

# manual das instalações secundárias



manual técnico



Climaespaço

## A Missão

A Climaespaço tem por missão proporcionar aos seus clientes a prestação de serviços energéticos inovadores, de elevado valor acrescentado, por forma a maximizar a qualidade, a utilização racional de energia e a preservação do ambiente, focando os seus recursos na satisfação e no conforto dos seus clientes, esperando como resultado final a excelência do serviço prestado.

A satisfação e a confiança são valores que pretende partilhar com os seus colaboradores, clientes e accionistas, através de uma atitude sistémica de cooperação e voluntarismo.

A Climaespaço alicerça as suas vantagens competitivas na inovação tecnológica e comportamental, na competência dos seus quadros e na capacidade de acrescentar inovação, excelência e valor aos serviços prestados, contribuindo de forma activa e significativa para o aumento da produtividade energética da economia portuguesa.

## Os Objectivos

A Climaespaço procura posicionar-se através de uma estratégia de diferenciação pela excelência e pelo valor dos serviços que presta à comunidade, esperando ser reconhecida como uma organização exemplar e de sucesso.

Concomitantemente ao objectivo da empresa, de crescer em qualidade está a preocupação de crescer em quantidade. Neste contexto, a empresa anuiu a uma política que visa aumentar a agressividade no âmbito da actividade comercial, através de uma estratégia de proximidade com os clientes.

A Climaespaço considera que a liderança no seu sector de negócios tem que ser complementada com uma política de ambiente e segurança. Esta atitude está baseada no empenhamento de todos os colaboradores, no estabelecimento de boas práticas ambientais e de segurança adequadas à sua actividade.

## A Estratégia

A Climaespaço procura gerar, continuamente, uma cultura de empresa que lhe permita posicionar-se no mercado nacional por forma a tornar perceptível aos seus clientes, os seguintes conceitos chave:

- Competência
- Eficiência energética
- Conforto de qualidade

Os objectivos estratégicos, consistentes com a missão da Climaespaço, são:

- Notoriedade de "marca"
- Inovação nas soluções para o cliente
- Crescimento no mercado dos serviços energéticos

São estes objectivos estratégicos que enquadram o objectivo fundamental de consolidação e garantia da qualidade e competitividade do serviço a prestar no Parque das Nações.

A Climaespaço desenvolve a sua estratégia procurando consolidar as suas vantagens competitivas através da diferenciação pela competência dos seus recursos humanos, pela qualidade do serviço prestado, pela inovação técnica e de serviço e pela procura de acréscimos de valor para o cliente.



## 2. Tipificação das Instalações

### 2.1. Introdução

O processo de conversão de energia é feito centralmente, sendo os equipamentos utilizados accionados por dois tipos de energia primária, o gás natural e a electricidade.

Assim, a conjugação concertada destas duas formas de energia permite a produção e utilização de energia térmica, sob a forma de água gelada e de água quente. A energia solicitada é disponibilizada aos utilizadores de uma forma otimizada, através da respectiva rede instalada no terreno, em galeria ou enterrada, cujo ponto terminal de interface ocorre nas subestações dos edifícios.

A partir deste último elemento, é da responsabilidade do cliente conceber a sua própria instalação - rede secundária (ou rede do utilizador) - da forma convencional, devendo obrigatoriamente considerar determinados parâmetros pré-fixados pela Climaespaço, nomeadamente no que respeita a:

- Regime de temperaturas da água gelada e da água quente do circuito secundário;
- Pressão de serviço do circuito secundário;
- Qualidade da água do circuito secundário;
- Perdas de carga introduzidas na rede secundária pelo permutador de calor;
- Utilização de bombas de caudal variável;
- Tipo de regulação dos equipamentos.

#### Rede Secundária

A rede secundária refere-se às tubagens e acessórios a jusante do permutador da subestação, até aos equipamentos terminais que promovem as trocas de calor necessárias à satisfação das necessidades adequadas ao cancelamento das cargas térmicas desenvolvidas no interior dos diferentes espaços.

### 2.2. Subestação

É neste espaço físico, instalado em zona técnica cedida pelo Cliente, que se procede à troca de energia, da Climaespaço para o Cliente.

Para que esta demarcação de responsabilidades - Climaespaço/Cliente - se efectue eficazmente, é de primordial importância que o cliente tenha um conhecimento mínimo desta zona de utilização comum.

A subestação é basicamente constituída pelos cinco elementos seguintes:

- Permutador(es) de calor do tipo placas;
- Equipamentos de regulação e controlo;
- Ligações hidráulicas dos circuitos primários e secundários;
- Quadro eléctrico;
- Contadores.

A subestação é uma zona de crucial importância, onde se estabelece a fronteira das responsabilidades de fornecimento, sendo o local onde se efectua a transferência de energia da rede primária da Climaespaço para o edifício. A potência disponível no circuito primário é controlada pela variação do caudal de água que passa no permutador, no lado do circuito primário, podendo fazer-se variar o valor da potência fornecida em função



Fig. 11 – Subestação



das necessidades do Cliente através da actuação da válvula de duas vias comandada em função da informação obtida em sondas de temperatura.

### 2.3. Caso de um Edifício de Habitação Típico

Os fluídos térmicos circulam na rede de distribuição por acção dos grupos de bombagem de caudal variável, responsáveis pela chegada da água até ao ponto mais afastado, nas condições adequadas, sendo para tal dimensionados para as pressões<sup>21</sup> manométricas e caudais de água em circulação.

Após a passagem pelas válvulas de seccionamento do utilizador, a água gelada e a água quente irão alimentar os ventiloconectores, os radiadores estáticos ou outros equipamentos terminais em função das necessidades instantâneas, sendo limitadas no seu máximo pela potência contratada.

Tanto num caso quanto no outro, a água fria e a água quente circulam em prumadas distintas, num sistema hidráulico baseado no conceito de 4 tubos<sup>22</sup>, que se ramificam para atingir os vários pontos do edifício.

No caso da energia calorífica, a água quente é distribuída com duas finalidades (i) o fornecimento de energia destinada à preparação de água quente sanitária e (ii) a alimentação de unidades de tratamento de ar, ventiloconectores ou outros equipamentos de transferência de calor, destinados à climatização. Neste caso, a água circulante na prumada geral ramifica-se, após a passagem na respectiva válvula de seccionamento do utilizador. Um ramal será conduzido para a alimentação dos equipamentos terminais de climatização (aquecimento neste caso), conduzindo o outro ramal ao permutador de calor do depósito de água sanitária, promovendo deste modo o seu aquecimento, pelo princípio de acumulação.

Após a alimentação das unidades acima referidas, o fluído a uma temperatura inferior retorna à subestação respectiva. Neste percurso passará pelo contador parcelar de entalpia e entrará na prumada



Fig. 12 – Edifício de habitação

<sup>21</sup> Na gíria costuma utilizar-se o termo altura manométrica como sinónimo da perda de carga (resistência ao escoamento do fluído no circuito) que a bomba tem que vencer de modo a assegurar as condições de funcionamento no ponto mais desfavorável da rede.

<sup>22</sup> O conceito de distribuição hidráulica baseado em 4 tubos permite a satisfação simultânea das necessidades de frio e de calor.

principal de retorno à subestação.

Considera-se ainda a existência de um contador geral, do lado do circuito primário da subestação, que permite obter uma contagem total da energia utilizada no edifício.

No caso da energia frigorífica, a água gelada destina-se a alimentar os ventiloconvectores ou outros equipamentos de climatização. Da mesma forma que para o aquecimento, no regresso à subestação o fluido térmico passa pelo contador parcial e volta ao permutador da subestação.

Os ventiloconvectores são equipamentos de climatização que arrefecem e desumidificam ou aquecem o ar ambiente através de trocas de calor directas entre o ar desse mesmo ambiente e as superfícies alhetadas das respectivas baterias. Estas baterias são percorridas, não simultaneamente<sup>23</sup>, por água gelada e água quente proveniente dos circuitos gerais de distribuição do edifício. Para que o ar seja forçado a entrar nas unidades terminais, existem no interior das unidades ventiladores centrífugos accionados por motores eléctricos cuja acção permite efectuar a permuta de calor.

O aquecimento de água sanitária é obtido por meio da utilização de depósito(s) adequado(s) a esta função. O depósito incorpora um permutador de calor<sup>24</sup> que é percorrido pela água quente proveniente do permutador da subestação, não ocorrendo qualquer mistura entre a água de consumo (rede pública de abastecimento) e a água do circuito (fechado) secundário do edifício.

Quando se verifica consumo de água quente sanitária, baseada em depósitos de acumulação ou por meio de permutadores de placas, o fornecimento de energia para o seu aquecimento deve ser cumulativo com o

aquecimento ambiente<sup>25</sup>, não devendo ser seguido para este efeito o critério de dimensionamento baseado na prioridade total à satisfação da água quente sanitária.

## 2.4. Caso dos Edifícios do Sector Terciário

### 2.4.1. Edifício de Escritórios Típico

Os edifícios de escritórios podem equiparar-se aos edifícios de habitação, ou a um edifício de um só utilizador.

A rede do utilizador será, também, idêntica no que se refere ao aquecimento e arrefecimento ambientes. Dependendo de cada caso, poderá ou não ser considerado o aquecimento de águas sanitárias. A diferença



Fig. 13 – Edifício de Escritórios

<sup>23</sup>. Excepto se estivermos em presença de um processo de reaquecimento pós-desumidificação.

<sup>24</sup>. Existem situações relativamente às quais o permutador de calor pode ser exterior ao depósito, sendo esta situação rara em edifícios de habitação.

<sup>25</sup>. Podendo ser estabelecido um coeficiente de utilização com um valor inferior à unidade, que dependerá do diagrama de cargas específico de cada situação particular.



vai residir, única e exclusivamente, em equipamento adicional específico para cada utilização. Como exemplo, podemos citar a exigência de equipamento de ar condicionado de precisão para salas de informática e unidades de tratamento de ar.

Chama-se a atenção para o facto de que a capacidade térmica instalada nos permutadores de calor apenas será totalmente disponibilizada desde que seja assegurada a "devolução" da água do circuito secundário de retorno nas condições nominais, isto é, 17 °C para a água gelada e 60 °C para a água quente.

Para o caso de existir no edifício apenas um escritório, remetemos para as considerações feitas no parágrafo seguinte.

#### 2.4.2 Edifício com um só Utilizador

Neste caso o limite do fornecimento da Climaespaço será a subestação, não havendo lugar ao fornecimento de contadores parciais, uma vez que o utilizador será único e, obviamente, responsável por todo o consumo. Neste tipo de edifícios, a rede do utilizador poderá ser semelhante às descritas nos parágrafos anteriores,

embora de dimensão eventualmente maior, ou ter especificidades próprias. Caberá ao projectista destas instalações otimizar a utilização da energia térmica que está disponível na subestação. De qualquer forma, tudo se passa como se existisse um ou mais chillers e uma ou mais caldeiras no local destinado à implantação da subestação térmica.

## 2.5. Outros Edifícios

Poderão surgir aplicações muito específicas, cuja consideração não esteja prevista no âmbito deste manual, mantendo-se para todos efeitos sempre a disponibilidade de energia térmica de arrefecimento e de aquecimento ao nível das subestações, como acontece para qualquer edifício.

O projectista poderá contar com a colaboração da Climaespaço de modo a ser sempre possível encontrar a solução mais adequada a cada situação específica.



Fig. 14 – Oceanário de Lisboa

## 3. Eficiência das Instalações Secundárias

A adequada concepção, dimensionamento, condução e manutenção das instalações secundárias revestem-se de um papel crucial no seu desempenho, determinando de forma marcante a qualidade dos resultados finais obtidos.

