



**Uponor ECOFLEX Thermo**



**Uponor ECOFLEX Aqua**



**Uponor ECOFLEX Quattro**



**Uponor ECOFLEX Supra**

# Guía de micro-redes urbanas de calor e frío

**Edición I**



# Uponor ECOFLEX Tubagem Pré-isolada

- **Maior rentabilidade graças à sua flexibilidade.** As tubagens pré-isoladas da Uponor são as mais flexíveis do mercado, reduzindo o tempo de instalação e das uniões.
- **Certificação de Isolamento em conformidade com a norma VDI 2055**
- **Máxima Segurança.** Proteção exterior totalmente hermética que protege o isolamento debaixo da terra.
- **Resistência certificada para suportar a passagem de camiões de grande tonelagem (60 Toneladas) ATV-DVWK-A127**



Para mais informações, contacte-nos:  
T +351 800 207 157  
[www.climatizacaoinvisivel.com](http://www.climatizacaoinvisivel.com)  
[www.uponor.pt](http://www.uponor.pt)

**uponor**  
simply more

# Soluções Uponor para Instalações Pré-isoladas

## Descrição

A Uponor concebeu a gama de tubagens pré-isoladas Ecoflex, baseadas em redes urbanas para a distribuição de fluidos quentes e/ou frios, que têm como objetivo oferecer um serviço de climatização e água quente sanitária aos ocupantes dos diferentes edifícios que habitem uma zona sob influência de uma rede deste género, garantindo uma melhor eficiência energética e uma maior qualidade do serviço.

## Aplicação

- Aquecimento e refrigeração centralizados
- Água potável, distribuição de água quente e fria à distância
- Casas das máquinas exteriores ou no telhado
- Torres de refrigeração
- Condutas de líquidos em circuitos de refrigeração
- Instalações com centrais de cogeração, biomassa e geotermia
- Transporte de produtos químicos
- Indústria alimentar

## Características



1. Tubo envolvente: corrugado de PE-HD
2. Material isolante: espuma de PE-X
3. Isolamento diferenciado dos tubos
4. Tubo condutor: eval PEX ou PE-HD

## Vantagens

- **Máxima SEGURANÇA:** Estanqueidade e fiabilidade a longo prazo sem necessidade de manutenção.
- **INSTALAÇÃO mais RENTÁVEL:**
  - Reduz o tempo de execução por ser a tubagem mais flexível do mercado.
  - Reduz o número de uniões.
- **Resistência para suportar a passagem de camiões de grande tonelagem (60 toneladas), certificada pela regulamentação alemã em matéria de circulação de camiões de alta tonelagem ATV-DVWK-A127**
- **Máxima qualidade garantida.**



A Uponor oferece uma solução completa de tubagens pré-isoladas que assegura uma economia energética de 26% face a instalações tradicionais. É uma solução totalmente certificada e que oferece segurança na instalação e estanqueidade total, nunca correndo riscos de corrosão.

### Uponor ECOFLEX Thermo



### Uponor ECOFLEX Aqua



### Uponor ECOFLEX Quattro



### Uponor ECOFLEX Supra



# Guia de micro-redes urbanas de calor e frio

**Edición I**

## ÍNDICE

1. Introdução	04
2. Serviços Fornecidos	04
3. Tipos	05
4. Produção de energia	06
4.1. Produção de calor	07
4.1.1 Caldeiras	07
4.1.1.1 Combustíveis fósseis	08
4.1.1.2 Biomassa	08
4.1.2 Geotermia	09
4.1.3 Calor residual	10
4.2 Produção de frio	11
4.2.1 Máquinas elétricas	11
4.2.2 Máquinas absorção	12
4.3 Cogeração	13
5. Tubagens de distribuição	14
4.4 Meios de transporte	14
4.5 Aplicações	15
4.6 Tipos de tubagens	16
4.6.1 Tubagens Flexíveis pré-isoladas plásticas	16
4.6.1.1 Tubagem portadora	16
4.6.1.2 Isolante	18
4.6.1.3 Tubo envolvente	19
5.2.2 Tubagens Rígidas	20
5.2.2.1 Tubagem portadora	21
5.2.2.2 Isolante	21
5.2.2.3 Tubo envolvente	21
5.3 Obra	22
5.4 Escolha do tipo de tubagens	23
5.5 Critérios de conceção	24
6. Subestações	29
6.1 Aspetos gerais	29
6.1.1 Diferenças entre subestações	31
6.2 Instalações Interiores	32
6.2.1 Regulação de instalações	32
6.2.2 Sistemas de bombagem	33
6.2.3 Acumuladores de calor	35
6.2.4 Controlo da legionelose	35
6.2.5 Sistemas de segurança	36

## 1. Introdução

**As micro-redes** são, geralmente, instalações com necessidades de potência térmica relativamente baixas embora a respetiva gama de potências dependa do tipo de rede, dos serviços oferecidos ou da tipologia dos clientes.

Baseiam-se em sistemas centralizados de produção e distribuição de energia térmica (calor e frio) para diferentes pontos de consumo, que produzem energia a partir de uma ou várias centrais e a distribuem pelos edifícios e instalações próximas, através de uma instalação de canalizações termicamente isoladas que transportam um fluido até aos pontos de consumo.

A utilização das redes urbanas como solução para o aquecimento, AQS e a climatização dos edifícios vem de tempos remotos, sendo conhecida desde o Império Romano.

No que se refere a instalações térmicas em sistemas centralizados tais como as micro-redes, o objetivo e a tendência são:

- Maximizar o rendimento energético dos equipamentos geradores de fluidos térmicos para obter o rendimento esperado.
- Gerar fluidos térmicos sempre à menor temperatura compatível com a utilização, visto que desta forma o custo por unidade de potência será o mínimo. Serve também para minimizar as perdas de calor para o ambiente nos sistemas de distribuição.
- Tentar aproveitar, na medida do possível, qualquer tipo de calor residual de algum processo que, pelas suas características de temperatura, seja passível de recuperação.

A micro-rede tem de ser definida em função da aplicação, das condições de funcionamento (potência, caudal, saldo térmico) e do tipo de percurso.

## 2. Serviços fornecidos

Os serviços básicos fornecidos pelas micro-redes são: calor, frio, vapor e frio industrial.

Em seguida são enumerados os fluidos utilizados para cada tipo de serviço e os principais sistemas de geração utilizados.

### Calor

Este serviço, que é utilizado tanto para o aquecimento como para a produção de AQS, pode ser fornecido através de água quente (a diferentes níveis de temperatura, dependendo se também é utilizado para a AQS, desde 45°C-50°C até aos 110°C para sistemas de aquecimento) ou de vapor.

A produção de água quente pode ser obtida através de bombas de calor, caldeiras, cogeração ou utilização de energias residuais (por exemplo, vapor proveniente de uma instalação de revalorização de RSU ou fumos de processos industriais).

### Frio

Este serviço, é geralmente utilizado para a climatização, embora também possa ser utilizado em processos industriais ou circuitos de condensação, é prestado através de água fria (normalmente a cerca de 5°C).

## Vapor

Este serviço, que pode ser utilizado para aquecimento e produção de AQS (através de permutadores de vapor/água) ou em processos industriais, é disponibilizado usando o vapor como fluido portador de calor (a diferentes pressões e temperaturas e, geralmente, sobreaquecido).

A produção é realizada através de máquinas de compressão ou, se disponível perto da rede, pela utilização de uma fonte residual resultante de um processo industrial.

## Frio industrial

Este serviço, é geralmente utilizado em processos industriais, nos compressores do circuito de condensação ou em câmaras de conservação com temperaturas de 0°C-7°C, é habitualmente fornecido através de água glicolada (acima dos -10°C) ou com fluidos como o CO<sub>2</sub> ou o amoníaco (sendo a utilização deste último fluido limitada em alguns âmbitos devido a riscos potenciais).

A produção é realizada através de máquinas de compressão ou pela utilização de uma fonte residual resultante de um processo industrial.

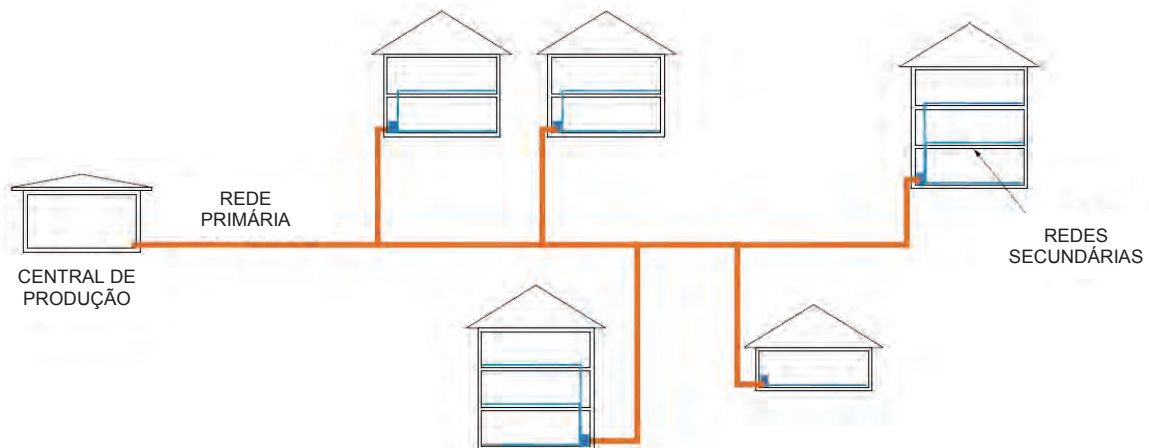
### 3. Tipos

Os critérios mais frequentemente utilizados para a classificação são: morfologia da rede, serviços oferecidos ou tipologia dos clientes.

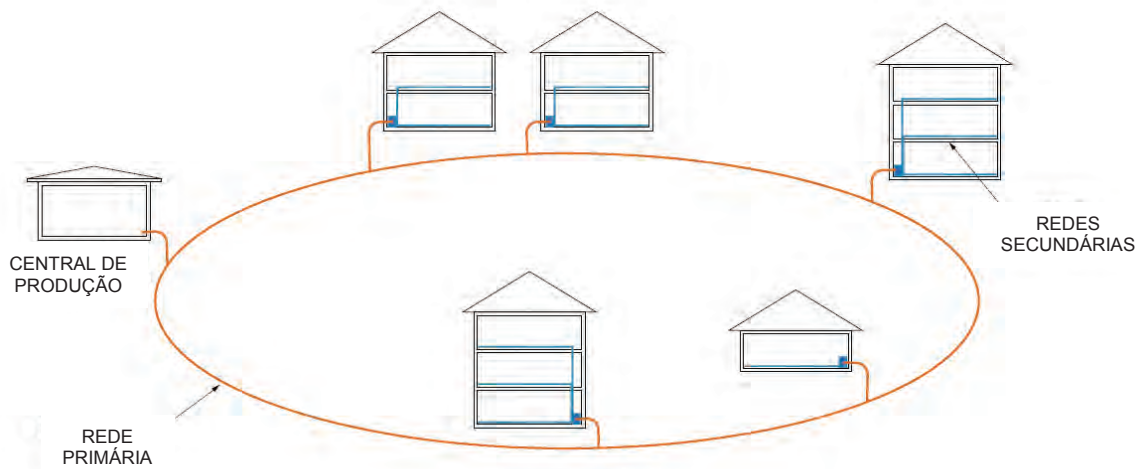
Dado que, no caso das micro-redes, se trata de âmbitos geográficos reduzidos (pouca distância de rede implantada) e poucos clientes, para efeitos do presente documento utilizaremos os serviços oferecidos como critério para a classificação das micro-redes.

