como termostatos ou comandos para válvulas de radiador), é possível controlá-los remotamente através de aplicações específicas que podem ser instaladas em dispositivos portáteis (smartphones, tablets, etc.). São sistemas que podemos definir como de tipo fechado, uma vez que são compostos por um conjunto de dispositivos capazes de comunicar apenas entre si, com base em protocolos e regras desenvolvidos pelo próprio fabricante.

## Princípio de funcionamento

Os sistemas de termorregulação remota são capazes de realizar diferentes funções graças à sinergia entre os elementos principais.

### Dispositivos de termorregulação

Dependendo do tipo de sistema, geralmente estão presentes um ou mais termostatos, sensores de temperatura e, possivelmente, atuadores para controlar a abertura e o fecho das válvulas. Para além da sua função específica, nos sistemas de termorregulação avançada, estes dispositivos são capazes de comunicar entre si através de protocolos de comunicação via rádio, que normalmente requerem um consumo de energia muito limitado. Para muitos dos dispositivos mencionados, esta característica permite fornecer alimentação elétrica através de pilhas, de modo a evitar cablagem e facilitar consideravelmente a instalação em quaisquer condições.

### Gateway de comunicação

É o componente que acrescenta o recurso de conectividade ao sistema e, conseqüentemente, torna possível o controlo remoto avançado. Pode ser separado ou integrado noutro dispositivo, por exemplo, dentro do termostato principal. A sua função mais importante é ligar-se à Internet e através dela gerir o fluxo de dados, em ambos os sentidos, entre o próprio sistema de termorregulação e os dispositivos a partir dos quais o utilizador pode aplicar os comandos remotos.

### Aplicação para gestão remota

É um software criado especificamente pelo fabricante do sistema de termorregulação avançada, que pode ser instalado em diferentes tipos de telefones móveis ou, muitas vezes, também acessível por computador. Na verdade, constitui a interface através da qual o utilizador é capaz de programar, gerir e visualizar o estado do seu sistema de termorregulação.

### Cloud

É um serviço digital em rede no qual os dados do sistema de termorregulação conectados são armazenados, processados e transmitidos. A arquitetura do sistema interpõe-se entre o gateway e os dispositivos móveis e permite diversas vantagens, incluindo a possibilidade de sincronizar todos os dados do sistema, tornando-os disponíveis para controlo remoto. Além disso, também contém e implementa a lógica de funcionamento do sistema, sendo possível desta forma simplificar, de um ponto de vista construtivo, os dispositivos de termorregulação a fim de reduzir os custos. Simultaneamente, o fabricante tem a possibilidade de introduzir melhorias e modificações no sistema a qualquer momento através de simples atualizações, mantendo as características técnicas dos componentes inalteradas, mesmo que já estejam instalados.

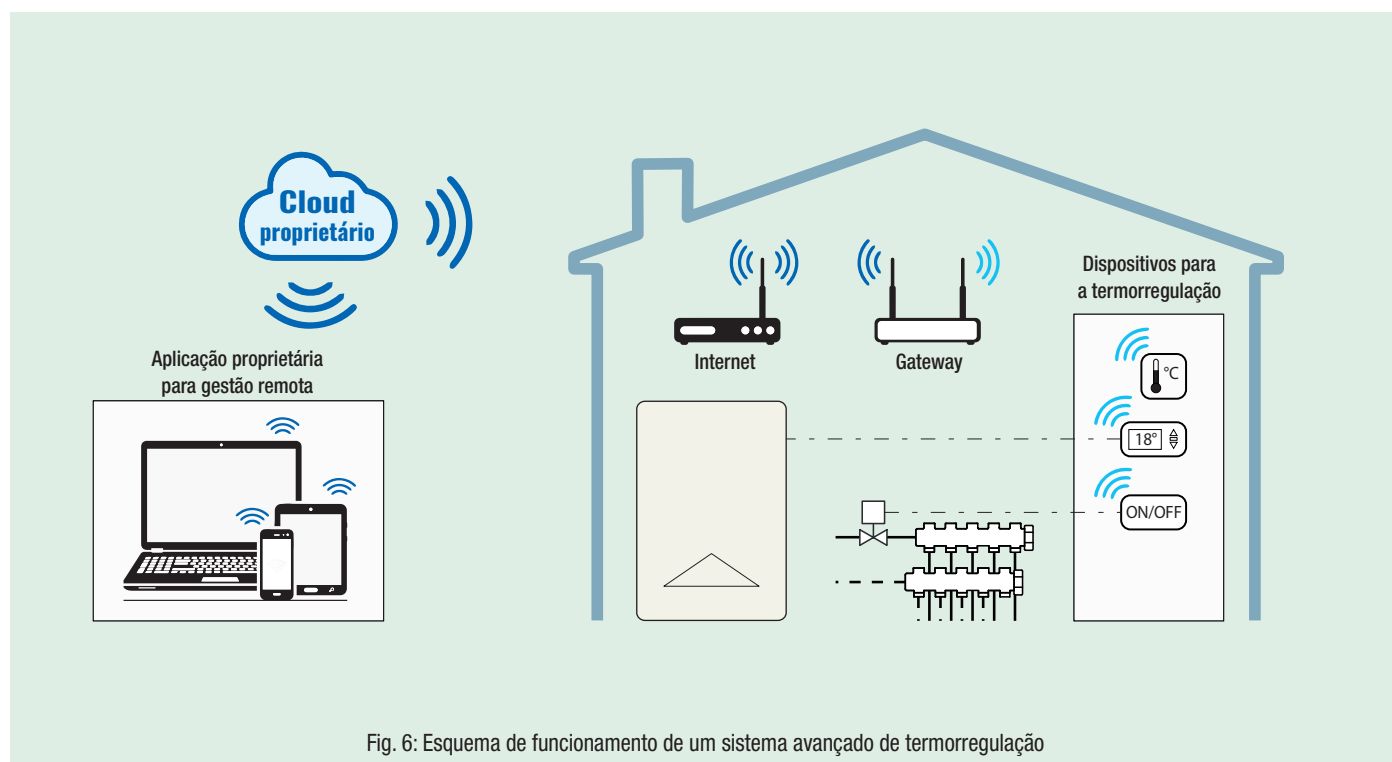


Fig. 6: Esquema de funcionamento de um sistema avançado de termorregulação

## Funções avançadas

A arquitetura dos sistemas de termostato conectados permitiu o desenvolvimento de novas funções avançadas, com integração da ativação ou desativação remotas, típica das soluções mais simplificadas.

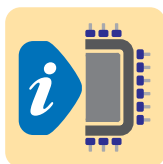
### Programação avançada



A programação avançada consiste na possibilidade de modificar a programação horária da instalação de aquecimento de uma forma mais avançada, com uma série de vantagens. Em comparação com o cronotermóstato clássico, no qual só é possível definir a semana tipo diretamente no próprio dispositivo, as novas soluções também permitem:

- programação intuitiva através de uma interface gráfica fácil de utilizar;
- programação de acordo com o calendário, por exemplo, é possível predefinir com precisão os dias em que o utilizador está ausente de casa;
- gestão de eventos imprevistos ativando uma programação temporária, como no caso de ausências não programadas ou de um regresso antecipado a casa;
- criação e armazenamento de programas personalizados que podem ser definidos a qualquer momento de acordo com as necessidades.

### Autoaprendizagem



A autoaprendizagem é uma função que não requer qualquer intervenção do utilizador, sendo realizada de forma completamente automática.

O sistema de termostato avançado armazena continuamente dados sobre os ciclos de aquecimento. Graças a esta característica e a modelos matemáticos apropriados, após alguns dias de funcionamento, o sistema é capaz de prever o tempo de resposta da instalação. Na prática, o sistema aprende quanto tempo é necessário para que os espaços alcancem a temperatura de conforto, gerindo de modo otimizado os horários de ativação efetiva.

Além da característica descrita, alguns termostatos estão também equipados com sensores de presença, integrados nos mesmos ou como dispositivos acessórios. A informação resultante permite ao sistema de termostato adaptar eventualmente a programação definida, otimizando assim o uso da instalação de acordo com a presença real na habitação.

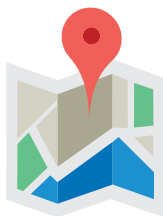
### Integração com dados climáticos



A integração com os dados climáticos permite ao sistema de termostato obter estes dados diretamente através da Internet. O sistema é, portanto, capaz de conhecer a temperatura externa sem um sensor de medição real. Estes dados, em conjunto com a função de autoaprendizagem descrita anteriormente, permitem ao sistema gerir as horas de ativação da instalação com bastante antecedência, de modo a alcançar as condições de conforto nas faixas horárias pretendidas.

Nos sistemas mais avançados, os dados meteorológicos também podem ser usados para realizar a regulação climática sem uma sonda de temperatura externa.

### Geolocalização

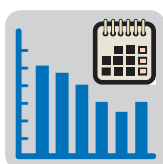


Todos os dispositivos smartphone estão atualmente equipados com o denominado sistema de GPS (*Ground Positioning System*), graças ao qual são capazes de identificar a posição geográfica exata do utilizador (geolocalização). Alguns sistemas de termostato avançado utilizam estes dados essencialmente para dois propósitos:

- detetar quando não há pessoas na habitação, evitando ligar desnecessariamente a instalação;
- ativar a instalação quando for detetado que um utilizador está a regressar a casa.

Normalmente, o utilizador define um determinado raio de ação a partir da própria habitação, dentro do qual o sistema pode aplicar a lógica descrita anteriormente.

### Histórico de dados



Os sistemas geram um histórico de dados relativos ao funcionamento da própria instalação, tais como períodos de ativação e temperaturas registadas. Estes dados são recolhidos e disponibilizados para consulta em qualquer altura por parte do utilizador. Esta não é uma função avançada em si, mas a possibilidade de analisar os próprios consumos pode sensibilizar o utilizador para um uso mais adequado da sua instalação de aquecimento.

## SISTEMAS IoT

De forma semelhante à evolução dos sistemas de termorregulação descrita nas páginas anteriores, paralelamente, foram desenvolvidos sistemas de regulação avançada por controlo remoto também para outros dispositivos e equipamentos normalmente usados na habitação, como iluminação, tomadas elétricas, sistemas de alarme e eletrodomésticos, para citar apenas alguns exemplos. No mercado, vários destes sistemas também se tornaram “conectados”, mas continuam a ser caracterizados por um funcionamento completamente independente uns dos outros, típico dos sistemas do tipo fechado. Por outro lado, nos últimos anos assistiu-se a uma viragem para os sistemas do tipo aberto, visando a integração e interoperabilidade com aplicações e serviços de terceiros, num processo de partilha de informações e dados que envolve vários tipos de dispositivos, mesmo dispositivos pertencentes a diferentes campos de aplicação. Por esta razão, as recentes tecnologias capazes de interligar sistemas de natureza diferente pertencem ao que é vulgarmente referido como a “Internet das Coisas” (IoT).

A ideia por trás dos sistemas IoT foi desenvolvida pelas principais empresas de TI e serviços de Internet, através da criação de plataformas digitais dedicadas e capazes de recolher e processar a grande quantidade de dados proveniente dos vários subsistemas com os quais são capazes de comunicar. Esta informação é utilizada para gerir e otimizar o desempenho e o funcionamento de todos os dispositivos que se encontram na mesma rede inteligente.

Com o foco na termorregulação, é fácil perceber como esta se poderá tornar ainda mais eficiente, operando não apenas com base em informações provenientes da própria instalação de aquecimento, mas também oriunda de outros dispositivos conectados. Pensemos, por exemplo, no estado das instalações de iluminação ou nos sensores de movimento do sistema de alarme; informações simples a partir das quais algoritmos dedicados podem compreender com ainda maior precisão os hábitos dos utilizadores, tornando assim mais eficaz a programação dos horários de conforto.

Além disso, a monitorização contínua do funcionamento da instalação de aquecimento também abre a porta a novas possibilidades em termos de prestação de serviços de assistência, que podem contar com diagnósticos muito mais avançados. Neste sentido, não só o utilizador, mas também o próprio instalador podem ser alertados de quaisquer anomalias ou falhas em tempo real, proporcionando intervenções de manutenção mais rápidas e direcionadas.



# Tipos e características de válvulas termostáticas

Com base nas características e na evolução técnica dos comandos instalados nas válvulas para radiador, é possível classificá-las como:

- válvula para radiador com comando termostático (para simplificar, adiante designada *válvula termostática tradicional*);
- válvula para radiador com comando eletrónico (adiante designada *válvula termostática eletrónica*);
- válvula para radiador com comando conectado (adiante designada *válvula termostática conectada*).

Esta última, em particular, representa uma novidade recente no mercado, cujas principais características detalharemos nas páginas seguintes.

## VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS TRADICIONAIS

Graças aos comandos termostáticos com os quais estão equipadas, estas válvulas são capazes de regular, de modo autónomo, a temperatura ambiente num valor de regulação fixo. O seu princípio de funcionamento é do tipo mecânico, sem necessidade de alimentação elétrica, e baseia-se na modulação do caudal do fluido de aquecimento. Desta forma, são capazes de regular a emissão térmica dos radiadores, de modo a manter o nível de conforto estável em valores de temperatura diretamente programáveis nos próprios comandos.

A principal limitação reside no facto de apenas permitirem manter as condições de conforto desejadas em espaços individuais, sem qualquer possibilidade de programação. Ou seja, não são capazes de gerir temperaturas diferentes nos espaços individuais em relação às faixas horárias ou dias da semana.

Esta é uma limitação que não pode ser superada em instalações de colunas montantes. Por seu turno, no caso de instalações por zonas, é parcialmente superável acoplando um ou mais cronotermóstatos, seccionando a instalação em várias zonas de forma a separar os espaços domésticos caracterizados por diferentes hábitos de utilização.

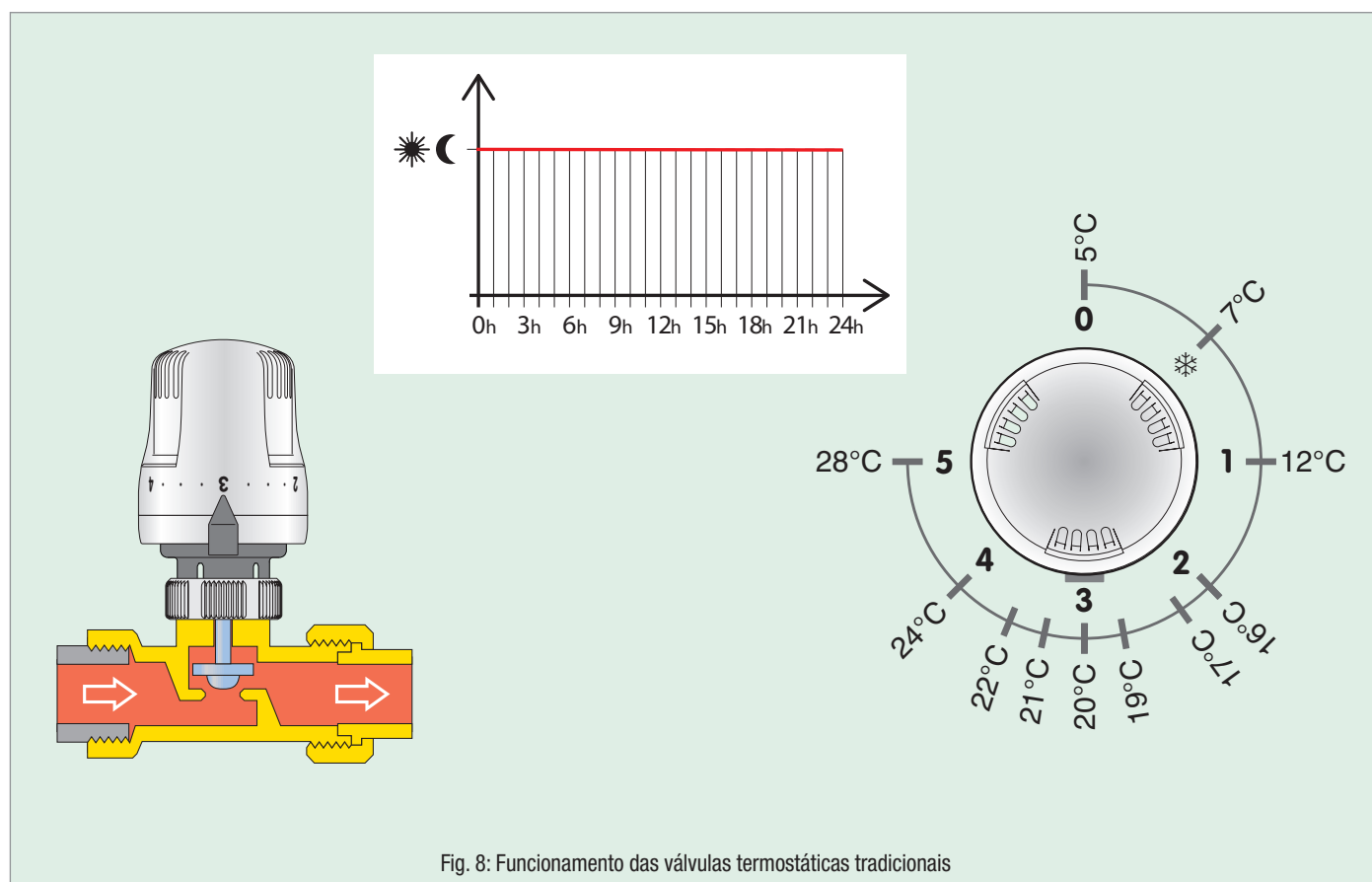


Fig. 8: Funcionamento das válvulas termostáticas tradicionais

## VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS ELETRÓNICAS

São válvulas dotadas de comandos de tipo eletrônico capazes de regular a temperatura ambiente em diferentes valores de regulação. O seu funcionamento ocorre através da alimentação elétrica, normalmente garantida por pilhas comuns. Este tipo de comandos está normalmente equipado com uma sonda digital para deteção da temperatura no espaço e com um termóstato que permite programar, a nível diário e semanal, as temperaturas desejadas. Dependendo da deteção efetuada, o comando é capaz de avaliar o desvio de temperatura relativamente ao valor de regulação programado. Consequentemente, o motor elétrico efetua uma modulação na abertura ou no fecho da válvula, regulando o caudal no emissor de calor e o calor emitido no espaço.

Em comparação com as válvulas termostáticas tradicionais, a viabilidade de programação é, portanto, a vantagem mais importante porque permite a gestão de diferentes temperaturas em cada espaço, tanto de acordo com a hora do dia como com as necessidades de utilização dos próprios espaços. Além disso, muitas vezes estão presentes algumas funções adicionais simples, típicas dos termóstatos clássicos, tais como a possibilidade de programação no modo de férias (para interromper temporariamente a programação normal) ou a proteção antigelo para evitar danos no caso de ausências prolongadas em condições climáticas particularmente adversas.

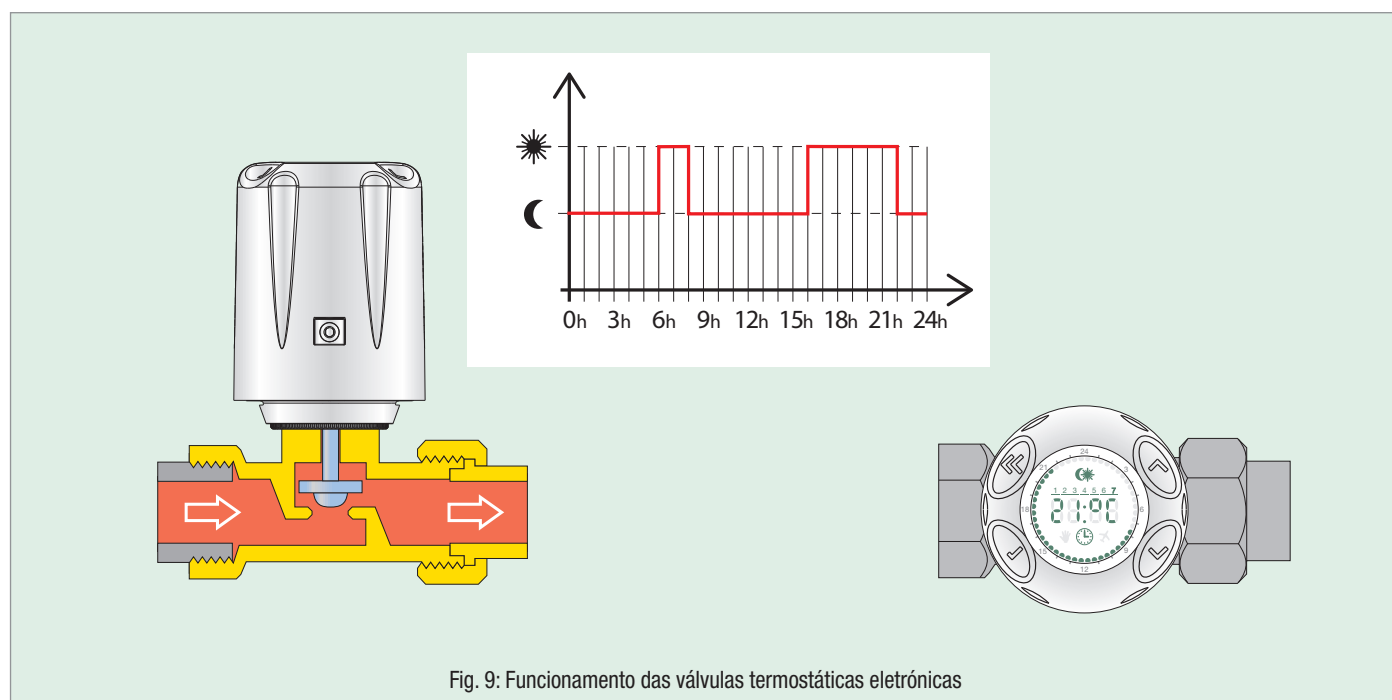


Fig. 9: Funcionamento das válvulas termostáticas eletrônicas

## VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS CONECTADAS

Estas válvulas são dotadas de comandos eletrônicos de nova geração e funcionam regulando o nível de conforto juntamente com sensores para deteção da temperatura ambiente e um gateway que gere e controla o aquecimento da habitação e a comunicação entre os vários dispositivos. Esta última é realizada através de uma ligação por ondas rádio. Trata-se, portanto, de um sistema de termostatização que inclui vários componentes, que podem ser controlados remotamente, graças à característica de conectividade à Internet.

### Comando eletrónico wireless

É instalado nas válvulas para radiador e é do tipo wireless. A alimentação elétrica é garantida por pilhas tradicionais ou recarregáveis, cuja duração deve ser preservada para um funcionamento de longa duração. Para este fim, e tal como aprofundaremos em seguida, os novos tipos de comando consomem o mínimo de energia possível para realizar as suas principais funções: regular o fluxo do caudal no emissor de calor e comunicar com o gateway, através de sinal via rádio, o estado de funcionamento e a temperatura nos espaços.

Apresentamos abaixo os principais componentes do comando eletrónico wireless.

#### Motor eléctrico

Os novos comandos possuem um motor eléctrico capaz de mover o obturador da válvula de radiador com um alto grau de precisão. Este aspeto torna-se ainda mais eficaz quando existe uma função de autoreconhecimento do efetivo curso da válvula. Esta é uma característica muito importante por várias razões: uma movimentação precisa resulta numa regulação muito estável para alcançar e manter a condição de conforto necessária. Isto permite evitar a abertura e o fecho contínuos, típicos de regulações menos precisas, com o conseqüente consumo de energia e o comprometimento da vida útil das pilhas (Fig. 11).

Além disso, desta forma é possível obter regulações de caudal muito precisas nos emissores de calor, mesmo a valores muito baixos (10÷15 l/h). Como sabemos, valores de caudal reduzidos resultam principalmente numa poupança de energia para os circuladores e também correspondem a  $\Delta T$  superiores, condição ideal para obter a máxima eficiência nas instalações modernas dotadas de caldeiras de condensação.

#### Sonda de temperatura ambiente

A sua tarefa é detetar a temperatura ambiente com a precisão adequada, característica essencial para o funcionamento do sistema de termostatização. A sonda de temperatura (S1 na fig. 12), encontrando-se posicionada próxima do emissor de calor e da válvula para radiador atravessada por fluido quente, deve ser capaz de funcionar sem ser condicionada por estas fontes de erro.