De modo a ser possível extrair o melhor benefício da utilização do sistema deverão ser observadas algumas regras, de cuja aplicação dependerá, em última análise, o valor da factura energética que o utilizador irá pagar.

Seguidamente serão abordados alguns dos aspectos mais relevantes na eficiência das instalações secundárias.

### 3.1. A Concepção das Instalações Secundárias

O primeiro passo a dar na obtenção de um sistema eficiente consiste na qualidade da sua concepção.

No caso específico das instalações secundárias, que interficiam com o sistema da Climaespaço, a ênfase é posta, principalmente, ao nível da concepção hidráulica dos sistemas.

Assim, de modo a ser possível extrair o máximo partido das potencialidades do serviço urbano de distribuição de energia térmica disponibilizado pela Climaespaço, deverão os sistemas hidráulicos de distribuição de energia assentar no conceito de caudal variável.

Este regime de funcionamento, conjugado com a utilização de válvulas de regulação de capacidade de duas vias<sup>26</sup> instaladas nos equipamentos terminais, permite obter a transferência máxima da energia disponibilizada ao nível do circuito primário, dado que conduz à maxi-

mização do diferencial de temperatura entre a entrada e a saída de água nos equipamentos terminais.

Em regime de caudal variável haverá sempre a necessidade de assegurar um caudal mínimo de "by-pass" no

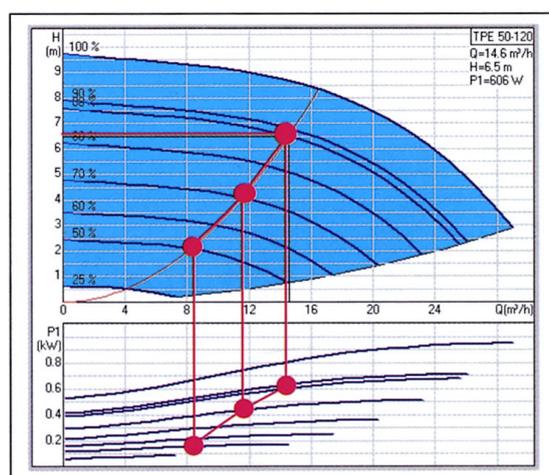


Fig. 15 – Gráfico com indicações das zonas da curva de funcionamento das bombas a evitar.

fim das linhas de modo a evitar que as bombas de circulação e os próprios variadores de frequência que lhes estão associados operem em pontos de instabilidade e de muito baixa eficiência energética. O "by-pass" deverá ser controlado por uma válvula de pressão diferencial. Paralelamente às questões de eficiência energética e salvaguarda dos equipamentos propriamente ditos, torna-se necessário assegurar a manutenção de um nível de perdas de energia tão reduzido quanto possível, o que pode ser conseguido pela utilização de "by-pass" ao(s) permutador(es) de calor (para além das outras medidas preconizadas neste capítulo), como exemplificado na figura 16.

A diminuição da temperatura do fluido de transporte de energia traduz-se, por intermédio dos restantes equipamentos e componentes do circuito secundário, no aquecimento ou no arrefecimento do ar dos espaços a climatizar.

<sup>26</sup>. Válvulas de actuação motorizada ou de actuação termostática, como é o caso dos radiadores.

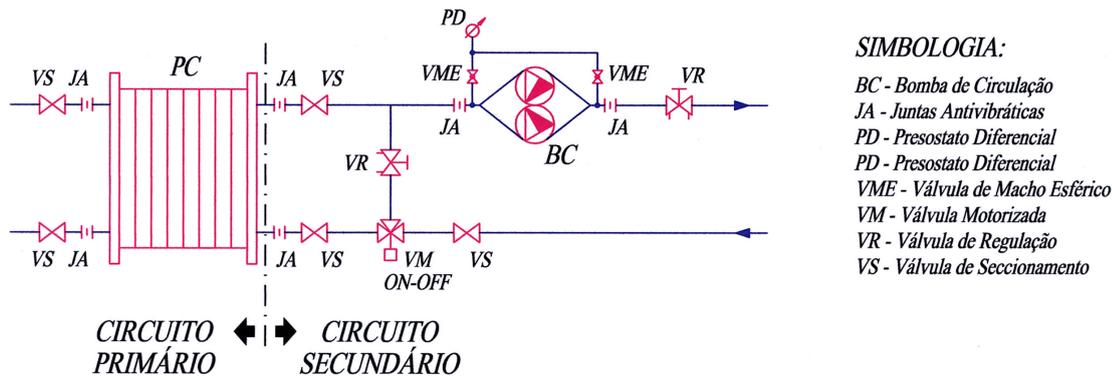


Fig. 16 – Esquema de by-pass ao permutador

Um outro aspecto relevante a considerar consiste na possibilidade de utilização simultânea<sup>27</sup> de aquecimento e arrefecimento, que é concretizado pelo conceito correntemente designado por sistema a "4 tubos".

A vantagem deste sistema em relação ao sistema alternativo, correntemente designado por sistema a "2 tubos", consiste em evitar os (habitualmente longos) períodos de "change over"<sup>28</sup>. Para além da desvantagem que o sistema a "2 tubos" apresenta no que se refere ao tempo necessário para fazer a inversão ("change-over").

Acrescem algumas outras desvantagens, nomeadamente relacionadas com (i) o desperdício de energia associado aos contra-ciclos de aquecimento/arrefecimento da água das tubagens e equipamentos terminais e (ii) ao aumento de complexidade do sistema de controlo.

Dada a importância dos problemas relacionados com a corrosão, os sólidos em suspensão e os depósitos de calcário no interior das tubagens e equipamentos, bem como o impacte que têm na diminuição da eficiência dos sistemas termodinâmicos em questão, deverão ser considerados os mecanismos adequados a assegurar a

limpeza das redes, assim como o tratamento da água com os indispensáveis inibidores de corrosão e outros aditivos químicos destinados a evitar os depósitos de calcário nas paredes das tubagens, acessórios e equipamentos terminais.

A Climaespaço disponibiliza também este serviço, por meio da interligação ao seu sistema primário, o que pode constituir um factor importante de comodidade e conforto de exploração para o utilizador, mediante a celebração de contrato de fornecimento específico e complementar ao contrato de fornecimento de energia térmica.

Ainda no contexto da concepção das instalações secundárias, sem pretendermos ser exaustivos, deve referir-se que os responsáveis pelo projecto das instalações devem seguir a designada *melhor prática* e especificar a *melhor tecnologia disponível*<sup>29</sup>, que tem que ver fundamentalmente com bons hábitos de projecto baseados na pesquisa de artigos técnicos actualizados, disponibilizados por fontes fiáveis de informação como, por exemplo, a ASHRAE e o CIBSE, entre outros.

<sup>27</sup> A disponibilidade simultânea de aquecimento e de arrefecimento refere-se, obviamente, a espaços com perfis de carga distintos, quer decorrentes de cargas térmicas internas, quer pela orientação solar de diferentes fachadas, quer ainda pela dimensão de espaços que integrem fachadas com diferentes orientações e zonas interiores significativas.

<sup>28</sup> Período de mudança entre os modos de aquecimento e de arrefecimento, e vice-versa, que ocorrem como imposição do lado da procura. Estas situações ocorrem frequentemente na meia-estação e, dependendo do volume de água associado ao circuito em questão, podem demorar várias horas.

<sup>29</sup> Ao conceito de melhor tecnologia disponível está associado o conceito de valor, não se pretendendo, portanto, que este conceito seja entendido em valor absoluto.

## 3.2. As Perdas de Energia Térmica

Os processos físicos associados aos sistemas de climatização assentam, basicamente, nos fenómenos de transmissão de calor.

Os mecanismos de transmissão de calor envolvidos são a condução, a convecção e a radiação, ocorrendo quer ao nível do transporte, quer ao nível da transferência de energia, quer ainda no próprio espaço climatizado entre os ocupantes, o ar e as superfícies envolventes.

No entanto, os aspectos que aqui iremos abordar estão relacionados com os desperdícios de energia e referem-se, sobretudo, às condições de transporte da energia térmica entre a subestação e os equipamentos terminais. Abordaremos, portanto, aspectos relacionados com as tubagens e acessórios do circuito secundário.

De facto, constata-se que existem sempre desperdícios de energia útil<sup>30</sup> nas redes (tubagens e acessórios) de transporte dada a inexistência de materiais que assegurem um isolamento térmico perfeito.

De modo a minimizar tanto quanto possível as perdas de energia, no contexto aqui apresentado, deverá ser utilizada uma metodologia de actuação que passa pela identificação das situações mais críticas, encará-las e resolvê-las nas fases de planeamento. Assim teremos as seguintes fases de intervenção:

- Traçado e definição das redes;
- Especificação de materiais;
- Controlo de qualidade de execução;
- Manutenção;
- Monitorização.

Na primeira fase, relativa ao desenho dos traçados e definição das redes, dever-se-á ter como objectivo a obtenção de traçados simples e com a menor extensão

possível. Deverão ser adequadamente dimensionados, tendo em consideração os critérios de diâmetro económico das tubagens por exemplo, e ainda as recomendações delineadas na secção anterior relativas à concepção dos sistemas de distribuição.

As redes de distribuição deverão dispor dos acessórios necessários a assegurar a sua exploração parcial (válvulas de seccionamento), caso esta necessidade se venha a verificar, e acessórios destinados a monitorizar as condições do escoamento nos pontos estratégicos da instalação.

Relativamente à segunda fase, referente à especificação dos materiais de isolamento e a forma da sua aplicação, estes deverão ser perspectivados de modo a que os desperdícios de energia sejam tão reduzidos quanto economicamente aceitável.

É de salientar que os acessórios, nomeadamente nas redes de maiores diâmetros, também desempenham um papel relevante nos desperdícios de energia, dada a significativa área exposta que apresentam, pelo que o seu isolamento deverá ser contemplado. Preferencialmente, deverão os acessórios ser devidamente isolados termicamente, independentemente das suas dimensões.

A título de exemplo apresenta-se nos gráficos seguintes a evolução das perdas de energia em função da espessura do isolamento num tubo de aço DN 125.

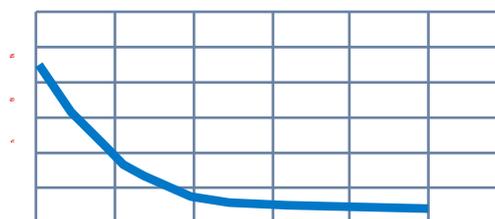


Fig. 17 a) – Perda de energia numa tubagem de aço onde circula água a 80° C (aquecimento).

<sup>30</sup>. Desperdícios de energia útil, porque, de facto, embora deixe de poder ser utilizada para a sua função nobre (aquecimento ou arrefecimento dos espaços climatizados, no caso presente) não é perdida, mas sim convertida em arrefecimento/aquecimento do ar e das superfícies existentes no exterior das tubagens.

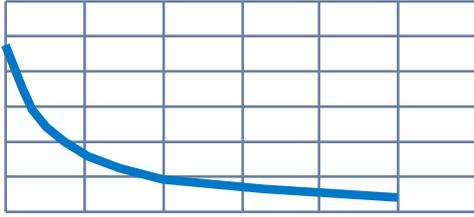


Fig. 17 b) – Perda de energia numa tubagem de aço onde circula água a 7° C (arrefecimento).

A terceira fase, respeitante ao controlo<sup>31</sup> da qualidade de execução dos trabalhos desempenha um papel determinante no resultado final da eficiência da instalação.

Com efeito, uma obra que não tenha um controlo de qualidade de execução adequado não conseguirá produzir um bom resultado final, mesmo que a instalação esteja bem concebida e os materiais estejam adequadamente especificados.