Definido este critério, temos os seguintes grupos de tipos de redes ou desenhos de redes:

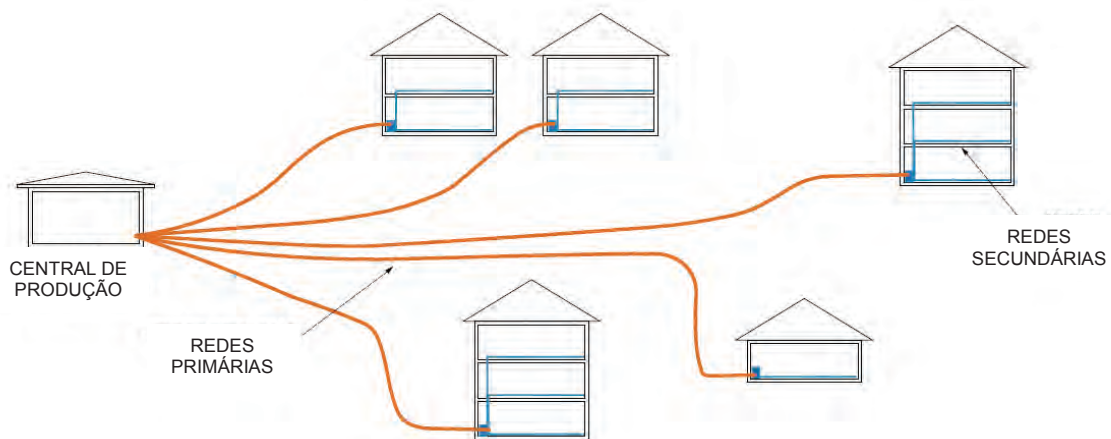
- Tipo Árvore



- Tipo anel:



- Tipo ramais:



#### 4. Produção da energia

Neste capítulo são apresentadas as tecnologias mais usuais nas redes urbanas para a produção de calor e de frio. A concepção das instalações de produção deverá ter em conta fatores como a eficiência energética, o custo do investimento e a fiabilidade do serviço.



## 4.1 Produção de calor

### 4.1.1 Caldeiras

A tecnologia mais comum para a geração de calor nas micro-redes é a produção através de caldeiras, quer sejam de água quente ou de vapor, em função do fluido transportador de calor utilizado na distribuição na rede.

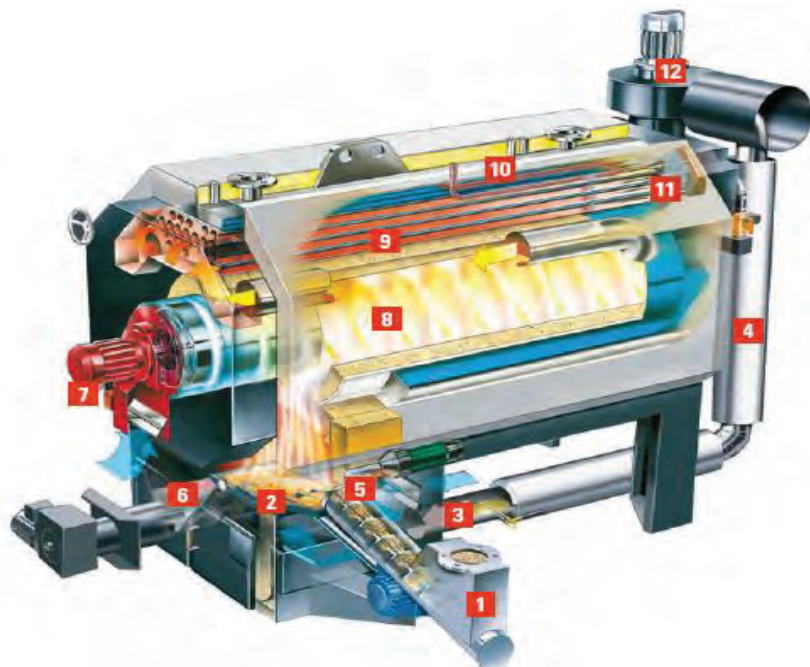


Figura 1 Caldeira piro-tubular de biomassa

As caldeiras geram calor através da combustão no queimador, sendo possível escolher diferentes equipamentos em função do combustível utilizado. Na gama de potências das micro-redes, as caldeiras mais comuns são as do tipo piro-tubular ou de tubos de fumos. A combustão ocorre na câmara de combustão onde são gerados gases a alta temperatura. À saída da câmara de combustão os gases são conduzidos pelo interior de um feixe de tubos rodeados de água à qual cedem calor. À saída da caldeira os gases são conduzidos para a atmosfera através de uma chaminé.

Nas caldeiras de condensação é aproveitado o calor latente do vapor de água presente nos fumos, que são refrigerados num permutador até obter a condensação do vapor de água, aumentando o calor cedido na caldeira.

Os principais tipos de combustível utilizados nas caldeiras são os seguintes:

- Gasosos: gás natural.
- Líquidos: gasóleo, fuelóleo, gases de petróleo liquefeitos (GPL).
- Combustíveis sólidos, como a biomassa.

Os combustíveis gasosos e líquidos normalmente utilizados são combustíveis fósseis, ao passo que a biomassa se considera uma fonte de energia renovável com um fator zero de emissões de CO<sub>2</sub>.

#### 4.1.1.1 Combustíveis fósseis

Os combustíveis gasosos permitem realizar a combustão com excessos de ar reduzidos (com um controlo adequado), devido à sua composição os fumos contêm um menor número de contaminantes e permitem menores temperaturas na chaminé com um maior aproveitamento da energia. O gás natural costuma ser fornecido por canalização, simplificando a logística do fornecimento.

Os combustíveis líquidos mais comuns no setor terciário são o gasóleo e o GPL. O custo específico por unidade de energia é sensivelmente superior ao do gás natural. Para centrais de produção recomenda-se a sua utilização apenas como combustível de apoio ou emergência. Estes combustíveis não são fornecidos por canalização, exigindo a instalação de um depósito de armazenamento. As características de combustão do GPL são similares às do gás natural, apresentando as mesmas vantagens. Em relação ao gasóleo, a sua composição pode incluir uma certa quantidade de contaminantes, como por exemplo compostos de enxofre, pelo que a sua presença nos fumos deve ser tida em conta.

Numa instalação com este tipo de combustíveis, o rendimento anual pode rondar os 90-92% sobre o PCI. No caso de opção por uma caldeira de condensação, o rendimento anual pode aumentar na ordem dos 4-5%.

Para centrais baseadas em combustíveis líquidos e gasosos recomenda-se a utilização de queimadores dotados de uma sonda de O<sub>2</sub> nos fumos para otimizar a relação ar-combustível e, com isso, o rendimento anual da instalação.

#### 4.1.1.2 Biomassa

Por biomassa combustível entendemos qualquer tipo de matéria orgânica cuja origem imediata seja um processo biológico, de origem vegetal ou animal e os materiais provenientes da sua transformação natural ou artificial e que se destinem ao aproveitamento energético.

Se nos concentrarmos na biomassa sólida de origem vegetal, alguns dos tipos de combustíveis que podemos ter são:

- Subprodutos da serração (serradura, casca,...)
- Produtos da indústria florestal (aparas,...)
- Madeira rejeitada (paletes, caixas,...)
- Palha de cereais
- Péletes

As características principais destes combustíveis são apresentadas na tabela seguinte:

Combustível	Origem	Humidade (%)	Massa volumétrica (kg/m <sup>3</sup> )	Poder calorífico (MWh <sub>PCI</sub> /t)
Casca	Indústria da madeira	40-60%	300	2-2,5
Aparas, madeira cortada	Indústria florestal e/ou da madeira	25-50%	250	2,5-2,1
Aparas trituradas	Fabrico de paletes, resíduos	20-30%	190	3,5-3-8
Palha	Agricultura	10-15%	80-125	4,2
Péletes	Produto industrial	5-10%	650	4,8-5,1

Algumas considerações a ter em conta quanto à utilização de biomassa como combustível:

- Não podem ser utilizados restos de madeira pintada ou envernizada, que dão lugar a emissões nocivas e reduzem a vida útil da caldeira.
- O preço dos diferentes combustíveis varia em função da granulometria e da humidade relativa. Para comparar economicamente diferentes combustíveis considera-se o custo energético específico (€/MWh<sub>PCI</sub>).
- As caldeiras de biomassa permitem alguma variação nas qualidades do combustível a utilizar. Deverá consultar-se o fabricante em caso de variações significativas: origem do combustível, humidade, granulometria, etc.
- A combustão da biomassa gera cinzas na caldeira e nos fumos que deverão ser enviadas para tratamento.
- O pélete é um produto industrial obtido mediante a compactação e aglutinação de serradura. Apresenta um elevado poder calorífico e uma qualidade constante. É aconselhado para caldeiras de pequena e média dimensão (até 500-700 kW). Para potências superiores as aparas costumam apresentar menores custos de compra.

As principais diferenças das caldeiras de biomassa face às caldeiras de combustíveis líquidos e gasosos encontram-se no sistema de armazenamento e alimentação de combustível e na câmara de combustão.

Deverá existir um silo de armazenamento de biomassa dimensionado de acordo com a autonomia de funcionamento exigida (em geral, para vários dias), considerando a volumetria do combustível. Existem diferentes tecnologias para o movimento da biomassa dentro do silo: base móvel, mola móvel com braço giratório ou ponte rolante.

O transvasamento da biomassa do silo até à caldeira é realizado por parafuso sem-fim ou tapete rolante. O combustível alimenta mecanicamente a grelha em função das necessidades térmicas da caldeira. A combustão da biomassa tem lugar numa grelha, que pode ser fixa ou móvel.

As caldeiras de biomassa devem ser dotadas de um sistema de tratamento de fumos para eliminação de partículas, podendo dispor de ciclones, filtros de mangas ou de filtros electrostáticos em função das características da instalação.

Numa instalação de caldeiras de biomassa o rendimento anual pode ser de cerca de 80-85% sobre o PCI.

#### **4.1.2 Geotermia**

A geotermia baseia-se no aproveitamento da energia armazenada no solo no ciclo anual. A geotermia superficial é utilizada na climatização combinada com sistemas de aquecimento e refrigeração através de bomba de calor.