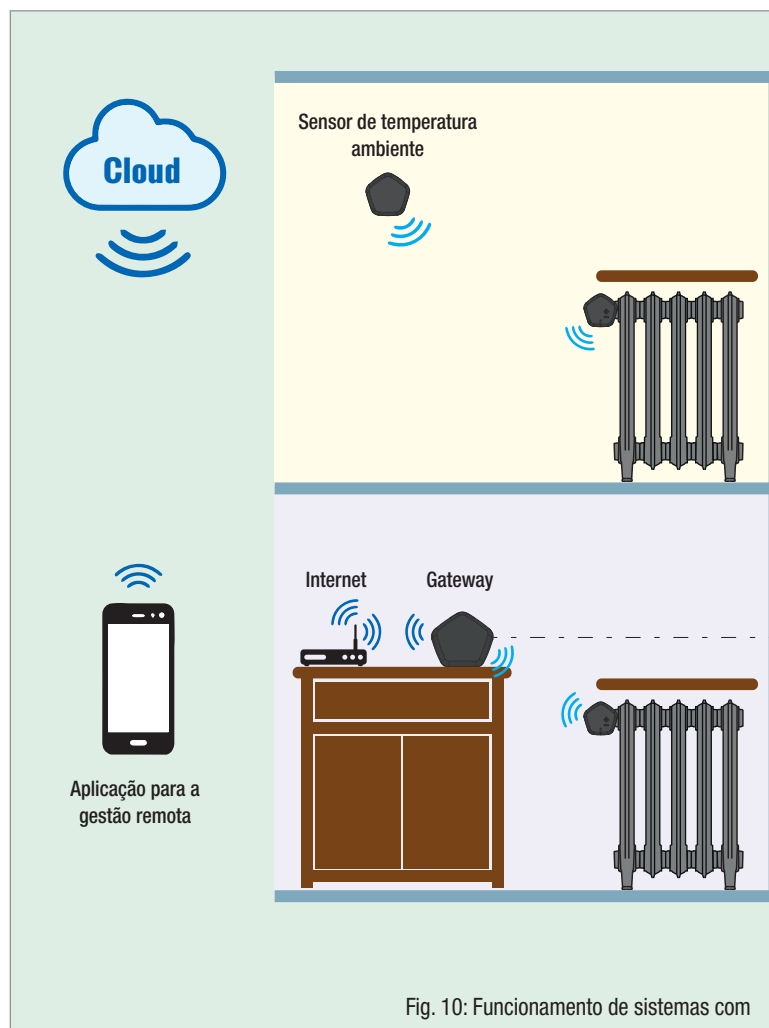


Fig. 10: Funcionamento de sistemas com

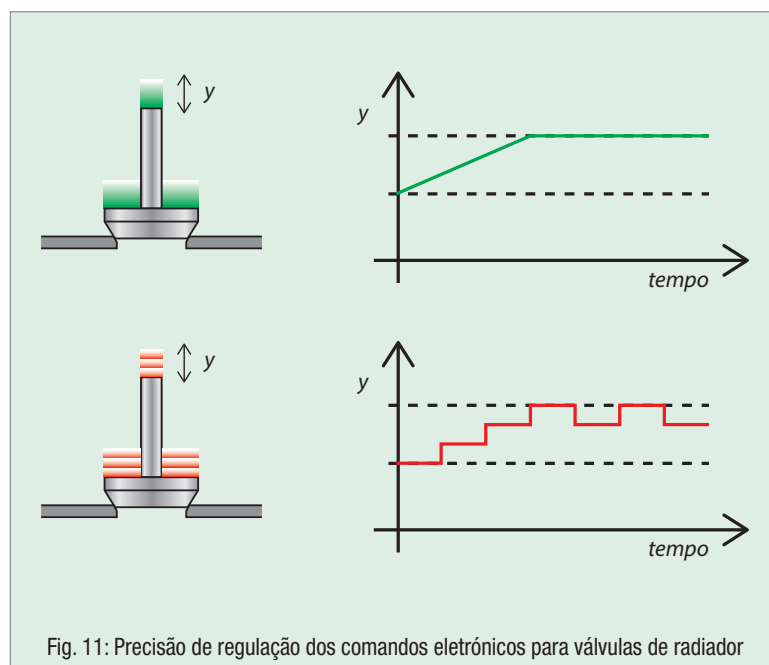
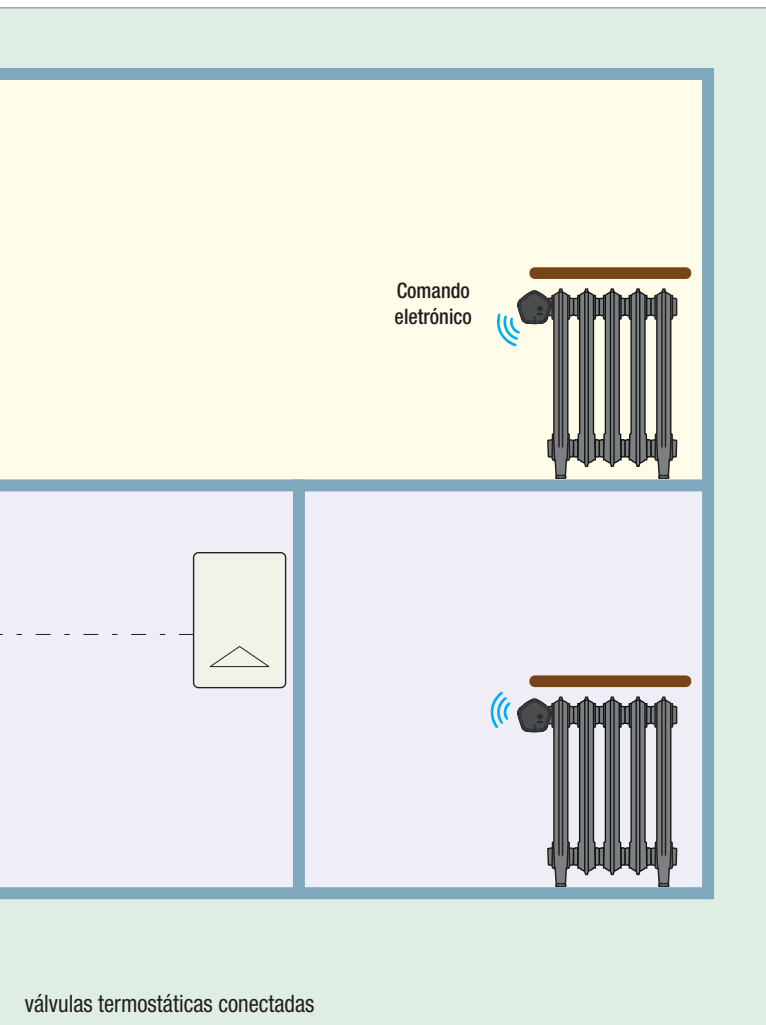


Fig. 11: Precisão de regulação dos comandos eletrónicos para válvulas de radiador





Por este motivo, nos comandos de nova geração, a sonda está posicionada na parte frontal e protegida por um isolamento térmico adequado.

Além disso, o sistema de termostatização registra ao longo do tempo as medições feitas pela sonda principal e analisa a tendência (autoaprendizagem), de modo a prever com antecedência o tempo necessário para levar os espaços à temperatura programada.

### Sonda de temperatura adicional

Os modelos mais avançados integram uma sonda adicional (S2 na fig. 12) que, posicionada próximo da válvula para radiador, permite detetar a emissão de calor proveniente do fluido termovetor. Graças a esta medição, o sistema é capaz de deduzir de modo autónomo se a instalação de aquecimento está ligada ou desligada. Esta informação pode ser usada para realizar algumas funções inovadoras, tais como:

- Inversão automática verão/inverno. O modo verão reduz significativamente o consumo das pilhas se a ativação do sistema não for detetada após um determinado período de tempo.
- Sinalização de anomalias, caso o sistema não consiga atingir a temperatura ambiente programada com a instalação ligada.

O sistema de termostatização beneficia ainda mais da presença da sonda adicional: a análise da diferença de temperatura entre as duas sondas integradas no comando permite corrigir a medição da temperatura ambiente, por exemplo, detetando autonomamente casos de instalação sob uma prateleira, se os dois valores estiverem particularmente próximos (fig. 12).

### Teclas e luzes indicadoras

Os comandos conectados geralmente não precisam de uma interface integrada no componente, já que todas as operações são geridas remotamente (aplicação para smartphone). No entanto, podem estar presentes teclas simples para alterar rapidamente a temperatura de regulação. Normalmente, estas variações são desativadas num determinado período de tempo, e são visualmente indicadas por luzes LED especiais, cuja cor dependerá da temperatura programada.

### Gateway

É o componente central de todo o sistema, já que controla e gere o aquecimento da habitação de acordo com a programação definida, comunica com comandos e sensores, e também é capaz de se ligar à Internet.

A seguir, apresentamos as principais características do gateway.

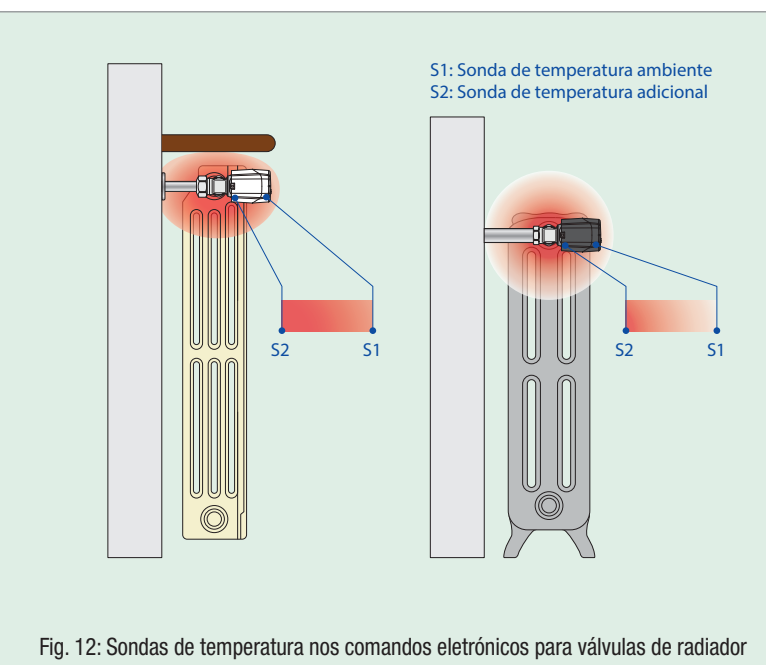


Fig. 12: Sondas de temperatura nos comandos eletrônicos para válvulas de radiador

## Memória Interna

Os dispositivos gateway mais avançados estão equipados com uma memória interna integrada, na qual são armazenadas informações relativas à programação horária. Podem, portanto, funcionar segundo as programações memorizadas, mesmo nos casos em que se perde a ligação à Internet.

## Gestão das zonas

O gateway gere a comunicação com os dispositivos instalados nos vários espaços, com o objetivo de realizar uma regulação do tipo por zonas. A evolução técnica alcançada permite controlar várias dezenas de zonas e centenas de dispositivos. Por este motivo, a instalação de válvulas para radiador conectadas é possível não só em habitações particulares, mas também em edifícios maiores, como escritórios e hotéis.

## Ativação da instalação

A ativação da instalação de aquecimento através do gateway é normalmente gerida por um sinal de consentimento elétrico, em ligação com o gerador ou com uma válvula de zona. Contudo, gateways de nova geração também possibilitam a utilização de protocolos de comunicação mais avançados, disponíveis nas caldeiras mais modernas ou no caso de edifícios equipados com automatização (consultar *Considerações: protocolo OpenTherm® e Diretiva Europeia sobre Ecodesign* na página 29).

## Conectividade e atualizações

A ligação à Internet é geralmente possível por cabo ou através da ligação a redes Wi-Fi. Existem também modelos que integram um modem para cartões telefónicos; desta forma é possível tirar partido das vantagens da conectividade mesmo quando não existe uma rede de Internet fixa.

A conectividade, além de permitir ao utilizador programar e gerir o seu sistema de aquecimento através da aplicação específica, também possibilita ao fabricante atualizar remotamente o software de funcionamento do sistema em caso de novas funcionalidades.

## Sensores de temperatura ambiente wireless

Além das sondas de temperatura integradas nos comandos conectados, podem ainda ser posicionados sensores adicionais noutros pontos da habitação. Estes dispositivos também são do tipo wireless e comunicam através de sinal rádio com o gateway. A sua eventual instalação pode ser útil nos casos em que os comandos se encontrem em posições que envolvem uma difícil deteção da temperatura, ou quando é necessário regular o conforto em espaços muito grandes, onde o fornecimento de calor é gerado por vários emissores de calor.

Em caso de requalificação de instalações antigas, existem versões que, além da sua função principal, gerem a ativação da caldeira em substituição do tradicional termóstato já presente na habitação.

## Sistema de comunicação via rádio

Como já referimos brevemente, os dispositivos enumerados devem ser capazes de comunicar entre si, de modo a garantir as condições de bem-estar térmico nos vários espaços, de acordo com a programação configurada pelo utilizador. Os comandos conectados, o gateway e também os sensores de temperatura adicionais são todos dotados de antenas de rádio no interior, de modo a enviar e receber as informações essenciais para o funcionamento do sistema de termorregulação.

A comunicação por ondas rádio apresenta as seguintes vantagens:

- É um sinal caracterizado por uma propagação de longo alcance, que é essencial para permitir uma comunicação correta mesmo em habitações maiores, onde a distância entre os vários dispositivos pode ser considerável.
- Pode funcionar com um consumo de energia muito reduzido.

A frequência com que os sinais são enviados é também um requisito muito importante para garantir um desempenho ótimo da regulação da temperatura ambiente. Ao mesmo tempo, contudo, não deve ser excessiva, já que reduziria a vida útil das pilhas dos dispositivos periféricos, sem qualquer vantagem apreciável.

## Aplicação para gestão remota

Nos sistemas com válvulas termostáticas conectadas de última geração, a aplicação — que pode ser instalada em dispositivos móveis, tais como smartphones e tablets — funciona como interface, a partir da qual o utilizador pode comunicar e personalizar as instruções para o funcionamento da instalação de aquecimento.

Através da ligação à Internet, a aplicação interage diretamente com o gateway, executando várias funções.

## Instalação guiada

Durante a instalação, a configuração e associação de todos os dispositivos é feita através de um procedimento guiado e de instruções que são apresentadas no ecrã, passo a passo. Durante este processo, também é possível associar cada espaço da casa aos vários componentes, para realizar uma regulação do tipo por zonas.

## Programação

Cada uma das zonas criadas pode ser personalizada de acordo com próprias exigências; para acelerar as operações de programação, as aplicações são muitas vezes capazes de interagir com o utilizador através de algumas perguntas simples relacionadas com os seus hábitos. Desta forma, é possível criar programas com faixas horárias personalizadas e definidos de acordo com o conforto desejado no interior da própria habitação.

Este sistema permite poupar tempo sem ser necessário utilizar um programa genérico predefinido, como no caso dos termóstatos tradicionais.

## Funções rápidas

Através da aplicação é possível ativar algumas funções rápidas configuráveis quer para uma única zona quer para toda a habitação, em caso de necessidade relativamente à programação definida.



### Modo poupança energética (Eco):

reduz a temperatura programada para uma maior poupança.



### Modo limpeza (Clean):

desativa a parte da instalação dedicada ao local onde a limpeza doméstica está a ser efetuada.



### Modo aquecimento rápido (Boost):

aumenta a temperatura programada para maior conforto, por exemplo, ao regressar a casa mais cedo do que o habitual.



### Modo férias (Holiday):

permite a gestão de ausências prolongadas.



### Modo antigelo (OFF):

desativa completamente a instalação, mas previne o possível congelamento no caso de serem detetadas temperaturas muito baixas.



Fig. 13: Gestão remota através da app para smartphone

## Monitorização dos consumos

Através da app, o sistema permite estimar e monitorizar os consumos da própria instalação. Estes dados são memorizados permitindo a sua análise periódica. Por exemplo, o utilizador poderá comparar os seus consumos com os de anos anteriores. Além disso, o sistema analisa as informações recolhidas, permitindo que sejam consultadas periodicamente, a fim de otimizar o funcionamento da instalação de aquecimento e a poupança energética.

## Estado de funcionamento

No visor do telemóvel são apresentadas todas as informações relativas às várias zonas: temperatura, estado de funcionamento, eventuais anomalias, energia residual das pilhas dos dispositivos.

## Assistência técnica remota

A arquitetura dos sistemas com válvulas termostáticas conectadas é capaz de garantir um serviço de assistência eficaz em caso de eventuais avarias. A aplicação facilita a rápida resolução de possíveis problemas e, muitas vezes, sem a necessidade de uma intervenção ao domicílio.

# Vantagens da utilização de válvulas termostáticas conectadas

Na edição 57 da *Hidráulica* em italiano, analisámos de que forma regulações aquém do ideal podem resultar em maiores gastos de energia do que o realmente necessário. Entre as causas, focámos particularmente a forma como as regulações influenciam o rendimento dos diferentes geradores de calor.

Em vez disso, nesta edição, referindo-nos à regulação da temperatura ambiente, iremos analisar quais as vantagens ou desvantagens da adoção de diferentes soluções aplicadas aos tipos mais comuns de instalações com radiadores. Para tal, veremos como a escolha do sistema de termostatização e os respetivos benefícios estão relacionados não só com a configuração da instalação em si, mas também com os hábitos de vida diários.

Consideremos uma habitação composta por três zonas distintas: uma zona diurna com sala de estar e cozinha; uma divisão usada como escritório; uma zona noturna que inclui quartos de dormir.

O objetivo da regulação da temperatura ambiente é satisfazer as necessidades de bem-estar térmico nos vários espaços durante o dia. Por norma, é possível definir uma temperatura de conforto para os períodos de ocupação e uma mais baixa, chamada temperatura de economia, nas faixas horárias em que a necessidade de calor não é expectável. O objetivo da temperatura de economia é evitar a desativação total da instalação e, conseqüentemente, tempos de arranque excessivos.

A habitação, esquematizada na fig. 14, é alimentada por uma instalação com radiadores da qual iremos analisar três tipos diferentes de distribuição:

1. instalação com colunas montantes, típica dos apartamentos em edifícios residenciais com instalação centralizada;
2. instalação com uma única zona, generalizada em edifícios residenciais mais modernos ou habitações particulares individuais;
3. instalação com duas zonas, utilizada principalmente em habitações particulares, a fim de subdividir os principais espaços domésticos.

Para cada um destes casos, avaliaremos algumas soluções de regulação diferentes, quer do ponto de vista do nível de conforto, quer da poupança alcançáveis. Para este fim, é necessário considerar qual é a real exigência de conforto de acordo com os hábitos diários, resumidos, para simplificar, em três diferentes necessidades (constante, regular ou irregular) durante um período de três dias, incluindo dois dias úteis e um dia ao fim de semana.

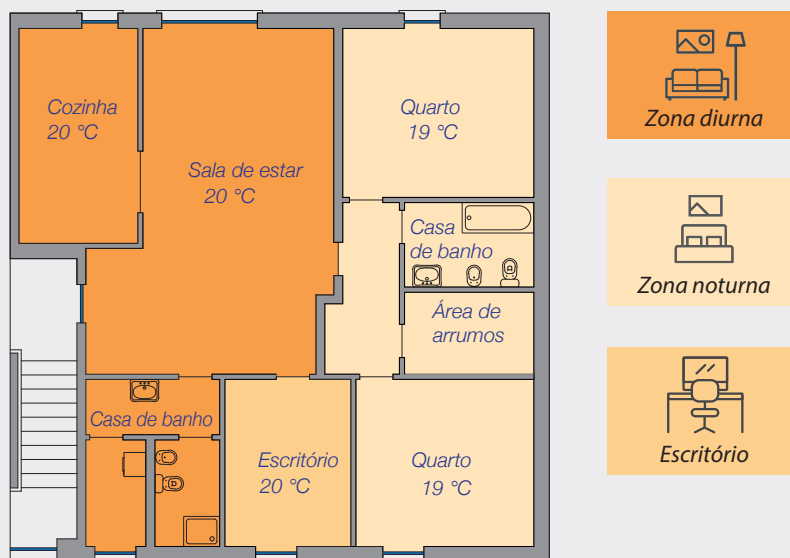


Fig. 14: Espaços de um apartamento-tipo para uso residencial

### Necessidade de conforto constante

É típico das pessoas que vivem maioritariamente em casa, como os idosos, e caracteriza-se por uma necessidade constante de bem-estar térmico (fig. 15). Neste caso, foi considerada uma temperatura de conforto de 20 °C para a zona diurna e de escritório e de 19 °C para a zona noturna.

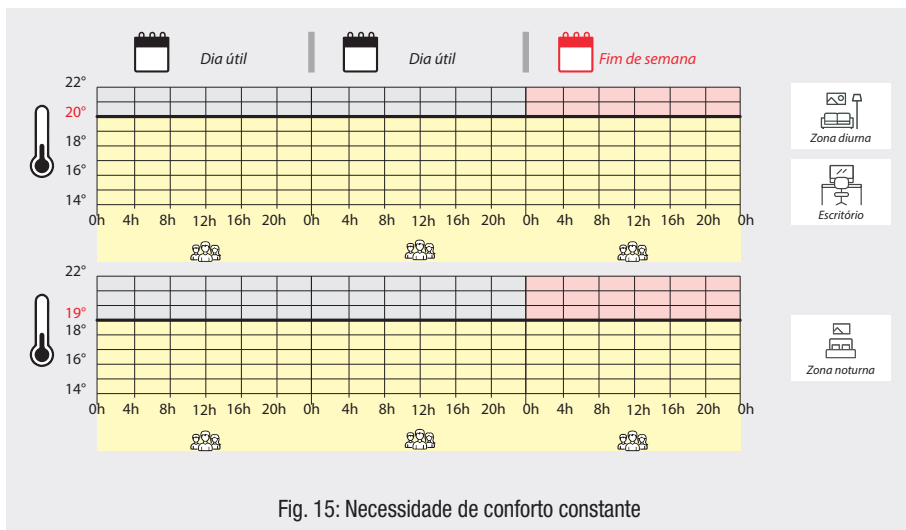


Fig. 15: Necessidade de conforto constante

### Necessidade de conforto regular

Simula o uso dos espaços típico de pessoas que estão fora de casa em horários regulares e repetitivos. As necessidades dos espaços, como se pode ver nos gráficos da fig. 16, são diversificadas entre os dias úteis e os fins de semana.

Nos dias úteis, assume-se que a zona diurna é usada de manhã e ao serão. Por sua vez, aos fins de semana, tanto a zona diurna como o escritório foram considerados ocupados durante o horário diurno. A zona noturna é usada de modo regular e indistintamente entre dias úteis ou fins de semana.

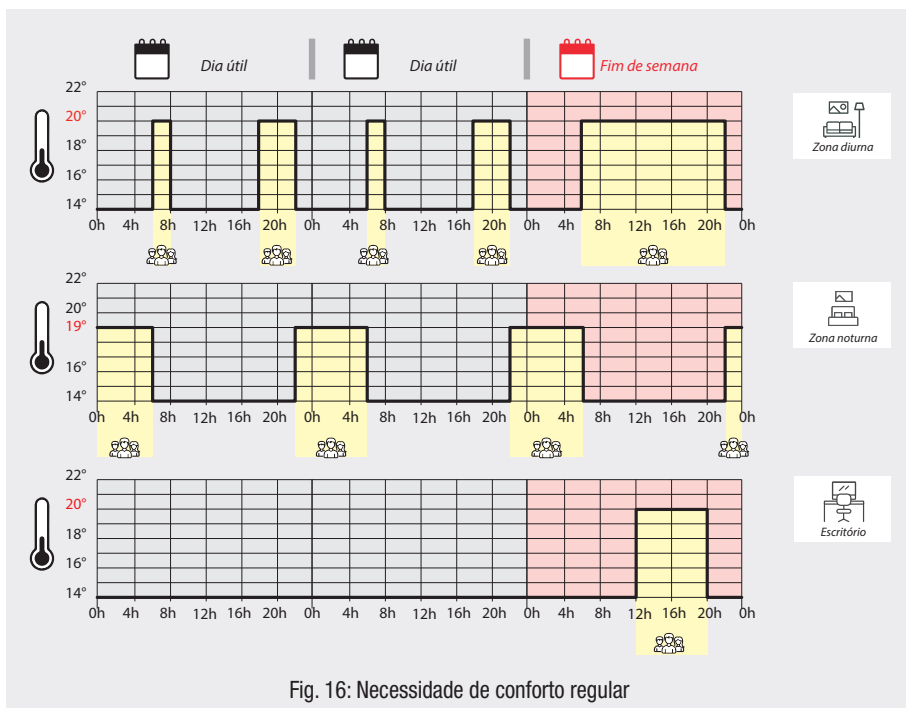


Fig. 16: Necessidade de conforto regular

### Necessidade de conforto irregular

Reproduz a utilização dos espaços por pessoas que não têm horários fixos de permanência em casa ou que, por exemplo, viajam com frequência.

A fim de levar estes aspetos em conta, na fig. 17 assumiu-se, neste caso, a ausência completa (imprevista) num dia útil.

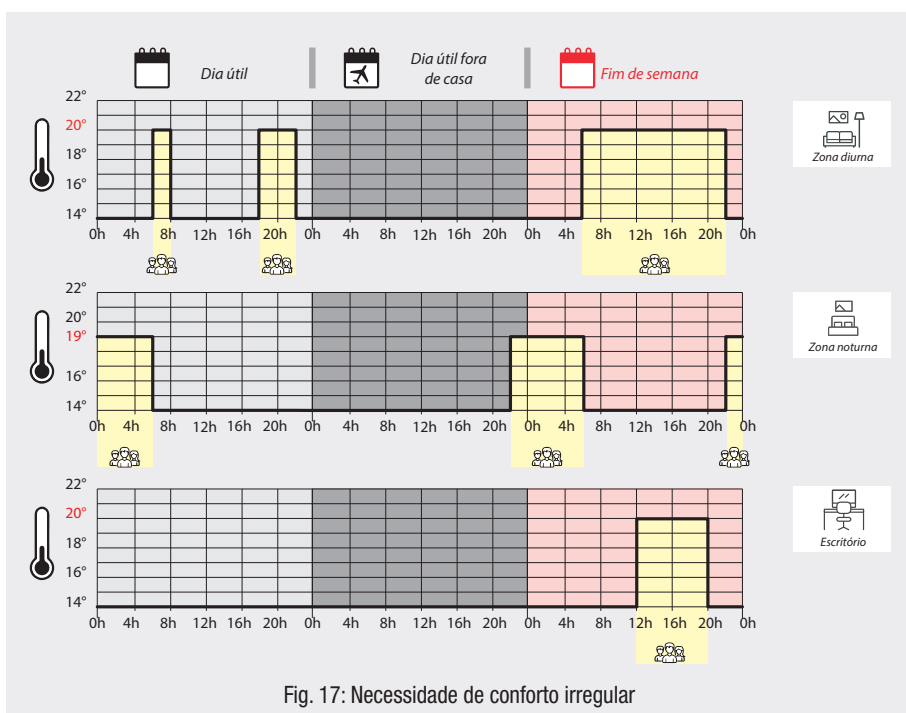
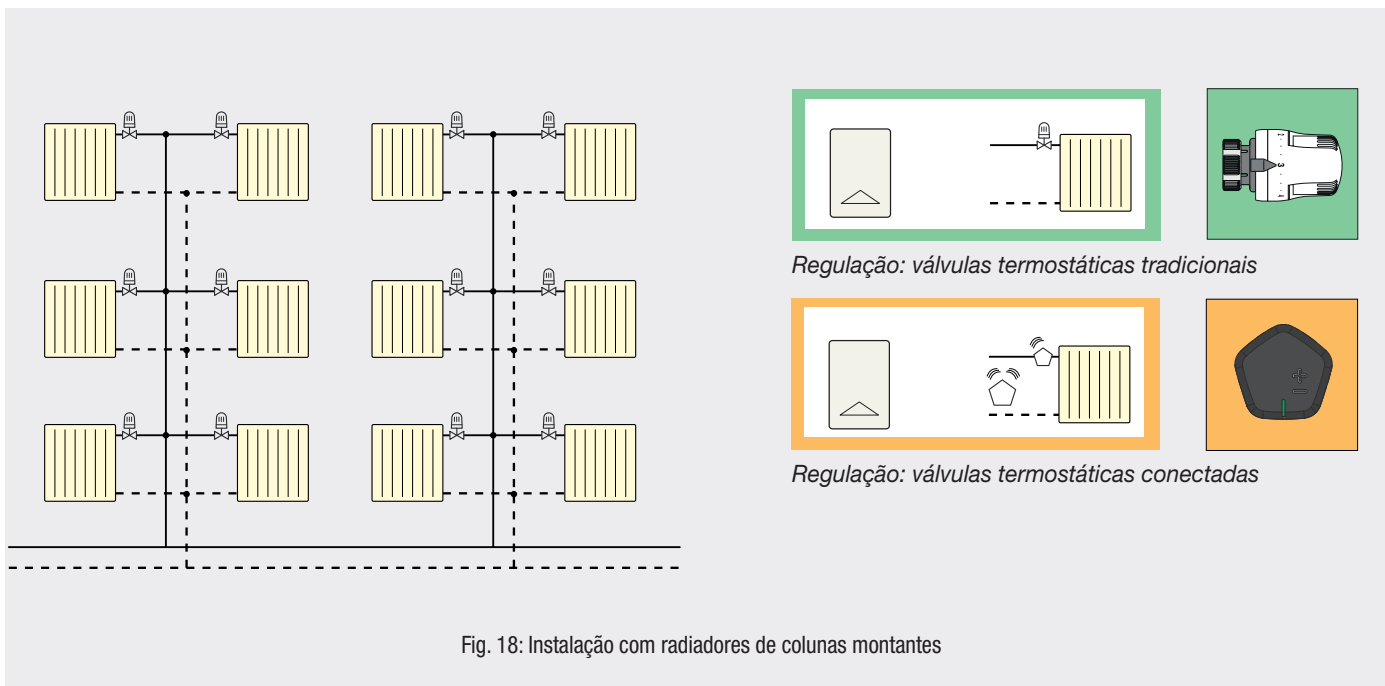


Fig. 17: Necessidade de conforto irregular

# A REGULAÇÃO EM INSTALAÇÕES CENTRALIZADAS COM RADIADORES

## Descrição da instalação



Nas instalações centralizadas de colunas montantes, os radiadores de cada apartamento são alimentados por uma distribuição de tipo vertical (fig. 18) que não permite a instalação de uma ou mais válvulas de zona. Consideramos as seguintes soluções de termostatização:

- Válvulas termostáticas tradicionais. É uma solução muito utilizada nestas instalações, graças às recentes requalificações energéticas.
- Válvulas termostáticas conectadas. É uma solução inovadora que permite a gestão inteligente de diferentes espaços.