Assim, recomenda-se que todas as obras tenham um acompanhamento de controlo de qualidade de execução competente e diligente de modo a fazer cumprir as concepções e as especificações definidas no projecto de execução.

A Manutenção, aqui apresentada como o quarto aspecto relevante a considerar, desempenha igualmente um papel de extrema importância. É do conhecimento geral, no sector dos edifícios, que uma grande parte dos problemas encontrados ao longo da vida destes decorre da inexistência de manutenção ou da sua deficiente execução.

Consideramos fundamental a existência de manutenção planeada, isto é, obedecendo a um projecto específico elaborado em sintonia com o projecto das instalações secundárias, com as telas finais e com informação resultante do historial do controlo de qualidade de execução, nomeadamente com a informação decorrente da fase de comissionamento e ensaios de

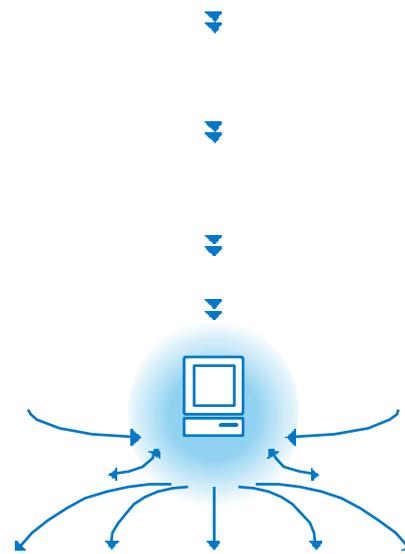


Fig. 18 – Exemplo de um Programa de Gestão da Manutenção

recepção provisória.

Um edifício e os sistemas nele existentes são um activo do seu proprietário e, como tal, este terá todo o interesse em manter esse activo valorizado o melhor possível. Para que tal aconteça é necessário que todas as fases acima referidas sejam concretizadas com sucesso e resultados positivos e que o estado dos sistemas (instalações secundárias neste caso) seja periodicamente monitorizado, o que constitui a 5ª fase dentro do quadro da metodologia proposta.

A monitorização<sup>32</sup> permitirá, em paralelo com a análise das facturas de energia e com os relatórios da equipa de manutenção, identificar desvios em relação ao funcionamento previsível, quer em termos de consumo excessivo de energia, quer em relação a disfunções pontuais e corrigir deficiências de funcionamento.

Por outro lado, a entrada em vigor da Certificação Energética dos edifícios induzirá a necessidade de os seus proprietários disporem de dados fiáveis para o

<sup>31</sup> Correntemente designada por Fiscalização.

<sup>32</sup> Cujas periodicidade deverá ser definida em cada caso específico, nunca devendo ser superior a um ano.

feito, o que será facilmente concretizado com uma equipa de gestão de manutenção, que periodicamente, efectue a monitorização das instalações secundárias.

A minimização dos desperdícios de energia foi abordada nas secções anteriores, para as quais chamamos a atenção.

### 3.3. A Facturação das Perdas de Energia aos Utilizadores Finais

Decorrente dos termos contratuais, a energia desperdiçada desde os permutadores de calor instalados na subestação até à entrada da fracção de cada utilizador final será facturada a este(s) de forma proporcional ao consumo medido no seu contador, face ao total das perdas.

Face a esta obrigatoriedade contratual, é de todo o interesse dos utilizadores finais zelarem pelas condições de exploração/utilização das instalações secundárias de modo a minimizarem a sua factura energética.

As perdas poderão assumir valores relativamente elevados durante os períodos de consumo reduzido, dado que são pouco variáveis ao longo do ano, o que significa que quando o consumo diminui o peso relativo das perdas aumenta.

Os principais pontos onde se verificam desperdícios de energia são os seguintes:

- Tubagens, sobretudo se tiverem deficiências de isolamento térmico;
- Acessórios, sobretudo se não estiverem isolados termicamente;
- Equipamentos terminais, sobretudo se não tiverem os níveis adequados de estanqueidade;
- Caudal de "by-pass" excessivo, ao nível das redes hidráulicas;
- Redes hidráulicas com fugas.



## 4. Tipificação dos Equipamentos

### 4.1. Introdução

Neste capítulo iremos procurar tipificar os equipamentos existentes numa instalação. Dependendo do tipo de instalação, será ou não necessário considerar os diferentes conjuntos a seguir referidos. Assim, teremos a subestação (que integra os permutadores de calor, a contagem geral do edifício e equipamentos de controlo associados), a rede secundária que corresponde à rede de distribuição interna do edifício, as contagens parciais dos diferentes utilizadores e as redes internas dos mesmos utilizadores.

### 4.2. Subestação

Uma subestação é constituída por diversos equipamentos, entre os quais se incluem os seguintes:

- Permutadores de calor;
- Tubagens de interligação;
- Ligações hidráulicas dos circuitos primário e secundário;
- Quadro eléctrico que integra a automação e controlo;
- Contagem geral do edifício;

Para além dos equipamentos a instalar pela Climaespaço, são habitualmente instalados na subestação alguns equipamentos da rede secundária, nomeadamente os grupos de bombagem e os sistemas de tratamento de água. A organização do espaço da subestação deverá pautar-se, o mais possível, pela separação entre a zona destinada aos equipamentos da Climaespaço e a zona destinado aos equipamentos do Cliente.

O fornecimento e montagem da subestação, desde o ponto de entrada da rede primária no edifício até à interligação com a rede secundária, é da responsabilidade da Climaespaço. Por este motivo, a definição das dimensões e localização da Subestação deverá ser

acordada entre o Cliente e a Climaespaço. De igual modo, a localização do ponto de entrada da rede primária no edifício deverá ser estudada em conjunto com a Climaespaço.

É da responsabilidade do Cliente a cedência do espaço para a instalação da Subestação, bem como a execução das infraestruturas necessárias ao seu correcto funcionamento e a criação das acessibilidades indispensáveis ao manuseamento dos equipamentos a instalar.

No dimensionamento das Subestações deverá ser consultado o ANEXO A, secção A.7, de modo a compatibilizar o edifício com as exigências específicas desta infraestrutura.

Deverá ser previsto espaço suplementar nas subestações para os equipamentos a instalar no circuito secundário, nomeadamente bombas, vasos de expansão e sistemas de tratamento de água, etc.

### 4.3. Rede Secundária

A rede secundária é constituída pelo conjunto de equipamentos, tubagens e acessórios que permite o transporte da energia térmica do permutador da subestação até ao contador parcial ou, na inexistência deste, até ao utilizador final da referida energia.

Existindo contador parcial, a rede secundária é constituída por:

- Sistema de bombagem;
- Tubagem e respectivos acessórios;
- Sistema de tratamento de água ou, alternativamente, ligação ao circuito primário da Climaespaço para fornecimento de água tratada;
- Equipamentos de comando e controlo.

O dimensionamento e a posterior instalação da rede secundária são da inteira responsabilidade do Cliente. Esta rede será, no entanto, muito idêntica a uma rede interna convencional.

#### 4.3.1. Sistema de Bombagem, Comando e Controlo (regime de temperaturas)

O sistema de bombagem a considerar deverá ser concebido para funcionar em regime de caudal variável. O caudal circulado na instalação será variável, em função da carga. Todos os radiadores, ventiloconvectores, unidades de tratamento de ar e demais equipamentos terminais serão regulados por válvulas de duas vias.

As bombas a instalar deverão ser de velocidade variável. A velocidade de rotação das bombas será controlada por meio de informação obtida em sonda de pressão diferencial, de modo a ser possível manter uma diferença de pressão constante na instalação.

As bombas de velocidade variável têm a vantagem de minimizar o consumo de energia eléctrica e maximizar o diferencial de temperatura entre a entrada e a saída das baterias dos equipamentos terminais. A sonda de pressão diferencial deverá ser colocada a jusante das bombas, ou no equipamento terminal instalado em condições mais desfavoráveis (melhor solução do ponto de vista energético).

Existem outros tipos de instalação hidráulica que poderão, em certos casos, ser empregues:

##### *a) By-pass pressostático*

Neste caso, o caudal das bombas é praticamente constante.

Em função da carga da rede, todo ou parte do caudal bombeado passará pelo by-pass. A abertura do by-pass será regulada por meio de informação obtida em sonda de pressão diferencial, de modo a manter uma diferença de pressão constante na instalação.

Esta solução poderá ser adequada para instalações de

pequena ou média potência instalada.

##### *b) Várias bombas em paralelo*

Nas instalações mais importantes, ou mais complexas, são habitualmente consideradas várias bombas a funcionar em paralelo.

O número de bombas em serviço simultâneo será função da carga da rede, sendo controlado por uma sonda de pressão diferencial, de modo a manter um diferencial de pressão constante na instalação. Esta sonda deverá ser instalada a jusante das bombas ou no equipamento terminal instalado em condições mais desfavoráveis (melhor solução do ponto de vista energético).

Todas as bombas deverão dispor de velocidade variável para permitir uma adequação fina do caudal à carga térmica em cada momento e evitar esforços dinâmicos sobre os componentes da instalação, que poderiam ocorrer em situação de paragem ou arranque abruptos.

A válvula de descarga deve ser regulada de forma a assegurar o caudal mínimo exigido pelo fabricante da bomba de velocidade variável.

O sistema de bombagem preconizado adequa os caudais circulados às necessidades efectivas, reduzindo-se assim o consumo de energia decorrente das situações frequentes de utilização em regime de carga parcial.

Com o regime de caudal variável pretende-se utilizar a energia térmica disponível, na sua totalidade. Ao procurar garantir-se que o diferencial de temperatura seja constante (10°C para o arrefecimento e 20°C para o aquecimento) para um determinado caudal, garante-se que é maximizado o aproveitamento da energia disponível. Assim, é o caudal a variável que se adequa à carga térmica que é, em última análise, a tradução da procura. Ao aproveitar em cada momento todo o disponível, o utilizador estará a maximizar a utilização da energia disponível. Nestas condições, o caudal de água circulado será o mínimo necessário para fazer face à carga térmica a dissipar. Deste modo, a "factura energética" será a menor possível e representará, de

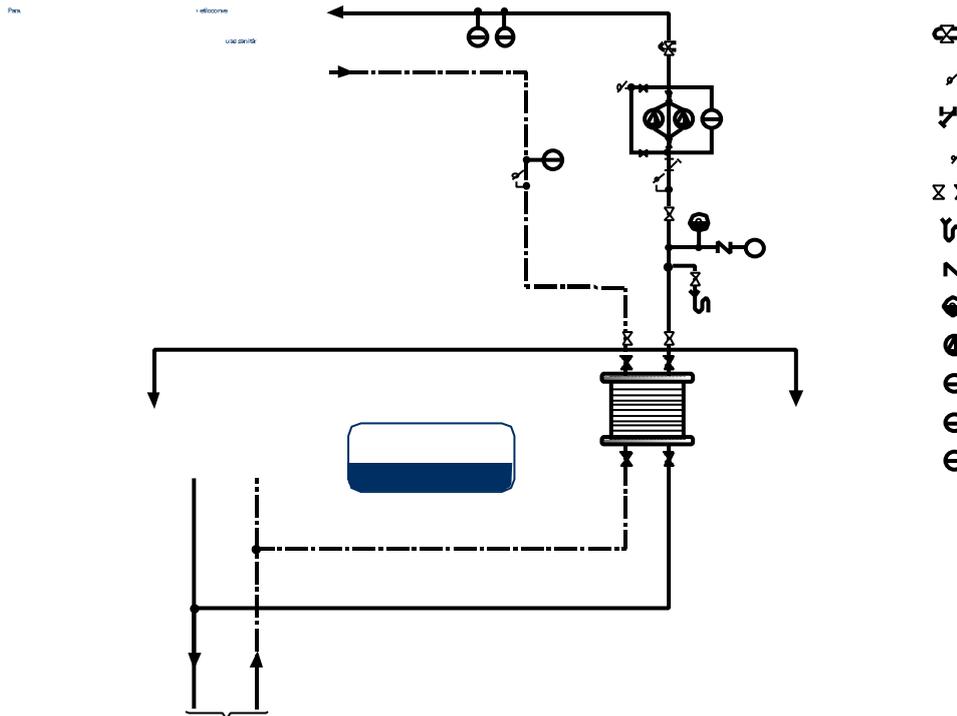


Fig. 19 - Subestação calor.

facto, o consumo necessário e suficiente de frio ou calor, em cada instante.