O sistema assenta em dois circuitos que permutam energia sob a forma de calor ou frio através de uma bomba de calor geotérmica reversível. O circuito geotérmico consiste em feixes de tubos enterrados no solo enquanto o circuito emissor é o que cede a energia térmica ao utilizador. Os modos de funcionamento são os seguintes:

- Modo de calor: o circuito geotérmico percorre o subsolo captando a energia do mesmo. O circuito emissor cede a energia do solo, através da bomba de calor, ao edifício ou à rede.
- Modo de frio: a bomba de calor em modo de frio absorve calor do edifício ou da rede, que cede ao subsolo através do circuito geotérmico.

Estes modos de funcionamento permitem aproveitar a estabilidade térmica do solo, cuja temperatura se mantém relativamente estável ao longo do ano. Durante o ciclo de aquecimento, a bomba de calor utiliza o solo como foco frio, que se encontra a uma temperatura superior à do ambiente, melhorando o rendimento de funcionamento da bomba de calor. Durante o ciclo de verão, o solo é utilizado como foco quente, encontrando-se a uma temperatura inferior à do ambiente, pelo que melhora o rendimento da máquina de frio. Se o saldo anual de energia cedida/absorvida a partir do solo for praticamente neutro, o terreno não se satura termicamente.

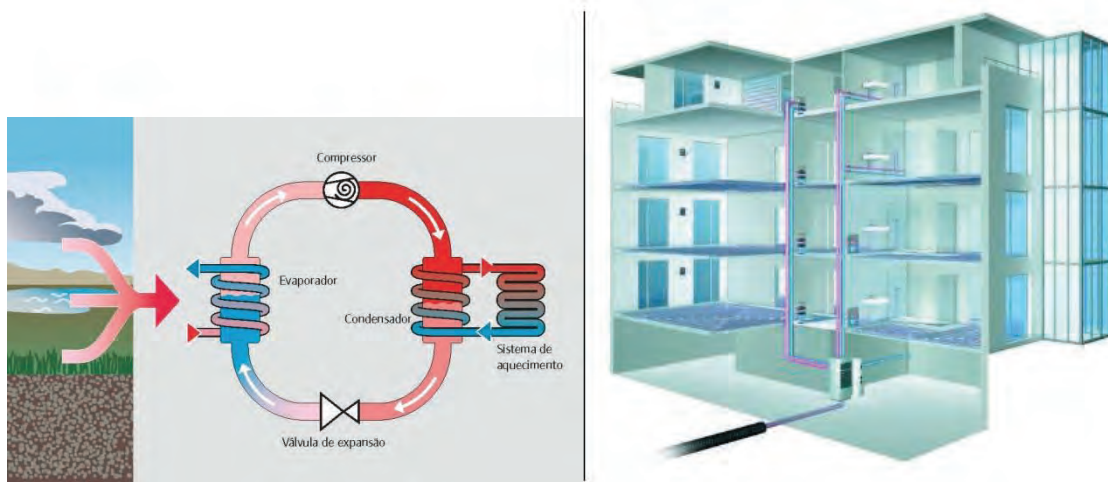


Figura 2 Bomba de calor geotérmica

O circuito captador geotérmico é fabricado com materiais plásticos com as características mecânicas adequadas, com o objetivo de garantir uma vida útil prolongada do sistema.

#### 4.1.3 Calor residual

Nas micro-redes situadas nas proximidades de indústrias intensivas em necessidades térmicas, recomenda-se a análise do aproveitamento de possíveis fontes de energia térmica residual. Deverá considerar-se a quantidade de energia disponível, o seu nível térmico e os investimentos necessários para o seu aproveitamento.

Tal como nos processos industriais, existem referências de aproveitamento do calor residual de instalações de incineração de resíduos.

## 4.2 Produção de frio

Nas micro-redes com distribuição de frio deverá contar-se com máquinas de produção de frio. Para efeitos do presente guia só se consideram equipamentos para produção de água para climatização (5-7°C).

### 4.2.1 Máquinas elétricas

Em geral, as máquinas frigoríficas com acionamento elétrico são as mais comuns na produção de frio para climatização. A produção de frio é obtida através de um ciclo fechado de expansão/compressão. Existem diferentes tecnologias de compressão, havendo compressores de tipo scroll, parafuso ou centrífugos.



Figura 3 Máquina refrigeradora com compressor de parafuso

Para o funcionamento do equipamento deve ceder-se calor ao ambiente e geralmente são utilizadas torres de refrigeração ou refrigeradores ar secos (baterias de tubos com alhetas). As torres de refrigeração apresentam como vantagem um maior rendimento da instalação mas implicam um consumo de água, com o respetivo custo.

O rendimento energético, a relação entre a produção de frio e o consumo elétrico, das máquinas de frio elétricas pode variar entre 2,0 e 5,0.

#### 4.2.2 Máquinas de absorção

As máquinas de absorção são equipamentos de produção de frio acionadas termicamente, utilizando o calor residual proveniente de uma instalação de cogeração ou de energia solar térmica. O fluido portador de calor pode ser vapor, água quente ou gases de combustão.

Para as máquinas de absorção recomenda-se a utilização de torres de refrigeração e não refrigeradores a ar secos.



Figura 4 Máquina de absorção

O rendimento energético, a relação entre a produção de frio e o consumo de calor, das máquinas de absorção pode variar entre 0,6 e 1,3.

### 4.3 Cogeração

A cogeração é a geração simultânea no mesmo processo de energia térmica (calor útil) e elétrica e/ou mecânica. A cogeração associa a eficiência energética à geração distribuída proporcionando flexibilidade e disponibilidade ao sistema energético:

- A eficiência energética implica a redução de emissões e economia de energia primária, constituindo a solução com maior potencial de contribuição para o objetivo de evitar o aumento da temperatura do planeta.
- A geração distribuída evita perdas nas redes de transporte e distribuição e oferece segurança no fornecimento a nível local por produzir a energia próximo do ponto de consumo.

Do ponto de vista das micro-redes, a geração de energias de forma eficiente permite uma redução dos custos de produção de energias.

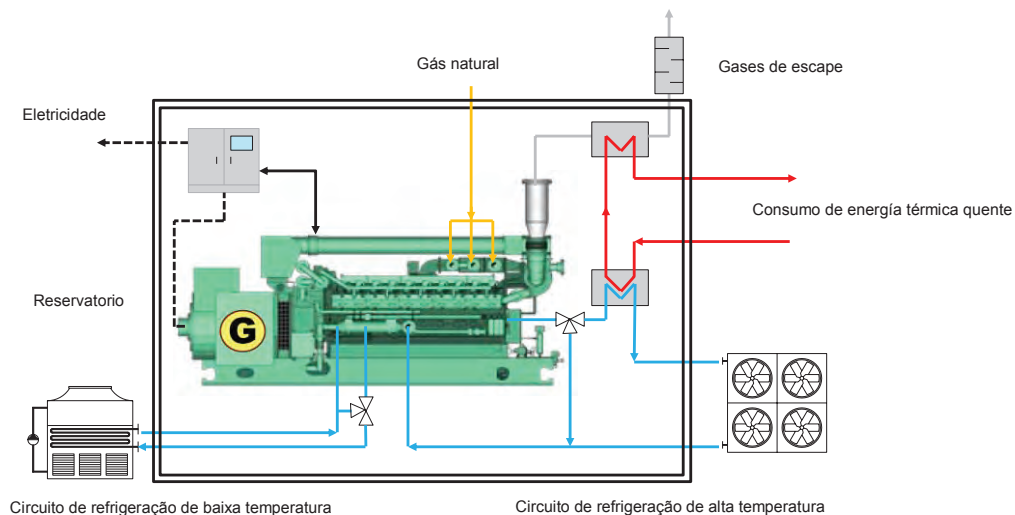


Figura 5 Esquema de um módulo de cogeração

Existem diferentes tecnologias de cogeração, sendo as mais comuns os motores a gás natural e as turbinas de gás. As tecnologias de turbina de vapor e/ou de ciclo ORC são utilizadas nos casos em que disponha de calor residual com uma temperatura elevada ou, em determinados casos, pela geração de calor através de biomassa.

A potência dos equipamentos de geração no mercado varia de 5 kWe até mais de 10 MWe. Para as micro-redes, a gama de potência pode ser de cerca de 1000 kWe, em função da dimensão da rede. Em geral, a instalação de cogeração é dimensionada para cobrir as exigências de base, maximizando o tempo de funcionamento da mesma.

Fala-se de trigeração quando para além de eletricidade e calor se produz frio através de uma máquina de absorção.

A regulamentação em vigor para a cogeração exige o cumprimento de um rendimento energético mínimo para a autorização das referidas instalações.

## 5. Tubagens de distribuição:

### 5.1 Meios de transporte:

Os principais meios utilizados para a distribuição de energia térmica calorífica e/ou frigorífica nos ambientes industriais e/ou residenciais são os seguintes:

- Ar quente.
- Água quente.
- Vapor/água sobreaquecida
- Água Fria

A escolha de um meio ou de outro dependerá das temperaturas de funcionamento necessárias e da quantidade de energia a transportar e a transferir, já que para processos de grande consumo se exigem meios com um elevado conteúdo energético. É habitual que uma indústria disponha de mais do que uma rede de distribuição de energia dependendo das utilizações a que se destine (água quente e vapor, ou água quente e aquecimento, etc.).

Normalmente utiliza-se água quente, visto que apresenta uma vantagem face à utilização de ar quente, devido ao seu maior conteúdo energético específico que permite transportar muito mais energia para a mesma dimensão de condutas.

A permuta de calor que se produz é de natureza sensível, pelo que a água, à saída dos pontos de consumo, perdeu parte da temperatura que tinha, devendo ser devolvida à caldeira para voltar a elevar a temperatura até ao valor exigido para o processo.

Outro fluido térmico através do qual podemos obter calor industrial é o vapor de água ou água sobreaquecida. É fácil de transportar através de uma rede de tubagens e tem um conteúdo energético muito alto. Apesar disso, a sua utilização também apresenta inconvenientes como a produção de condensação nas redes, o que implica muitas vezes problemas de corrosão e perdas de energia produzidas por fugas.

As tubagens que fazem parte de uma micro-rede de distribuição e transporte, por onde circula a água desde a central de produção até aos pontos de consumo, podem ser de materiais muito variados dependendo em muitos casos das características da aplicação específica para a qual vão ser utilizadas.

Para o correto funcionamento e exploração de uma rede, é necessário utilizar água de boa qualidade pelo que, habitualmente, esta tem de ser tratada por processos de filtração, inclusive por osmose, para reduzir o conteúdo de minerais que podem ocasionar incrustações na caldeira e no interior das tubagens da rede. Além disso, deverá adicionar-se um agente anticorrosivo à água para evitar problemas de corrosão.