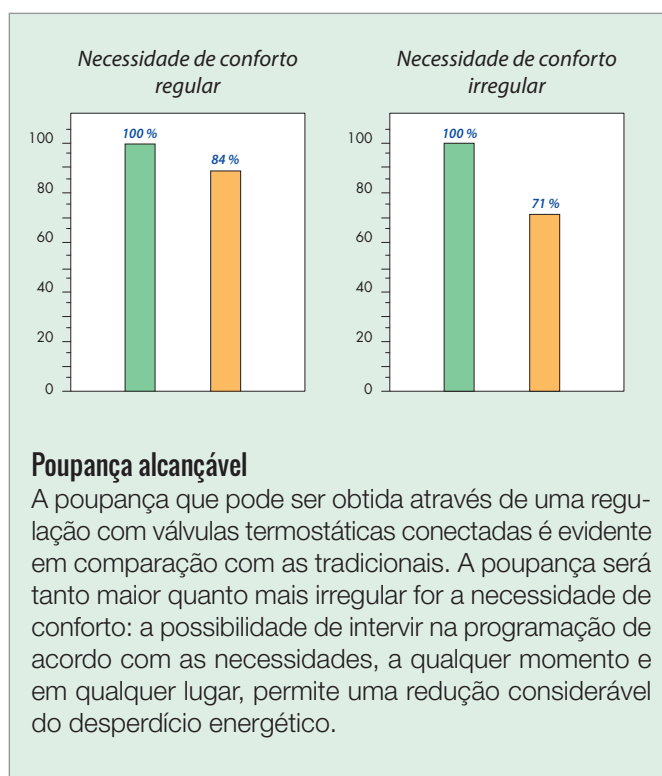
Para facilitar a discussão, não consideraremos a possibilidade de ativação e desativação da caldeira centralizada.

## Características e desempenho

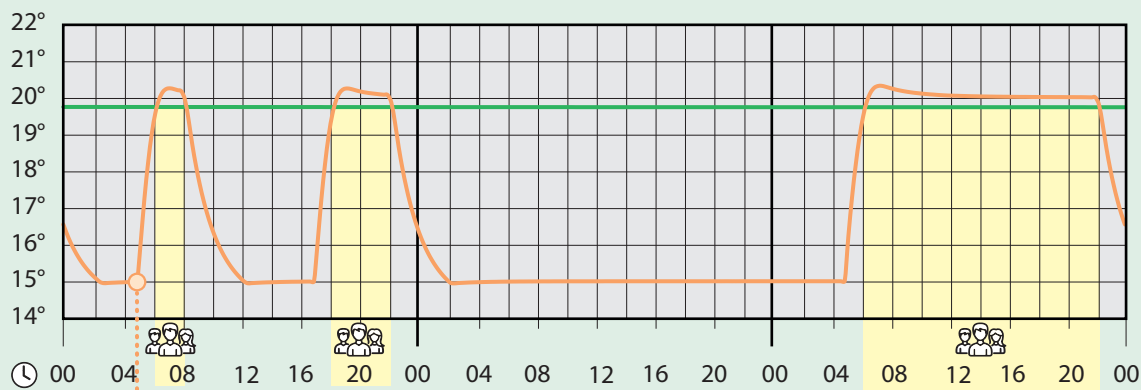
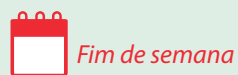
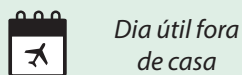
Os gráficos da fig. 19 mostram as tendências de temperatura nos vários espaços domésticos, em caso de necessidade irregular de conforto ao longo do dia:

- As válvulas termostáticas permitem limitar o aquecimento excessivo dos espaços, mantendo as temperaturas constantes, independentemente da necessidade real. Garantem assim um elevado nível de conforto à custa de um consumo energético excessivo, sem necessidade de calor.
- As válvulas termostáticas conectadas permitem uma gestão separada de cada espaço doméstico, mesmo no caso de instalações de colunas montantes.

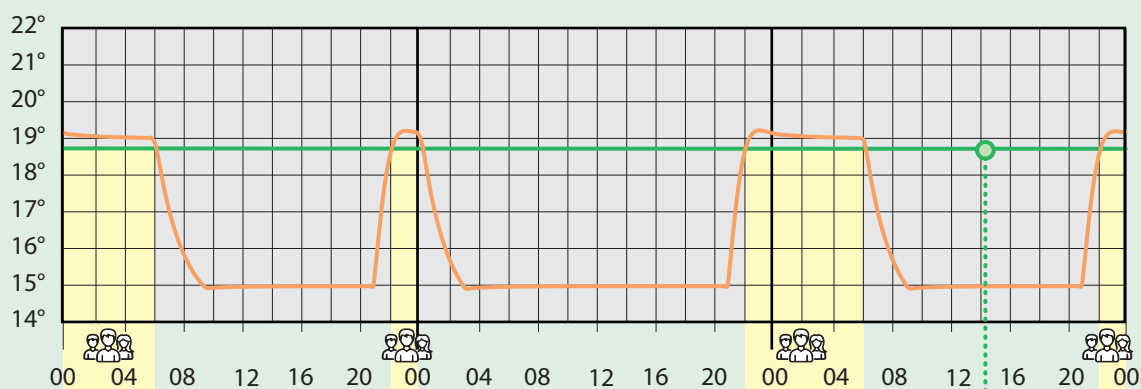
São também capazes de fornecer a quantidade certa de calor segundo as necessidades reais, tanto graças à possibilidade de programação de faixas horárias, como à possibilidade de comando remoto perante alterações dos hábitos.



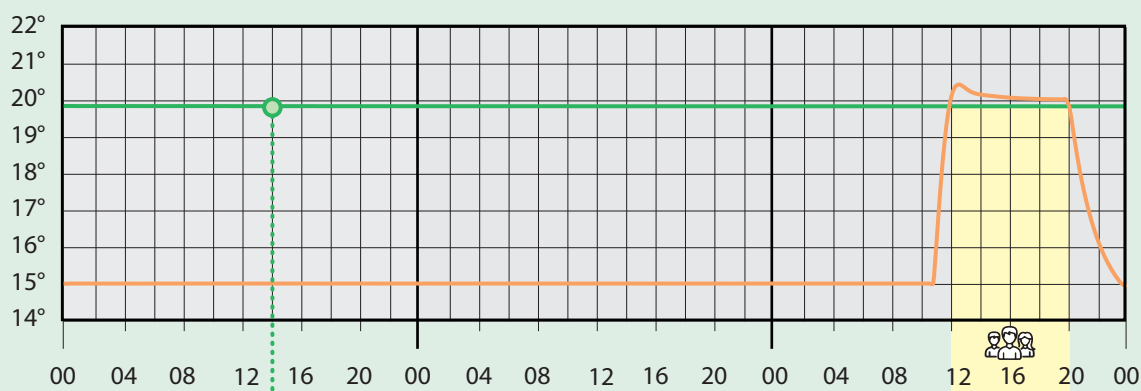
## Apartamento com necessidade de conforto irregular



A regulação por meio de válvulas termostáticas conectadas antecipa autonomamente a ativação para obtenção do conforto no horário pretendido.



Os comandos termostáticos só podem ser regulados na temperatura desejada para cada espaço.



As válvulas termostáticas, embora mantenham a temperatura regulada, podem originar um consumo energético superior durante bastante tempo.



Fig. 19: Diferenças entre as diversas soluções de termorregulação no caso de instalações com radiadores de colunas montantes

# A REGULAÇÃO EM INSTALAÇÕES AUTÓNOMAS DE RADIADORES COM UMA ÚNICA ZONA

## Descrição da instalação

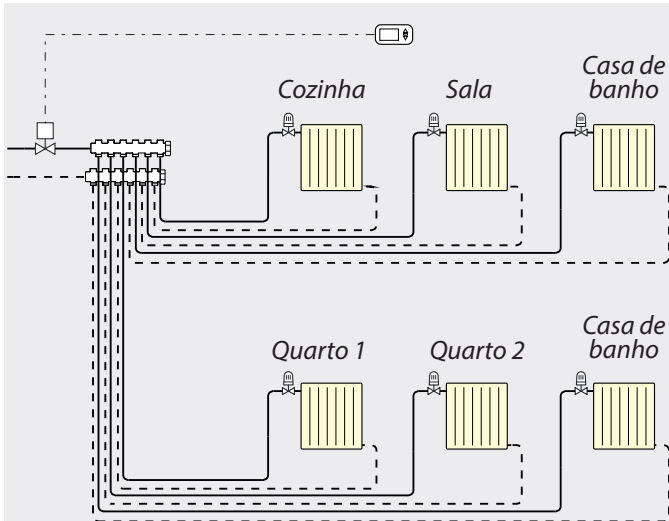
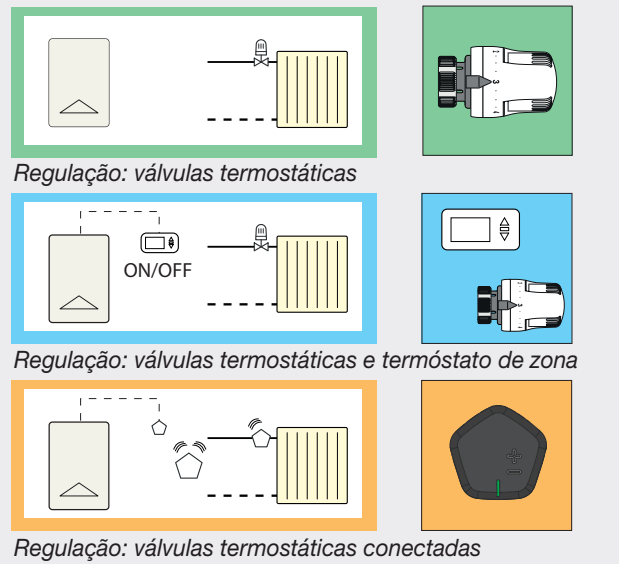


Fig. 20: Instalação de radiadores com uma única zona



A instalação com uma única zona é caracterizada por uma distribuição com coletores ao serviço dos radiadores. É o caso, por exemplo, de apartamentos com instalações autónomas ou alimentados por instalações centralizadas em edifícios de construção recente. Consideremos:

- Válvulas termostáticas tradicionais que representam a regulação mais simples.
- Válvulas termostáticas tradicionais acopladas a um cronotermóstato. Aproveitam a presença de um cronotermóstato que comanda uma válvula de zona (ou gerador de calor), graças a uma programação predefinida com base nas necessidades de um espaço de referência, normalmente, a zona diurna.
- Válvulas termostáticas conectadas: é uma solução inovadora que permite a gestão inteligente de diferentes espaços, sem uma válvula de zona.

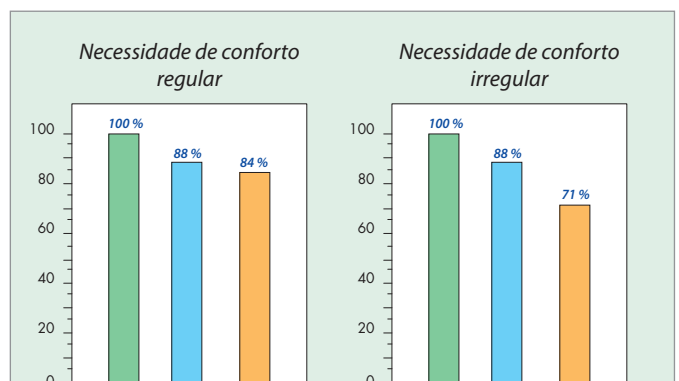
## Características e desempenho

Os gráficos da fig. 21 mostram as tendências de temperatura nos vários espaços domésticos, em caso de necessidade irregular de conforto ao longo do dia:

- As válvulas termostáticas limitam o aquecimento excessivo dos espaços, mantendo as temperaturas constantes independentemente da necessidade real: elevado nível de conforto, mas consumo energético excessivo.
- A utilização de um cronotermóstato permite gerir a zona diurna com fases de conforto, que aproveitam a ação dos comandos termostáticos, alternando com fases de economia. Garante, assim, um bom

nível de conforto apenas para o ambiente controlado diretamente, mas não para a zona noturna ou o escritório. Portanto, além de um bem-estar limitado, há também um consumo energético desnecessário nas horas em que não existe uma necessidade real.

- As válvulas termostáticas conectadas também são capazes de fornecer a quantidade certa de calor de acordo com a necessidade real.



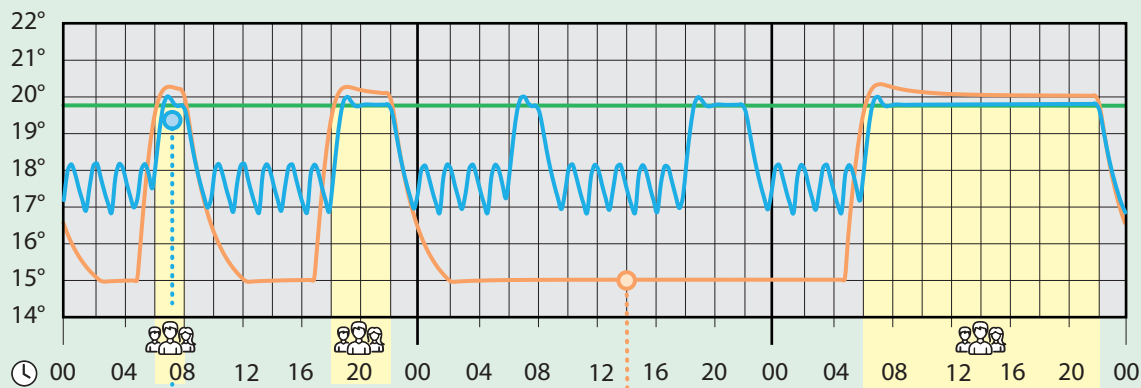
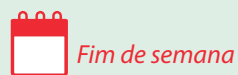
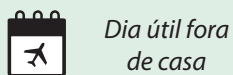
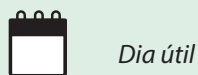
### Poupança alcançável

A regulação com um simples cronotermóstato em conjunto com uma única zona permite obter um resultado discreto. No entanto, como já foi referido, esta poupança é alcançada perante um nível de conforto limitado.

As poupanças obtidas por meio das válvulas termostáticas conectadas são melhores, em média, graças à sua gestão mais avançada das fases de economia e arranque. Estas vantagens são ainda mais apreciáveis nos casos de necessidade de conforto irregular.

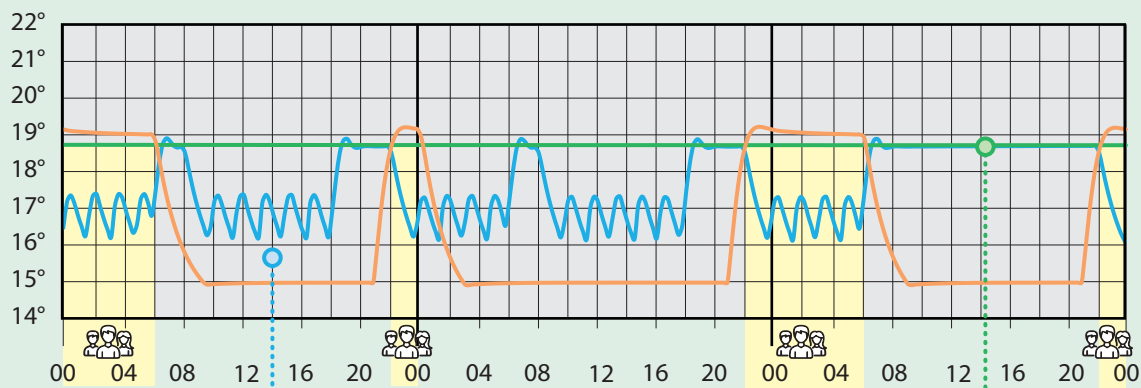


## Apartamento com necessidade de conforto irregular



O cronotermóstato permite um bom nível de conforto nas faixas horárias predefinidas para a zona diretamente regulada.

A regulação por meio de válvulas termostáticas conectadas é capaz de gerir ausências imprevistas relativamente aos hábitos normais.



Seguindo a programação da zona diurna, a regulação mediante um cronotermóstato não consegue garantir o conforto nos restantes espaços e conduz a um desperdício de energia.

Os comandos termostáticos só podem ser regulados na temperatura desejada para cada espaço.

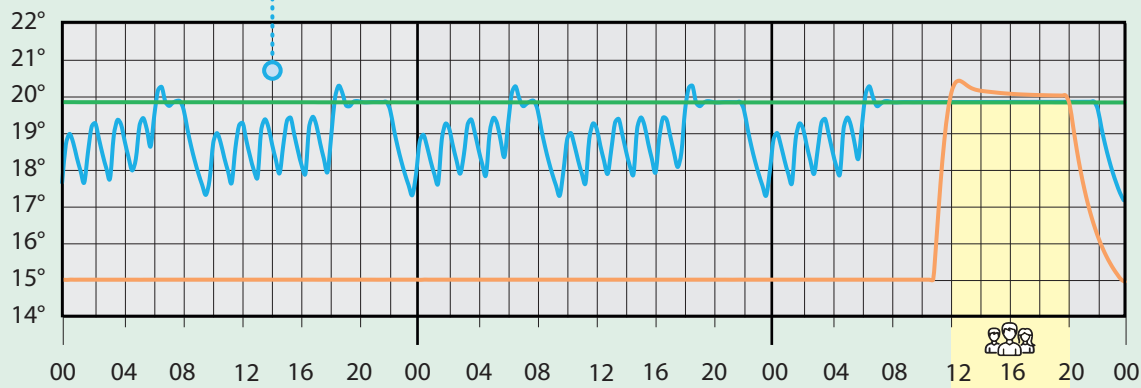
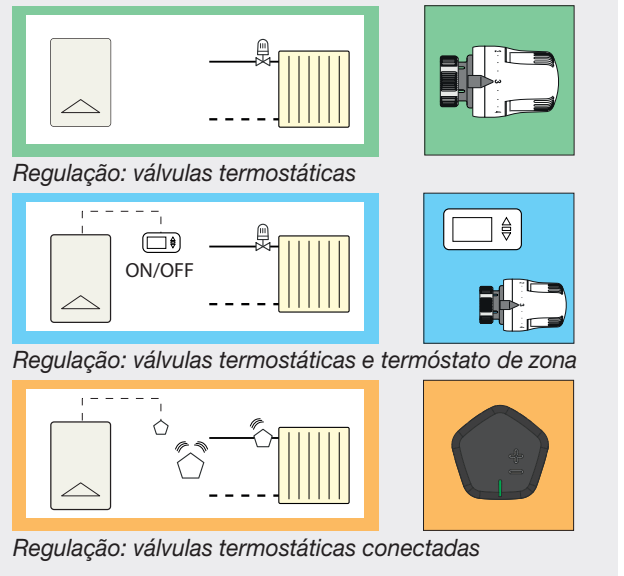
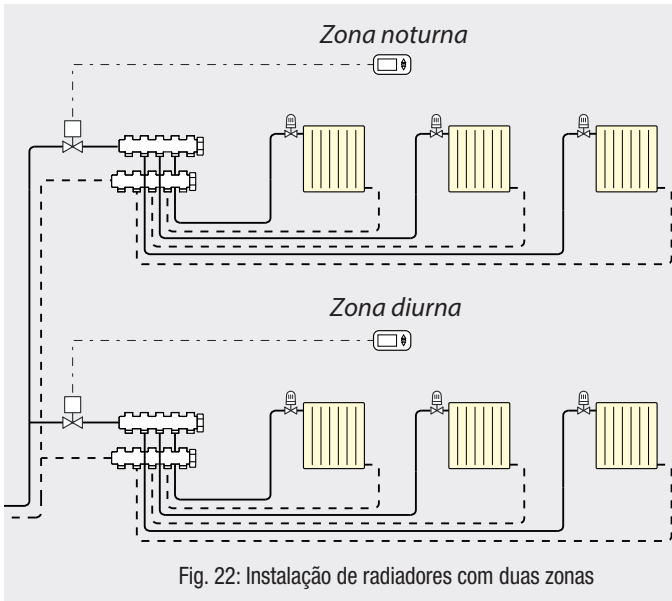


Fig. 21: Diferenças entre diversas soluções de termostatização no caso de instalações autónomas de radiadores com uma única zona

# A REGULAÇÃO EM INSTALAÇÕES AUTÓNOMAS DE RADIADORES COM DUAS ZONAS

## Descrição da instalação



A instalação com duas zonas também se caracteriza por uma distribuição com coletores que servem diferentes espaços, tipicamente, uma zona diurna e uma zona noturna. É uma solução que pode ser encontrada em habitações particulares individuais. Neste caso, consideramos as seguintes soluções de termostatização:

- Válvulas termostáticas tradicionais: esta é a regulação mais simples.
- Válvulas termostáticas tradicionais acopladas a um cronotermostato: aproveita a presença de dois cronotermostatos que comandam as válvulas de zona graças a uma programação diversificada para os dois ambientes principais (zona diurna e zona noturna).
- Válvulas termostáticas conectadas: é uma solução inovadora que permite a gestão inteligente de diferentes espaços sem a necessidade de válvulas de zona.

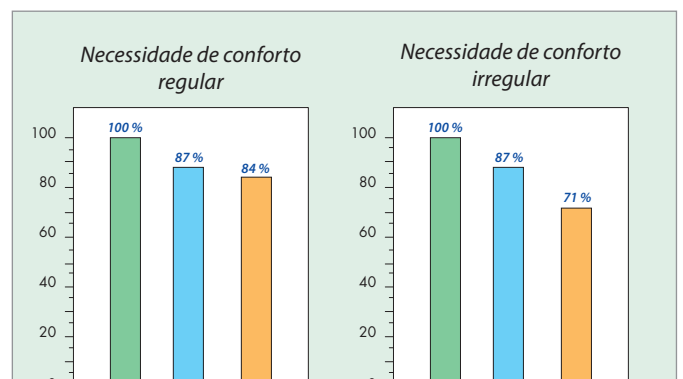
## Características e desempenho

Também neste caso, os gráficos da fig. 23 referem-se ao caso de necessidade de conforto irregular ao longo do dia:

- As válvulas termostáticas mantêm as temperaturas constantes independentemente da necessidade real: elevado nível de conforto, mas consumo energético excessivo.
- A utilização de dois cronotermostatos permite gerir tanto a zona diurna como a zona noturna com fases de conforto que aproveitam a ação dos comandos termostáticos, alternando com fases de economia. Garante, assim, um bom nível de conforto para todos

os ambientes, graças a uma programação adequada. Contudo, no caso de ausências não planeadas, não é possível evitar a produção indesejada de calor.

- As válvulas termostáticas conectadas proporcionam um excelente desempenho tanto em termos de conforto como de consumo energético.



### Poupança alcançável

A regulação com dois cronotermostatos de zona não difere muito em relação ao caso da instalação de uma única zona, mas é um compromisso eficiente entre a necessidade de conforto e a contenção do consumo de energia térmica.

No entanto, a adoção de válvulas termostáticas conectadas permite obter a máxima poupança possível, graças à possibilidade de gerir facilmente situações imprevistas. Nessas circunstâncias, existe um potencial considerável de redução dos consumos.

## Apartamento com necessidade de conforto irregular



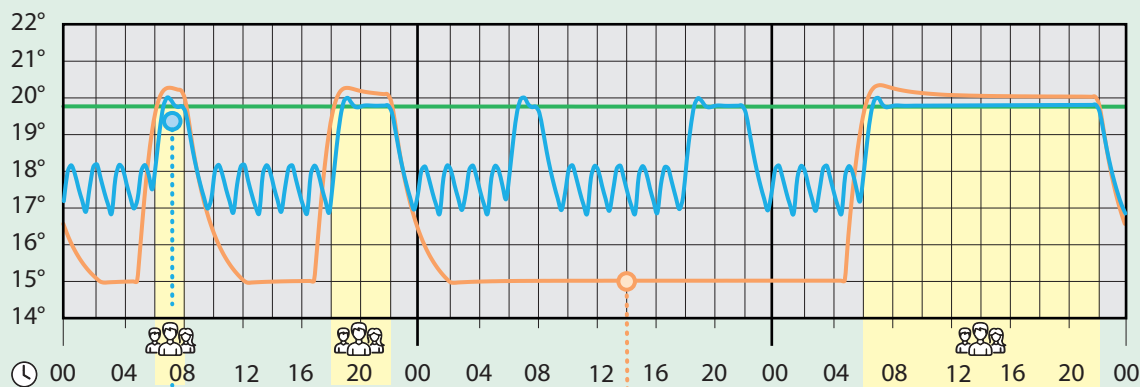
Dia útil



Dia útil fora de casa

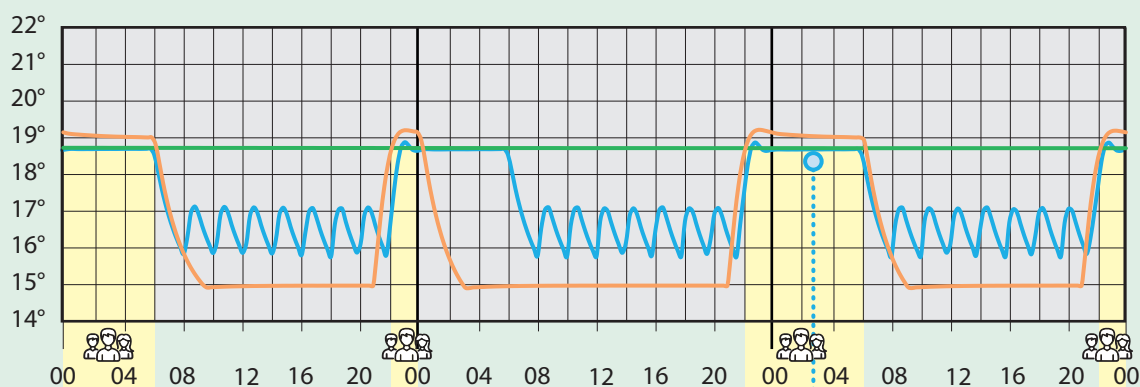


Fim de semana

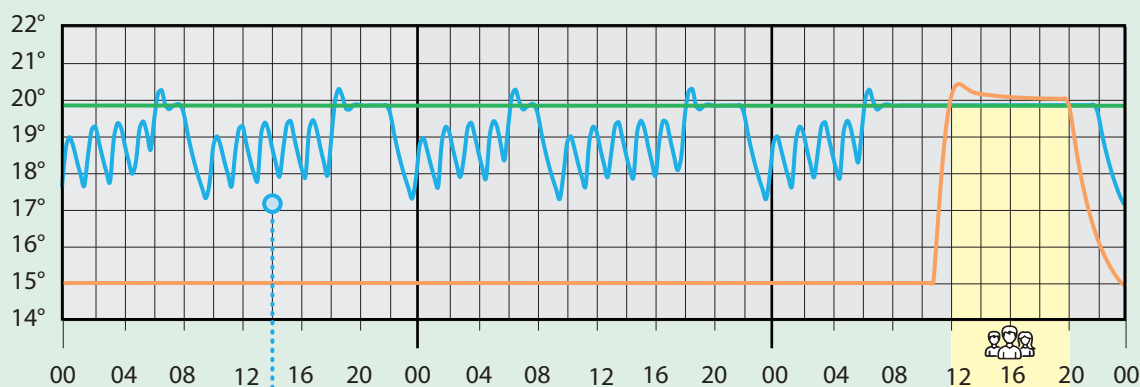


O cronotermóstato permite um bom nível de conforto nas faixas horárias predefinidas para a zona diretamente regulada.