O sistema de bombagem, sempre que possível, deverá contemplar a existência de dois grupos de bombagem, cada um com capacidade para bombear a totalidade do caudal necessário. Procura-se assim evitar a total inoperacionalidade do sistema por avaria do respectivo grupo de bombagem.

A capacidade e características dos grupos escolhidos dependerão das especificidades da rede secundária de cada edifício.

Os grupos de bombagem serão instalados na zona técnica definida pelo Cliente para o efeito, que poderá ser a própria subestação ou outra área técnica na proximidade desta.

A sua instalação deverá ser cuidada. Entre outros

aspectos, deverá ser considerada a aplicação de juntas de borracha entre os grupos e a tubagem, bem como apoios anti-vibráticos na base das bombas ou outros pontos de ancoragem, de modo a minimizar a transmissão de vibrações ao edifício e à tubagem.

#### 4.3.2. Tubagem e Respectivos Acessórios

A tubagem deve ser projectada de modo a minimizar as perdas de carga da instalação, tendo como base um critério económico<sup>33</sup> de dimensionamento. Os traçados devem ser tão simples e rectilíneos quanto possível.

O material mais correntemente utilizado nas tubagens é o ferro preto, da série média, sendo possível a utilização de novos materiais como, por exemplo, Alupex<sup>34</sup>, Polipropileno<sup>35</sup>, etc.

As tubagens deverão ser convenientemente isoladas do

<sup>33</sup> As tabelas de dimensionamento de tubagens de água apresentam correntemente patamares de perda de carga unitária (por unidade de comprimento) admissível para cada diâmetro, que foram estabelecidos tendo em conta vários parâmetros como, por exemplo, a velocidade do escoamento, o custo energético associado à bombagem e o custo do material.

<sup>34</sup> Material compósito, baseado na combinação de alumínio e polietileno reticulado (PEX).



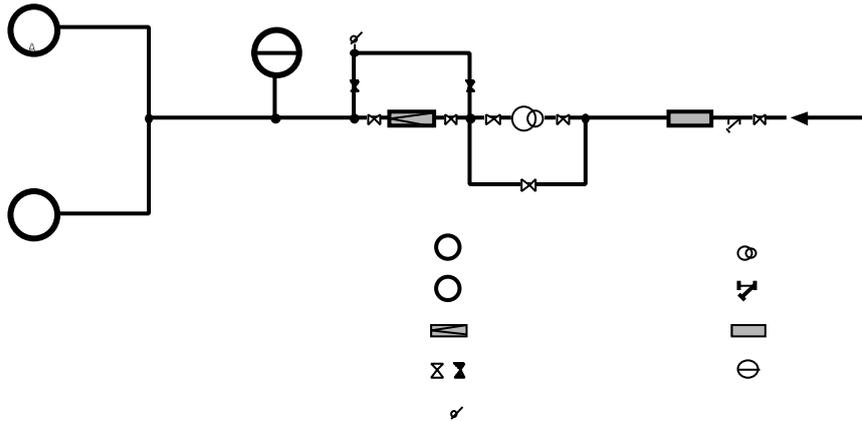


Fig. 21 – Sistema de Alimentação de Água aos Circuitos Secundários

espaço na subestação. A principal vantagem é contudo a garantia de que a rede secundária opera com água nas condições adequadas à preservação e bom funcionamento dos sistemas.

#### 4.4. Contagens Parciais de Energia

As contagens parciais de cada utilizador são realizadas com contadores de entalpia.

Os contadores dispõem de auto-alimentação de energia eléctrica por meio de uma bateria de longa duração, pelo que não necessitam de alimentação eléctrica externa. No entanto, necessitam de um ponto de passagem de cabo telefónico destinado à instalação de um sistema que permita efectuar leituras à distância, isto é, telecontagem.

Do ponto de vista das necessidades de instalação, os contadores deverão obedecer aos seguintes princípios:

- Estar montados num troço rectilíneo da tubagem do circuito de retorno;
- Deverão existir válvulas de seccionamento a montante e a jusante do contador;
- Deverá existir um filtro a montante do contador;
- Deverão estar acessíveis de forma a permitir as

operações de leitura e eventual manutenção<sup>36</sup>. Deverão, por isso, localizar-se fora das fracções autónomas que servem.

O Cliente deverá prever a instalação de caixas de acesso simples como descrito no ponto 6.4., cujas dimensões se encontram indicadas no mesmo ponto.

No caso específico do consumo de energia nas zonas

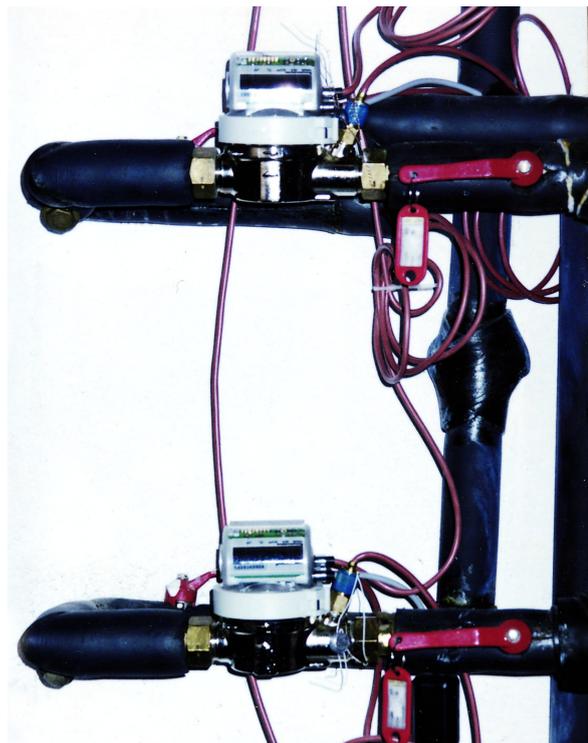


Fig. 22 – Contadores Parciais de Energia

<sup>36</sup>. Mesmo no caso de instalação do sistema de telecontagem, os contadores deverão ficar sempre em local acessível, no exterior das fracções. Preferencialmente a uma altura entre 0,5 e 1,5 m do pavimento. Para qualquer alteração deverá ser consultada a Climaespaço.

comuns dos edifícios, é necessário que a sua contabilização seja efectuada separadamente das fracções. Uma das abordagens consiste em efectuar esta medição num único ponto, onde a Climaespaço instalará o respectivo contador de entalpia. Alternativamente, o consumo das zonas comuns pode ser avaliado pela diferença entre a contagem geral do edifício e o somatório das contagens individuais das fracções. Em qualquer dos casos, a instalação deverá possibilitar a interrupção do fornecimento de energia às zonas comuns, caso tal venha a ser necessário.

## 4.5. Equipamentos Terminais

No que diz respeito aos equipamentos terminais poderemos considerar, de uma forma não exaustiva, os seguintes:

### Aquecimento e/ou arrefecimento e desumidificação do ar ambiente<sup>37</sup>

O aquecimento e/ou arrefecimento do ar ambiente é obtido por meio da passagem do ar em unidades de tratamento de ar, ventiloconvectores, placas de tecto arrefecido ou radiadores. Estes equipamentos correspondem aos dispositivos terminais das redes de distribuição de energia, cujo fluido de transporte é a água que circula em circuito fechado. Os radiadores destinam-se unicamente ao aquecimento, enquanto que as unidades de tratamento de ar, as placas de tectos arrefecidos/aquecidos e os ventiloconvectores podem ser utilizados para aquecimento ou arrefecimento. Estes equipamentos desempenham o papel de permutadores de calor em cujo interior circula água gelada ou água quente, sendo a transferência para o ar ambiente efectuada de acordo com os mecanismos básicos de



Fig. 23 – Ventiloconvector tipo cassette

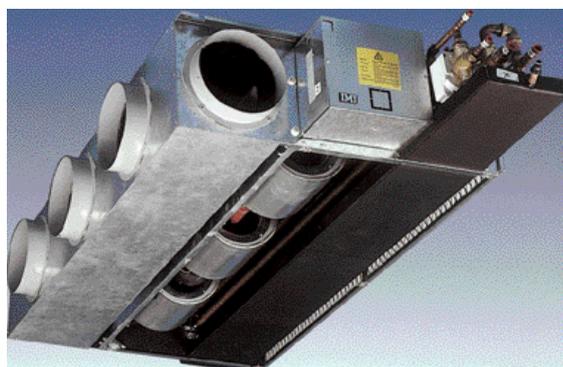


Fig. 24 – Ventiloconvector para montagem em tecto falso

transmissão de calor, nomeadamente, radiação e convecção, sendo a quantidade de equipamentos função das cargas desenvolvidas em cada espaço.

A escolha da solução de climatização mais adequada a cada situação específica dependerá de inúmeros factores, pelo que é de todo aconselhável a consulta a especialistas nesta matéria.

Os equipamentos acima referidos são de aplicação generalizada nos diferentes tipos de edifícios<sup>38</sup>, sendo contudo, pouco frequente encontrar instalações com unidades de tratamento de ar e tectos arrefecidos em edifícios de habitação.

<sup>37</sup>. Habitualmente designados por processos psicrométricos ou de modificação de propriedades do ar húmido. A desumidificação está potencialmente associada ao processo de arrefecimento que ocorre nos equipamentos convencionais usados em climatização. Nesta situação, dizemos que ocorre arrefecimento latente, que consiste num processo de remoção de vapor de água do ar que se condensa em contacto com a superfície fria das baterias de arrefecimento (permutadores de calor), ao qual pode não estar associada uma diminuição da temperatura (seca) do ar. O arrefecimento do ar que se traduz numa diminuição da temperatura (seca) do ar designa-se por arrefecimento sensível.

<sup>38</sup>. Habitação, escritórios, comércio ou outros.



Fig. 25 – Radiador



Fig. 26 – Depósitos de água quente sanitária

Tal como já foi referido, estas unidades são equipadas com uma bateria de arrefecimento e/ou uma bateria de aquecimento, conforme as necessidades de cada aplicação, para além dos componentes responsáveis pela filtragem e movimentação do ar e, ainda, os indispensáveis dispositivos de controlo.

O tabuleiro de condensados é um acessório imprescindível nos equipamentos em que se desenrolam processos de arrefecimento do ar húmido.

### Aquecimento de águas sanitárias

O aquecimento das águas sanitárias é efectuado em depósitos de acumulação de água - de dimensão adequada à utilização em causa<sup>39</sup> - em cujo interior existe uma serpentina<sup>40</sup> no interior da qual circula a água quente proveniente da rede secundária.

39. Ver p.f. o Anexo A.3.

40. Como já anteriormente referido, podem surgir situações nas quais se aplicam permutadores de calor exteriores aos depósitos de acumulação.

## 5. Optimização das Instalações Secundárias

Entende-se por optimização das instalações secundárias a sua parametrização, controlo, utilização e manutenção de modo a que o seu desempenho corresponda às especificações e expectativas definidas em projecto, numa perspectiva de adequado consumo energético.

A optimização das instalações secundárias passa por diferentes aspectos, tendo alguns deles sido já abordados neste documento, pelo que não serão novamente referidos, nomeadamente no que diz respeito às considerações relativas às regras e critérios a seguir na elaboração dos projectos.