Os materiais mais usados para tubagens são o aço e os plásticos flexíveis. Atualmente a grande maioria das tubagens são pré-isoladas, dadas as suas baixas perdas térmicas, assim como a grande durabilidade e facilidade de instalação em comparação com a instalação separada de tubagens e isolamento.

- Tubagens Rígidas
- Tubagens Flexíveis

Os isolamentos nas redes urbanas devem acompanhar tanto as linhas de impulsão como as de retorno, embora o salto térmico seja elevado e a temperatura de retorno seja baixa.



Geralmente estas tubagens são compostas por três partes:

- A tubagem por onde circula o fluido.
- isolamento responsável por diminuir as perdas térmicas.
- revestimento exterior protetor.

As perdas térmicas da rede não só dependem da temperatura do fluido como também são determinadas pelo diâmetro da tubagem. À medida que aumenta o diâmetro da tubagem maiores são as perdas térmicas, mas menores são as perdas relativas à capacidade de transporte, tanto para a rede de frio como de calor.

É importante destacar que as perdas por atrito ao longo das tubagens são favoráveis para a rede de calor e desfavoráveis para a de frio, visto que com o atrito é libertada uma determinada quantidade de calor.

## **5.2 Aplicações:**

Normalmente, para a instalação de micro-redes, utilizam-se tubagens plásticas e/ou metálicas em função das características técnicas da rede, assim como do seu traçado.

As tubagens pré-isoladas são concebidas para o transporte de água destinada ao aquecimento, refrigeração, água quente sanitária e/ou água potável com o objetivo de economizar energia graças ao seu isolamento.

Tipo de serviços:

- Água quente/fria sanitária.
- Água potável.
- Água de aquecimento.
- Água de refrigeração.

Para aplicações em:

- Habitações: Água quente sanitária, água fria sanitária, água potável, sistemas de climatização.
- Indústria: Indústria química, alimentar e sistemas de refrigeração.
- Unidades de biogás.
- Instalações de Biomassa District Heating & Cooling.
- Sistemas de energia solar.
- Centrais de energia convencional, transporte de produtos químicos, instalações de rega.
- Instalações de refrigeração.
- Transporte de água.

### 5.3 Tipos de tubagens:

As tubagens pré-isoladas dividem-se em duas famílias principais:

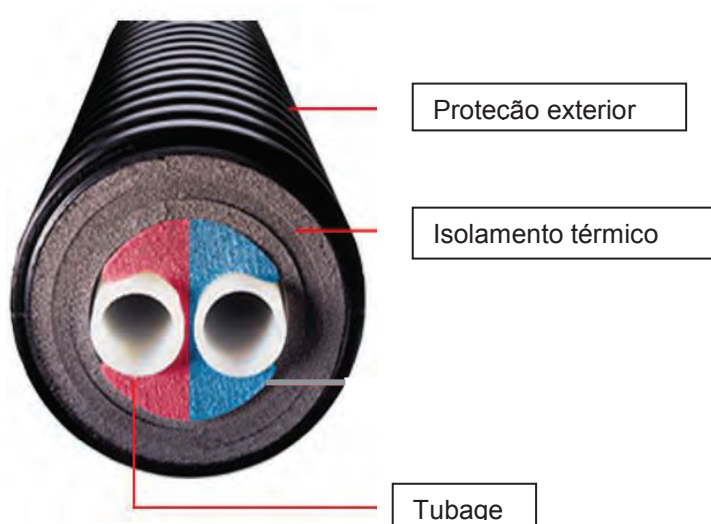
- Tubagens Rígidas
- Tubagens Flexíveis

Em bobinas para as tubagens flexíveis ou em barras de 6 e 12 metros para as tubagens rígidas.

A escolha do tipo de tubagem depende do objetivo desejado.

#### 5.3.1 Tubagem flexível pré-isolada plástica:

Normalmente, a tubagem pré-isolada plástica divide-se em 3 partes:



Os diâmetros das tubagens pré-isoladas flexíveis estão compreendidos entre 20 mm até 160 mm de tubagem e em função do tipo de espessura podem chegar a ter uma espessura exterior de até 200 mm.

##### 5.3.1.1 A tubagem portadora:

Normalmente em PEX ou PEAD: São tubagens plásticas em função da aplicação, conforme seja um sistema de aquecimento ou de refrigeração. O tubo portador de PE-X é resistente à temperatura, às incrustações e às fissuras por esforço.

Recomenda-se a utilização de tubagens certificadas pela AENOR, CERTIF ou por entidades de reconhecido prestígio como a DWGV.

Características do PEX-a:

Propriedades mecânicas	Norma	Temperatura	Valor de referência	Unidade
Densidade			938	Kg/m <sup>3</sup>
Resistência à tração	DIN 53455	20 °C	19-26	N/mm <sup>2</sup>
	DIN 53455	80 °C	9-13	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidade	DIN 53457	20 °C	600-900	N/mm <sup>2</sup>
	DIN 53457	80 °C	300-350	N/mm <sup>2</sup>
Alongamento de rutura	DIN 53455	20 °C	350-550	%
	DIN 53455	100 °C	500-700	%
Resistência ao choque	DIN 53453	-140 °C	Sem rutura	Kj/m <sup>2</sup>
	DIN 53453	20 °C	Sem rutura	Kj/m <sup>2</sup>
	DIN 53453	80 °C	Sem rutura	Kj/m <sup>2</sup>
Absorção de humidade	DIN 53472	22 °C	0,01	Mg/4d
Coeficiente de atrito com aço			0,08-0,1	
Permeabilidade ao oxigénio (apenas tubos Thermo)	DIN 4726	40 °C	<0,1	Mg/l.d

Propriedades mecânicas	Norma	Temperatura	Valor de referência	Unidade
Temperatura de funcionamento			De -50 até +95	°C
Coeficiente de dilatação linear		20 °C	1,4x10 <sup>-4</sup>	m/mK
		100 °C	2,05x10 <sup>-4</sup>	m/mK
Temperatura de amolecimento			+133	°C
Calor específico			2,3	Kj/kgK
Condutividade térmica	DIN 4725		0,35	W/mK

Dimensões do tubo	Diâmetro interior di [mm]	Dn	Volume [l/m]
SDR 11			
25x2,3	20,4	20	0,327
32x2,9	26,2	25	0,539
40x3,7	32,6	32	0,835
50x4,6	40,8	40	1,307
63x5,8	51,4	50	2,075
75x6,8	61,4	65	2,961
90x8,2	73,6	80	4,254
110x10	90	100	6,362
SDR 7,4			
25x3,5	18	20	0,254
32x4,4	23,2	25	0,423
40x5,5	29	32	0,661
50x6,9	36,2	40	1,029
63x8,6	45,8	50	1,633

Tabela 01. Características do PEX. Fonte Uponor

Características do PEAD (PE-100):

Propriedade	Norma	PE-100 (valores de referência)	Unidade
Densidade a 23 °C	DIN 53479 ISO 1183 ISO/R 1183	Aprox. 0,96	g/cm <sup>3</sup>
Resistência à rutura	DIN 53495	38	N/mm <sup>2</sup>
Alongamento de rutura	DIN 53495	>600	%
Módulo E (ensaio de tração)	ISO 178	Aprox. 1200	N/mm <sup>2</sup>
Dureza	ISO 2039	46	N/mm <sup>2</sup>
Temperatura de amolecimento Vicat	DIN/ISO 306	127	°C
		77	°C
Condutividade térmica (20°C)	DIN 52612	0,38	W/mK
Temperatura de funcionamento		De -10 até +40	°C
Coeficiente de dilatação térmica longitudinal	DIN 53752	1,8x10 <sup>-4</sup>	1/°C
Comportamento face ao fogo	DIN 4102 parte 1	B2	

Tabela 02. Características do PEAD. Fonte Uponor

### 5.3.1.2 O isolante:

Podemos encontrar dois tipos de isolante:

- Espuma para isolamento de polietileno reticulado categoria A (PE-Xa). Isolante por camadas

Propriedade	Norma	Unidade	Valor
Absorção de água em 24 dias	DIN 53428	Vol. %	<1,0
Alongamento de rutura	DIN 53571	%	204
Peso específico	DIN 53420	Kg/m <sup>3</sup>	~30
Resistência à tração	DIN 53571	N/cm <sup>2</sup>	24
Resistência à rutura	DIN 53575	N/mm	1,38
Endurecimento por deformação (50% de deformação)	DIN 53577	kPa	71
Inflamabilidade	DIN 4102		B2

Tabela 03. Características da espuma Pex-a. Fonte Uponor

- Espuma para isolamento poliuretano (PUR). Isolante compactado

Propriedade	Unidade	Valor
Densidade	kg/m <sup>3</sup>	45-60
Absorção de água quando ferve	% (vol)	<10
Resistência à compressão 10% de deformação	N/mm <sup>2</sup>	0,3
Resistência à deformação axial	N/mm <sup>2</sup>	0,12
Resistência à deformação tangencial	N/mm <sup>2</sup>	0,20
Condutividade térmica a 50°C	W/m°C	0,028
Temperatura máxima de funcionamento	°C	140

Tabela 04. Características da espuma PUR. Fonte Inpal.

A função do isolante é evitar as possíveis perdas térmicas.



Fonte Uponor

### 5.3.1.3 Tubo envolvente

A sua função é garantir a estanqueidade das tubagens e a proteção do isolante.

Podemos encontrar diferentes tipos de tubo corrugado:

**PE- 80:** tubo envolvente de polietileno de alta densidade, estável e resistente ao impacto. Protege as camadas isolantes e o tubo portador das influências externas.

Propriedade	Norma	Unidade	Valor
Material	-	-	PE-80
Estabilidade UV	-	-	Sim
Comportamento face ao fogo	DIN 4102	-	B2
Densidade	ISO 1183	Kg/m <sup>3</sup>	957-959
Módulo E	ISO 527-2	MPa	~1000

Tabela 05. Características do PE-80. Fonte Uponor.

**PEBD:** tubo envolvente de polietileno de baixa densidade. Protege as camadas isolantes e o tubo portador das influências externas.

Propriedade	Unidade	Valor
Densidade	Kg/m <sup>3</sup>	918-922
Condutividade térmica	W/m°C	0,33
Temperatura de cristalização e fundição	°C	122

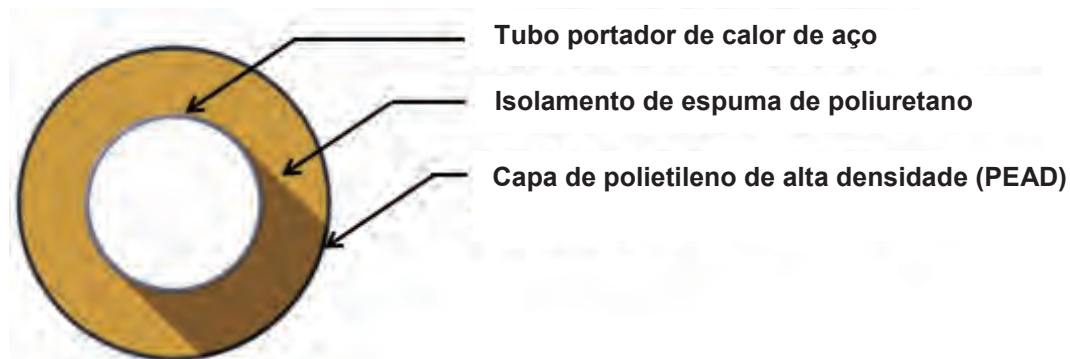
Tabela 06. Características do PEBD. Fonte Inpal.