A regulação por meio de válvulas termostáticas conectadas permite uma poupança considerável em caso de ausências imprevistas relativamente aos hábitos normais.









O segundo cronotermóstato permite obter um bom nível de conforto também na zona noturna, graças a uma programação dedicada.



A termostatização do escritório segue a programação da zona diurna. Consequentemente, não é possível evitar o desperdício de energia neste espaço.

Fig. 23: Diferenças entre diversas soluções de termostatização no caso de instalações autónomas de radiadores com duas zonas

# TABELA DE RESUMO DOS EXEMPLOS ABORDADOS

|                                                                                                                     | Instalações de colunas montantes                                                  |                                                                                   |                                                                                   | Instalações por zonas                                                               |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                     |  |  |  |  |  |  |
| <b>Equilíbrio térmico dos espaços</b><br>Regulação e manutenção da temperatura de conforto desejada nos espaços.    | ✓                                                                                 | -                                                                                 | ✓                                                                                 | ✓                                                                                   | ✓                                                                                   | ✓                                                                                   |
| <b>Autonomia térmica</b><br>Possibilidade de programar as temperaturas e as faixas horárias de conforto e economia. | ✗                                                                                 | -                                                                                 | ✓                                                                                 | ✗                                                                                   | ✓                                                                                   | ✓                                                                                   |
| <b>Programação por zonas</b><br>Possibilidade de diferenciar a programação nos vários espaços.                      | ✗                                                                                 | -                                                                                 | ✓                                                                                 | ✗                                                                                   | ⚠ 1                                                                                 | ✓                                                                                   |
| <b>Conforto térmico</b><br>Obtenção da temperatura de conforto “quando e onde” é necessário.                        | ✓                                                                                 | -                                                                                 | ✓                                                                                 | ✓                                                                                   | ⚠ 1                                                                                 | ✓                                                                                   |
| <b>Redução do desperdício</b><br>Possibilidade de evitar aquecer os espaços em caso de ausências não planeadas.     | ✗                                                                                 | -                                                                                 | ✓                                                                                 | ✗                                                                                   | ⚠ 2                                                                                 | ✓                                                                                   |
| <b>Funções conectadas</b><br>Funcionalidades avançadas para gestão e monitorização remotas.                         | ✗                                                                                 | -                                                                                 | ✓                                                                                 | ✗                                                                                   | ✗                                                                                   | ✓                                                                                   |



Em instalações equipadas com termóstatos tradicionais, a programação e gestão do conforto é tanto mais eficaz quanto mais zonas puderem ser criadas. Este pormenor depende da solução de instalação adotada, e, consequentemente, do número de válvulas de zona fisicamente instalado.



A redução do desperdício só é possível em caso de ausências previsíveis, ao modificar oportunamente as programações, intervindo de modo direto nos termóstatos no interior da habitação. Os termóstatos tradicionais não são dotados da possibilidade de controlo remoto.

## CONSIDERAÇÕES: PROTOCOLO OPENTHERM® E DIRETIVA EUROPEIA SOBRE ECODSIGN

A ligação e comunicação entre os vários componentes de uma instalação de aquecimento é tradicionalmente efetuada através de simples contactos elétricos. Por exemplo, os termostatos tradicionais são capazes de ativar ou desativar o gerador por meio de um sinal de ativação, quando é detetada a necessidade de arranque da instalação. Trata-se, portanto, por si só, de uma simples regulação do tipo ON/OFF, que se realiza através da abertura ou fecho de um contacto elétrico dedicado.

A intenção de realizar regulações cada vez mais avançadas levou à necessidade de trocar muito mais informações entre os vários dispositivos (caldeiras, termostatos, sensores, etc.); uma operação que seria certamente impossível com um consentimento elétrico normal, e ainda mais complexa quando os componentes instalados são produzidos por diferentes fabricantes. Para ultrapassar estas limitações, surgiu a ideia de criar protocolos de comunicação comuns e independentes, de acordo com determinados standards partilhados, capazes de trocar eficazmente fluxos de dados entre os vários componentes. Um exemplo é o protocolo de comunicação OpenTherm®, que é cada vez mais utilizado em AVAC.

O protocolo OpenTherm® define a **linguagem de comunicação**, ou seja, a forma como os dados a disponibilizar são definidos, e a **interface**, ou seja, o meio através do qual os dados são trocados (normalmente, por cabo, mas por vezes também através de sistemas de ondas rádio).

Tomando como exemplo a ligação entre termostato e caldeira, torna-se assim possível realizar regulações avançadas, como a modulação da potência gerada de acordo com a temperatura ambiente real medida e as condições climáticas externas.

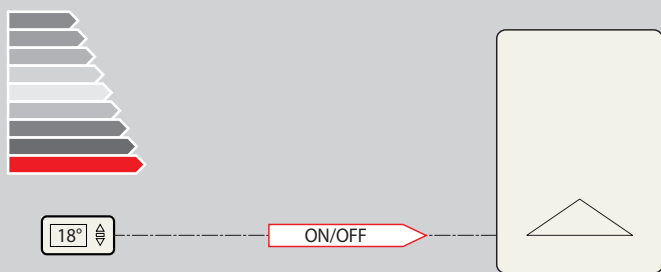


Fig. 24: Termostato tradicional

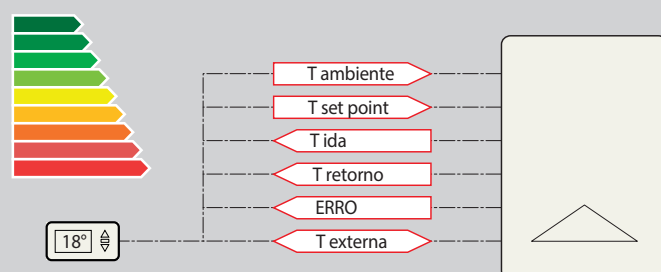


Fig. 25: Termostato com protocolo de comunicação avançado

Um tema intimamente relacionado com as potencialidades descritas anteriormente, é o das classificações energéticas dos dispositivos, aos quais os mecanismos de incentivos fiscais estão muitas vezes ligados. No que diz respeito aos sistemas de termostato, as classes associadas são definidas pela Diretiva Europeia relativa ao Ecodesign, sobre a eficiência energética dos conjuntos de equipamentos de aquecimento ambiente e controlo da temperatura. Os sistemas de regulação por zonas capazes de comunicar via protocolo OpenTherm® com caldeiras modulantes garantem uma regulação mais eficiente, em comparação com as ligações tradicionais. Neste caso, de acordo com a diretiva acima mencionada, a termostato é do tipo “avançada” e poderá recair na classe mais alta. Apresentamos abaixo um breve resumo das características das diferentes classes previstas na diretiva.

|      | Caldeira ON/OFF | Caldeira MODULANTE | Sonda externa para regulação climática | Termostato ambiente ON/OFF | Termostato ambiente TPI | Termostato ambiente MODULANTE | Sensores temperatura ambiente (min. 3) | Regulação por zona |
|------|-----------------|--------------------|----------------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------|
| VIII |                 | ✓                  |                                        |                            |                         | ✓                             | ✓                                      | ✓                  |
| VII  | ✓               |                    | ✓                                      |                            |                         | ✓                             |                                        |                    |
| VI   |                 | ✓                  | ✓                                      |                            |                         | ✓                             |                                        |                    |
| V    |                 | ✓                  |                                        |                            |                         | ✓                             |                                        |                    |
| IV   | ✓               |                    |                                        |                            | ✓                       |                               |                                        |                    |
| III  | ✓               |                    | ✓                                      |                            |                         |                               |                                        |                    |
| II   |                 | ✓                  | ✓                                      |                            |                         |                               |                                        |                    |
| I    |                 |                    |                                        | ✓                          |                         |                               |                                        |                    |

# DYNAMICAL INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL



Proteger o ambiente sem renunciar ao bem-estar. Com as válvulas termostáticas dinâmicas série 230 maximizamos os benefícios da união perfeita entre conforto térmico e poupança energética, mesmo nas instalações de velha geração. **GARANTIA CALEFFI.**



# A EVOLUÇÃO DAS VÁLVULAS PARA RADIADORES

Eng.ºs Marco e Mario Doninelli

O tema da segunda parte desta edição diz respeito à evolução de um componente (as válvulas para radiadores) que tem desempenhado um papel cada vez mais importante no balanceamento das instalações e na regulação da temperatura ambiente.

Consideramos útil abordar este tema, uma vez que poderá ajudar a compreender com maior clareza os limites das válvulas tradicionais, e o diferente desempenho que pode ser obtido com as válvulas termostáticas atualmente disponíveis, ou seja:

1. **válvulas termostáticas sem pré-regulação**  
válvulas capazes de garantir apenas o controlo da temperatura ambiente;
2. **válvulas termostáticas pré-reguláveis**  
válvulas capazes de garantir tanto o controlo da temperatura ambiente, como a pré-regulação dos caudais;
3. **válvulas termostáticas dinâmicas**  
novas válvulas capazes de garantir o controlo da temperatura ambiente, a pré-regulação dos caudais e o controlo das pressões diferenciais que intervêm sobre os seus obturadores.

Limites e desempenhos esses que nos podem ser úteis para analisar melhor a situação atual das instalações requalificadas existentes (geralmente, longe de ser satisfatória) e as vantagens consideráveis que se podem obter com a utilização

das novas válvulas dinâmicas.

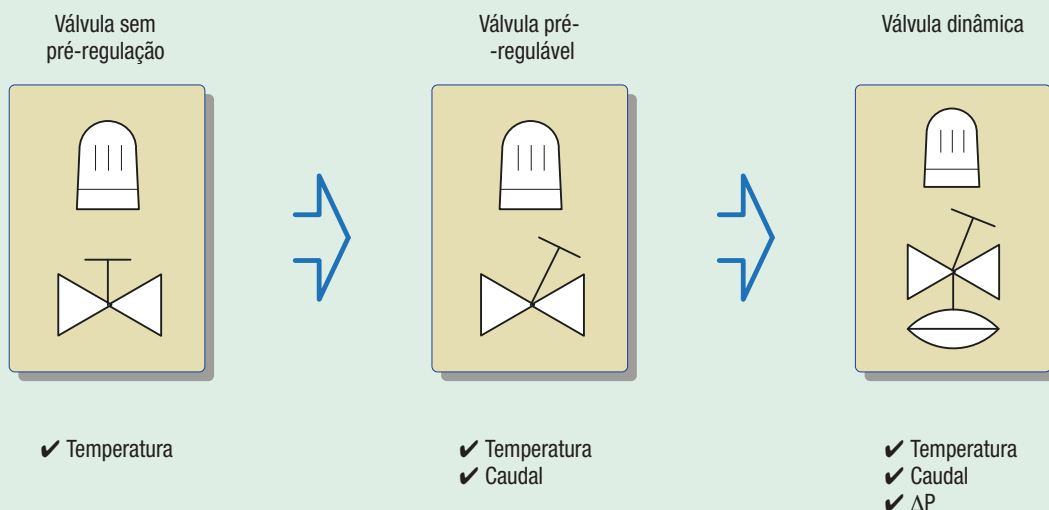
No que diz respeito a estas válvulas, dever-se-á considerar que representam uma evolução clara em relação às válvulas disponíveis anteriormente, como analisaremos mais adiante:

- oferecem a possibilidade de **requalificar qualquer tipo de instalação existente;**
- permitem **equilibrar as instalações de uma forma muito simples, mas também muito precisa;**
- **simplificam significativamente o trabalho de levantamento e reelaboração dos dados de projeto;**
- **tornam mais fácil e menos exposto a erros o trabalho dos instaladores.**

Além disso, por todas as funções que são capazes de desempenhar, é muito provável que as novas válvulas dinâmicas representem o último elo evolutivo das válvulas para radiadores.

Este tema foi subdividido em 3 partes: na primeira, propomos uma breve história das válvulas termostáticas; na segunda, consideraremos as principais características técnicas, bem como possíveis esquemas de aplicação, dos tipos de válvulas termostáticas atualmente disponíveis; por fim, na terceira, apresentaremos exemplos para melhor realçar a simplicidade e a facilidade com que é possível requalificar as instalações existentes utilizando válvulas termostáticas dinâmicas.

## Fases evolutivas das válvulas termostáticas



# VÁLVULAS PARA RADIADORES

Podem ser divididas em duas categorias: a primeira inclui as válvulas manuais (utilizadas em instalações com caudal constante), a segunda, as válvulas termostáticas (utilizadas em instalações com caudal variável).

## INSTALAÇÕES COM CAUDAL CONSTANTE

Estas instalações também podem ser subdivididas em duas categorias: de circulação natural e de circulação forçada.

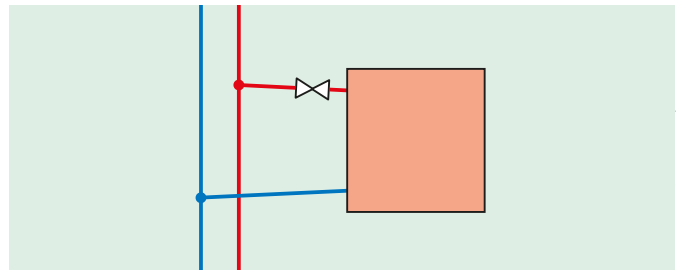
### Instalações de circulação natural

Implementadas, sensivelmente, até ao final dos anos cinquenta do século passado, são instalações cujas ligações ao radiador eram realizadas:

- com válvulas de grande diâmetro (em média de 3/4" a 1 1/4") colocadas em tubos com inclinação;
- sem detentores de interceção no retorno.

Esta última escolha era muito penalizadora, porque impedia a possibilidade de intercepar os radiadores em caso de quebra ou manutenção.

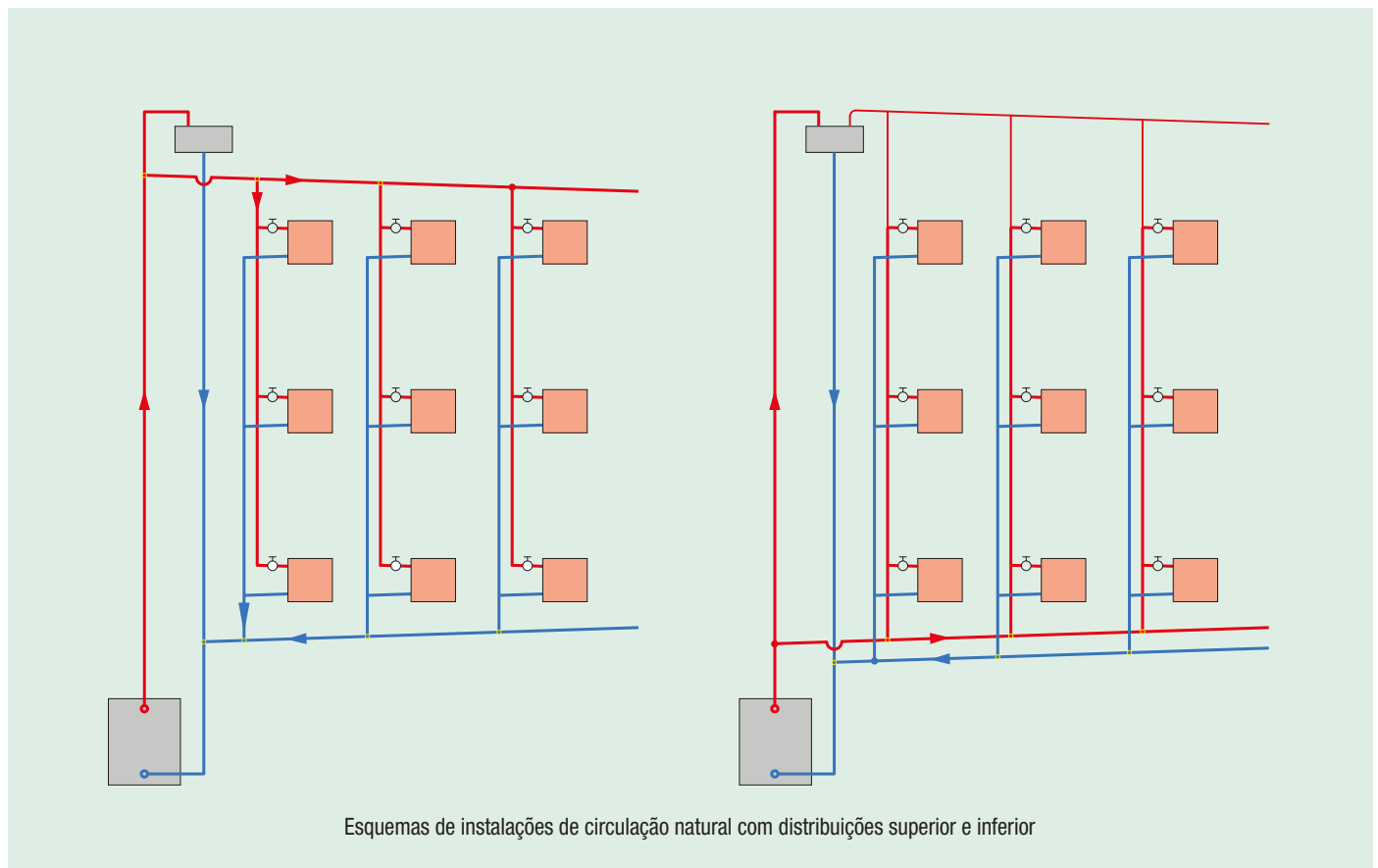
Estas características eram impostas pela insuficiência de forças motrizes disponíveis.



Dever-se-á considerar que, efetivamente, nas instalações de circulação natural, a água circula apenas devido às diferenças de peso que existem entre a água quente contida nos tubos de ida e a água mais fria contida nos tubos de retorno. Fenómeno este, que disponibilizava, apenas forças motrizes muito limitadas.

Portanto, as redes de distribuição tinham de ser dimensionadas com perdas de carga (pdc) lineares unitárias ( $r$ ) e de velocidade ( $v$ ) muito baixas: as primeiras variando em média de 0,2 a 2,0 mm c.a./m e as segundas de 0,03 a 0,20 m/s. Era, por isso, necessário:

- dimensionar os tubos com diâmetros elevados;
- limitar, tanto quanto possível, a pdc dos componentes;
- instalar os tubos com as inclinações adequadas para evitar a formação e estagnação de bolhas de ar.



Esquemas de instalações de circulação natural com distribuições superior e inferior



Os diagramas apresentados na página ao lado representam os principais tipos de distribuição com os quais eram realizadas estas instalações.

## Instalações de circulação forçada

Estas instalações só começaram a difundir-se significativamente no final dos anos quarenta do século passado. A razão da sua difusão e afirmação deve-se ao facto de, nesse período, os avanços da tecnologia tornarem conveniente o uso de circuladores elétricos também nas instalações de aquecimento; os anteriormente disponíveis para tal uso eram demasiado caros, volumosos e ruidosos.

Os novos circuladores permitiram dimensionar as instalações sem ter de cumprir quaisquer restrições quanto à quantidade de forças motrizes disponíveis.

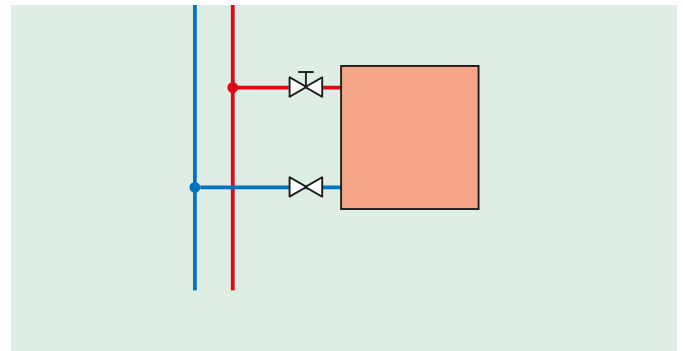
Por isso, possibilitaram dimensionar as instalações com as perdas de carga lineares unitárias ( $r$ ) consideradas ideais, tanto em termos de custos de construção como de despesas de gestão das próprias instalações; estes valores variam em média de 10 a 20 mm c.a./m, o que corresponde a uma velocidade da água entre 0,40 e 0,80 m/s, capaz de evitar a formação e estagnação de bolhas de ar.

Os novos circuladores possibilitaram:

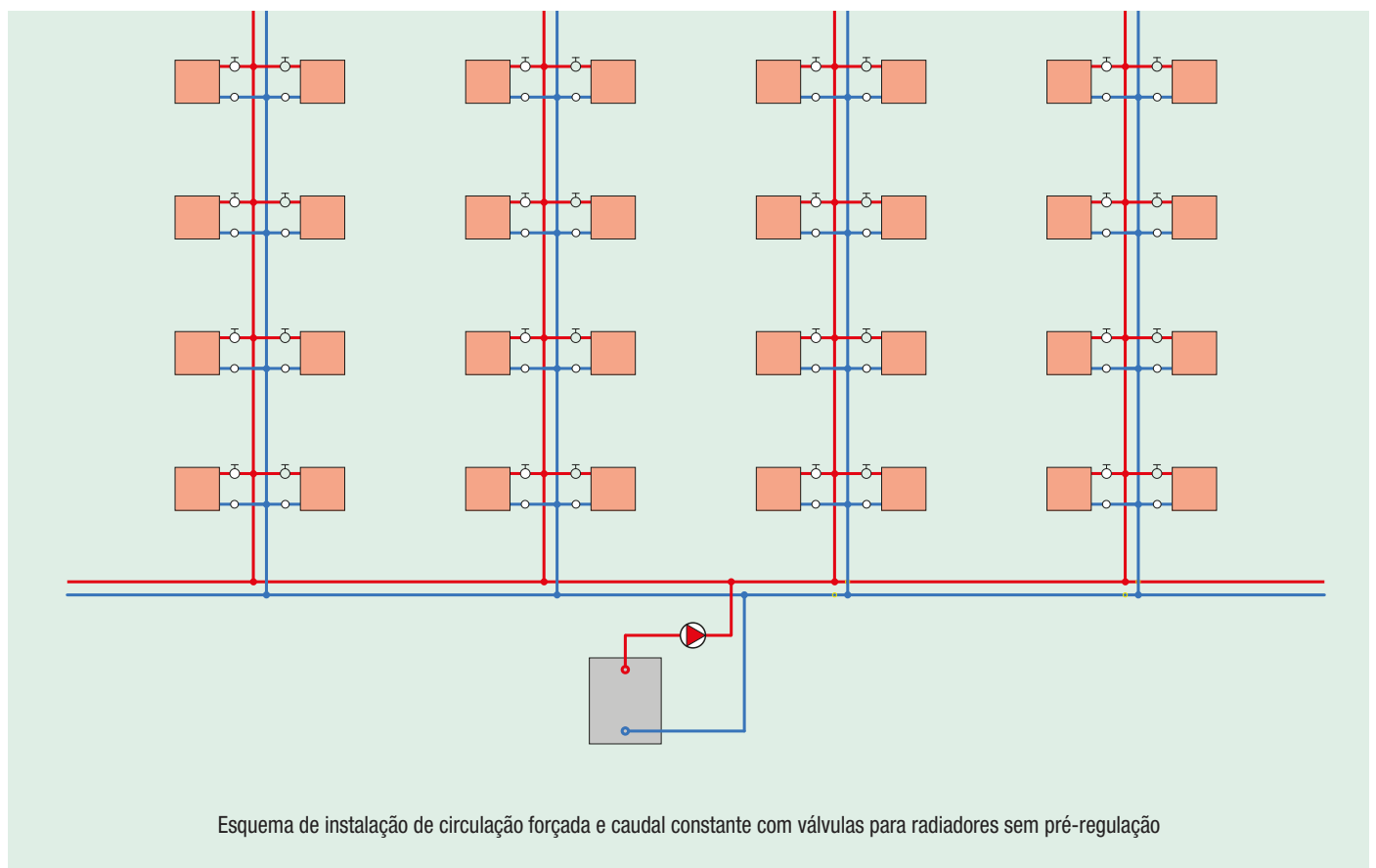
- dimensionar os tubos com menor diâmetro e, portanto, menos dispendiosos e volumosos;
- não ter de sacrificar componentes úteis ao funcionamento e manutenção das instalações;
- não ter de instalar os tubos com inclinações.

Assim sendo, as ligações dos radiadores podiam ser realizadas com:

- válvulas de pequeno diâmetro (em média de 3/8" a 1/2") instaladas em tubos não inclinados;
- detentores de interceção no retorno.



Os detentores também podiam ser usados para pré-regular os caudais dos radiadores.



Esquema de instalação de circulação forçada e caudal constante com válvulas para radiadores sem pré-regulação

## INSTALAÇÕES DE CAUDAL VARIÁVEL COM VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS

Começaram a difundir-se significativamente apenas nos últimos anos, principalmente, devido aos requisitos legais e às normas para limitar os consumos térmicos e reduzir a poluição atmosférica.

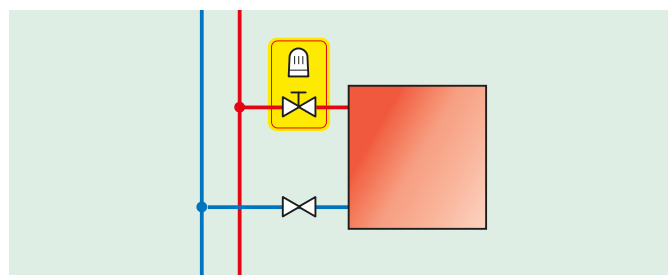
Efetivamente, estas instalações têm um rendimento térmico muito superior ao que se consegue com instalações de caudal constante, já que são capazes de:

- manter a temperatura pretendida em cada espaço: um desempenho que permite uma poupança significativa;
- aproveitar a energia térmica obtida da radiação solar e a entrada de calor interno;
- evitar desequilíbrios térmicos, por exemplo, os que, em instalações médias e grandes, existem geralmente entre o primeiro e o último piso;
- fazer circular apenas o caudal mínimo necessário e, conseqüentemente, com um menor custo de funcionamento dos circuladores;
- permitir o retorno à caldeira à temperatura mínima possível: um desempenho que faz com que as caldeiras de condensação trabalhem com maior rendimento.

**No entanto, para obter estes benefícios não basta simplesmente colocar em funcionamento as válvulas termostáticas, é também necessário operar as instalações sob determinadas condições,** tal como analisaremos mais detalhadamente em seguida.