A satisfação do cliente dependerá, em grande medida, da correcta utilização das instalações secundárias, enquadrada nos termos a seguir abordados, ou seja, numa perspectiva de optimização integrada, pelo que todos os aspectos abordados deverão ser atempadamente avaliados e implementados.

Fazemos de seguida uma passagem pelos aspectos relacionados com a optimização das instalações secundárias, referidos no primeiro parágrafo desta secção.

### Parametrização

Este aspecto é importantíssimo e corresponde basicamente à definição dos "set points"<sup>41</sup> de regulação dos diferentes equipamentos da instalação que serão utilizados nos sistemas de controlo e regulação como valores de referência, em relação aos quais serão desencadeadas as actuações nos dispositivos de regulação de potência ou de distribuição de ar necessárias à

obtenção das condições de conforto pretendidas.

Como é óbvio, a parametrização errada das instalações nunca conduzirá à obtenção do resultado pretendido ao nível do conforto, sendo de salientar que esta situação incorre, também, em consumo excessivo de energia pelo que este cenário corresponde a uma disfunção inadmissível do sistema, dado que é perfeitamente evitável.

### Controlo

O controlo das instalações secundárias deverá permitir efectuar a gestão das necessidades dos utilizadores numa perspectiva de tempo real, satisfazendo, portanto, a flutuação associada às alterações de carga térmica decorrentes da utilização dos espaços.

A selecção das características<sup>42</sup> e tipo de controlo deve ser feita para cada situação concreta e para cada equipamento, regimes de carga e utilização específicos.

De um modo geral, existem dois níveis de controlo num sistema de climatização. O controlo local (baixo nível), que consiste na regulação das condições de conforto local e que normalmente está associado aos equipamentos terminais e reage meramente em função das condições locais<sup>43</sup>. O controlo de "cúpula" (alto nível), que consiste na alteração geral sensível dos "set points" dos equipamentos terminais em função de informação climática, horária<sup>44</sup>, gestão de ponta de consumo ou de prioridades.

A existência integrada dos dois níveis de controlo acima referidos só ocorre em sistemas de controlo

41. Tipicamente correspondem aos valores centrais dos intervalos de regulação de temperatura (ou de temperatura e humidade) a obter nos espaços climatizados ou nos fluidos térmicos (ar e/ou água) utilizados nas transferências intermédias de energia térmica.

42. Controlo de característica (P)roportional, (I)ntegral, (D)erivativo, Lógica difusa ("fuzzy") de actuação modulante ou "on-off", com diferentes combinações possíveis, etc.

43. Temperatura, humidade, etc.

44. Por exemplo, diferenciação entre horários diurnos e nocturnos.



sofisticado baseados nos conceitos de Domótica e de Gestão Técnica Centralizada, sendo mais corrente (ainda actualmente) a utilização de sistemas de controlo com apenas um nível, isto é, controlo local.

Pode ocorrer a co-existência dos dois conceitos de controlo num mesmo edifício/sistema de climatização em que parte do sistema responde a controlo local e outra parte responde a controlo de "cúpula".

### Utilização

Este aspecto diz respeito à forma como os utilizadores interfaciam com o conjunto edifício/sistema de climatização e deve ser objecto de alguma atenção por parte do promotor na perspectiva de informação/formação.

Constata-se, de facto, que parte significativa dos problemas relacionados com o menos bom desempenho das instalações decorre da desadequada utilização dos sistemas de climatização, umas vezes por desconhecimento da capacidade de intervenção e outras vezes por falta de sensibilização para o impacte desta situação na factura energética.

Algumas regras simples como, por exemplo, a adequada utilização dos dispositivos de regulação, o ajustamento das condições à época do ano, a utilização adequada dos dispositivos de sombreamento, etc. devem ser fornecidas pelos promotores dos edifícios aos utilizadores, por exemplo, em forma de manual<sup>45</sup>.

### Manutenção

A manutenção dos sistemas de climatização, tal como a sua utilização acima referida, constitui um outro aspecto muitas vezes minimizado ou mesmo negligenciado, decorrendo desta atitude a obtenção de baixos níveis de desempenho que conduzem irremediavelmente a insatisfação do utilizador, degradação precoce dos equipamentos e elevadas facturas energéticas.

Obviamente que esta situação não pode ser generalizada, sendo possível encontrar casos de edifícios bem

mantidos. No entanto, o objectivo deste manual consiste em fazer chamadas de atenção para as situações potencialmente penalizadoras do utilizador que, como é óbvio, terão necessariamente consequências negativas ao nível do sistema primário propriedade da Climaespaço, prejudicando de uma forma geral o seu desempenho e a eficiência energética em geral.

De uma forma geral, e sem pretender ser exaustivo, as operações atribuídas à gestão da manutenção e à sua implementação no terreno consistem no planeamento cronológico das intervenções, na inspecção visual do estado de conservação e/ou operação dos diferentes sistemas/componentes, na verificação periódica da calibração de equipamento de campo, na identificação da necessidade de melhoramentos/reparações dos sistemas e na realização de monitorização de consumos e respectiva análise.

Pretende-se, portanto, chamar a atenção para a necessidade de os edifícios possuírem uma manutenção programada, atenta e competente que gira de forma profissional o conjunto edifício/sistemas numa perspectiva de valorização dos activos patrimoniais.

<sup>45</sup>. No mesmo espírito do presente "Manual das Instalações Secundárias", obviamente com um âmbito muito mais simplificado.

## 6. Contagem de Energia

### 6.1. Introdução

As contagens de energia podem ser transmitidas à distância por intermédio de sistema de comunicações. Caso tal não se verifique, o conjunto de equipamentos de medida preenche localmente todos os requisitos necessários à contagem, existindo meios humanos que se deslocam a cada um dos contadores, a intervalos de tempo definidos, de modo a efectuar a leitura presencial da contagem de forma mais ou menos manual - leitura inteiramente manual ou através de terminal portátil.

### 6.2. Os Contadores

Dependendo do tipo de instalação dois tipos de contadores de entalpia serão considerados, nomeadamente: **Contadores gerais**, que se encontram instalados na subestação, destinados a servir para efeitos de facturação da energia térmica (calor e/ou frio) consumida no edifício.

**Contadores parciais**, que se encontram instalados em área técnica adjacente a cada utilizador, destinados a repartir os custos da energia consumida e perdida proporcionalmente ao consumo de cada utilizador.

Num edifício de habitação coexistirão estes dois tipos de contadores - ambos fornecidos pela Climaespaço. No caso de um edifício do sector terciário de um só utilizador apenas existirão os contadores gerais.

Tal como foi acima referido, a contagem poderá ser transmitida à distância ou não. Em todo o caso, o Cliente deverá prever um ponto da infra-estrutura para passagem do cabo de comunicações destinado à telecontagem, como descrito no parágrafo 6.4.

O Cliente deverá cumprir os requisitos relativos às dimensões adequadas (definidas de seguida), à correcta instalação dos contadores e assegurar um acesso fácil aos mesmos por parte de pessoal da Climaespaço, para efeitos de contagem e manutenção.

### 6.3. Contagem Geral, Contagens Parciais e Perdas

Nas redes secundárias de todos os edifícios irão existir perdas<sup>46</sup> de energia, isto é, a contagem geral será sempre superior ao somatório das contagens parciais.

Deve ser tida em consideração a seguinte relação:

$$\text{Contagem geral} = \text{Perdas} + \text{Somatório das contagens parciais}$$

As perdas, para efeitos de facturação, serão distribuídas pelos utilizadores de uma forma proporcional ao consumo de cada um, isto é:

$$\text{Perda } u1 = \text{Perdas} \times \text{Contagem } u1 / \text{Somatório das contagens parciais}$$

onde

$u1$  é o utilizador 1 e

Perda  $u1$  é a perda atribuível ao utilizador 1.

Assim, ao utilizador  $u1$  será facturado o seu consumo efectivo e a sua participação nas perdas calculadas como descrito atrás, ou seja:

$$\text{Consumo } u1 = \text{Contagem } u1 + \text{Perda } u1$$

Tal como já referido, é de realçar o papel determinante do projectista, bem como o do instalador, no cumprimento das directrizes que o primeiro estabelecer, no

<sup>46</sup>. Pelo simples facto de os isolamentos não serem perfeitos.



sentido de minimizar as perdas de energia.

Entre outros aspectos, permitimo-nos destacar a necessidade de utilização de isolamento térmico adequado aos diferentes regimes de temperatura e diâmetros das tubagens.

## 6.4. Instalação de Contadores e Cuidados a ter

A montagem dos contadores obedece a regras genéricas que convém referir:

- Os contadores devem ser instalados na posição horizontal;
- Os contadores devem ser montados na tubagem de retorno, sendo uma das duas sondas de temperatura montada na tubagem de alimentação (ida);
- A montagem da tubagem e contadores na respectiva caixa deve ter em conta as eventuais necessidades de intervenção ao nível dos contadores para reparações, de modo a minimizar a dimensão da caixa onde o contador é montado;
- Deve ser montada uma válvula de seccionamento a montante e outra a jusante do contador e da sonda de temperatura, na linha de alimentação;
- De ambos os lados do contador e da sonda de temperatura da ida, entre este e o primeiro acessório a instalar na tubagem (válvula ou filtro), deve ser deixado um troço de tubagem livre com o comprimento mínimo de 3 x DN (três vezes o diâmetro nominal do tubo a usar);
- Deve ser considerado o enfiamento de cabo emalhado do tipo TVHV 2 x 0,80 mm + terra, que permita ligar todos os contadores em anel, de modo a ser possível a futura instalação de um sistema de telecontagem. O cabo a instalar deverá correr em tubo de

polietileno de Ø25 mm, que será instalado entre os contadores gerais e os armários dos contadores parciais, por caixa de escada, com caixas de derivação de fácil acesso simples em cada piso;

- Dimensões tipo das caixas dos contadores parciais.

Sendo A a altura, B a largura e C a profundidade, e estando as dimensões em mm, temos (para os contadores aqui apresentados considera-se um DN15).

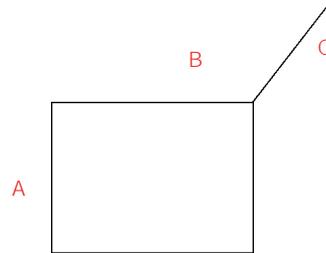


Fig. 26

### \* DIMENSÃO DAS CAIXAS DOS CONTADORES

TIPO	A (mm)	B (mm)	C (mm)
2 CONTADORES PARCIAIS	900	500	200
4 CONTADORES PARCIAIS	1500	500	200
6 CONTADORES PARCIAIS	2100	500	200
8 CONTADORES PARCIAIS	2300	500	200

\* DIMENSÕES NECESSÁRIAS PARA AS PICAGENS, FILTROS, VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO, SONDAS, T'S E CONTADORES

Tabela 3

Para mais pormenores relativos às dimensões e avanços para montagem, ver secção A.8, do Anexo A.

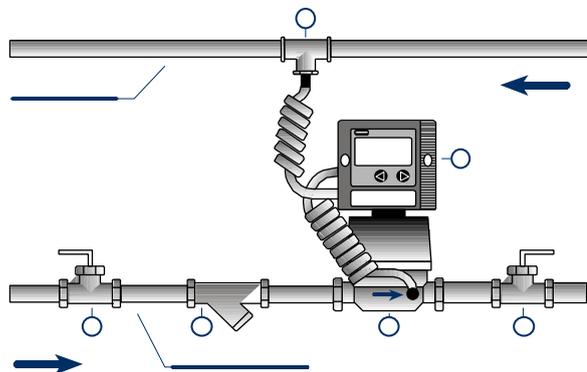


Fig. 27 - Contador Parcial de Entalpia

## 7. Exemplos de Aplicação

Neste parágrafo vamos procurar exemplificar o tipo de informação que é possível obter com a leitura deste manual. Pretende-se, a partir de dados típicos, dar uma ideia geral do funcionamento do sistema e das dimensões genéricas que deverão ser salvaguardadas.