O material tem de estar em conformidade com todas as diretivas nacionais e internacionais como adequado para canalizações enterradas.

### 5.3.2 Tubagem Rígida

As tubagens rígidas são as tubagens pré-isoladas mais robustas. Podem suportar pressões e temperaturas mais altas que as tubagens flexíveis.

As gamas de funcionamento oscilam entre DN 20 mm até 1000 mm.



Este tipo de material dispõe de variados acessórios para realizar conexões e derivações. Além disso, as uniões entre as secções de tubagem são realizadas com material específico para isolar em obra e garantir a estanqueidade da rede. Estas conexões devem ser realizadas por pessoal especializado uma vez que exigem um trabalho manual complexo e que podem ser fonte de futuras fugas que limitem a sua durabilidade.

As especificações em matéria de qualidade das Normas Europeias a respeitar são:

- EN253: Canalizações pré-isoladas
- EN448: Peças e uniões pré-isoladas
- EN488: Válvulas pré-isoladas
- EN489: Isolamento e juntas de união
- EN13941: Conceção e cálculos de redes pré-isoladas

As tensões provocadas sobre a tubagem em contacto com o fluido transmitem-se através dos materiais. Devem ser consideradas as possíveis dilatações, prevendo elementos que controlem estas pequenas deslocações.

### 5.3.2.1 Tubagem portadora

É geralmente composta por aço preto para uma utilização regular em conformidade com as normas EN 10217-1, 10217-2 e 10217-5.

O tipo de aço utilizado é P235GH, P235Tr1 e P235Tr2.

Para casos concretos é possível utilizar tubagem de cobre ou de aço inoxidável.

### 5.3.2.2 O isolante

O isolamento é composto por de espuma de poliuretano injetada.

Propriedade	Norma	Unidade	Valor
Densidade		Kg/m <sup>3</sup>	80
Condutividade térmica	EN ISO 8497	W/Mk	<0,027
Resistência à compressão	EN253	Mpa	>0,3

### 5.3.2.3 Tubo envolvente

A capa exterior é composta por polietileno de alta densidade (PEAD).

Propriedade	Norma	Unidade	Valor
Densidade		Kg/m <sup>3</sup>	935
Dimensões	EN ISO 3126	W/Mk	<0,027
Tipo	EN ISO 12162		PE80

## 5.4 Obra

### Projeto em vala:

Uma parte importante do custo da instalação de tubagens nos sistemas de micro-redes é a parte correspondente à obra de construção civil, ou seja, a vala (escavação e posterior enchimento).



Fonte Uponor

Existem tubagens pré-isoladas com elevada resistência a cargas radiais com o objetivo de suportar a passagem de veículos pesados. Esta certificação é realizada em conformidade com a ATV DVWK-A127, entidade de prestígio reconhecido, onde se demonstra que, nas condições de instalação definidas, os tubos pré-isolados são adequados para os esforços que o tráfego de veículos pesados de até 60 t



É importante ter em conta não só o custo das tubagens (que dependerá do diâmetro e da classe das mesmas) como também os seguintes custos associados às particularidades de cada material oferecido no mercado:

- Custos de Instalação das Tubagens. Há que analisar a dificuldade da instalação, assim como os custos de escavação e enchimento decorrentes do tipo de vala que estas exijam para suportar adequadamente as cargas atuantes.
- Custo das Proteções necessárias contra a Corrosão.
- Custo da junta de dilatação em função do tipo de tubagem.

### 5.5 Escolha do tipo de tubagem

Em função da aplicação, das condições de funcionamento e do tipo de percurso, é necessário definir a rede de distribuição.

No mercado existem tubagens pré-isoladas adaptadas a cada caso que garantem a estanqueidade e a segurança neste tipo de sistemas e instalações.

Os critérios para a seleção do tipo de tubagem a utilizar dependem de todos os pontos analisados anteriormente. Ainda assim, as tubagens flexíveis pré-isoladas plásticas oferecem vantagens para este tipo de instalações sempre e quando as condições de serviço o permitam.

Atualmente, a grande maioria das tubagens são pré-isoladas flexíveis dadas as suas baixas perdas térmicas, assim como a grande durabilidade e facilidade de instalação em comparação com a instalação separada de tubagens e isolamento.

A grande qualidade dos sistemas pré-isolados define-se pelas qualidades dos diferentes componentes. A combinação de um tubo envolvente estável e ao mesmo tempo flexível, uma camada isolante de polietileno reticulado resistente à passagem do tempo e um tubo portador robusto e duradouro dá lugar a um sistema de tubagens que se instala de forma rápida e simples e oferece um funcionamento fiável. Com este tipo de instalação reduzimos os custos e o risco de fugas, uma vez que é realizada com grandes rolos de tubagens contínuos.



Fonte Uponor

## 5.6 Critérios de conceção

Para a conceção de uma micro-rede há que ter em conta as diferentes características do projeto:

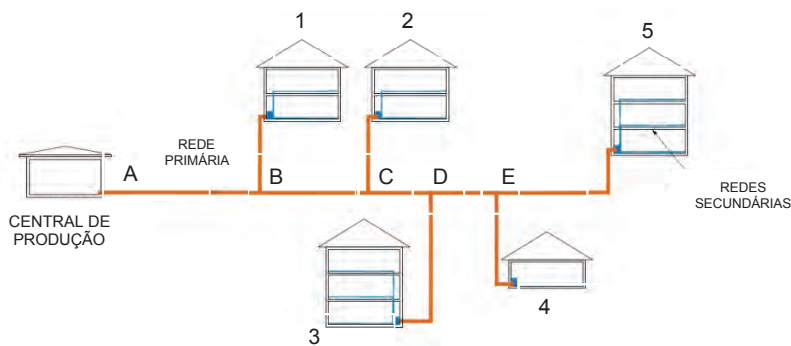
- O percurso da rede,
- O número de pontos de consumo e a sua localização,
- O tipo de terreno que percorre, (se está urbanizado, se é campo aberto, se é plano ou se existem desníveis).
- A afetação dos serviços existentes.

Para o cálculo dos diâmetros, utilizam-se:

- as temperaturas de ida e retorno,
- a velocidade do fluido e perdas de carga,
- a pressão e as potências a fornecer,
- o caudal mássico assim como a temperatura na montagem.

### Exemplo de dimensionamento de uma micro-rede de aquecimento:

Consideramos uma instalação centralizada típica como a da figura:



Estes são os passos a seguir para realizar o dimensionamento da instalação:

- Numa primeira fase determinam-se as potências de aquecimento necessárias para cada ponto de consumo.
- Numa segunda fase determinam-se as condições de funcionamento da rede:
  - Caudal ( $m^3/h$ )
  - Saldo térmico (Temperaturas de ida e retorno) ( $^{\circ}C$ )
  - Velocidade do fluido ( $m/s$ )
- Com as condições de funcionamento da rede e as potências necessárias selecionam-se os diâmetros de tubagem necessários.
- Por último, procede-se à escolha do tipo de tubagem.

Por se tratar de um sistema de aquecimento, o primeiro passo é conhecer as necessidades energéticas para poder determinar a potência térmica a fornecer.

Para um cálculo correto das necessidades energéticas anuais de aquecimento o mais indicado é utilizar um programa de cálculo horário que realize uma simulação energética dos diferentes pontos de consumo.

Para efetuar um cálculo manual podemos utilizar um método aproximado ao “método dos graus-dia”. Os resultados obtidos com este método são aproximados e não devem ser utilizados para obter resultados com carácter vinculativo em contratos de gestão energética.

No exemplo em análise, as potências térmicas necessárias já foram previamente calculadas segundo os métodos estabelecidos:

Edifício	Potência ( W )
1	43100
2	30800
3	14000
4	20600
5	19500

A partir deste ponto, uma vez determinada a potência térmica necessária em cada área, podemos começar a dimensionar a tubagem.

Na maioria dos casos, e tendo em conta que perdas de carga altas pressupõem maiores investimentos em equipamentos de bombagem, costumam considerar-se como valores ótimos 250 Pa/m e 1,5 m/s para perdas de carga e velocidade, respetivamente.

Continuando o exemplo mencionado, se as condições de temperatura de água do sistema forem:

$$t_1 = 80^{\circ}\text{C}.$$

$$t_2 = 60^{\circ}\text{C}.$$

Sendo:  $t_1$  = temperatura entrada da água.  
 $t_2$  = temperatura de saída da água.

Com estes valores obteremos uma diferença de temperatura:

$$\Delta T = (t_1 - t_2) = 20^{\circ}\text{C}$$

O diâmetro da tubagem também pode ser escolhido em função do caudal mássico. O caudal mássico necessário é calculado com uma fórmula:

$$q_m = \frac{\Phi}{\Delta t \times c_p}$$

Sendo:  $q_m$  = Caudal mássico Kg/s

$\Phi$  = capacidade kW

$\Delta t$  = diferença de temperatura  $^{\circ}\text{C}$

$c_p$  = capacidade calorífica específica da água 4,19 kJ/kgK

As condições de funcionamento serão determinadas pelo técnico competente, de acordo com o seu critério de cálculo.

Considerando o gráfico 01, observamos que a zona de perda de pressão recomendada aparece com uma cor mais escura no caso de tubagens plásticas Pex-a.

O diagrama inclui valores nominais  $\Delta T$  20, 45 e 30 para as alterações de temperatura. Em função do salto térmico, a potência térmica e a perda de pressão admissível por secção de tubagem podemos seleccionar o diâmetro ótimo para a instalação.

No caso de tubagens pré-isoladas plásticas a perda de carga não tem que ultrapassar em secções retas os 400 Pa/m e fixa-se uma velocidade máxima de 3,5 m/s para este tipo de tubagens.

Assim, por exemplo, para a secção de A a B, que transporta 128 kW com  $\Delta T$  de 20 K, verificamos que para uma tubagem pré-isolada plástica o correspondente é uma perda de carga de 296 Pa/m e 1,39 m/s de velocidade, valores inferiores aos limites marcados.