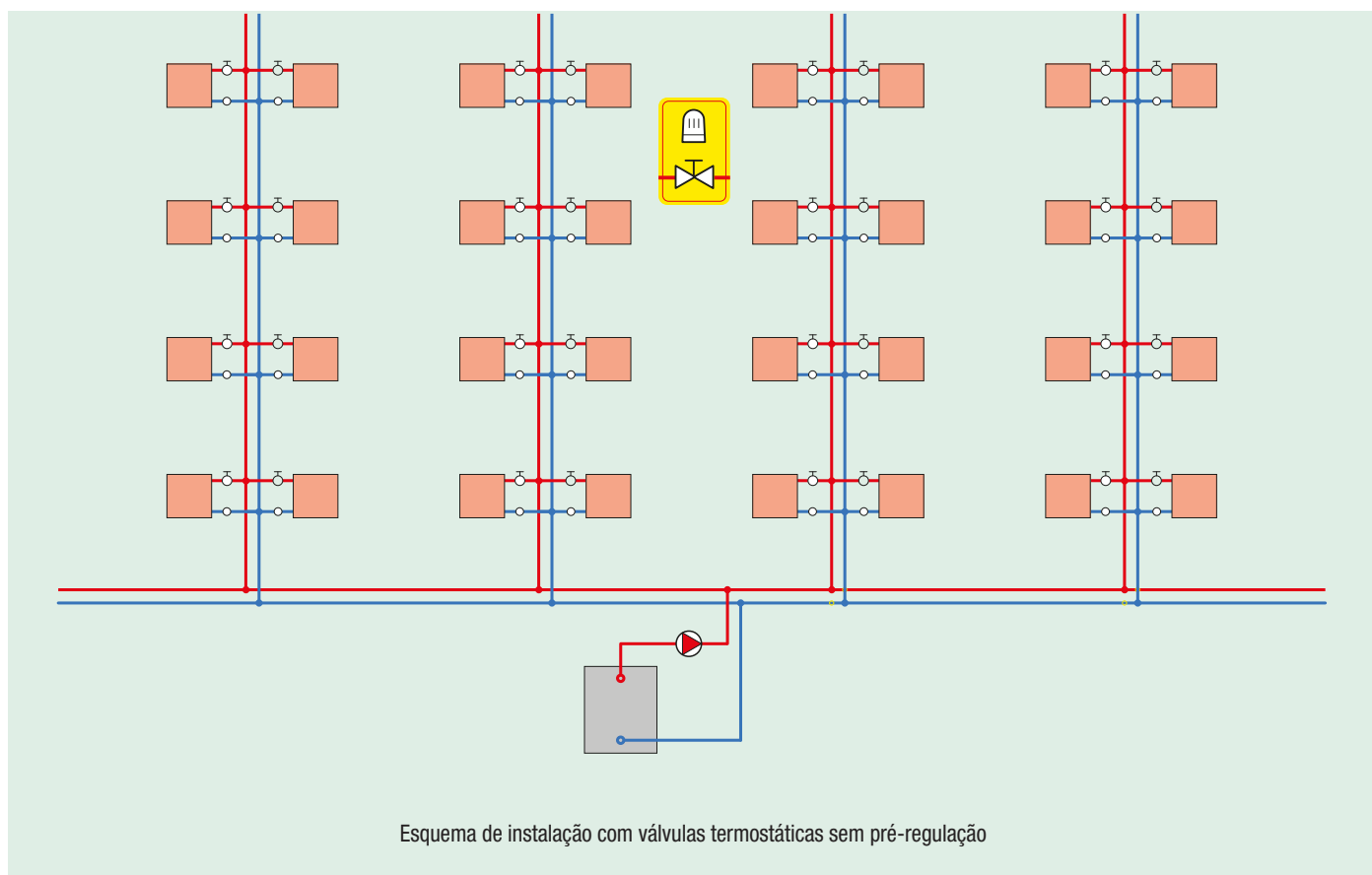
## Instalações com válvulas termostáticas sem pré-regulação

São instalações com válvulas termostáticas que não permitem pré-regular os caudais dos radiadores.



A utilização generalizada destas válvulas (anteriormente só eram utilizadas para regulações parciais, ou seja, apenas para limitar as temperaturas de alguns espaços, como cozinhas e salas de estar) remonta ao início dos anos 2000 e diz respeito principalmente à requalificação das instalações.

Neste momento, as instalações realizadas com estas válvulas são de longe as mais difundidas, no entanto, é correto considerarmos que apenas produzem resultados satisfatórios em configurações pequenas a médias, pelas razões a seguir apresentadas.



Esquema de instalação com válvulas termostáticas sem pré-regulação

## Desempenho alcançável em instalações pequenas e médias

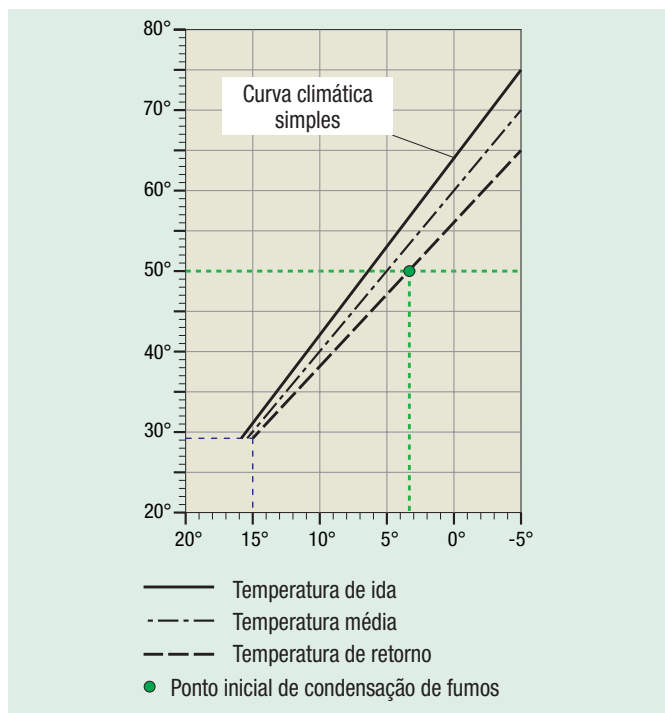
Estas instalações, devido ao seu desenvolvimento limitado, geralmente não apresentam (com as válvulas abertas) fortes desequilíbrios nos caudais e nem sequer requerem o uso de circuladores de grande altura manométrica, o que evita a ocorrência de valores de  $\Delta P$  demasiado elevados na rede.

Portanto, em instalações pequenas e médias, os desequilíbrios (com as válvulas abertas) dos caudais são geralmente aceitáveis e, por norma, não ocorrem problemas de ruído das válvulas (ver *Hidráulica* 34 em italiano, pág. 8). **Deste modo, o desempenho alcançável pode ser considerado aceitável.**

## Desempenho alcançável em instalações médias e grandes

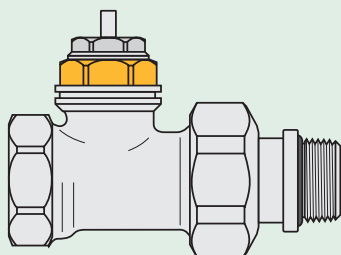
Estas instalações, devido ao seu desenvolvimento extensivo, geralmente apresentam (com as válvulas abertas) fortes desequilíbrios nos caudais e requerem o uso de circuladores de grande altura manométrica, o que significa que podem ocorrer valores de  $\Delta P$  demasiado elevados na rede.

Nestas condições, a fim de evitar o funcionamento ruidoso das válvulas termostáticas, geralmente utiliza-se o artifício de operar as instalações com curvas climáticas simples, ou seja, as mesmas curvas climáticas com as quais funcionam as instalações de caudal constante. **Este tipo de artifício** — que, na prática, só faz intervir as válvulas termostáticas nos casos em que há interferências térmicas externas — **permite limitar consideravelmente os aumentos de  $\Delta P$  na rede devido ao fecho das válvulas e, conseqüentemente, o risco de ruído. No entanto, desta forma, o desempenho que pode ser obtido com instalações de regulação termostática é também consideravelmente penalizado.**



Em particular, o conforto térmico e os custos de gestão são penalizados, porque (com uma curva climática simples) não é possível: (1) evitar, com as válvulas abertas, desequilíbrios térmicos; (2) manter em circulação apenas o caudal mínimo necessário; (3) minimizar a temperatura de retorno à caldeira.

**Estas instalações podem, assim, funcionar sem sinais óbvios de anomalias ou disfunções, porém, permitem obter apenas parte dos benefícios que podem ser alcançados com o uso correto das válvulas termostáticas.**



### As instalações de média e grande dimensão com válvulas termostáticas sem pré-regulação não são capazes de:

- ✓ emitir a quantidade certa de calor para cada emissor de calor;
- ✓ operar os emissores de calor com os caudais mínimos necessários;
- ✓ minimizar as temperaturas de retorno à caldeira.

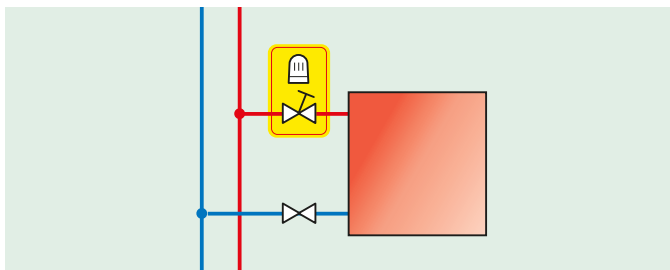
### Deste modo, com tais instalações, não é possível:

- minimizar os consumos térmicos da instalação;
- obter um bom conforto térmico;
- reduzir os custos de aquisição e gestão dos circuladores;
- otimizar o rendimento das caldeiras de condensação.

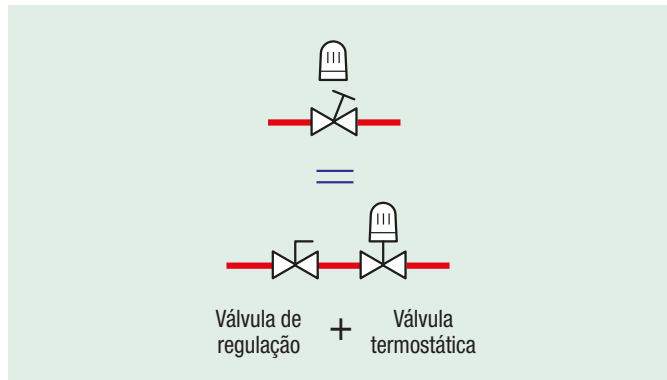
## Instalações com válvulas termostáticas pré-reguláveis e reguladores de $\Delta P$

Estas foram as primeiras instalações (consultar diagrama abaixo) que permitiram obter todos, e não apenas parte, dos benefícios que podem ser obtidos com o uso de válvulas termostáticas. Dois dos seus novos componentes de base: válvulas termostáticas pré-reguláveis e reguladores de  $\Delta P$ .

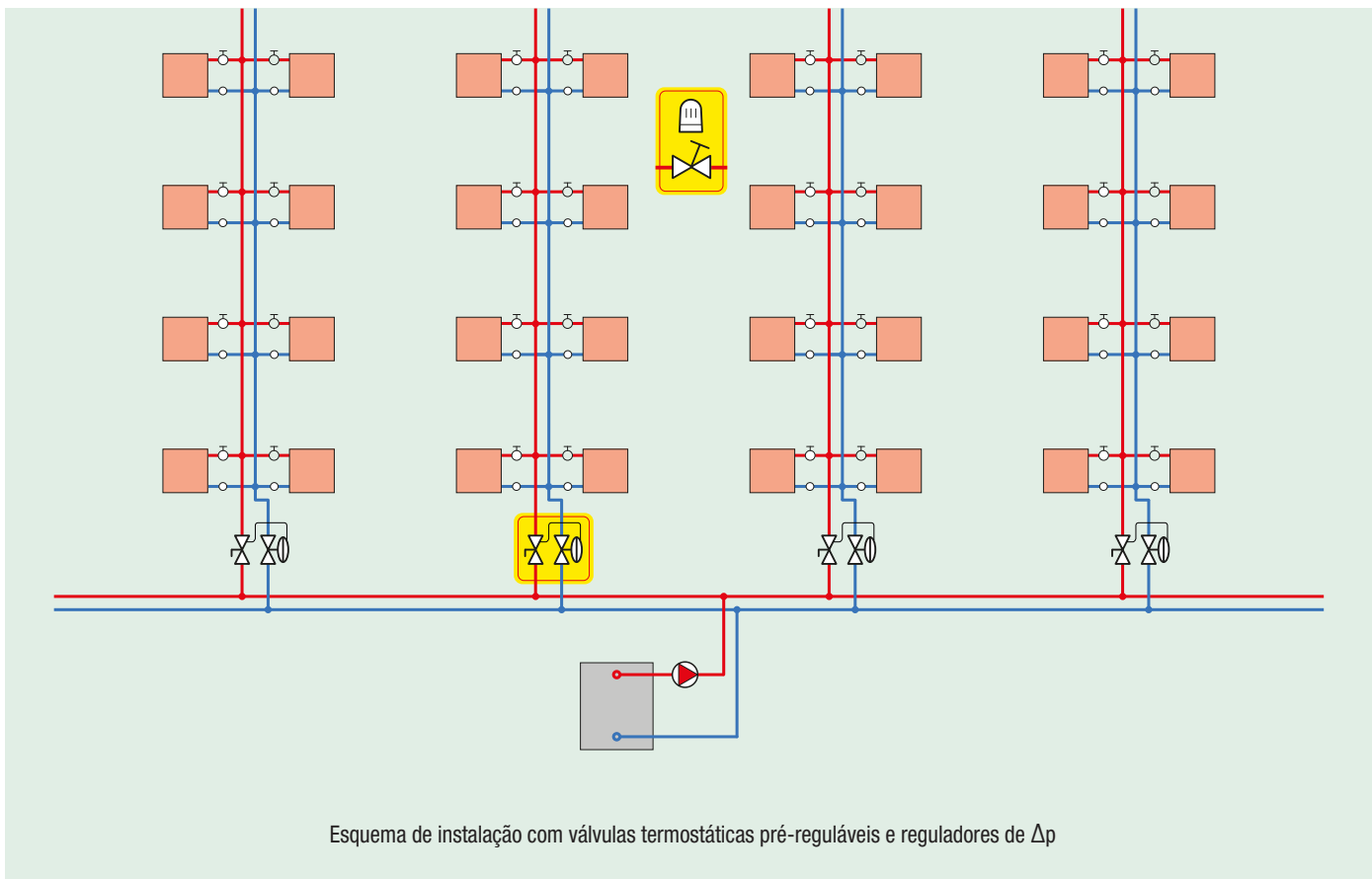
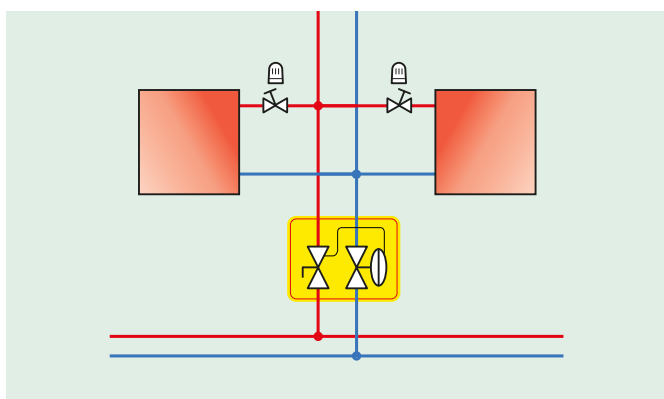
**As válvulas termostáticas pré-reguláveis** (apresentadas na edição 43 da *Hidráulica* em italiano) são utilizadas para pré-regular, com as válvulas abertas, os caudais dos radiadores e, portanto, a quantidade de calor emitido.



São válvulas (consultar desenho ao lado) essencialmente constituídas por dois componentes: **uma válvula termostática simples e uma válvula de regulagem** regulável com base no valor de  $\Delta P$  a montante.



**Os reguladores de  $\Delta P$**  (apresentados na edição 44 da *Hidráulica* em italiano) servem, em vez disso, para limitar as diferenças de pressão na rede.



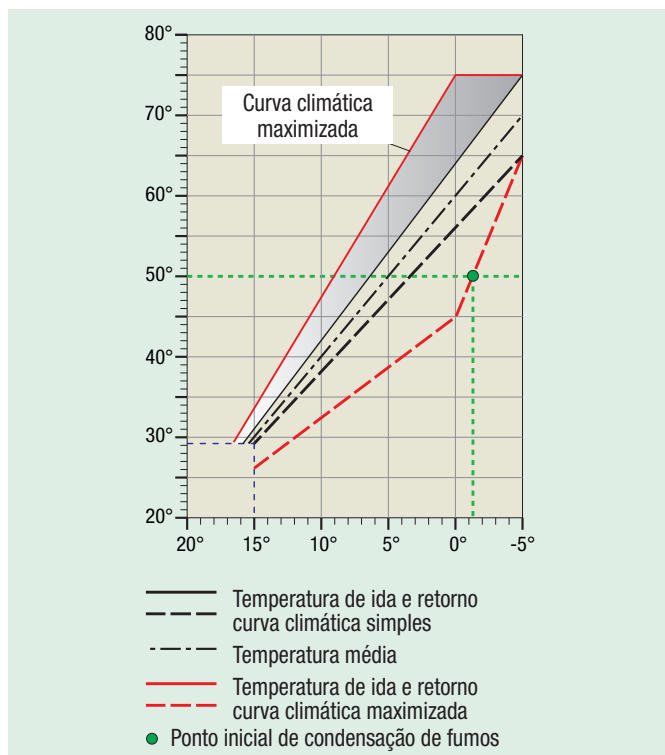
Esquema de instalação com válvulas termostáticas pré-reguláveis e reguladores de  $\Delta p$

Estes reguladores são, geralmente, instalados na base das colunas e regulados com valores de  $\Delta P$  que evitam o funcionamento ruidoso das válvulas termostáticas. Deste modo, como não há problemas de ruído, é possível adotar regulações de temperatura de ida diferentes das obtidas com as climáticas simples, que, como vimos, penalizam consideravelmente o desempenho das instalações com válvulas termostáticas.

Particularmente (consultar *Hidráulica* 49 em italiano, páginas 14 e 15), é possível e conveniente adotar curvas climáticas maximizadas que permitem (consultar diagrama ao lado) operar as instalações:

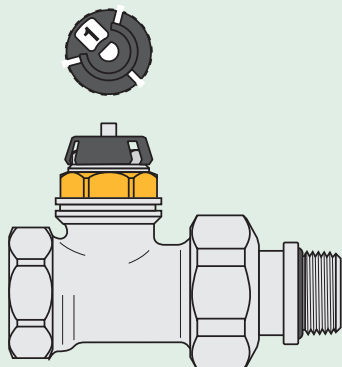
- **com o controlo correto da temperatura ambiente**, já que as válvulas termostáticas trabalham quase sempre em fecho parcial. A única exceção verifica-se quando a temperatura externa é mínima, pelo que as válvulas operam em abertura total; ocorre quando o equilíbrio térmico é assegurado pelo facto de os caudais dos radiadores estarem pré-regulados;
- **sem penalizar nem os custos de gestão dos circuladores nem o rendimento das caldeiras de condensação**, já que as instalações funcionam com elevados saltos térmicos e, portanto, com baixos valores de caudal e das temperaturas de retorno.

**Com estas instalações, é possível obter todos os benefícios alcançáveis com a utilização das válvulas termostáticas.** Contudo, nas instalações existentes, a solução considerada nem sempre é possível ou fácil de implementar.



**Obviamente, isto não é possível nos casos em que não existe espaço necessário para instalar os reguladores de  $\Delta P$ .**

**Além disso, a solução considerada não é fácil de regular quando os planos do projeto não estão disponíveis;** neste caso, é possível usar métodos empíricos para algumas situações (consultar *Hidráulica* 44 em italiano).



**As instalações com válvulas termostáticas pré-reguláveis e reguladores de  $\Delta P$  são capazes de:**

- ✓ emitir a quantidade certa de calor para cada emissor de calor;
- ✓ operar os emissores de calor com os caudais mínimos necessários;
- ✓ minimizar as temperaturas de retorno à caldeira.

**Deste modo, com tais instalações, é possível:**

- minimizar o consumo térmico da instalação e obter um bom conforto térmico;
- reduzir os custos, tanto de aquisição como de gestão, dos circuladores;
- otimizar o rendimento das caldeiras de condensação.

**Nota:**

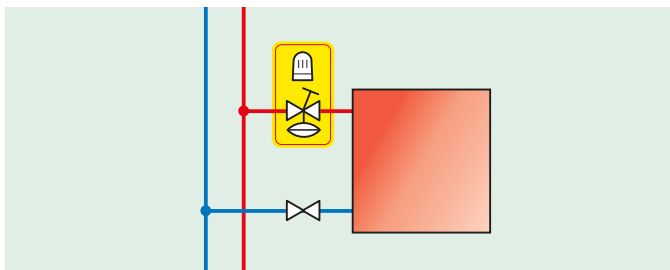
**Pode ser difícil encontrar o espaço necessário para instalar os reguladores de  $\Delta P$  e para determinar as posições de pré-regulação das válvulas.**

## Instalações com válvulas termostáticas dinâmicas

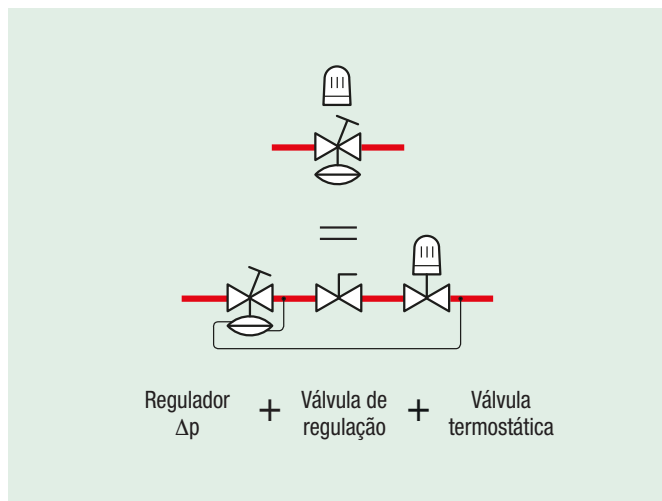
Finalmente, estas são instalações que, em qualquer caso e de uma forma muito simples, permitem requalificar as instalações existentes com válvulas termostáticas e obter todos os benefícios possíveis.

O mérito deste desempenho é atribuído às novas válvulas dinâmicas que permitem:

- regular o calor emitido pelos radiadores;
- limitar os seus caudais máximos;
- limitar os seus valores de  $\Delta P$  de trabalho.



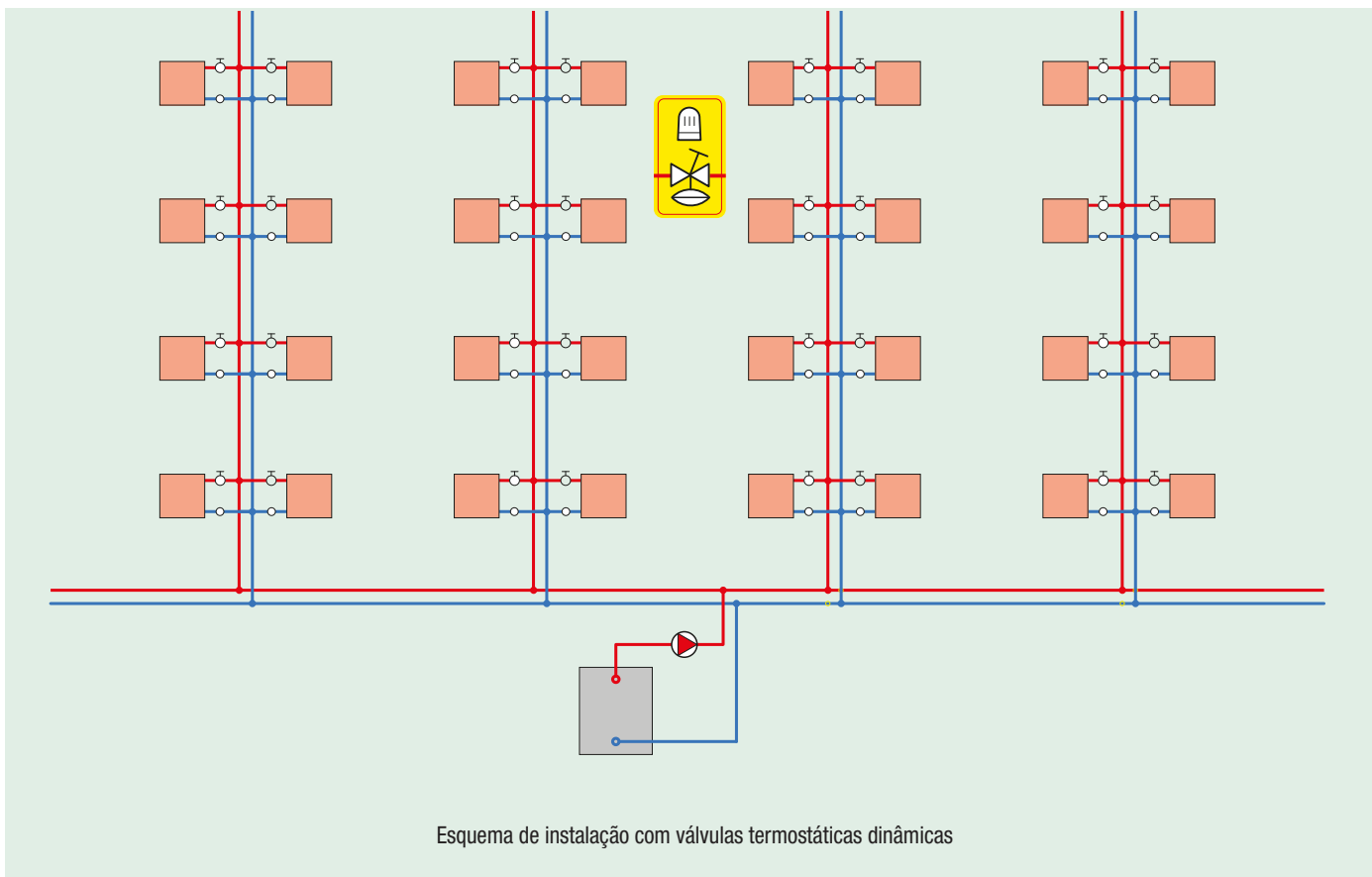
Como veremos mais adiante, as novas válvulas consistem essencialmente em três componentes: uma válvula termostática simples, uma válvula de pré-regulação e um regulador de  $\Delta P$ .



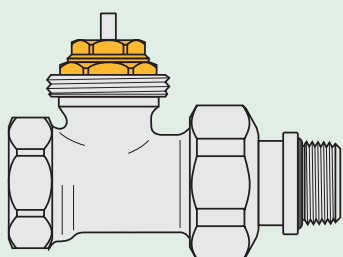
O regulador de  $\Delta P$  (com tomadas de pressão a montante da válvula de regulação e a jusante da válvula termostática) é regulado num valor fixo com uma pressão diferencial geralmente entre 1,2 e 1,6 m c.a.. Assim, é possível (independentemente das pressões a montante) garantir os caudais corretos aos radiadores e evitar problemas de ruído.

As novas válvulas dinâmicas são, portanto, capazes de gerir sozinhas (ou seja, sem qualquer suporte de outros componentes externos) todos os problemas, dificuldades e incertezas anteriormente considerados.

**Desta forma, a utilização destas novas válvulas permite obter todos os benefícios alcançáveis com as válvulas termostáticas.**



Esquema de instalação com válvulas termostáticas dinâmicas



#### As instalações com válvulas dinâmicas são capazes de:

- ✓ emitir a quantidade certa de calor para cada emissor de calor;
- ✓ operar os emissores de calor com os caudais mínimos necessários;
- ✓ minimizar as temperaturas de retorno à caldeira.