De notar que os sistemas de climatização de cada edifício deverão ser convenientemente dimensionados, sendo os respectivos projectos executados por projectistas responsáveis, que determinarão por meio de cálculo rigoroso o valor das potências de aquecimento e arrefecimento a considerar. Os casos apresentados mais não são que exemplos e, como tal, não podem ser tomados como regra de cálculo, devendo, portanto, ser vistos apenas a título exemplificativo de aplicação da metodologia a seguir.

### 7.1. Edifício Típico de Habitação

Na tabela 4 apresentam-se valores característicos para um edifício típico de habitação com 6 pisos.

Piso	Tipologia A	Qd.[#]	Tipologia B	Qd.[#]
1	T2	16	-	-
2	T2	16	-	-
3	T2	16	-	-
4	T2	16	-	-
5	T1	4	T3	6
6	T1	4	T3	6

Tabela 4

Para efeito de exemplificação, considerámos os valores apresentados na tabela 5 para as potências térmicas<sup>47</sup> a utilizar.

Sendo que a potência de aquecimento inclui a satis-

fação das necessidades de aquecimento ambiente e águas quentes sanitárias, sendo o valor destas últimas calculado com base na elevação da temperatura da água proveniente da rede de 15 °C até 60 °C, num intervalo de tempo de 2 horas e uma capacidade de acumulação de 100 e 200 litros para os apartamentos tipo T1 e T2/T3, respectivamente.

Tipologia	Área Clim.(m <sup>2</sup> )	Frio (kW)	Calor (kW)
T1	40	2,5	5,0
T2	50	3,5	6,9
T3	70	4,4	8,1

Tabela 5

Do cruzamento dos valores das duas tabelas anteriores podemos obter o valor das potências térmicas a instalar no edifício típico em estudo, ao qual devem ser aplicados os Coeficientes de Segurança apresentados na tabela 6.

Na mesma tabela também são indicados os coeficientes de simultaneidade que deverão ser tomados em atenção no cálculo do valor das potências de arrefecimento e de aquecimento a contratar.

Coeficientes	Frio	Calor
Segurança	1,05	1,15
Simultaneidade	0,95	1,00

Tabela 6

De onde resultam os valores apresentados na tabela 7.

As potências a fornecer à Climaespaço como sendo as potências máximas para o edifício são portanto as seguintes:

- Arrefecimento – 312 kW
- Aquecimento – 666 kW

<sup>47</sup>. Os valores de potência térmica de arrefecimento (Frio) e de aquecimento (Calor) sugeridas não podem ser tomados como valores de referência para as tipologias indicadas. Cada edifício/apartamento configura uma situação específica e deve, portanto, ser objecto de estudo e cálculo dedicado.



Tipologia	Quantidade (#)	Por apartamento		Para o edifício		Correcção de coefic. de seg.		Total	
		Frio (kW)	Calor (kW)	Frio (kW)	Calor (kW)	Frio (kW)	Calor (kW)	Frio (kW)	Calor (kW)
T1	8	2,5	5,0	20,0	40,0	1,0	6,0	21	46
T2	64	3,5	6,9	224,0	441,6	11,2	66,2	235	508
T3	12	4,4	8,1	52,8	97,2	2,6	14,6	55	112
total								312	666

Tabela 7

Edifício	Potência (kW)	Caudal		Apartamento T3	Potência (kW)	Caudal	
		(L/s)	(m³/h)			(L/s)	(m³/h)
Arrefecimento	312	7,429	26,7	Arrefecimento	4,4	0,105	0,38
Aquecimento	666	7,924	28,5	Aquecimento	8,1	0,096	0,35

Tabela 8

Com base nos valores das potências de aquecimento e de arrefecimento, a Climaespaço efectuará o cálculo da subestação e ramais, de acordo com as regras<sup>48</sup> aplicadas na tabela 8.

### Potência contratada

A potência a contratar dependerá dos coeficientes de simultaneidade, que devem ser estudados caso a caso e podem ser diferentes dos valores acima indicados a título de exemplo. Deverá ter-se em conta, na determinação destes coeficientes, que a Climaespaço pode fornecer mais potência do que a contratada, se necessário e previsto contratualmente.

Utilizando os coeficientes da simultaneidade indicados na tabela 6, as potências a contratar seriam as seguintes:

- Arrefecimento – 296 kW
- Aquecimento – 666 kW

### Pré-dimensionamento da Subestação

Para este caso, será necessário prever uma subestação com um permutador para o aquecimento e uma com um permutador de calor para o arrefecimento ou uma subestação única para os dois permutadores.

Deverão ser consideradas as disponibilidades de espaço indicadas no quadro da Tabela 9.

Subestação	Comp. (m)	Largura (m)	Altura (m)	Carga Solo (kg/m²)
Arrefecimento	4,1	2,4	2,3	2000
Aquecimento	3,4	2,0	2,0	1000
Acesso	-	1,5	2,1	-

Tabela 9

Para além da área dedicada à subestação da Climaespaço propriamente dita, deverão ser acauteladas outras necessidades, nomeadamente destinadas a:

- Área técnica destinada aos equipamentos do sistema secundário (zona do cliente), nomeadamente:

Bombas de Circulação  
Tubagens  
Tratamento de água  
Quadro Eléctrico  
etc...

- Negativos nas paredes de contenção para atravessamento das tubagens de água gelada e de água quente.

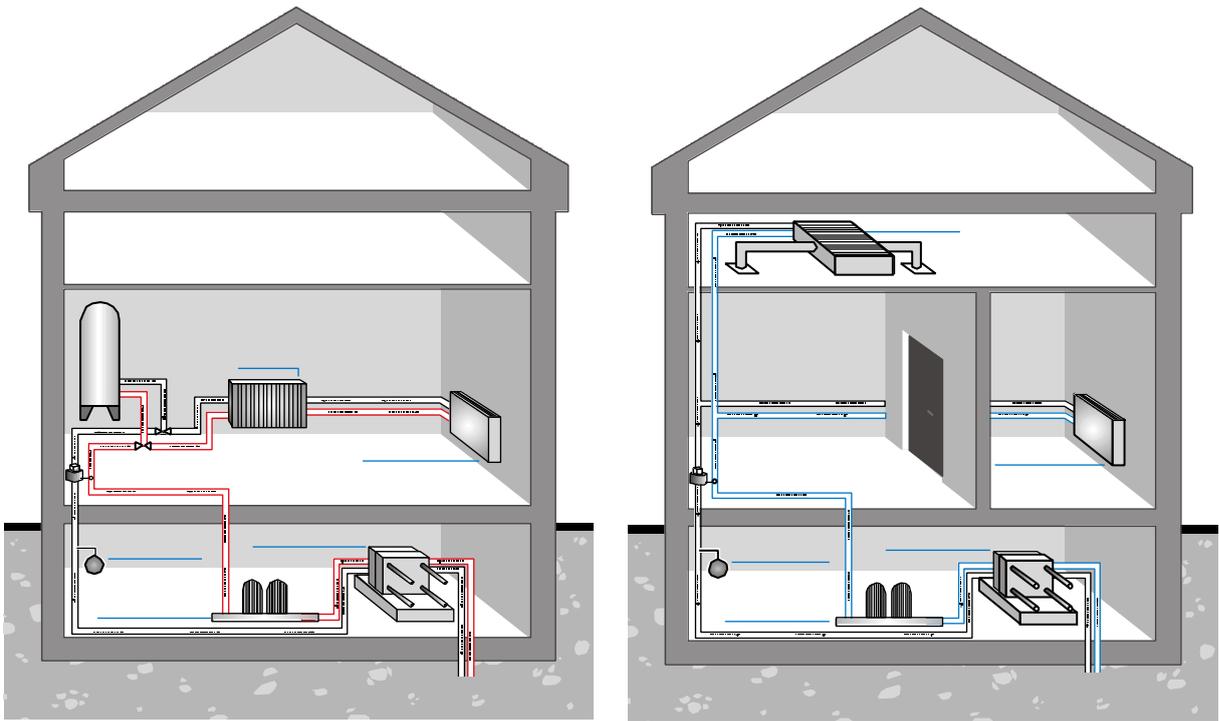
Os valores indicativos para os negativos destinados ao

<sup>48</sup> Cálculo do caudal considerando um diferencial de temperatura de 20 °C na água quente e de 10 °C na água gelada e um valor de 4,2 kJ/kg.°C para o calor específico da água. A expressão que permite calcular o caudal é a seguinte:

$$P = m \cdot c \cdot T$$

Onde

P é a potência térmica [kW]; m é o caudal mássico [kg/s]; c é o calor específico [kJ/kg.°C] e T é o diferencial de temperatura do fluido de transporte entre a saída e a entrada do permutador ou da instalação, no caso do apartamento T3 do exemplo.



Figs. 28 e 29 – Sistema de aquecimento e Sistema de Arrefecimento

atravessamento da parede de contenção estão indicados na tabela 10.

Negativos para tubagens	Largura (m)	Alturar (m)
Arrefecimento	0,7	0,4
Aquecimento	0,7	0,4

Tabela 10

### Tubagem do sistema secundário

Para a situação em discussão, a prumada instalada no edifício, nos troços de maior diâmetro, deverá ter um diâmetro DN 100 para a tubagem de arrefecimento e DN 100 para a tubagem de aquecimento, enquanto que as tubagens de ligação aos equipamentos terminais deverão ter um diâmetro DN 15.

Os caudais de água acima indicados complementados com os respectivos cálculos da perda de carga dos circuitos permitirão definir as características das bombas de circulação do sistema secundário.

### Contadores parciais de entalpia

No caso de existência de fracções com potências instaladas acima de 30 kW de arrefecimento e 60 kW de aquecimento, para os regimes de temperatura preconizados, deverá ser consultada a Climaespaço para escolha do tipo de contadores, bem como para fornecer indicações das dimensões das caixas de contadores a considerar.



## 7.2. Edifício de Escritórios

No próximo exemplo vamos considerar um edifício de escritórios<sup>49</sup> com 10 pisos e dois inquilinos por piso, com as características sintetizadas no quadro da tabela 11.

Sendo que os valores totais encontrados foram obtidos considerando os coeficientes de segurança apresentados na tabela 12.

Coeficientes	Frio	Calor
Segurança	1,05	1,15
Simultaneidade	0,70	0,80

Tabela 12

Por aplicação dos coeficientes de simultaneidade indicados na tabela 12 (que deverão apenas ser tomados a título de exemplo, sendo cada caso específico passível de uma análise dedicada) obteremos os seguintes valores para a potência a contratar:

- Arrefecimento - 1257 kW

Piso	Quantidade (#)	Por escritório		Para o edifício		Correcção de coef. de seg.		Total	
		Frio (kW)	Calor (kW)	Frio (kW)	Calor (kW)	Frio (kW)	Calor (kW)	Frio (kW)	Calor (kW)
1	2	120	0,0	240,0	0,0	12,0	0,0	252	0
2-5	8	90	30,0	720,0	240,0	36,0	36,0	756	276
6-10	10	75	20,0	750,0	200,0	37,5	30,0	788	230
total								1796	506

Tabela 11

Edifício	Potência (kW)	Caudal		Escritório Piso 1	Potência (kW)	Caudal	
		(L/s)	(m³/h)			(L/s)	(m³/h)
Arrefecimento	1796	42,762	153,9	Arrefecimento	120,0	2,857	10,29
Aquecimento	506	6,024	21,7	Aquecimento	0,0	0,000	0,00

Escritório Pisos 2-5	Potência (kW)	Caudal		Escritório Pisos 6-10	Potência (kW)	Caudal	
		(L/s)	(m³/h)			(L/s)	(m³/h)
Arrefecimento	90,0	2,143	7,71	Arrefecimento	75,0	1,786	6,43
Aquecimento	30,0	0,357	1,29	Aquecimento	20,0	0,238	0,86

Tabela 13

- Aquecimento - 405 kW

Valores estes que correspondem, portanto, aos valores máximos de potência que a Climaespaço irá disponibilizar e que serão considerados nos cálculos e dimensionamentos da sua subestação e redes.