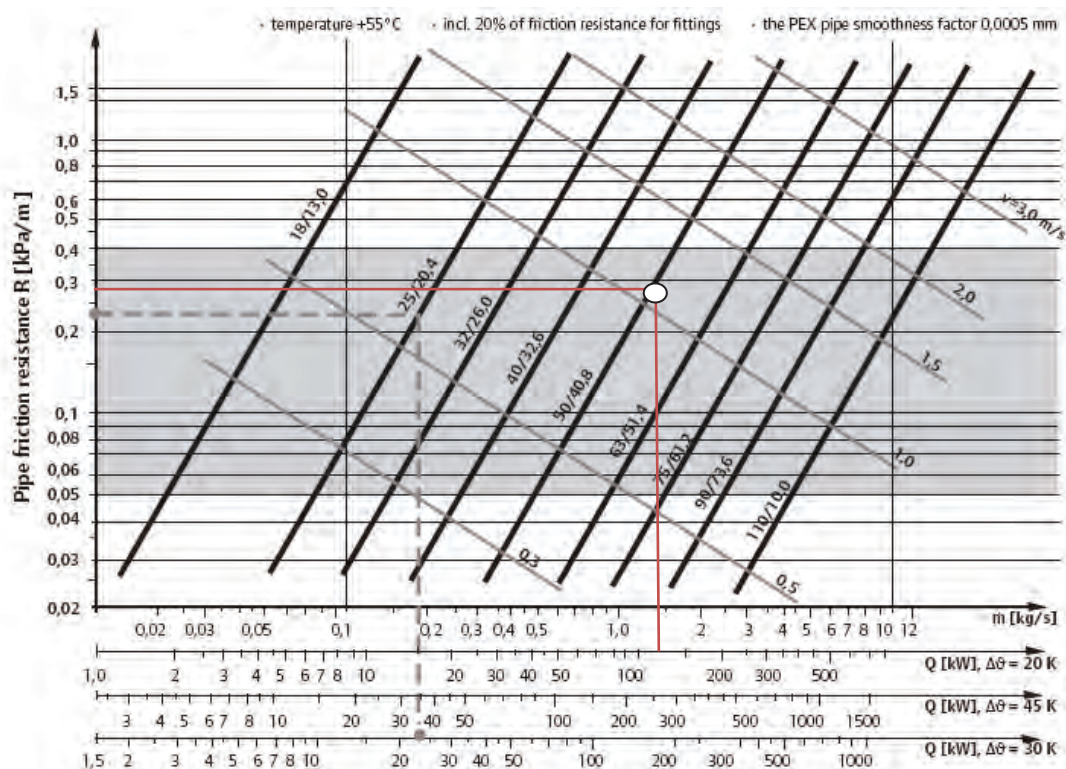


Gráfico 02. Nomograma de perda de carga – caudal – velocidade

No caso do aço preto, o diagrama inclui valores de caudal (l/s) e velocidade do fluido (m/s). Em função do caudal e da perda de pressão admissível por secção de tubagem, podemos seleccionar qual o diâmetro ótimo para a instalação.

No caso de tubagens de aço preto, os critérios de conceção são normalmente uma perda de carga que não ultrapasse em secções retas os 300 Pa/m e uma velocidade máxima de 3 m/s.

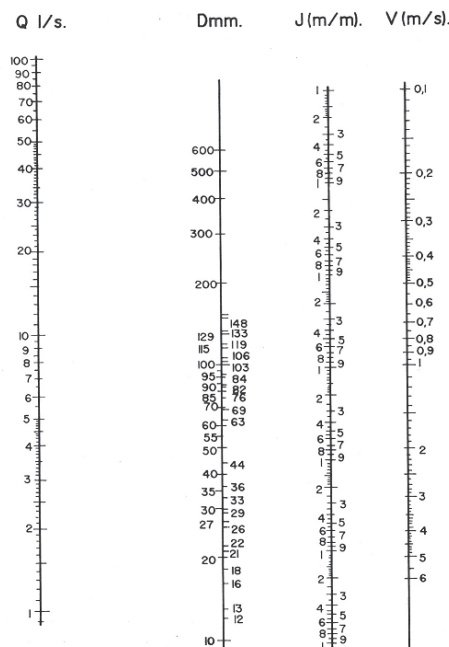


Gráfico 03. Nomograma de perda de carga - caudal - velocidade tubagem de aço

Para determinar o diâmetro adequado, basta considerar o nomograma de perda de carga disponibilizado por cada fabricante e o tipo de tubagem, e verificar qual a perda de carga e a velocidade que correspondem à mesma.

Na tabela seguinte é indicada a distribuição de potências caloríficas necessárias em cada uma das secções assim como os diâmetros obtidos:

Núm.	Edifícios ligados	Potência instalada (W)	Temperatura ida (°C)	Salto Térmico (°C)	Caudal (l/h)	Velocidade (m/s)	Perda de carga (Pa/m)	Diâmetro da tubagem (")
A-B	Casa das máquinas	128000	80	20	5640	1,19	296	1/1/2
B-C	Secção B-C	84900	80	20	3740	0,79	142	1/1/2
C-D	Secção C-D	54100	80	20	2383	0,79	185	1/1/4
D-E	Secção D-E	40100	80	20	1766	0,91	309	1
1	Edifício 01	43100	80	20	1899	0,98	352	1
2	Edifício 02	30800	80	20	1357	0,69	193	1
3	Edifício 03	14000	80	20	67	0,52	158	3/4
4	Edifício 04	20600	80	20	907	0,71	313	3/4
5	Edifício 05	19500	80	20	859	0,71	284	3/4

Uma vez calculado o diâmetro da tubagem e as suas condições de funcionamento, podemos realizar o cálculo de perda térmica.

### Cálculo de Perdas térmicas:

O cálculo da Perda térmica é realizado em função da tubagem utilizada, dos seus componentes e da espessura do isolante. É também importante conhecer as temperaturas de funcionamento e o salto térmico da mesma e as condições exteriores.

Os cálculos para as perdas térmicas são realizados com base no especificado na norma europeia EN13941 de Conceção e Cálculo de Redes Pré-isoladas.

O cálculo da perda de calor por metro linear de um par de tubagens enterradas pode ser efetuado com as seguintes fórmulas:

$$\Phi_f = U_1 (t_f - t_s) - U_2 (t_r - t_s)$$

$$\Phi_r = U_1 (t_r - t_s) - U_2 (t_f - t_s)$$

Onde:

$\Phi_f$ : Perda de calor da tubagem de ida (W/m).

$\Phi_r$ : Perda de calor da tubagem de retorno (W/m).

$U_1$  &  $U_2$ : Coeficientes de perdas de calor

$$U_1 = R_s + R_i / (R_s + R_i)^2 - R_h^2$$

$$U_2 = R_h / (R_s + R_i)^2 - R_h^2$$

$t_f$  &  $t_r$ : Temperaturas de ida e volta (°C)

$t_s$ : Temperatura do solo a uma profundidade  $z$  (°C)

Onde:

$R_s$ : é a resistência de isolamento do solo

$R_i$ : é a resistência de isolamento do isolante

$R_h$ : é a resistência de isolamento do permutador de calor entre a tubagem de ida e volta.

A partir deste ponto podemos analisar, por um lado, o coeficiente de condutividade térmica do material em função da tubagem utilizada e, por outro, as perdas térmicas da tubagem por metro linear.

## 6 Subestações

### 6.1 Aspetos gerais

As subestações fazem a ligação entre a rede e os consumidores (edifícios ou instalações). As subestações adequam a pressão e a temperatura da rede de distribuição às condições necessárias para o consumo do edifício.

As subestações consistem num equipamento de regulação e controlo, um equipamento de contagem e, em função do tipo de estação, dispõem também de equipamentos de permuta ou de armazenamento. Dependendo do tipo de consumo existem principalmente dois tipos de subestações, de ligação direta e de ligação indireta. A diferença consiste em se a água da rede de distribuição entra diretamente nos emissores de energia dos edifícios (sistema de ligação direta) ou se a transferência de calor é produzida através de um permutador de calor, sendo os circuitos independentes (sistema indireto).

Em determinados casos muito específicos (micro-redes de dimensão muito pequena, número de clientes muito reduzido e do mesmo titular, etc.) pode ser concebida uma ligação direta do edifício à rede de tubagens, ligando a rede a uma zona de coletores ou diretamente ao ponto de consumo a fornecer.

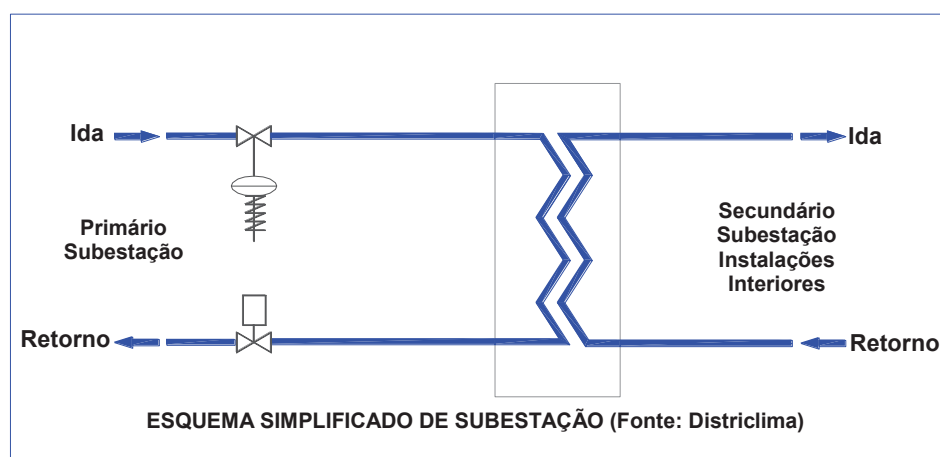
A utilização de subestações é imprescindível quando:

- É necessário adequar a temperatura do fluido da rede à temperatura de utilização nos edifícios, por exemplo, quando se usa vapor ou água sobreaquecida para transportar energia para habitações.
- Quando se pretende tornar autonomizar a rede de distribuição do utilizador.

Esquema de subestação

Apresenta-se um esquema simplificado de uma subestação para simplificar e ilustrar os conceitos expostos nesta secção.

Esquema simplificado de uma subestação:



Fonte DistriClima

Fornecimento da rede; Permutador; Impulsão; Retorno à rede; Retorno; Primário subestação (rede de distribuição); Secundário subestação (instalações interiores).

- Ligação direta

Na ligação direta, a água da rede de distribuição é transferida diretamente para o circuito de aquecimento/refrigeração específico do edifício. Esta ligação é vantajosa por que utiliza aparelhos muito simples e de baixo custo e evita o salto térmico que se produz no permutador. O cliente economiza a instalação de permutadores de calor e bombas.

A desvantagem é não existir uma separação entre o circuito primário e o secundário. A regulação é efetuada nos próprios emissores e pode ser feita por variação de caudal ou por variação da temperatura de impulsão. No caso de a rede sofrer aumentos de temperatura ou de pressão, o sistema secundário também os sofrerá. Em qualquer circunstância, se um sistema secundário (sistema de um cliente) tiver uma perda ou fuga, esta repercute-se por todo o circuito.