#### Deste modo, com tais instalações, é possível:

- minimizar o consumo térmico da instalação e obter um bom conforto térmico;
- reduzir os custos, tanto de aquisição como de gestão, dos circuladores;
- otimizar o rendimento das caldeiras de condensação.

#### Nota:

**Não requerem componentes de suporte e são muito fáceis de pré-regular. Além disso, são capazes de requalificar qualquer tipo de instalação com radiadores existente.**

Devido ao desempenho que podem oferecer, as novas válvulas irão sem dúvida tornar obsoletas algumas das soluções de instalação adotadas até agora. No entanto, as válvulas “antigas”, pelo seu menor custo, ainda podem ser usadas convenientemente em vários casos, como veremos nas páginas seguintes.

Mais uma vez pelo desempenho que podem oferecer, estas válvulas também permitem (como veremos mais detalhadamente na página 47) **requalificar, com válvulas termostáticas, tipos de edifícios** (como, por exemplo: escolas, hotéis, lares, hospitais e escritórios) **onde anteriormente era praticamente impossível intervir ou eram necessárias intervenções muito complexas, invasivas e dispendiosas.**

Trata-se de um facto de grande importância, **porque possibilita a requalificação, de uma forma simples e não demasiado dispendiosa, de uma parte importante do património imobiliário existente.**

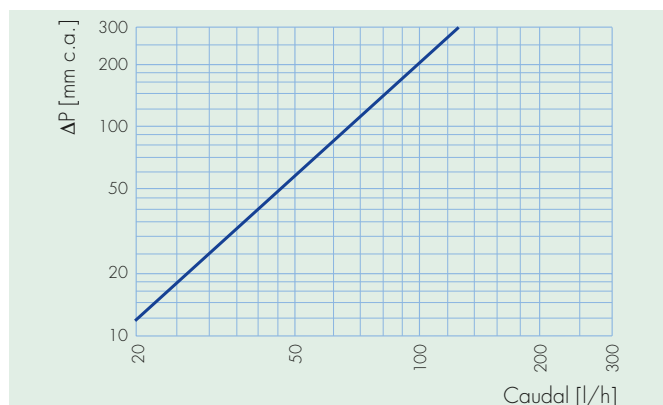
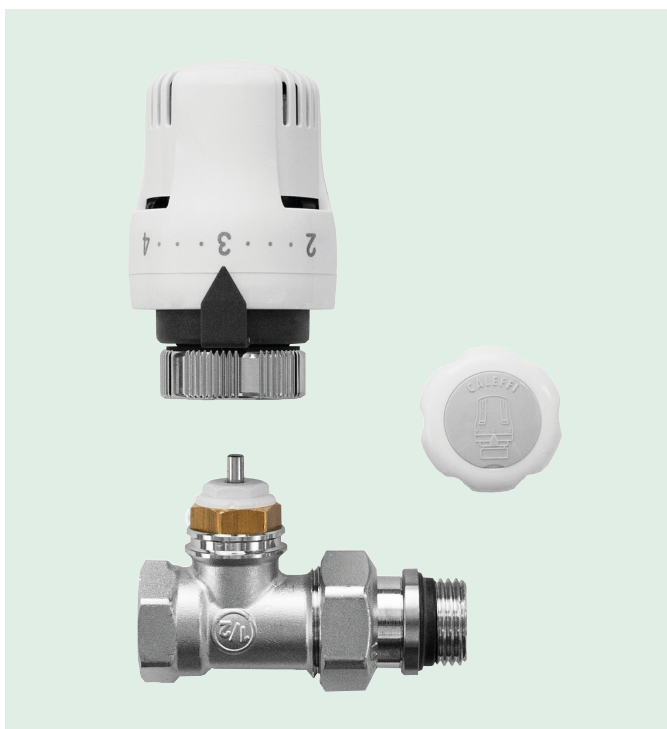
A seguir, tendo em conta o desempenho oferecido pelas novas válvulas dinâmicas, tentaremos identificar aquelas que atualmente podem ser consideradas as soluções mais adequadas para o funcionamento correto de instalações com válvulas termostáticas.

Para tal, voltaremos a abordar, ou consideraremos novamente, as principais características técnicas e de projeto dos vários tipos de válvulas termostáticas atualmente disponíveis. Para cada uma destas válvulas, iremos então propor esquemas executivos de soluções que permitam a sua conveniente utilização.

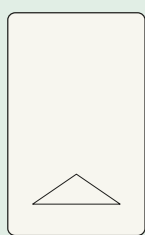
# VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS SEM PRÉ-REGULAÇÃO

Tal como já foi abordado, estas válvulas não são capazes de pré-regular o caudal do radiador nem de controlar o seu valor de  $\Delta P$  de trabalho.

As suas perdas de carga podem ser determinadas com base nos seus valores de Kv ou com diagramas do tipo apresentado abaixo.



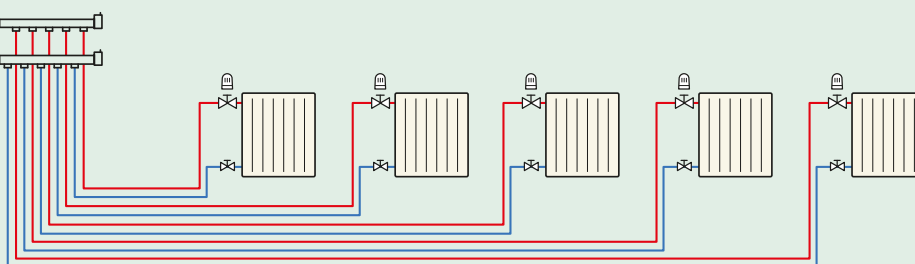
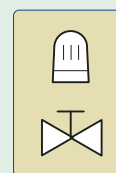
Embora estas válvulas termostáticas sejam menos avançadas, dever-se-á considerar que, devido ao seu baixo custo, ainda podem ser convenientemente utilizadas tanto em novas instalações como em instalações existentes a requalificar, como indicado nos desenhos abaixo. Deve ser cuidadosamente verificado se o seu valor de  $\Delta P$  de trabalho (especialmente com caudais muito baixos) não excede os limites além dos quais existe perigo de funcionamento ruidoso.



## Instalações autónomas novas ou requalificadas

são viáveis com estas válvulas apenas se:

- os circuladores das caldeiras funcionarem com valores de  $\Delta P$  não muito altos, mesmo com pequenos caudais;
- os radiadores (com as válvulas abertas) não estiverem desequilibrados.

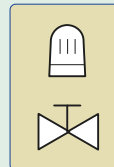




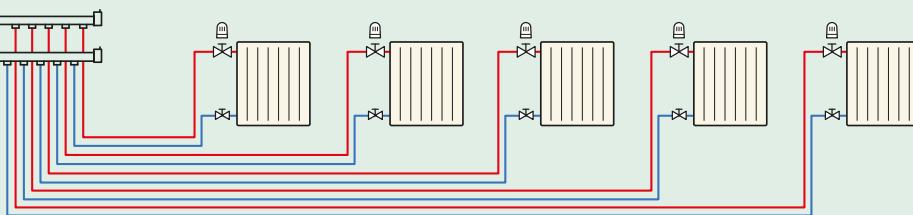
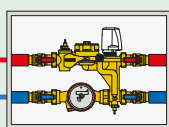
### Instalações novas centralizadas por zonas

são viáveis com estas válvulas apenas se:

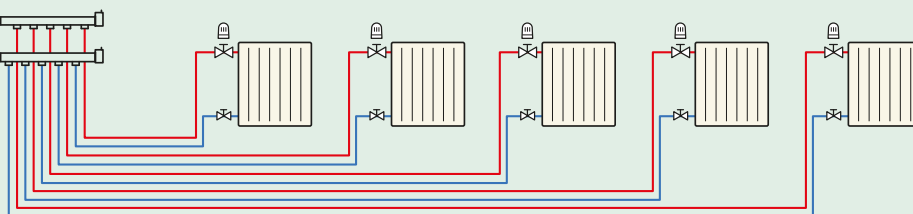
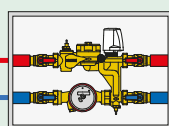
- as diferenças de pressão das várias zonas puderem ser limitadas com reguladores de  $\Delta P$ ;
- os radiadores das várias zonas estiverem alimentados com circuitos corretamente dimensionados e implementados.



Grupo de zona com regulador de  $\Delta P$

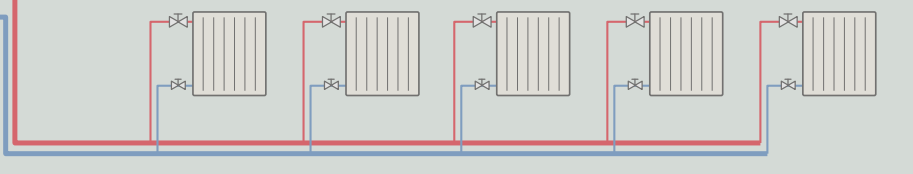
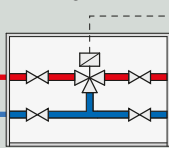


Grupo de zona com regulador de  $\Delta P$



### INSTALAÇÃO EXISTENTE

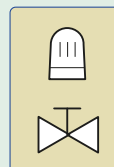
Grupo de zona sem regulador de  $\Delta P$



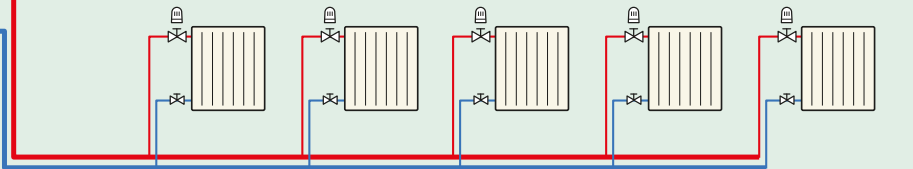
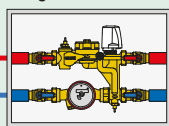
### Instalações requalificadas centralizadas por zonas

são viáveis com estas válvulas apenas se:

- as diferenças de pressão das várias zonas puderem ser limitadas com reguladores de  $\Delta P$ ;
- os radiadores das várias zonas (com as válvulas abertas) não estiverem desequilibrados entre si.



Grupo de zona com regulador de  $\Delta P$

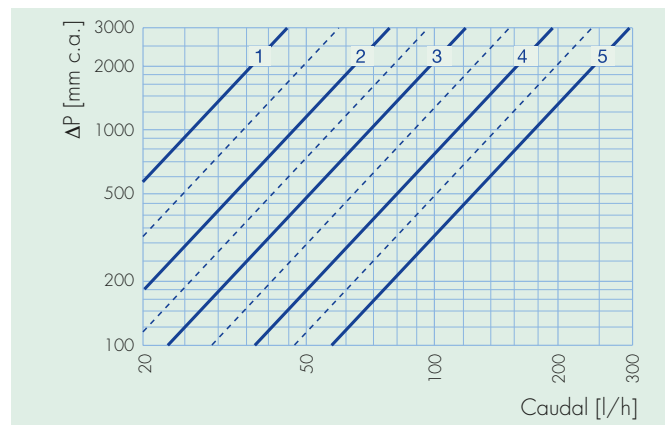


# VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS PRÉ-REGULÁVEIS

Como já foi abordado, são válvulas capazes de pré-regular os caudais dos radiadores, mas não de manter sob controlo o seu valor de  $\Delta P$  de trabalho.

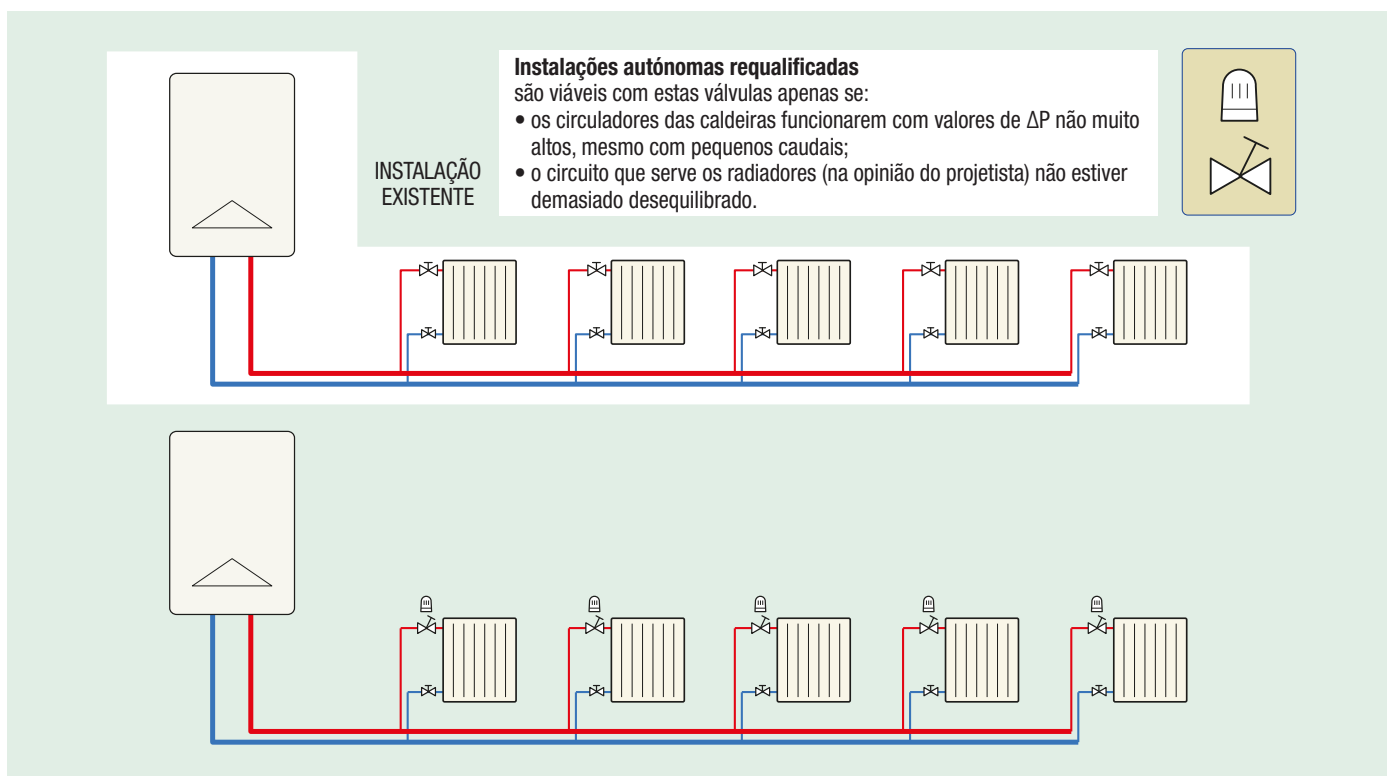


Com as válvulas abertas (consultar *Hidráulica* 43 em italiano), as respetivas secções de passagem podem ser alteradas com a ajuda de um dispositivo de pré-regulação, que, dependendo das posições nas quais é regulado, alterará o  $K_v$  e, conseqüentemente, as perdas de carga da válvula. Desta forma, é possível (consultar diagrama abaixo) pré-regular os caudais dos radiadores em relação ao valor de  $\Delta P$  disponível.



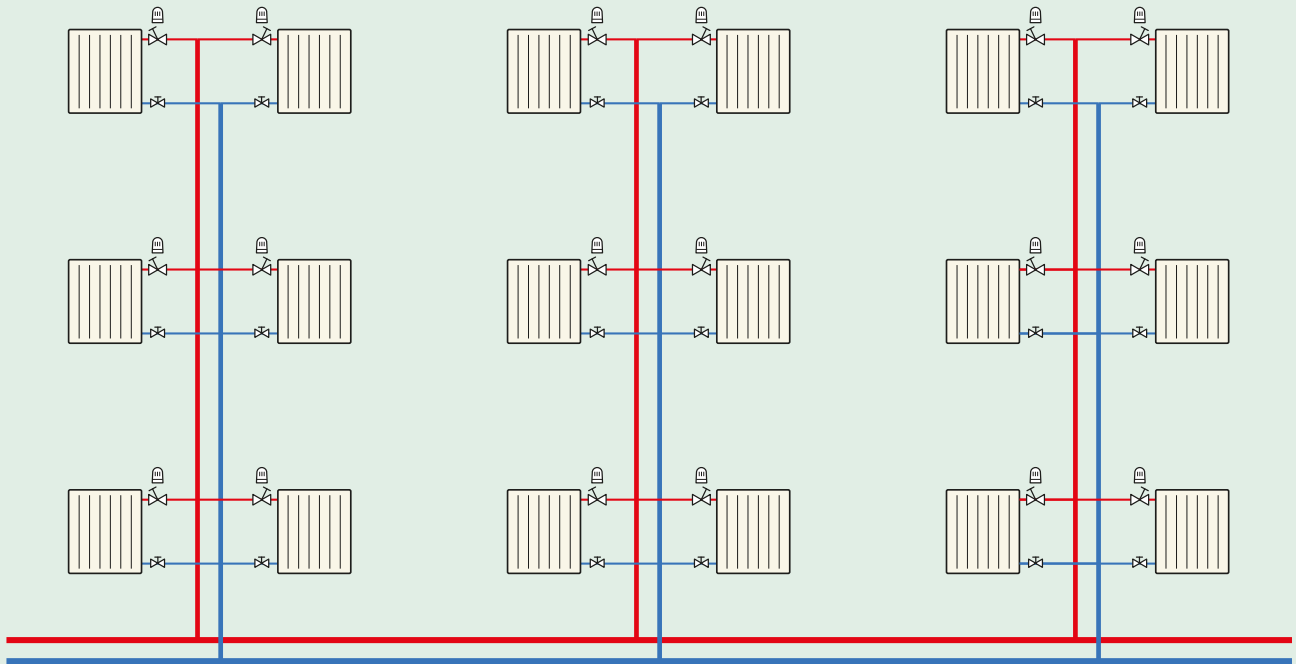
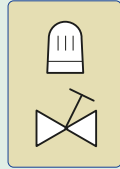
Estas válvulas podem ser usadas convenientemente em instalações (com ou sem reguladores de  $\Delta P$ ), como ilustrado nos desenhos abaixo.

Também neste caso, deve ser cuidadosamente verificado se o seu valor de  $\Delta P$  de trabalho (especialmente com caudais muito baixos) não excede os limites além dos quais existe perigo de funcionamento ruidoso.



### Instalações requalificadas de pequena e média dimensão

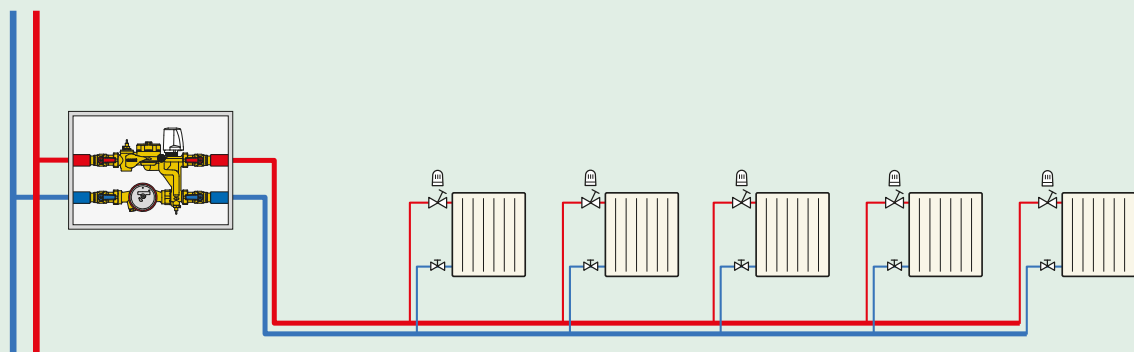
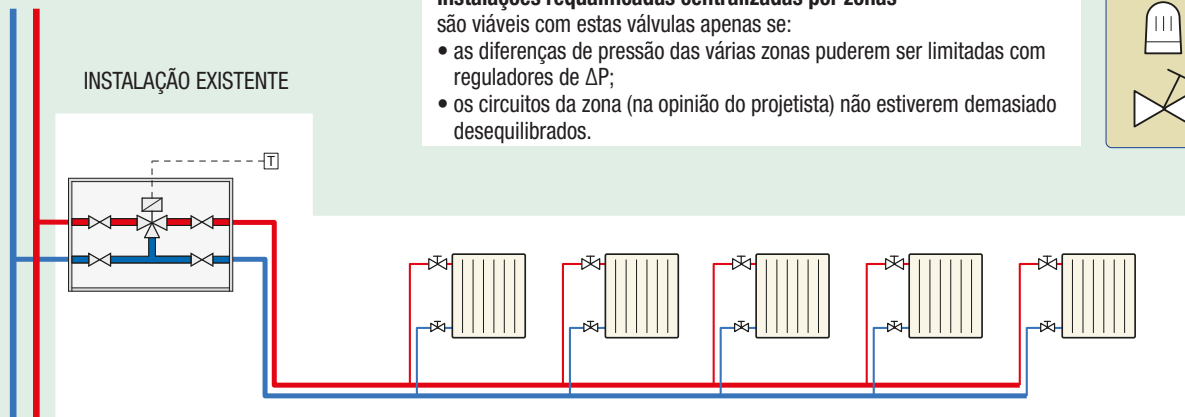
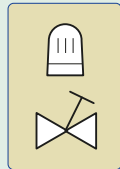
apenas são viáveis com estas válvulas (adequadas para balancear possíveis desequilíbrios dos radiadores) se os valores de  $\Delta P$  na rede não excederem os valores que fazem as válvulas funcionar ruidosamente.



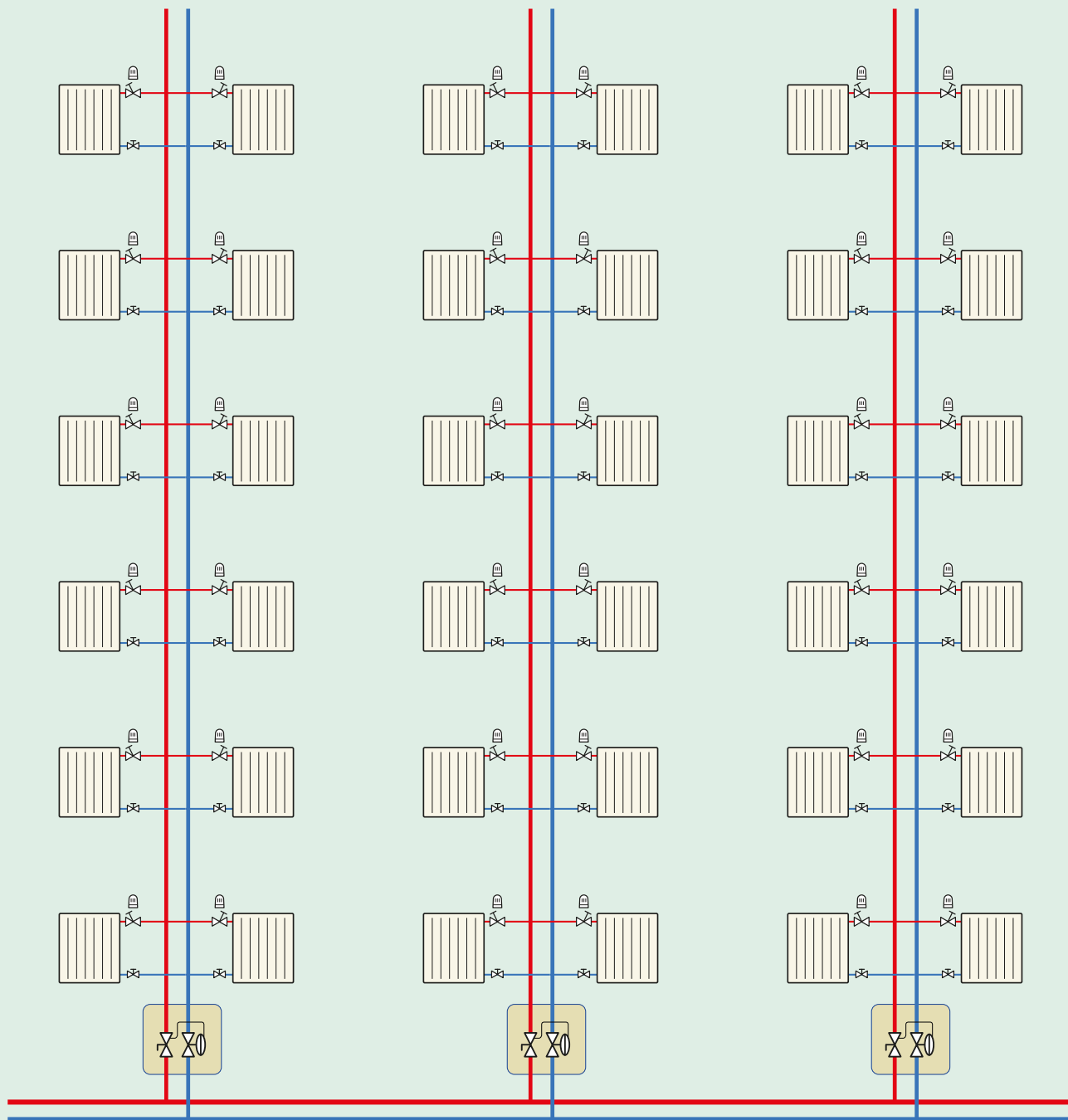
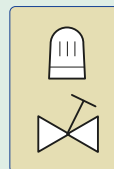
### Instalações requalificadas centralizadas por zonas

são viáveis com estas válvulas apenas se:

- as diferenças de pressão das várias zonas puderem ser limitadas com reguladores de  $\Delta P$ ;
- os circuitos da zona (na opinião do projetista) não estiverem demasiado desequilibrados.



**Instalações requalificadas de média e grande dimensão com colunas** podem ser requalificadas com estas válvulas e reguladores de  $\Delta P$  na base das colunas, apenas se existir espaço necessário para instalar os reguladores e se a geometria da instalação puder ser suficientemente reconstruída.

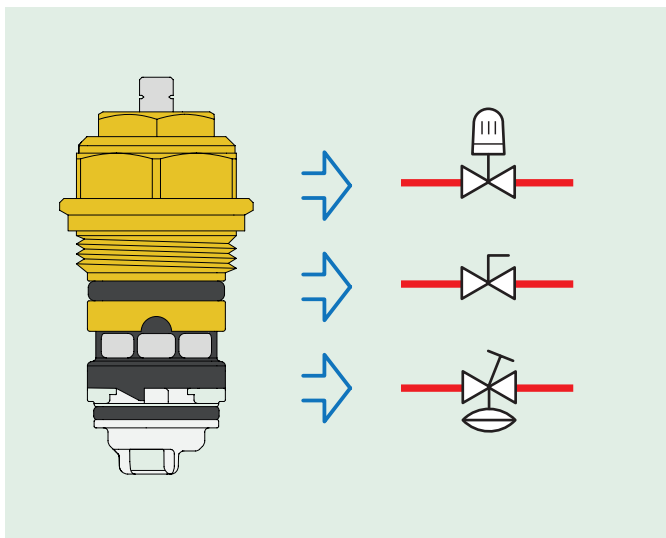


# VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS DINÂMICAS

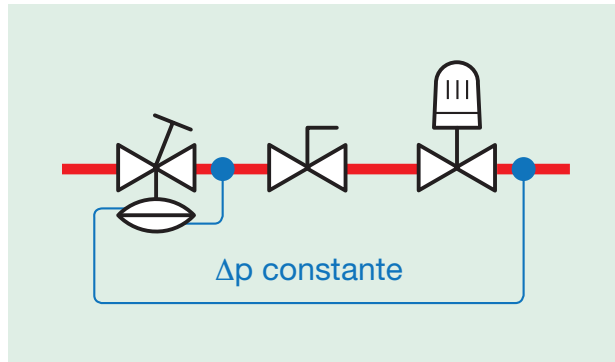
Estas válvulas (adiante chamadas DYNAMICAL® pois faremos constante referência às características técnicas específicas desta válvula) são capazes de pré-regular os caudais dos radiadores (independentemente das pressões a montante) e de manter sob controlo o seu valor de  $\Delta P$  de trabalho.