No quadro da tabela 13 apresenta-se uma síntese dos valores dos caudais<sup>50</sup> de água gelada e de água quente necessários para obter as potências calculadas.

### Pré-dimensionamento da Subestação

O edifício em análise disporá de uma subestação equipada com um permutador de calor para o aquecimento e uma subestação equipada com dois permutadores de calor para o arrefecimento ou de uma subestação conjunta que integre as duas zonas destinadas à permuta de calor e respectivos equipamentos auxiliares.

Para o seu correcto dimensionamento, bem como para o dimensionamento dos atravessamentos das paredes

<sup>49</sup> Edifício com uma área climatizada de aproximadamente 15 000 m<sup>2</sup>, sem sistema de aquecimento para preparação de águas de utilização sanitária.

<sup>50</sup> Ver nota de rodapé nº 48.

de contenção, destinadas a assegurar a passagem das tubagens das redes exteriores, deverá ser tida em consideração a informação que se sintetiza nos quadros das tabelas 14 e 15.

Subestação	Comp. (m)	Largura (m)	Altura (m)	Carga Solo (kg/m <sup>2</sup> )
Arrefecimento	4,8	4,2	2,35	2400
Aquecimento	3,65	2,0	2,0	1000
Acesso	-	1,5	2,1	-

Tabela 14

Negativos para tubagens	Largura	Altura
Arrefecimento	0,80	0,50
Aquecimento	0,62	0,36

Tabela 15

#### Tubagem do sistema secundário

No caso presente, os troços principais (maior secção) das tubagens de água gelada instaladas no edifício deverão ter um diâmetro nominal<sup>51</sup> de 200 mm, enquanto que a tubagem de água quente terá em troço equivalente um diâmetro nominal de 80 mm.

O diâmetro da tubagem da rede secundária vai diminuindo à medida que o caudal vai diminuindo, isto é, à medida que se vai ramificando para os diferentes escritórios.

No quadro da tabela 16 apresentam-se os valores dos diâmetros que a tubagem deve ter à entrada das instalações de cada escritório tipo.

Diâmetro das tubagens	Arrefecim. DN (mm)	Aquecim. DN (mm)
Escritório   Piso 1	50	-
Escritório   Piso 2~5	50	25
Escritório   Piso 6~10	50	20

Tabela 16

#### Contadores parciais de entalpia

No caso de existência de fracções com potências instaladas acima de 30 kW de arrefecimento e 60 kW de aquecimento, para os regimes de temperatura preconizados, deverá ser consultada a Climaespaço para escolha do tipo de contadores, bem como para fornecer indicações das dimensões das caixas de contadores a considerar.

### 7.3. Edifício do Sector Terciário, com um só Utilizador

A selecção do permutador e a determinação da área necessária são idênticas ao procedimento apresentado atrás. Neste caso deixa de fazer sentido falar-se em contadores parciais.

A rede de utilização passa a coincidir com a rede secundária na sua totalidade, pelo que caberá ao projectista estabelecer a sua concepção e especificações.

51. DN



## 8. Conselhos Práticos

---

Os exemplos de aplicação referidos no ponto anterior não esgotam as potencialidades do serviço prestado pela Climaespaço, em termos de utilização da energia térmica no lado da procura.

Referir-se-ão, de seguida, algumas aplicações exemplificativas. No entanto, qualquer necessidade específica de utilização da energia térmica (aquecimento e/ou arrefecimento) por parte de um cliente poderá ser sempre analisada em detalhe, de modo a integrar-se, numa perspectiva global ou parcial, nas disponibilidades apresentadas pelo Serviço da Climaespaço.

De entre as possíveis aplicações há a referir, por exemplo, a refrigeração do bloco dos motores de combustão interna dos grupos de emergência, que embora não resolva na totalidade as necessidades de dissipação da carga destes equipamentos, nomeadamente as cargas de convecção que terão de ser resolvidas por ventilação, permite eliminar a necessidade de radiador.

A refrigeração de equipamento laser, destinado a espetáculos, poderá constituir outra aplicação possível.

Relativamente à utilização de água quente disponibilizada no circuito secundário do permutador, poder-se-á considerar o caso das máquinas de lavar industriais ou domésticas, cuja temperatura de funcionamento seja compatível com o sistema. Nos casos em que a temperatura necessária aos processos de lavagem esteja para além dos máximos permitidos pela temperatura de distribuição no circuito primário pode considerar-se um pré-aquecimento da água de processo, por meio de utilização do sistema da Climaespaço.

Existe ainda uma vasta gama de aplicações distintas,

nomeadamente:

- Piscinas, privadas ou de utilização pública, quer para o aquecimento da água da piscina, propriamente dita, como da nave associada;
- Health clubs;
- Estações de lavagem com programas que utilizem água quente;
- Ambientes controlados.

De um modo geral, em todas as aplicações que necessitem de água quente, a energia térmica necessária poderá ser disponibilizada pela Climaespaço.

O controlo e a regulação dos equipamentos ligados à rede secundária (existente nos edifícios) é semelhante ao controlo e regulação dos equipamentos de qualquer edifício convencional, não havendo, portanto, situações especiais a referir. No entanto, deverão ser sempre escolhidos órgãos de controlo e regulação adequados aos diversos equipamentos e funções<sup>52</sup>.

---

<sup>52</sup> Por exemplo, na escolha de uma válvula de regulação da capacidade de uma bateria de água arrefecida, ou de água aquecida, deverá ter-se em consideração que a emissão de potência em função do caudal tem uma evolução parabólica. Para controlar de forma linear a emissão da bateria será, portanto, imprescindível escolher uma válvula que compense este efeito de modo a que o conjunto válvula/bateria apresente uma emissão linear de energia, em função do caudal de água que a percorre.

## 9. Documentação Necessária

---

O serviço urbano de frio e calor pressupõe a elaboração e preparação de documentação/informação diversa, que será trocada entre Climaespaço e Cliente em diversas fases, nomeadamente a seguinte:

Será, numa primeira fase, elaborado um estudo de viabilidade para o fornecimento de energia térmica. Este estudo é elaborado com base numa série de informações que o Cliente deverá fornecer, como por exemplo:

- Localização do edifício e data de início de fornecimento de energia;
- Estimativa das necessidades energéticas - frio e calor - máximas previstas e a contratar;
- Sistema de climatização preconizado para o edifício;
- Selecção apropriada do local técnico para a implantação da subestação;
- Condições de acesso para materiais e pessoal de manutenção da Climaespaço.

O Cliente deverá ainda acordar com a Climaespaço:

- O ponto de entrada da rede primária no edifício;
- O percurso da tubagem até à subestação.

Logo que esteja disponível, o Cliente deverá também entregar à Climaespaço uma cópia do projecto de climatização do edifício. A Climaespaço analisará o cumprimento dos principais requisitos do sistema, nomeadamente os diferenciais de temperatura considerados, o tipo de regulação dos equipamentos terminais e outros aspectos essenciais. Qualquer não conformidade nos parâmetros analisados será transmitida ao Cliente.



## Anexo A – Dimensionamento

---

### A.1. Cálculo das Potências de Aquecimento e Arrefecimento

O cálculo das potências de aquecimento (ambiente e/ou águas quentes sanitárias) e arrefecimento é da inteira responsabilidade do projectista de climatização. É também da responsabilidade desta entidade o correcto dimensionamento/selecção dos equipamentos destinados a assegurar as trocas de calor em cada utilizador, como sejam ventiloconvectores, radiadores, depósitos de água quente e outro equipamento mais específico.

O valor da potência global de aquecimento e arrefecimento é determinante para os contratos que os utilizadores vão estabelecer com a Climaespaço, bem como para a selecção da subestação. Em função da potência necessária, a subestação terá um ou mais permutadores e necessitará de uma maior ou menor área disponível no edifício para a sua instalação.

Para o cálculo da potência máxima deverá ser considerado um coeficiente de segurança adequado. Para o cálculo da potência contratada à Climaespaço deverá ser considerado o coeficiente de simultaneidade adequado, sendo da responsabilidade do projectista a atribuição destes coeficientes.

De notar que os valores a considerar por cada unidade de área a climatizar deverão ser determinados pelo projectista segundo um cálculo de cargas térmicas detalhado, onde sejam tidos em consideração os diversos parâmetros envolvidos (envolvente exterior, níveis de ocupação, utilização da área, densidade de equipamento eléctrico, etc.)

### A.2. Dimensionamento das Tubagens<sup>53,54</sup>

As tubagens devem obedecer aos requisitos genéricos referidos no parágrafo 4.3.2., nomeadamente no que se refere à velocidade máxima admissível do escoamento.

Relembra-se que as diferenças de temperatura entre ida e retorno têm os valores considerados e já referidos, permitindo a utilização de diâmetros de tubagem mais pequenos do que ocorre habitualmente nos sistemas que dispõem de produção autónoma de fluidos térmicos.

---

<sup>53</sup> O valor de 2 m/s será o valor máximo para a velocidade da água nas tubagens. Esta velocidade poderá ser reduzida com benefícios ao nível da redução da altura manométrica das bombas, e conseqüente redução nos consumos de energia associadas à sua operação. São assim indicados valores de velocidade de 1,5 m/s.

<sup>54</sup> Foi considerada a lâ mineral de 110 / 210 kg/cm<sup>2</sup> e condutibilidade térmica de referência de 0,03 kcal/h m. °C.

### Aquecimento

O  $t$  (entre temperatura média do fluido e temperatura ambiente) considerado para o aquecimento é de 55°C. (Tabela 17)

DIÁMETRO TUBO "	DN	VELOCIDADE $MS^{-1}$	CAUDAL $LS^{-1}$	POT. AQUEC. kW	PERDA DE CARGA MM C.A. $M^{-1}$	ESPE.SOLAM. MM	TUBAGEM PRÉ-ISOLADA D EXT (MM)
1/2	15	1	0,18	15	83	15	90
3/4	20	1	0,33	28	58	15	90
1	25	1	0,53	45	45	15	90
1 1/4	32	1,5	1,4	118	133	30	110
1 1/2	40	1,5	1,87	157	100	30	110
2	50	1,5	3,07	258	75	30	125
2 1/2	65	1,5	5,4	454	58	30	140
3	80	1,5	7,22	606	45	40	160
4	100	1,5	11,76	988	30	40	200
5	125	1,5	18,64	1566	25	40	225
6	150	1,5	26,6	2234	20	40	260
8	200	1,5	50,24	4220	15	40	315
10	250	1,5	72,11	6057	10	40	355

Tabela 17

### Arrefecimento

O  $t$  (entre temperatura média do fluido e temperatura ambiente) considerado para o arrefecimento é de 15°C. (Tabela 18)

DIÁMETRO TUBO "	DN	VELOCIDADE $MS^{-1}$	CAUDAL $LS^{-1}$	POT. ARREF. kW	PERDA DE CARGA MM C.A. $M^{-1}$	ESPE.SOLAM. MM	TUBAGEM PRÉ-ISOLADA D EXT (MM)
1/2	15	1	0,18	8	83	15	90
3/4	20	1	0,33	14	58	15	90
1	25	1	0,53	22	45	15	90
1 1/4	32	1,5	1,4	59	133	30	110
1 1/2	40	1,5	1,87	79	100	30	110
2	50	1,5	3,07	129	75	30	125
2 1/2	65	1,5	5,4	227	58	30	140
3	80	1,5	7,22	303	45	40	160
4	100	1,5	11,76	494	30	40	200
5	125	1,5	18,64	783	25	40	225
6	150	1,5	26,6	1117	20	40	260
8	200	1,5	50,24	2110	15	40	315
10	250	1,5	72,11	3029	10	40	355

Tabela 18

## A.3. Selecção do Equipamento

A Climaespaço aconselha a utilização de depósitos com apoio de uma resistência eléctrica, que permitem continuar a assegurar o aquecimento de água durante o período de algumas horas em que a Climaespaço efectua a sua operação anual de manutenção. De notar

que esta solução só é indispensável se o utilizador considerar que é muito importante um tempo de indisponibilidade anual da ordem das 48 horas.