Em geral, o explorador da rede controla cada uma das subestações para as isolar se a rede ou o subsistema secundário apresentarem algum dos problemas referidos.

A água quente sanitária pode ser aquecida num tanque de acumulação com permutador interior ou exterior, ou através de um permutador de calor, incluindo sempre um sistema de permuta em relação à rede de distribuição.

De qualquer forma, é preciso destacar que as subestações de ligação direta só são utilizadas em micro-redes. Em geral, o sistema de ligação direta não é recomendável.

- Ligação indireta

Esta solução é a mais generalizada. A ligação indireta utiliza permutadores de calor que separam o circuito primário do circuito secundário, ou seja, dos emissores específicos do edifício.

É um sistema mais caro que o anterior, mas permite uma separação entre a rede e o edifício, reduzindo o risco de fugas de água na instalação do utilizador. As condições de funcionamento no interior dos edifícios são mais estáveis, já que as flutuações de temperatura da rede não afetam este sistema.

Para cargas térmicas de até um máximo de 1500 kW o mercado oferece módulos compactos e pré-fabricados que envolvem um menor tempo de instalação. De qualquer forma é recomendável comprovar previamente que os acessos à obra permitem a passagem da subestação modular até à sua posição final de instalação.

A produção de AQS poderá ser realizada tanto a partir da instalação secundária de aquecimento, como através de um permutador independente ligado diretamente ao circuito primário da rede, em paralelo com o permutador de aquecimento.

No entanto, em ambas as soluções, o sistema deverá permitir aumentar a temperatura da AQS até ao valor exigido pela legislação em matéria de legionelose.

### **Permutadores de calor das subestações**

Os permutadores de calor permitem a transmissão de calor, ou de frio, entre o circuito primário (rede) e o secundário (instalações interiores) o mesmo tempo que separam hidráulicamente ambos os circuitos.

Em determinadas redes de calor, esta separação é realizada por um depósito acumulador. A água quente do interior do depósito corresponde ao circuito secundário. Em caso de acumuladores de dimensões relativamente pequenas (volumes de até 1000 litros), podem ser considerados equipamentos com permutador interior em serpentina, por onde circula a água do circuito primário. Para acumuladores de mais de 1000 litros, utilizam-se permutadores de placas exteriores.



Nas redes urbanas antigas utilizavam-se permutadores de carcaça e tubos, especialmente nas redes de distribuição de água a temperaturas superiores a 100°C. Com a introdução dos permutadores de placas, estes últimos passaram a ser os mais utilizados nas subestações.

Existem dois tipos de permutadores de calor de placas que se utilizam e que se diferenciam basicamente pela união das suas placas: termossoldados e de juntas.

Os permutadores termossoldados são mais económicos e exigem pouca manutenção pela ausência de juntas. Este tipo de permutadores tem o inconveniente de só serem adequados até um determinada potência e de não poderem ser abertos para inspeção.

Quanto aos permutadores de juntas, que abrangem toda a gama de potências, são mais caros e exigem manutenção (é necessário substituir a juntas de tempos a tempos). Uma vantagem importante é, pelo facto de ter juntas, ser possível desmontar as placas do permutador para limpar as incrustações.

Todos os permutadores de calor utilizados no sistema urbano centralizado devem cumprir os requisitos da norma EN 1148.

Recomenda-se o isolamento térmico dos permutadores para evitar perdas térmicas.

Não é possível definir as condições de funcionamento dos permutadores de calor das subestações uma vez que a escolha se fará após o estudo de cada caso concreto com as respetivas particularidades. Assim, não podem ser disponibilizados valores de referência válidos para todos os casos possíveis mas são apresentados intervalos de temperaturas de orientação:

Condições típicas das subestações.

<b>CALOR</b>	Primário (sistema urbano centralizado)	Secundário (utilizador)
Temperatura de entrada	Mínimo 90°C	Máximo 55°C
Temperatura de saída	Máximo 60°C	Máximo 85°C
<b>FRIO</b>		
Temperatura de entrada	Máximo 5,5°C	Mínimo 7°C
Temperatura de saída	Mínimo 14°C	Mínimo 15,5°C

### 6.1.1 Diferenças entre subestações

Uma das principais diferenças entre as diferentes tipologias de subestações está associada ao ponto de consumo: se abastece um utilizador doméstico ou um edifício de serviços (escritórios, lojas, estabelecimento de saúde, etc.).

No primeiro caso, as subestações devem ter dimensões adaptadas para serem colocadas dentro das habitações. Cada subestação inclui o permutador, o contador de energia e os equipamentos necessários de regulação e controlo.

Um exemplo que inclui este tipo de subestação é a rede de Molins de Rei "La Granja". No segundo caso, existe uma subestação centralizada para todo o edifício que constitui um cliente único para o gestor da rede urbana.



Subestação de DH de Molins de Rei "La Granja". Fonte Ditriclima

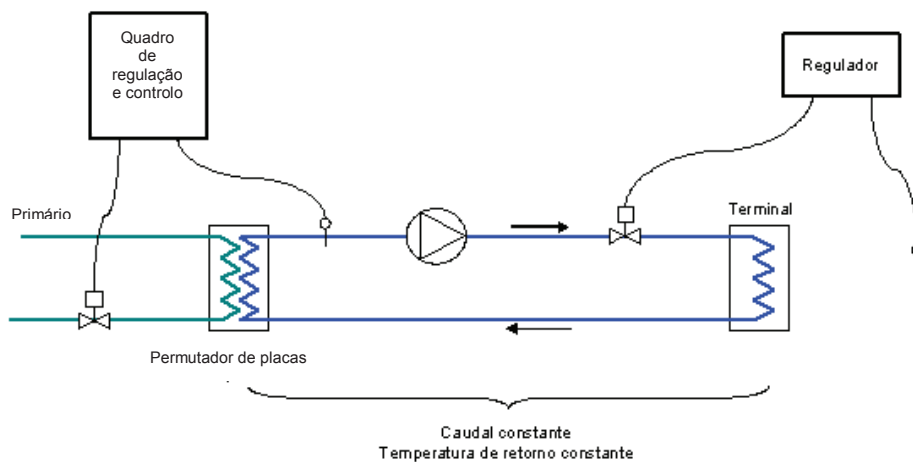


## 6.2 Instalações interiores

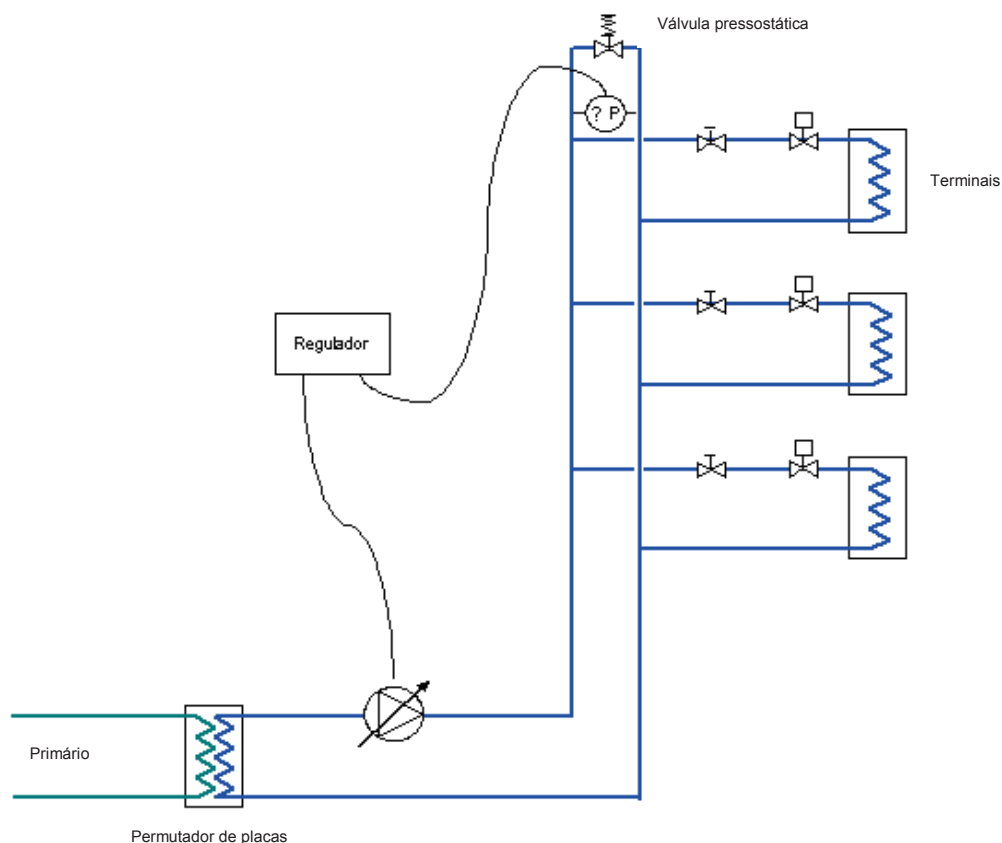
Entendemos por instalações interiores o circuito secundário dos edifícios ligados à rede. Nesta secção são apresentadas diferentes recomendações para a conceção das mesmas.

### 6.2.1 Regulação de instalações interiores

Tal como demonstrado nas figuras seguintes, a regulação de potência em cada terminal do circuito do cliente é realizada através de uma válvula de duas vias, regulando o caudal que chega ao terminal. Outras opções a considerar são a regulação do caudal da bomba com um variador de frequência e a instalação de uma válvula pressostática para instalações interiores com vários terminais.



Regulação de instalações interiores com válvulas de 2 vias. Fonte Ditriclima



Regulação de instalações interiores com válvulas de 2 vias e válvula pressostática. Fonte Ditriclima

## 6.2.2 Sistemas de bombagem

É necessário utilizar um sistema de bombagem para que o fluido chague a todos os pontos de consumo. Existem diferentes configurações para o sistema de bombagem, assim como diferentes tipos de bombas. Estas bombas, dotadas de variador, permitem obter o caudal adequado para as melhores condições de funcionamento da instalação. O caudal é regulado em função das necessidades, pelo que o consumo elétrico é inferior. Também é recomendável utilizar duas bombas ou bombas duplas com função de acionamento automático para o segundo motor. De qualquer forma, é preferível que sejam duas bombas para que, se uma delas tiver de ser reparada, o sistema continuar a funcionar.

A bomba de circulação deve estar em funcionamento contínuo e é recomendável que disponha de controlo de velocidade e de ruído.

Devem ser concebidas para a mesma temperatura e pressão que o sistema. A parte húmida da bomba deve ser em materiais resistentes à água com alto conteúdo de oxigénio. O fluxo das bombas de circulação é calculado com base nas perdas de calor e quedas de pressão.

As bombas devem dispor de sistemas de controlo de caudal e pressão. Os componentes de controlo da bomba estão normalmente dentro do quadro de controlo com ligações terminais.