São constituídas, essencialmente, pela união de um regulador de  $\Delta P$ , uma válvula de pré-regulação do caudal e uma válvula termostática simples.



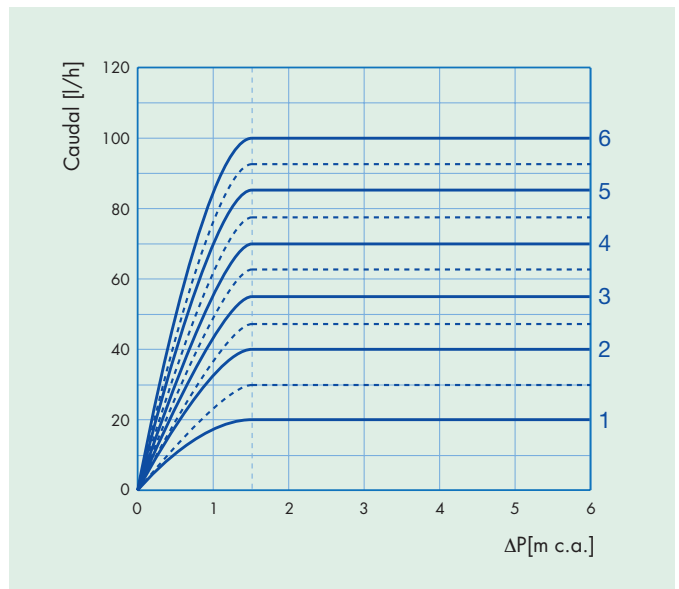
Estes componentes estão ligados entre si, como indicado no desenho a seguir apresentado.



**O regulador de  $\Delta P$**  (com pré-regulação fixa a 1,5 m c.a.) **mantém constante a diferença de pressão com que tanto a válvula de pré-regulação como a válvula termostática simples trabalham.**

Como resultado, é possível determinar as posições de regulação das válvulas DYNAMICAL®, com diagramas ou tabelas do tipo apresentado abaixo, independentemente das pressões a montante.

Evitam-se, assim, as incertezas e dificuldades que caracterizam os cálculos necessários com válvulas termostáticas pré-reguláveis (consultar *Hidráulica* 43 e 44 em italiano).



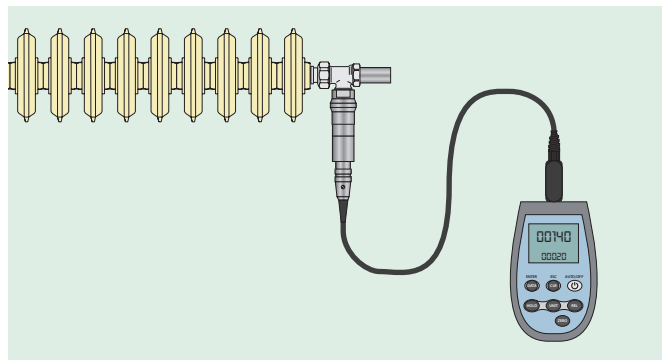
| Pos. | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   |
|------|----|----|----|----|----|-----|
| l/h  | 20 | 40 | 55 | 70 | 85 | 100 |

A ação estabilizadora dos reguladores de  $\Delta P$  também permite que as válvulas termostáticas trabalhem constantemente de forma eficiente e com baixos valores de  $\Delta P$ . **Ou seja, permite que a instalação funcione continuamente de uma forma estável, confortável e silenciosa.**

As válvulas DYNAMICAL® são capazes de:

- facilitar de forma notável o trabalho dos projetistas tanto no que diz respeito à recolha dos dados como à sua reformulação;
- tornar mais fácil e conveniente o trabalho de colocação em funcionamento e regulação dos instaladores;
- tornar possível e fácil a requalificação de todas as instalações existentes com válvulas termostáticas (consultar página ao lado);
- operar as válvulas de forma mais estável, com maior conforto e menos custos de gestão.

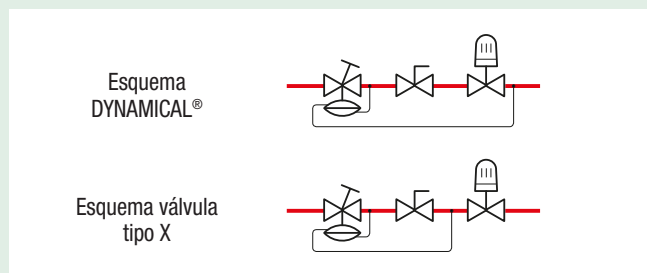
Em relação a este último ponto, dever-se-á considerar que as DYNAMICAL® **oferecem também a possibilidade de otimizar o consumo dos circuladores**, evitando assim o desperdício de energia.



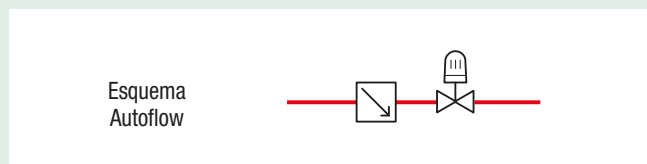
Para este efeito, está disponível um instrumento para medição do  $\Delta P$  de trabalho das válvulas; instrumento com o qual é possível **medir o  $\Delta P$  de trabalho da válvula mais desfavorecida** (geralmente, a mais afastada) e **regular o circulador de forma a operar esta válvula com o  $\Delta P$  mínimo necessário**. As restantes válvulas podem funcionar regularmente e com consumos mínimos de gestão.

### Comparação do desempenho de válvulas aparentemente semelhantes

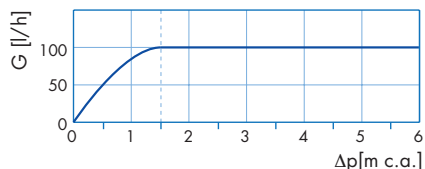
Atualmente, existem também válvulas para radiadores (que designaremos adiante como do tipo X, para simplificar) muito semelhantes às válvulas DYNAMICAL®, mas, como veremos, com desempenhos diferentes. Estes são os seus diagramas funcionais:



As DYNAMICAL® mantêm sob controlo os  $\Delta P$  com os quais trabalham tanto as válvulas de pré-regulação como as válvulas termostáticas. As válvulas do tipo X, por outro lado, apenas mantêm sob controlo o  $\Delta P$  com o qual as válvulas de pré-regulação trabalham. Portanto, na prática, funcionam como Autoflow com válvulas termostáticas em série.



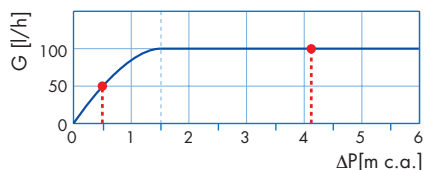
Esta analogia pode servir para destacar o facto de que, com válvulas do tipo X, os reguladores de  $\Delta P$  funcionam: (1) **com geometria variável** (isto é, em condições dinâmicas) quando o seu caudal é igual ao caudal nominal; (2) **com geometria constante** (isto é, em condições estáticas) quando o seu caudal é inferior ao nominal. Ou seja, funcionam com curvas do seguinte tipo:



Curvas das quais podemos deduzir que, com baixos caudais, estes reguladores não são capazes de limitar os  $\Delta P$  que atuam sobre as válvulas termostáticas internas, e que confirmam ainda, por outro lado, o exemplo que se segue.

Consideremos uma válvula do tipo X com:

- $G_{nom} = 100$  l/h de caudal nominal da válvula
- $K_v = 1$  m<sup>3</sup>/h  $K_v$  válvula termostática interna
- $H = 5$  m c.a. Altura manométrica disponível e funcional com o diagrama abaixo.



Com **G = 100 l/h**, com base no  $K_v$  acima, obtém-se:

- $\Delta P$  válvula. term. = 0,098 m c.a.
- $\Delta P$  regulador = 5 - 0,098 = 4,902 m c.a.

Com **G = 50 l/h** de acordo com o diagrama acima, obtém-se:

- $\Delta P$  regulador = 0,5 m c.a.
- **$\Delta P$  válv. term. = 5 - 0,5 = 4,5 m c.a.**
- Portanto, as válvulas do tipo X não são capazes de limitar os  $\Delta P$  que atuam sobre as suas válvulas termostáticas internas, pelo que não podem garantir o seu funcionamento silencioso.

## Novas possibilidades de intervenção

Até há pouco tempo, sem poder contar com a ajuda de válvulas do tipo DYNAMICAL®, as instalações existentes de média e grande dimensão apenas podiam ser requalificadas com regulações termostáticas que previam o uso combinado de válvulas termostáticas pré-reguláveis e reguladores de  $\Delta P$ .

No entanto, como já foi abordado, este tipo de intervenção geralmente não pode ser utilizado por duas razões:

1. a falta de espaço necessário para instalar — na base das colunas ou em derivações horizontais que alimentam diretamente os radiadores — os reguladores de  $\Delta P$ ;
2. as dificuldades (e, em muitos casos, também a impossibilidade prática) de poder reconstruir, sem os planos do projeto, a geometria (percurso dos tubos e respetivos diâmetros) das instalações; geometria indispensável para poder determinar as posições de pré-regulação das válvulas e saber onde instalar os reguladores de  $\Delta P$ .

Em alguns tipos de edifícios, a incerteza geométrica das instalações pode ser resolvida por métodos empíricos. Este é o caso, por exemplo, das instalações domésticas (consultar

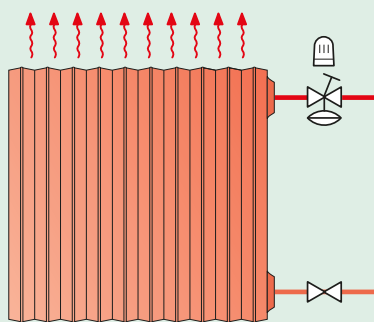
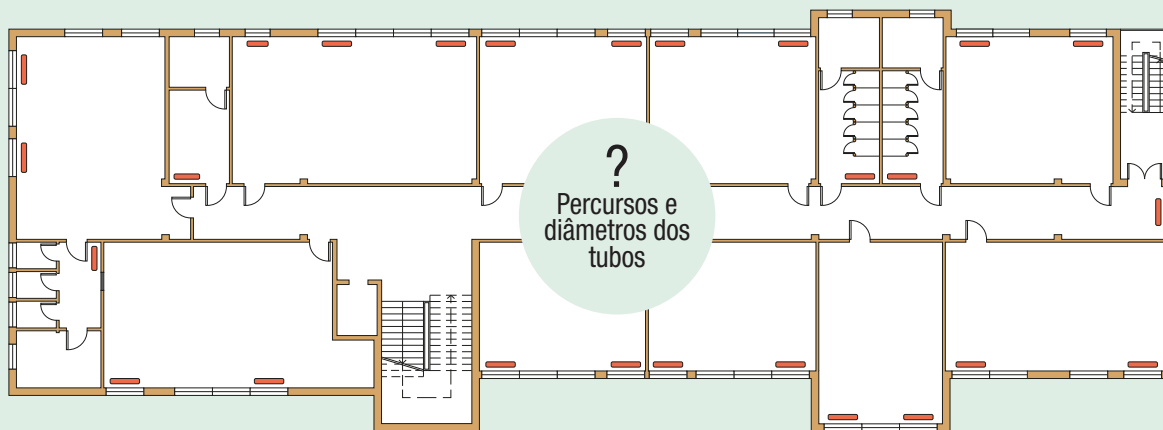
*Hidráulica 44* em italiano), uma vez que a sua distribuição de base e as ligações das colunas estão geralmente à vista e, adicionalmente, o desenvolvimento das suas colunas e respetivos diâmetros também são bastante previsíveis. Porém, em quase todos os restantes tipos de edifício não é possível reconstruir os percursos e os diâmetros da tubagem. E, até recentemente, era praticamente impossível requalificar estas instalações com válvulas termostáticas.

Atualmente, as válvulas DYNAMICAL® permitem superar estas incertezas e dificuldades porque, como anteriormente visto, conseguem gerir sozinhas o controlo dos caudais e respetivos valores de  $\Delta P$  de trabalho. Para o seu dimensionamento correto, **requerem apenas que sejam conhecidos os caudais dos radiadores**, facilmente determinados com base no calor necessário.

**Por conseguinte, as válvulas DYNAMICAL® são capazes de ampliar os benefícios consideráveis de conforto térmico e da poupança energética, obtidos com as regulações termostáticas, mesmo em instalações anteriormente excluídas.**

A seguir são apresentados desenhos e imagens relacionados com o uso destas novas válvulas.

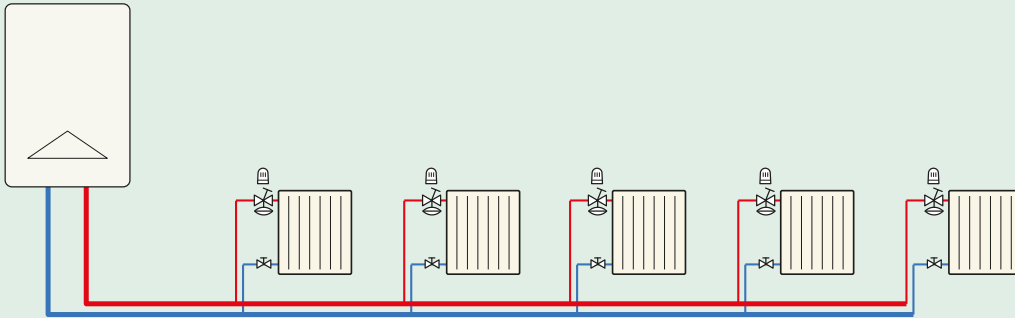
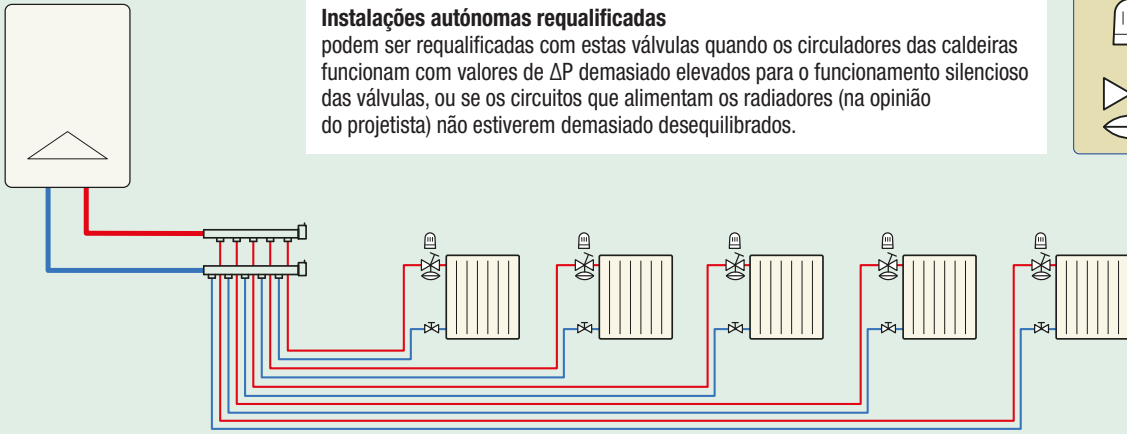
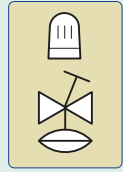
### Exemplo de intervenção num edifício escolar



**Para a requalificação de uma instalação com válvulas DYNAMICAL® APENAS SERÁ NECESSÁRIO SABER a potência nominal dos radiadores.**

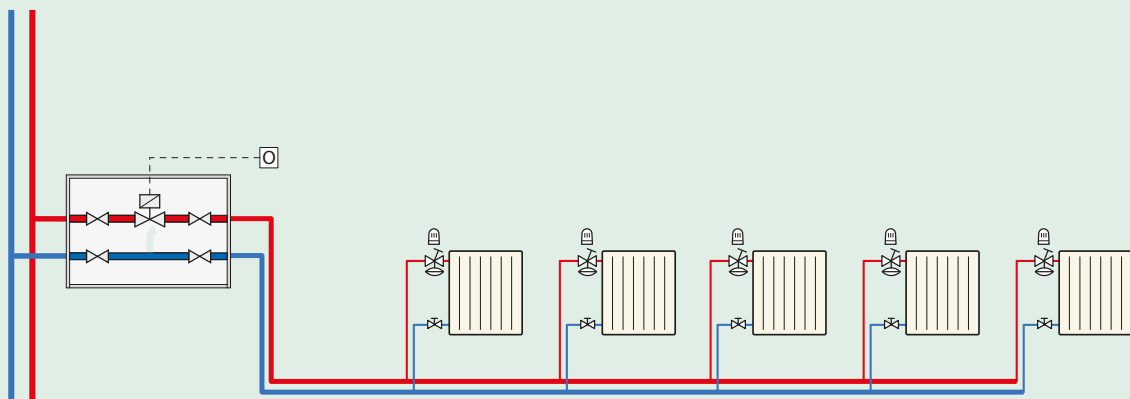
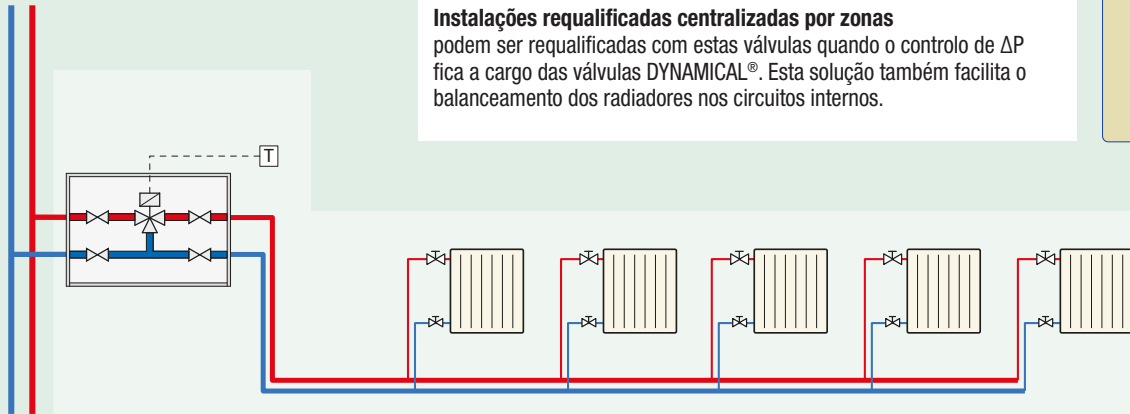
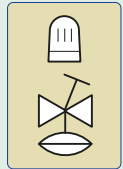
### Instalações autónomas requalificadas

podem ser requalificadas com estas válvulas quando os circuladores das caldeiras funcionam com valores de  $\Delta P$  demasiado elevados para o funcionamento silencioso das válvulas, ou se os circuitos que alimentam os radiadores (na opinião do projetista) não estiverem demasiado desequilibrados.



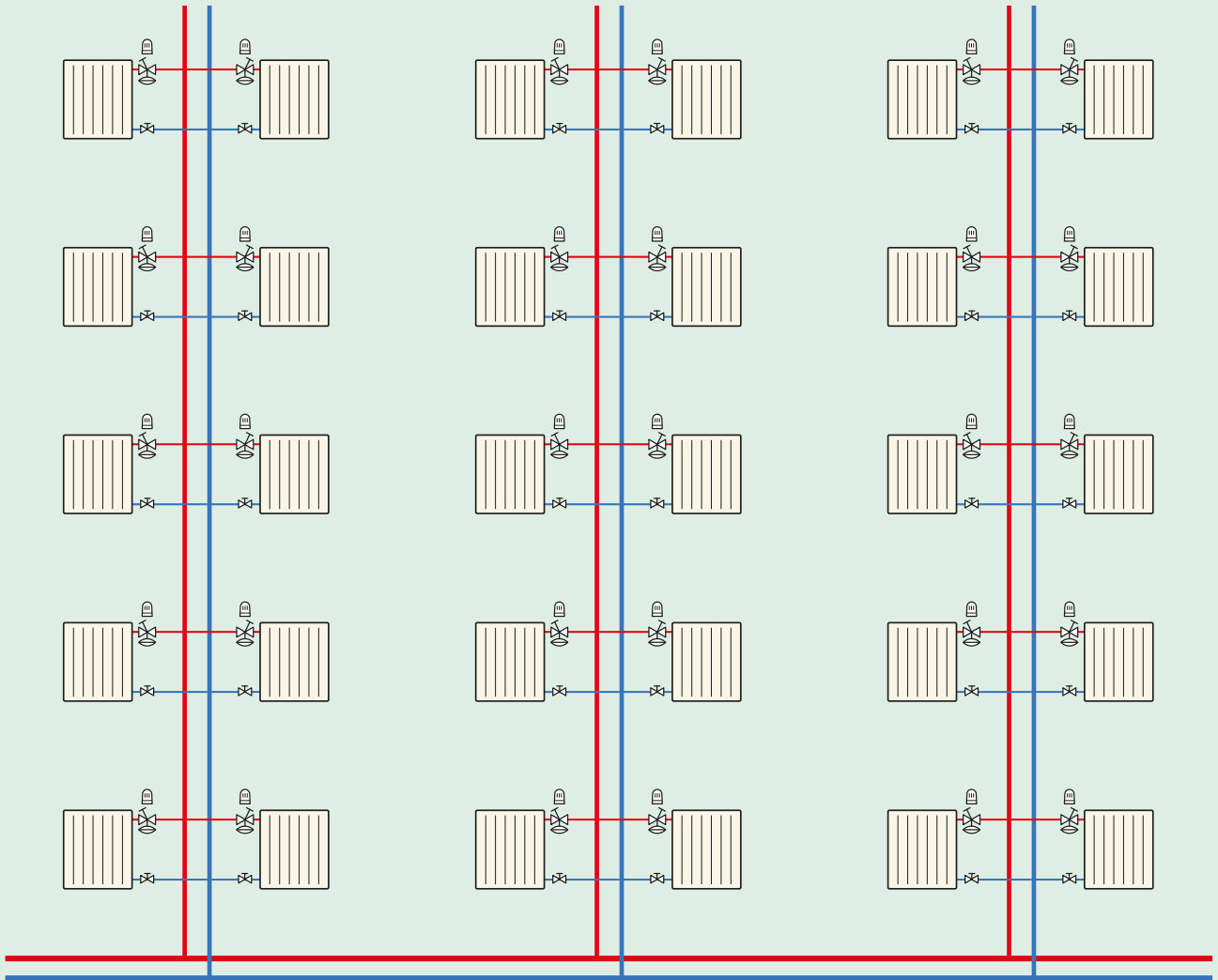
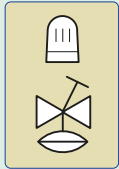
### Instalações requalificadas centralizadas por zonas

podem ser requalificadas com estas válvulas quando o controlo de  $\Delta P$  fica a cargo das válvulas DYNAMICAL®. Esta solução também facilita o balanceamento dos radiadores nos circuitos internos.



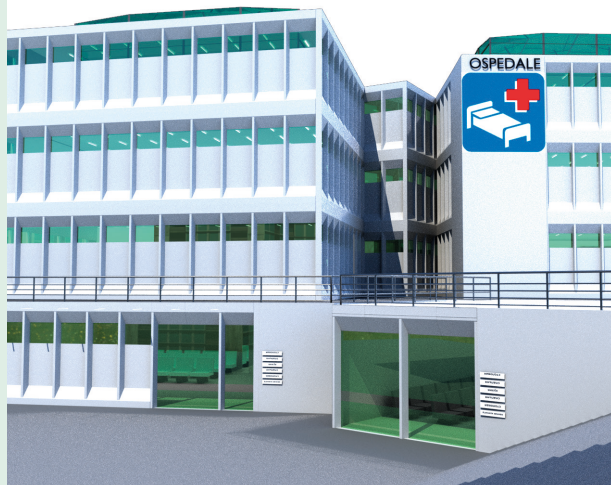


**Instalações requalificadas de média e grande dimensão com colunas** podem ser requalificadas com estas válvulas mesmo sem conhecer a geometria da instalação.



## Tipos de edifícios cujas instalações podem ser requalificadas com válvulas DYNAMICAL®

### Hospitais e casas de saúde



### Hotéis e pousadas



### Clínicas e lares



### Municípios e escritórios públicos



### Escolas



### Escritórios comerciais



## Opções projetuais relacionadas com a requalificação de instalações existentes

Recomenda-se efetuar a escolha não com base nas adotadas para dimensionar as instalações existentes, porém com base nas características específicas e modos de funcionamento das instalações requalificadas. Estas são as principais escolhas a levar a cabo:

### Salto térmicos

Salvo muito poucas exceções, **as instalações com radiadores existentes** foram implementadas com um caudal constante e com salto térmico:  $\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Havia essencialmente duas razões para esta escolha:

- com caldeiras tradicionais, as temperaturas de retorno não devem ser muito baixas, já que a condensação ácida dos fumos poderia causar fenómenos de corrosão grave;
- com temperaturas médias do fluido de aquecimento mais elevadas, o custo de aquisição dos radiadores poderia ser menor. Por exemplo, com temperaturas médias de  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , em vez de  $75 \text{ }^\circ\text{C}$ , poderia ser alcançada uma poupança de cerca de 10 %.

**Em instalações novas ou requalificadas com válvulas termostáticas** é, contudo, mais conveniente adotar um salto térmico  $\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Neste caso, os motivos residem no facto de que, com menor caudal de fluido em circulação, é possível:

- obter temperaturas de retorno à caldeira mais baixas e, conseqüentemente, uma maior eficiência das caldeiras de condensação;
- operar os circuladores com caudais e alturas manométricas mais baixas e, portanto, com custos de gestão inferiores.

Ao requalificar instalações existentes, dever-se-á também considerar que com caudais mais baixos, **as perdas de carga na rede são significativamente reduzidas, pelo que as diferenças de  $\Delta P$  entre os radiadores mais próximos do circulador e aqueles mais afastados também se reduzem.**

Este pormenor é particularmente importante em instalações de grandes dimensões, nos casos em que existe o perigo de que, para operar corretamente os radiadores mais afastados, seja necessário fazer trabalhar os radiadores mais próximos com  $\Delta P$  fora dos intervalos de funcionamento normais das válvulas dinâmicas.

### Temperaturas de funcionamento das instalações

Nas **instalações a requalificar** podem ser determinadas com base na temperatura máxima de ida utilizada anteriormente e no salto térmico assumido.

O exemplo a seguir pode servir para esclarecer melhor como proceder quando, no caso de uma instalação requalificada, é assumido um valor de  $\Delta T$  diferente daquele da instalação existente.

### Exemplo

Determinar a temperatura máxima de ida de uma instalação requalificada, considerando:

- $T_{\text{máx}}^* = 75 \text{ }^\circ\text{C}$  temp. máx. de ida inst. existente
- $\Delta T^* = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  salto térmico inst. existente
- $\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  salto térmico inst. requalificada

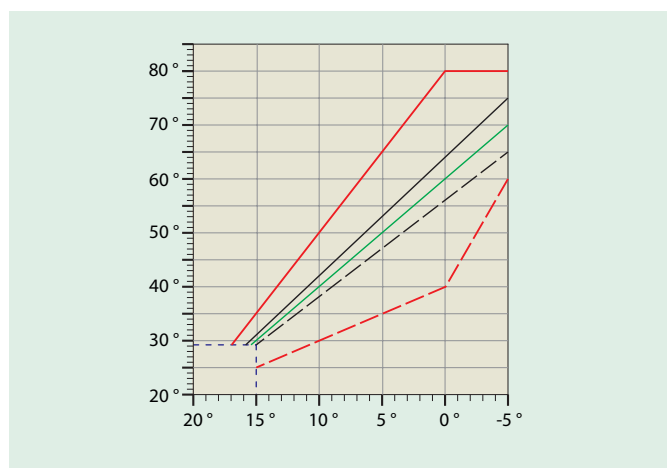
Solução:

Para não alterar o calor máximo emitido pelos radiadores, a instalação requalificada é operada com a mesma temperatura média máxima da instalação existente. Obtém-se, assim:

$$T_{\text{média.máx}}^* (\text{instalação existente}) = 75 - (10/2) = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{máx}} (\text{instalação requalificada}) = 70 + (20/2) = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

Conhecida a nova temperatura máxima (com os aumentos considerados na página 37), é possível operar a instalação requalificada com as temperaturas abaixo indicadas:



As curvas de funcionamento da instalação antiga são apresentadas a preto, as da instalação requalificada a vermelho.

## Principais operações de projeto necessárias para a requalificação de instalações existentes

As operações geralmente necessárias são:

1. levantamento dos radiadores e determinação das suas potências nominais;
2. cálculo do calor máximo ( $Q_{\text{máx}}^*$ ) emitido pelos radiadores, com base na temp. máx. e no  $\Delta T^*$  da antiga instalação;
3. cálculo da nova temperatura máxima de ida ( $T_{\text{máx}}$ ) em relação ao valor  $\Delta T$  da instalação requalificada;
4. cálculo dos novos caudais dos radiadores ( $G_{\text{máx}}$ ), com base no ( $Q_{\text{máx}}^*$ ) requerido, na temp. máx. de ida e no  $\Delta t$  da instalação requalificada;
5. determinação das posições de regulação das válvulas com base nos valores de ( $G_{\text{máx}}$ );

O exemplo a seguir serve para clarificar as operações acima e para destacar a facilidade e simplicidade com que uma instalação existente pode ser requalificada com válvulas DYNAMICAL®.

## Exemplo

Requalificação da instalação abaixo indicada com válvulas DYNAMICAL®

- Potências nominais ( $Q_{nom}$ ) dos radiadores: consultar valores abaixo indicados para  $\Delta T_{nom} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Características funcionais da instalação existente:  
 $\Delta T^* = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  salto térmico  
 $T_{máx}^* = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperatura máxima de ida
- Características funcionais da instalação requalificada:  
 $\Delta T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  salto térmico

## Solução:

Dever-se-á proceder com base nas considerações e na sucessão de operações indicadas na página 51.

## Cálculo $Q_{máx}^*$ emitido pelos radiadores da instalação existente

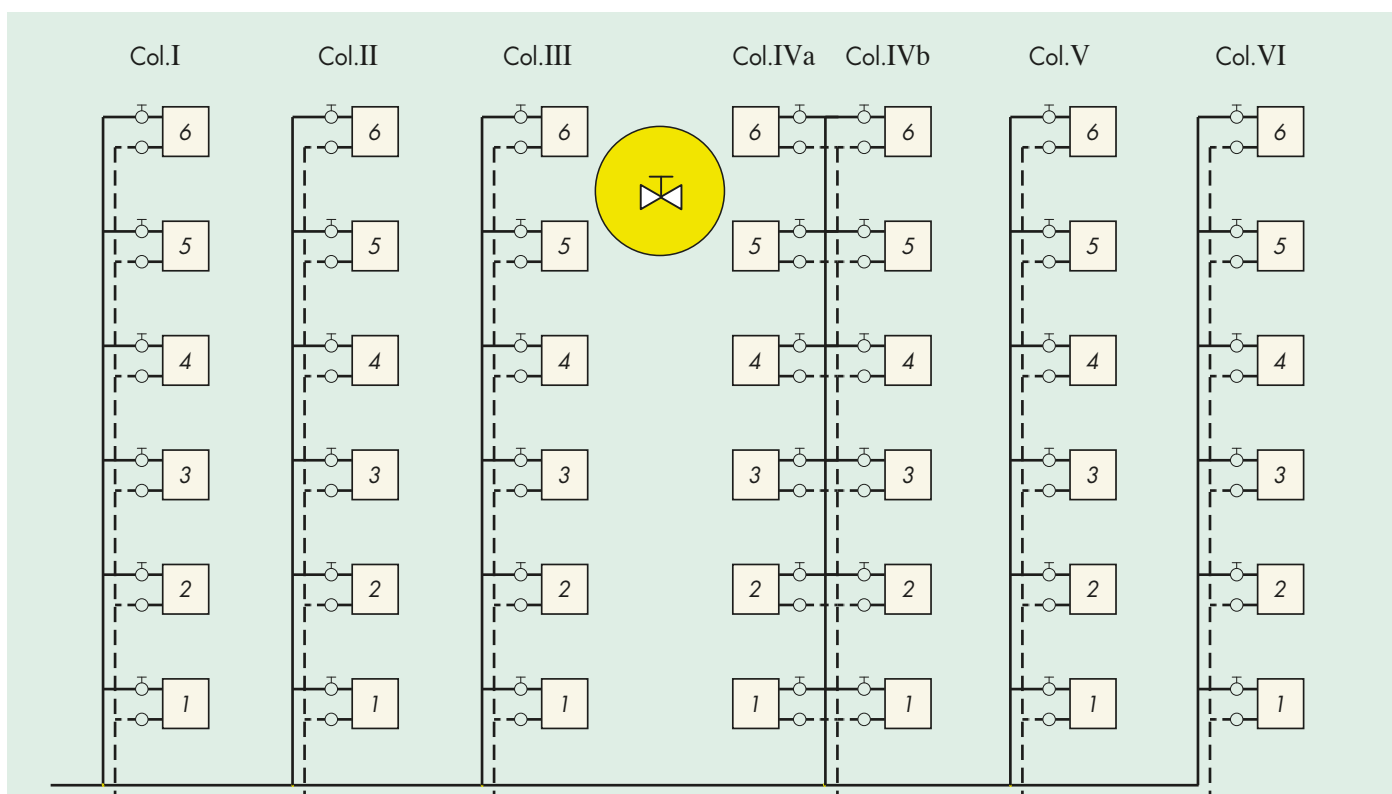
- Temperatura máxima da curva climática média:  
 $T_{média,máx}^* = 75 - (10 / 2) = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Coeficiente de rendimento radiadores (consultar tab. página 55)  
 $F = 0,79$
- Calor máximo emitido pelos radiadores  
 Com a fórmula indicada na página 55, obtém-se:

### Coluna. VI,

- rad. 6  $Q_{máx}^* = 1.920 \cdot 0,79 = 1.517\text{ kcal/h}$
- rad. 5  $Q_{máx}^* = 1.600 \cdot 0,79 = 1.264\text{ kcal/h}$
- rad. 4  $Q_{máx}^* = 1.600 \cdot 0,79 = 1.264\text{ kcal/h}$

... ..

Dever-se-á proceder desta forma para todos os outros radiadores (consultar dados relativos na tabela da página seguinte).



## Tabela de levantamento de dados da instalação existente

Identificação da potência nominal (kcal/h) dos radiadores –  $\Delta T = 60$

| Radiadores | Col. I | Col. II | Col. III | Col. IVa | Col. IVb | Col. V | Col. VI |
|------------|--------|---------|----------|----------|----------|--------|---------|
| 1          | 1080   | 1320    | 720      | 420      | 900      | 1560   | 1920    |
| 2          | 900    | 1100    | 600      | 350      | 750      | 1300   | 1600    |
| 3          | 900    | 1100    | 600      | 350      | 750      | 1300   | 1600    |
| 4          | 900    | 1100    | 600      | 350      | 750      | 1300   | 1600    |
| 5          | 900    | 1100    | 600      | 350      | 750      | 1300   | 1600    |
| 6          | 990    | 1210    | 660      | 385      | 825      | 1430   | 1760    |

## Cálculo da temperatura T<sub>máx</sub> da instalação requalificada

Para não alterar o calor máximo emitido pelos radiadores, a instalação requalificada opera com a mesma temperatura média máx. da instalação existente. Isto é possível assumindo o seguinte valor como temperatura máxima de ida da instalação requalificada:

$$T_{\text{máx}} = T_{\text{média.máx.}} + (\Delta T / 2) = 70 + (20 / 2) = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

## Cálculo dos caudais G<sub>máx</sub> dos radiadores da instalação requalificada

São calculados com base nos valores de Q<sub>máx</sub> e ΔT da instalação requalificada. Obtém-se, assim:

### Coluna. VI,

- rad. 6      G<sub>máx</sub> = 1.516 / 20 = 76 l/h
- rad. 5      G<sub>máx</sub> = 1.264 / 20 = 63 l/h
- rad. 4      G<sub>máx</sub> = 1.264 / 20 = 63 l/h

... ..

Dever-se-á proceder desta forma para todos os outros radiadores (consultar os dados relativos na tabela abaixo).

## Posições de regulação das válvulas DYNAMICAL®

Determinam-se com base nos caudais G<sub>máx</sub> acima determinados e na tabela ou diagrama na pág. 45. Obtém-se, assim:

### Coluna. VI,

- rad. 6      G<sub>máx</sub> = 76 l/h      Pos. 4
- rad. 5      G<sub>máx</sub> = 63 l/h      Pos. 4
- rad. 4      G<sub>máx</sub> = 63 l/h      Pos. 4

... ..

Dever-se-á proceder desta forma para todos os outros radiadores (consultar os dados relativos na tabela abaixo).

## Determinação das características do circulador

O caudal, com precisão suficiente, é calculado através da soma dos caudais G<sub>máx</sub> dos radiadores. Nesse caso, obtém-se:

$$G_{\text{circulador}} = \Sigma G_{\text{máx}} = 1.645 \text{ l/h}$$

De uma forma teoricamente mais precisa, o caudal também pode ser calculado através da soma dos caudais nos quais são reguladas as válvulas DYNAMICAL®. Nesse caso, obtém-se:

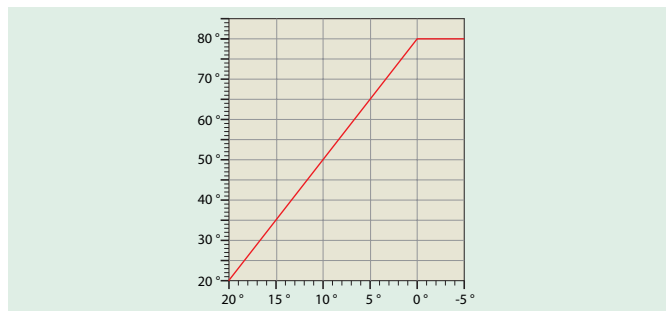
|                                     |   |                   |
|-------------------------------------|---|-------------------|
| Caudal total das válvulas pos. reg. | 4 | 6 · 70 = 420 l/h  |
| “ “ “ “ “                           | 3 | 8 · 55 = 440 l/h  |
| “ “ “ “ “                           | 2 | 12 · 40 = 480 l/h |
| “ “ “ “ “                           | 1 | 16 · 20 = 320 l/h |

$$G_{\text{circulador}} = 420 + 440 + 480 + 320 = 1.660 \text{ l/h}$$

Como era de esperar, e como se pode verificar, as diferenças em jogo não são muito grandes. A altura manométrica é regulada *in situ* como indicado na página 46.

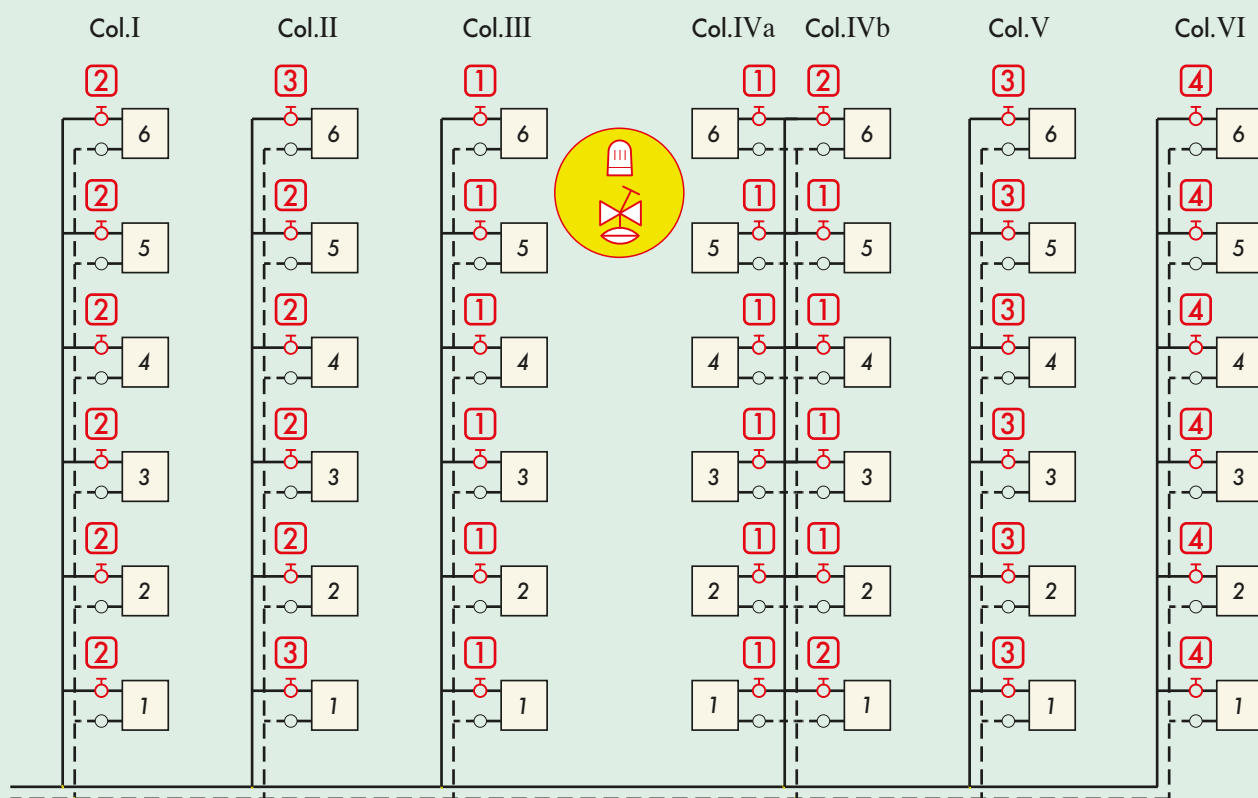
## Determinação da curva de funcionamento

Assumindo uma temperatura externa mínima de -5 °C e com base na T<sub>máx</sub> calculada na coluna ao lado, é possível operar a instalação (ver página 51) com uma curva do tipo:



## Tabela de dados do projeto de requalificação da instalação

| Rad. | Dados de projeto          | Col. I   | Col. II  | Col. III | Col. IVa | Col. IVb | Col. V   | Col. VI  |
|------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1    | Q <sub>máx</sub> (kcal/h) | 853      | 1043     | 569      | 332      | 711      | 1232     | 1517     |
|      | G <sub>máx</sub> (l/h)    | 43       | 52       | 28       | 17       | 36       | 62       | 76       |
|      | <b>núm. pos. válv.</b>    | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| 2    | Q <sub>máx</sub> (kcal/h) | 711      | 869      | 474      | 277      | 593      | 1027     | 1264     |
|      | G <sub>máx</sub> (l/h)    | 36       | 43       | 24       | 14       | 30       | 51       | 63       |
|      | <b>núm. pos. válv.</b>    | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| 3    | Q <sub>máx</sub> (kcal/h) | 711      | 869      | 474      | 277      | 593      | 1027     | 1264     |
|      | G <sub>máx</sub> (l/h)    | 36       | 43       | 24       | 14       | 30       | 51       | 63       |
|      | <b>núm. pos. válv.</b>    | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| 4    | Q <sub>máx</sub> (kcal/h) | 711      | 869      | 474      | 277      | 593      | 1027     | 1264     |
|      | G <sub>máx</sub> (l/h)    | 36       | 43       | 24       | 14       | 30       | 51       | 63       |
|      | <b>núm. pos. válv.</b>    | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| 5    | Q <sub>máx</sub> (kcal/h) | 711      | 869      | 474      | 277      | 593      | 1027     | 1264     |
|      | G <sub>máx</sub> (l/h)    | 36       | 43       | 24       | 14       | 30       | 51       | 63       |
|      | <b>núm. pos. válv.</b>    | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
| 6    | Q <sub>máx</sub> (kcal/h) | 782      | 956      | 521      | 304      | 652      | 1130     | 1390     |
|      | G <sub>máx</sub> (l/h)    | 39       | 48       | 26       | 15       | 33       | 56       | 70       |
|      | <b>núm. pos. válv.</b>    | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |



## Tratamento da água em instalações requalificadas com válvulas termostáticas

Como já considerado (*Hidráulica* 45 em italiano), **a água nas instalações que funcionam com válvulas termostáticas deve ser particularmente limpa e não agressiva**. Caso contrário, existe o risco de comprometer o funcionamento da instalação e causar danos nas válvulas termostáticas, nos circuladores de alta eficiência e nas caldeiras de condensação. Estas são as intervenções geralmente necessárias:

### Limpeza e lavagem da instalação

Destina-se a remover óxidos de ferro (lodo e incrustações endurecidas), incrustações de calcário, resíduos de soldadura e materiais de vedação.



Para este fim, convém limpar as instalações com água quente e aditivos especiais para facilitar a remoção das substâncias a eliminar.

### Carregamento da instalação com água

O carregamento em instalações com caldeiras de condensação, tanto em aço como em liga de alumínio, pode ser efetuado com grupos de enchimento e desmineralização pré-montados.



### Eliminação do ar

Esta deverá ser realizada com a ajuda de separadores de microbolhas de ar, ou seja, dispositivos que eliminam quer as bolhas quer as microbolhas de ar presentes na água.

### Eliminação de impurezas

Para poder intercetar e eliminar até as impurezas mais pequenas, é aconselhável utilizar separadores de sujidade magnéticos.

# EMISSÃO TÉRMICA DOS RADIADORES

A potência emitida pelos radiadores pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$Q = Q_{nom} \cdot (\Delta T / \Delta T_{nom})^{1,3} \quad (1)$$

em que:

- Q = Potência de saída  
 $Q_{nom}$  = Potência nominal do radiador  
 $\Delta T$  = Diferença entre a temperatura média do radiador e a temperatura ambiente  
 $\Delta T_{nom}$  = Diferença, em condições de teste, entre a temperatura média do radiador e a temperatura ambiente

As potências nominais — determinadas de acordo com a temperatura ambiente ( $T_a$ ) e a temp. média de teste dos radiadores ( $T_{média. rad}$ ) — são geralmente indicadas com base em dois valores:

$$\Delta T_{nom} = 60 \text{ °C} \quad (T_a = 20 \text{ °C}; T_{média. rad} = 80 \text{ °C})$$

$$\Delta T_{nom} = 50 \text{ °C} \quad (T_a = 20 \text{ °C}; T_{média. rad} = 70 \text{ °C})$$

A potência efetiva dos radiadores também pode ser calculada através da fórmula:

$$Q = Q_{nom} \cdot F \quad (2)$$

obtida pela (1) colocando:

$$(\Delta T / \Delta T_{nom})^{1,3} = F$$

Os valores de F podem ser obtidos em tabelas do tipo apresentado abaixo.

**Nota:** Aproximadamente até 1960, a potência térmica nominal dos radiadores era dada indiretamente pela superfície emissora dos radiadores. A um metro quadrado de superfície correspondia a emissão de calor de 400 kcal/h com  $\Delta T_{nom} = 60 \text{ °C}$ , ou seja, com  $T_a = 20 \text{ °C}$  e  $T_{média. rad} = 80 \text{ °C}$ .

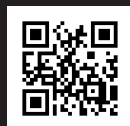
## Fatores de correção das emissões térmicas dos radiadores para $\Delta T_m = 60 \text{ °C}$

| Temperatura média radiador | Temperatura ambiente |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            | 10 °C                | 12 °C | 13 °C | 14 °C | 15 °C | 16 °C | 17 °C | 18 °C | 19 °C | 20 °C | 21 °C | 22 °C | 23 °C | 24 °C |
| 60 °C                      | 0,79                 | 0,75  | 0,73  | 0,71  | 0,69  | 0,67  | 0,65  | 0,63  | 0,61  | 0,59  | 0,57  | 0,55  | 0,53  | 0,51  |
| 62 °C                      | 0,83                 | 0,79  | 0,77  | 0,75  | 0,73  | 0,71  | 0,69  | 0,67  | 0,65  | 0,63  | 0,61  | 0,59  | 0,57  | 0,55  |
| 64 °C                      | 0,87                 | 0,83  | 0,81  | 0,79  | 0,77  | 0,75  | 0,73  | 0,71  | 0,69  | 0,67  | 0,65  | 0,63  | 0,61  | 0,59  |
| 66 °C                      | 0,91                 | 0,87  | 0,85  | 0,83  | 0,81  | 0,79  | 0,77  | 0,75  | 0,73  | 0,71  | 0,69  | 0,67  | 0,65  | 0,63  |
| 68 °C                      | 0,96                 | 0,91  | 0,89  | 0,87  | 0,85  | 0,83  | 0,81  | 0,79  | 0,77  | 0,75  | 0,73  | 0,71  | 0,69  | 0,67  |
| 70 °C                      | 1,00                 | 0,96  | 0,94  | 0,91  | 0,89  | 0,87  | 0,85  | 0,83  | 0,81  | 0,79  | 0,77  | 0,75  | 0,73  | 0,71  |
| 72 °C                      | 1,04                 | 1,00  | 0,98  | 0,96  | 0,94  | 0,91  | 0,89  | 0,87  | 0,85  | 0,83  | 0,81  | 0,79  | 0,77  | 0,75  |
| 74 °C                      | 1,09                 | 1,04  | 1,02  | 1,00  | 0,98  | 0,96  | 0,94  | 0,91  | 0,89  | 0,87  | 0,85  | 0,83  | 0,81  | 0,79  |
| 76 °C                      | 1,13                 | 1,09  | 1,07  | 1,04  | 1,02  | 1,00  | 0,98  | 0,96  | 0,94  | 0,91  | 0,89  | 0,87  | 0,85  | 0,83  |
| 78 °C                      | 1,18                 | 1,13  | 1,11  | 1,09  | 1,07  | 1,04  | 1,02  | 1,00  | 0,98  | 0,96  | 0,94  | 0,91  | 0,89  | 0,87  |
| 80 °C                      | 1,22                 | 1,18  | 1,15  | 1,13  | 1,11  | 1,09  | 1,07  | 1,04  | 1,02  | 1,00  | 0,98  | 0,96  | 0,94  | 0,91  |
| 85 °C                      | 1,34                 | 1,29  | 1,27  | 1,24  | 1,22  | 1,20  | 1,18  | 1,15  | 1,13  | 1,11  | 1,09  | 1,07  | 1,04  | 1,02  |
| 90 °C                      | 1,45                 | 1,41  | 1,38  | 1,36  | 1,34  | 1,31  | 1,29  | 1,27  | 1,24  | 1,22  | 1,20  | 1,18  | 1,15  | 1,13  |

## Fatores de correção das emissões térmicas dos radiadores para $\Delta T_m = 50 \text{ °C}$

| Temperatura média radiador | Temperatura ambiente |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            | 10 °C                | 12 °C | 13 °C | 14 °C | 15 °C | 16 °C | 17 °C | 18 °C | 19 °C | 20 °C | 21 °C | 22 °C | 23 °C | 24 °C |
| 60 °C                      | 1,00                 | 0,95  | 0,92  | 0,90  | 0,87  | 0,85  | 0,82  | 0,80  | 0,77  | 0,75  | 0,72  | 0,70  | 0,68  | 0,65  |
| 62 °C                      | 1,05                 | 1,00  | 0,97  | 0,95  | 0,92  | 0,90  | 0,87  | 0,85  | 0,82  | 0,80  | 0,77  | 0,75  | 0,72  | 0,70  |
| 64 °C                      | 1,11                 | 1,05  | 1,03  | 1,00  | 0,97  | 0,95  | 0,92  | 0,90  | 0,87  | 0,85  | 0,82  | 0,80  | 0,77  | 0,75  |
| 66 °C                      | 1,16                 | 1,11  | 1,08  | 1,05  | 1,03  | 1,00  | 0,97  | 0,95  | 0,92  | 0,90  | 0,87  | 0,85  | 0,82  | 0,80  |
| 68 °C                      | 1,21                 | 1,16  | 1,13  | 1,11  | 1,08  | 1,05  | 1,03  | 1,00  | 0,97  | 0,95  | 0,92  | 0,90  | 0,87  | 0,85  |
| 70 °C                      | 1,27                 | 1,21  | 1,19  | 1,16  | 1,13  | 1,11  | 1,08  | 1,05  | 1,03  | 1,00  | 0,97  | 0,95  | 0,92  | 0,90  |
| 72 °C                      | 1,32                 | 1,27  | 1,24  | 1,21  | 1,19  | 1,16  | 1,13  | 1,11  | 1,08  | 1,05  | 1,03  | 1,00  | 0,97  | 0,95  |
| 74 °C                      | 1,38                 | 1,32  | 1,29  | 1,27  | 1,24  | 1,21  | 1,19  | 1,16  | 1,13  | 1,11  | 1,08  | 1,05  | 1,03  | 1,00  |
| 76 °C                      | 1,43                 | 1,38  | 1,35  | 1,32  | 1,29  | 1,27  | 1,24  | 1,21  | 1,19  | 1,16  | 1,13  | 1,11  | 1,08  | 1,05  |
| 78 °C                      | 1,49                 | 1,43  | 1,41  | 1,38  | 1,35  | 1,32  | 1,29  | 1,27  | 1,24  | 1,21  | 1,19  | 1,16  | 1,13  | 1,11  |
| 80 °C                      | 1,55                 | 1,49  | 1,46  | 1,43  | 1,41  | 1,38  | 1,35  | 1,32  | 1,29  | 1,27  | 1,24  | 1,21  | 1,19  | 1,16  |
| 85 °C                      | 1,69                 | 1,64  | 1,61  | 1,58  | 1,55  | 1,52  | 1,49  | 1,46  | 1,43  | 1,41  | 1,38  | 1,35  | 1,32  | 1,29  |
| 90 °C                      | 1,84                 | 1,78  | 1,75  | 1,72  | 1,69  | 1,66  | 1,64  | 1,61  | 1,58  | 1,55  | 1,52  | 1,49  | 1,46  | 1,43  |

# A BELEZA DA INTELIGÊNCIA



Da investigação e da fiabilidade Caleffi, nasce o **CALEFFI CODE®** série 215. Um sistema que controla o ambiente de cada zona da habitação de forma remota e independente, sejam as instalações autónomas ou centralizadas. Com atenção especial ao design e à simplicidade de utilização. **GARANTIA CALEFFI.**

CALEFFI  
CODE