Todas as bombas devem estar protegidas contra sobrecargas, quer seja dentro do quadro de controlo com proteções contra sobrecargas ou no próprio motor da bomba. O controlo deve ser incluído, pelo menos, no interruptor principal, nos interruptores de cada motor, nas luzes indicativas e nos pontos de ligação do alarme de cada bomba de circulação.

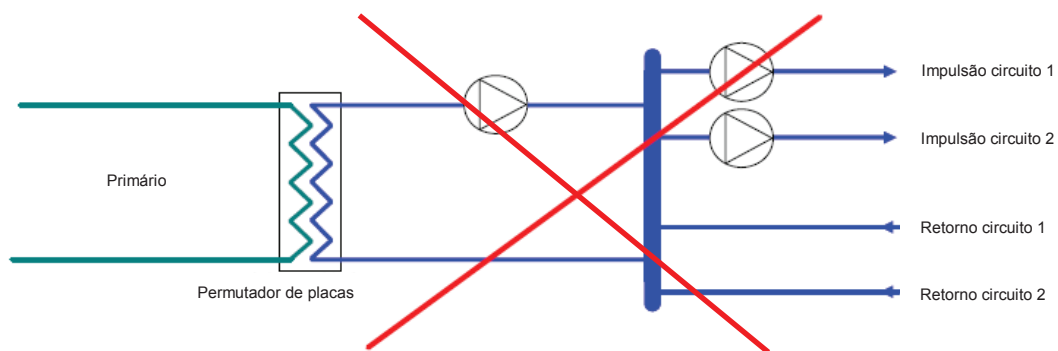
Em caso de existência de interruptores externos para o controlo, a caixa de controlo é equipada com transmissores para comunicação entre as bombas e o controlo.

O cálculo das bombas de distribuição será feito tendo em conta o caudal máximo do projeto da instalação (em função das necessidades do edifício e da capacidade da subestação) e as perdas de carga (perdas de pressão).

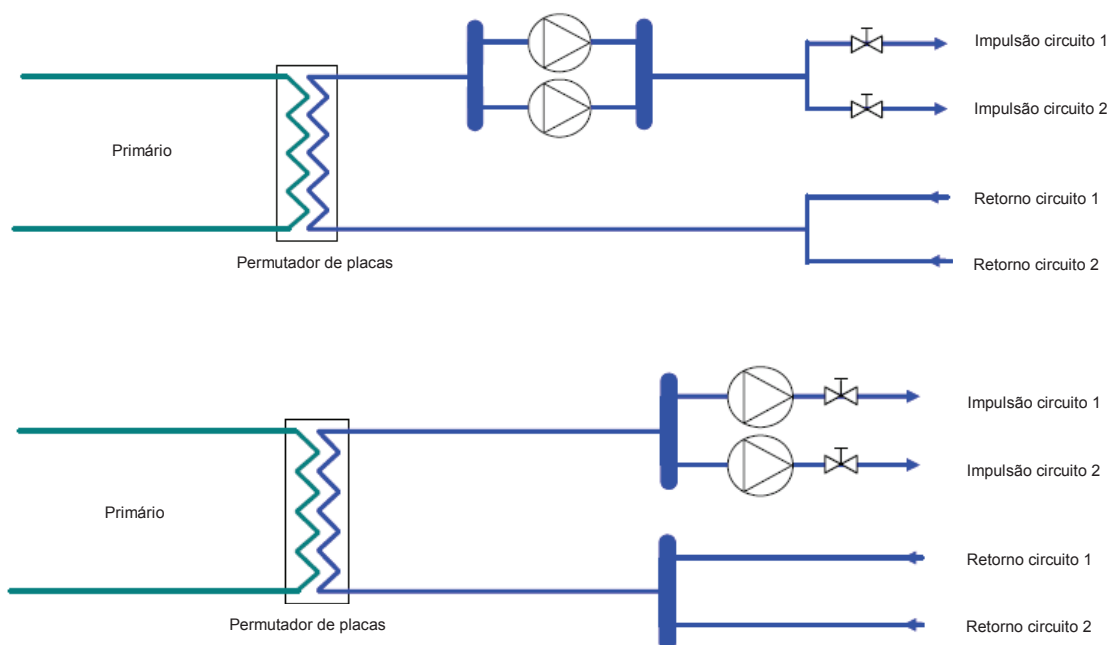
A perda de carga total da subestação deve cobrir a queda de pressão no permutador de calor, nas tubagens e nas válvulas. Se todos estes elementos tiverem um dimensionamento ótimo, geralmente é necessário menos de 1 bar. Nas subestações modernas, este valor ronda os 0,5 bar.

Quanto ao circuito de água quente sanitária, segundo critérios de eficiência energética, recomenda-se a instalação de variadores de velocidade nas bombas e um sistema de recirculação nas subestações, de tal forma que o utilizador possa dispor imediatamente de energia quando pretender sem necessidade de desperdiçar água fria.

Não se aconselha a utilização de um sistema de bombagem duplo nas instalações interiores. Nas instalações convencionais, esta bombagem dupla é muitas vezes imposta por motivos de segurança dos equipamentos de produção (caldeiras ou máquinas de refrigeração) que exigem uma bomba dedicada. O permutador da subestação não tem esta condicionante de segurança, pelo que não é necessário instalar uma bomba específica para o permutador.



Sistema de bombagem duplo - DESACONSELHADO. Fonte Ditriclima



Sistemas de bombagem para instalações interiores. Fonte Ditriclima

### 6.2.3 Acumuladores de calor

Em determinados tipos de utilizadores com necessidades elevadas em períodos de pico, normalmente de AQS, a subestação pode incluir depósitos de acumulação de calor. Estes utilizadores costumam ser hotéis, instalações desportivas ou, noutros casos, utilizadores cujo sistema centralizado esteja dimensionado para consumos que posteriormente difiram dos projetados. Desta forma, o acumulador permite reduzir o caudal do projeto da subestação e satisfazer simultaneamente necessidades imediatas elevadas.

A permuta de calor produz-se em função das dimensões do acumulador, sendo em forma de serpentina para acumuladores pequenos (de até 1000 litros), e de permutador de calor de placas (para volumes superiores a 1000 litros). O acumulador de calor dispõe sempre de isolamento térmico para reduzir as perdas térmicas.

### 6.2.4 Controlo da legionelose

As bactérias e a legionelose não são problemas específicos dos sistemas centralizados urbanos. Podem aparecer em todos os sistemas de água quente. A contaminação do sistema, especialmente com legionelose, pode suceder em centrais domésticas, como por exemplo no sistema de tubagens de água potável ou no tanque de armazenamento.

Para reduzir o risco de infeção por legionelose podem ser tomadas algumas medidas específicas relativas à conceção e ao funcionamento. Estas medidas para prevenção do desenvolvimento de bactérias e da legionelose são as seguintes:

- O sistema de água quente de uso doméstico não deve ser utilizado para outros fins que não sejam estritamente sanitários. Todos os elementos destinados a água sanitária não poderão nunca entrar em contacto com elementos para outras utilizações, ou seja, a rede AQS será exclusivamente para esta finalidade.
- A temperatura em todo sistema interior de AQS nunca poderá baixas dos 50°C.

- Em habitações plurifamiliares, a temperatura de saída do permutador de calor deverá ser no mínimo de 55°C para garantir uma temperatura nas torneiras de 50 °C.
- Em habitações unifamiliares, onde as distâncias entre o permutador de calor e as torneiras são habitualmente curtas, muitas vezes basta um mínimo de 50°C no permutador (parte do utilizador) para obter uma temperatura também de 50°C nas torneiras. Se for utilizada uma acumulação de água quente com tanques de armazenamento, a temperatura da água no tanque deverá estar a 60°C.

Em função da utilização do edifício, serão efetuados os tratamentos necessários segundo a legislação para evitar possíveis surtos de legionelose.

### **6.2.5 Sistemas de segurança**

Os circuitos fechados sujeitos a alterações de temperatura exigem a instalação de vasos de expansão para absorver a expansão térmica da água. Para dimensionar o vaso de expansão considera-se a possível diferença entre a temperatura mais alta e a mais baixa que se pode produzir dentro do sistema e o volume total do circuito. Em edifícios altos (pressão  $\geq 4,50$  bar) é também possível utilizar sistemas conjuntos de pressurização, incluindo bombas, controlos e tanques de expansão. É necessário controlar e medir a pressão do gás dentro do vaso de expansão.

Por outro lado, é necessário instalar uma válvula de segurança na tubagem de fornecimento de água fria ligada ao aquecedor de água para uso doméstico ou ao acumulador. É preferível que a válvula de segurança seja instalada na tubagem de entrada no permutador de calor no sistema secundário. Não deve existir qualquer válvula de corte entre a válvula de segurança e o permutador de calor.

Recomenda-se a utilização no sistema secundário da mesma pressão de projeto que na rede urbana, correspondendo à máxima pressão prevista. No caso de uma das duas pressões ser inferior à outra (geralmente a do sistema secundário), deverão ser adicionados elementos auxiliares para prever possíveis aumentos de pressão por comunicação acidental de circuitos ou possíveis imprevistos.



# Melhoramos a qualidade vida das pessoas

- Líderes em soluções para o transporte de fluidos na edificação e soluções de Climatização.
- Invisível para os segmentos residencial, não residencial e industrial na Europa e Estados Unidos.
- Presentes em 30 países.
- Desenvolvemos soluções que respeitam o ambiente reduzindo o consumo de energia, facilitam o trabalho de quem as projeta e instala e proporcionam um maior conforto aos utilizadores finais.

Para mais informações, contacte-nos:  
T. +351 800 207 157  
[www.uponor.pt](http://www.uponor.pt)  
[www.climatizacaoinvisivel.com](http://www.climatizacaoinvisivel.com)

siga-nos em:



[www.eficienciaenergeticauponor.com](http://www.eficienciaenergeticauponor.com)

**uponor**  
simply more

**Uponor Hispania, S.A.U.**

Oficinas Centrales y Plataforma Logística

Polígono Industrial Las Monjas  
Senda de la Chirivina, s/n.  
28935 Móstoles,  
MADRID

**T** +34 91 685 36 00

**T** + 34 902 100 240

**F** +34 91 647 32 45

**W** [www.uponor.es](http://www.uponor.es)

Fábrica Uponor

Polígono Industrial Nº 1- Calle C, 24  
28938 Móstoles,

e-mail: [atencion.cliente@uponor.com](mailto:atencion.cliente@uponor.com)  
MADRID

**T** +34 91 685 36 00

**F** +34 91 647 32 45

**Uponor Portugal, Lda.**

Oficinas Centrales

Rua Central do Olival, 1100  
4415-726 Olival VNG

e-mail: [atencao.cliente@uponor.com](mailto:atencao.cliente@uponor.com)

**T** +351 227 860 200

**F** +351 800 207 157

**F** +351 227 829 644

**W** [www.uponor.pt](http://www.uponor.pt)

**uponor**