A título indicativo, apresentam-se as características de alguns depósitos de água quente sanitária:



## Depósitos de Água Quente Sanitária DAQ's

Apartamento	Capacidade	Dimensões (mm)	
		Diâmetro	Altura
Tipo	(l)		
T1	100	480	1154
T2	150	620	983
T3/T4	200	620	1239

Tabela 19

## A.4. Condições de Fornecimento de Energia Térmica

Para os dimensionamentos referidos nos parágrafos anteriores a Climaespaço define as condições de fornecimento de energia térmica, quer no que se refere ao período de fornecimento, quer no que se refere ao regime de temperaturas dos circuitos primário e secundário.

### A.4.1. Período de Fornecimento

A Climaespaço assegura o fornecimento de energia térmica, de forma permanente, durante todo o ano, podendo proceder à interrupção do fornecimento da referida energia por períodos cuja duração total anual não excede 48 horas, ou segundo as modalidades previstas no Contrato de Fornecimento de Energia.

A interrupção relativa às operações de manutenção programada relacionadas com o fornecimento de frio será feita no Inverno. De igual modo, a interrupção relativa às operações de manutenção programada relacionadas com o fornecimento de calor será feita no Verão.

Poderão ainda ocorrer interrupções excepcionais de funcionamento, de curta duração (devido a avarias, roturas de redes ou outras), situações de todo imprevisíveis. A Climaespaço compromete-se a restabelecer o serviço no mais curto período de tempo possível.

### A.4.2. Regime de Temperaturas

O regime de temperaturas a considerar pelo utilizador na concepção das suas instalações deverá ser:

#### A.4.2.1. ÁGUA GELADA

A temperatura da água gelada no retorno do circuito secundário deverá ter um valor de  $+17^{\circ}\text{C}$ . Nestas condições, a Climaespaço assegura  $+7^{\circ}\text{C}$  como temperatura de fornecimento.

Assim, o regime típico de temperaturas na utilização de água gelada para arrefecimento de ar ambiente será:

- Temperatura da água fria à entrada do circuito secundário (saída do permutador):  $+7^{\circ}\text{C}$ ;
- Temperatura da água fria à saída do circuito secundário (entrada do permutador):  $+17^{\circ}\text{C}$ ;
- $T = 10^{\circ}\text{C}$

Se a temperatura de retorno do cliente não atingir o valor para ela estabelecido, o "set point" será automaticamente ajustado de acordo com a curva abaixo representada. Nestas circunstâncias, o sistema não poderá disponibilizar  $+7^{\circ}\text{C}$  no circuito de alimentação (ida), devendo o cliente ajustar/dimensionar a sua instalação de modo a permitir a obtenção dos valores padrão.

O projecto do circuito secundário deverá pois respeitar

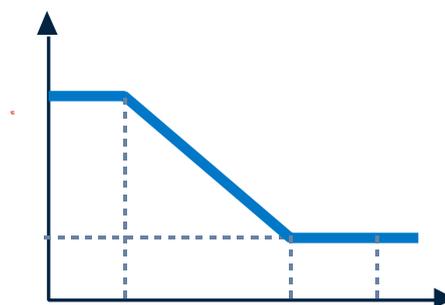


Fig. 30 – Curva de ajustamento de temperatura (frio)

o valor definido para a temperatura de retorno, caso contrário a Climaespaço não poderá garantir os  $+7^{\circ}\text{C}$

como temperatura de fornecimento.

#### A.4.2.2. ÁGUA QUENTE

A temperatura da água quente no retorno do circuito secundário deverá ter um valor máximo de +60°C. Nestas condições, a Climaespaço assegura os +80°C como temperatura de fornecimento.

Assim, o regime típico de temperaturas na utilização de água quente para aquecimento de ar ambiente e de águas sanitárias será:

- Temperatura da água quente à entrada do circuito secundário (saída do permutador): +80°C
- Temperatura da água quente à saída do circuito secundário (entrada do permutador): +60°C
- $T = 20^{\circ}\text{C}$

Se a temperatura de retorno do cliente ultrapassar o valor para ela estabelecido, o "set point" será automaticamente ajustado e, em consequência, a temperatura de fornecimento será reduzida. Nestas circunstâncias, o sistema não poderá disponibilizar +80 °C no circuito de alimentação (ida), devendo o cliente ajustar/dimensionar a sua instalação de modo a permitir a obtenção dos valores padrão.

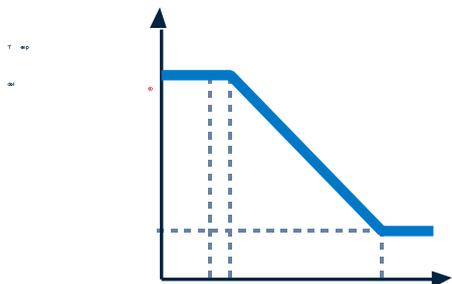


Fig. 31 – Curva de ajustamento de temperatura (calor)

## A.5. Condições de Utilização da Rede de Distribuição de Energia Térmica

### A.5.1. Pressão de Serviço do Circuito Secundário

A pressão de serviço do circuito secundário não deve ser superior a 12 bar.

### A.5.2. Qualidade da Água do Circuito Secundário

A água da rede secundária deverá obedecer às características indicadas na Tabela 20.

	Rede Calor	Rede Frio
pH	>8,2	>8,2
Cloretos (mg/l)	200	200
Fosfatos (mg/l)	>30	-
Sulfitos (mg/l)	>30	-
Molibdatos (mg/l)	-	45

Tabela 20

### A.5.3. Perdas de Carga

A perda de carga admissível no lado secundário do(s) permutador(es) de placas é da ordem dos 50 kPa.

Após a selecção dos permutadores, para efeitos de projecto, a Climaespaço fornecerá ao Cliente o valor exacto da perda de carga do circuito secundário do permutador.



## A.6. Regras a Observar na Concepção das Instalações de Climatização

Na concepção das instalações de climatização, o utilizador deverá observar as seguintes regras:

- Considerar um diferencial de temperaturas médio entre a entrada e a saída do circuito secundário do permutador superior ao normalmente utilizado em instalações de climatização autónomas.

A utilização de maiores diferenciais de temperatura,  $T=10^{\circ}\text{C}$ , no caso do arrefecimento

e  $T=20^{\circ}\text{C}$  no aquecimento, conduz a menores caudais de água em circulação, e conseqüentemente à:

- redução da potência dos grupos electrobombas;
  - redução do diâmetro das tubagens e válvulas;
  - redução das perdas térmicas através das tubagens e válvulas;
  - utilização total da energia disponível.
- Considerar regimes de funcionamento com um diferencial de temperatura entre a entrada e a saída do circuito secundário do permutador constante, qualquer que seja a potência solicitada à instalação. Para garantia desta condição deverão ser utilizados grupos electrobombas de caudal variável, que permitem fazer variar a potência fornecida em função das necessidades do utilizador.
- Considerar a utilização de válvulas motorizadas de duas vias para efectuar o controlo da capacidade das baterias de arrefecimento e baterias de aquecimento dos ventiloconvectores, unidades de tratamento de ar, etc.
- Considerar velocidades da água nas tubagens inferiores a 2 m/s (1,5 m/s), o que corresponde, na maior parte dos casos, ao conceito subjacente ao de

"diâmetro económico", tendo em consideração a relação custo/desgaste, o custo de bombagem e o número de horas de funcionamento à potência máxima.

- Utilizar o isolamento térmico adequado das tubagens e acessórios, por forma a minimizar as perdas de energia térmica.
- Instalar equipamentos terminais de boa qualidade.

## A.7. Subestações

### A.7.1 Esquema de Princípio Subestação de Frio (P<1000kW)

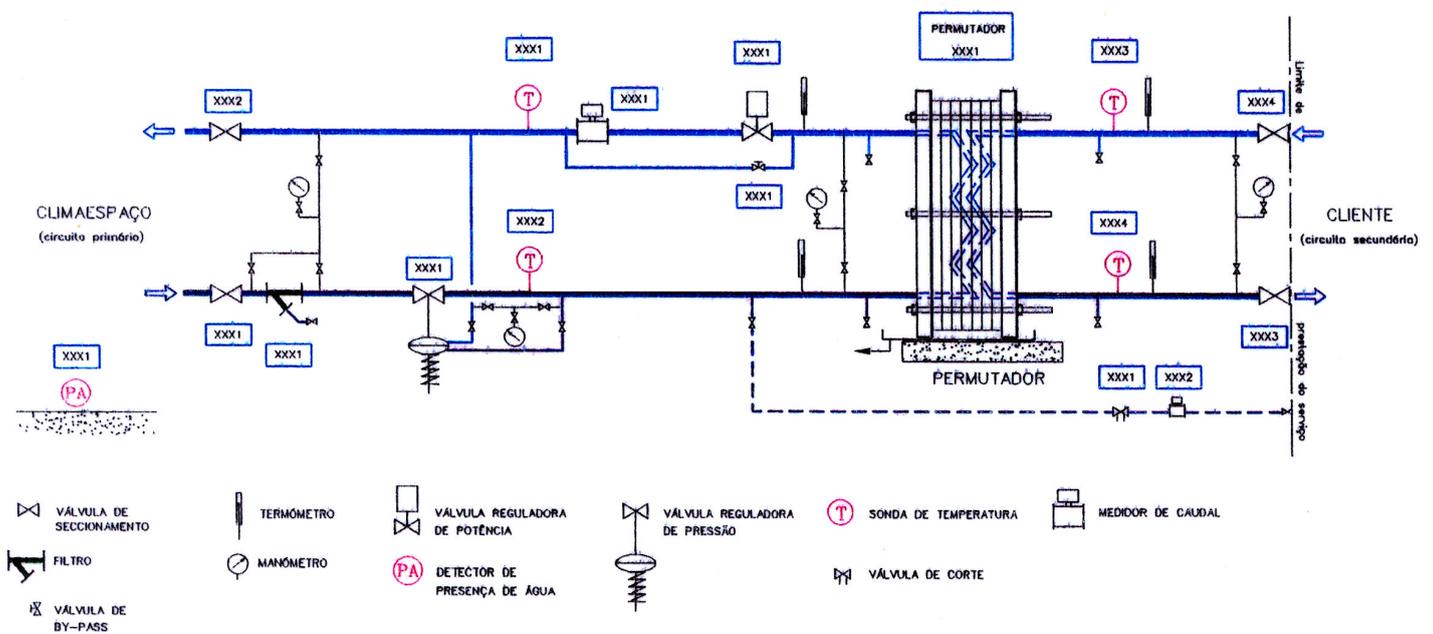


Fig. 32



## A.7.2 Esquema de Princípio Subestação de Frio (P>1000kW)

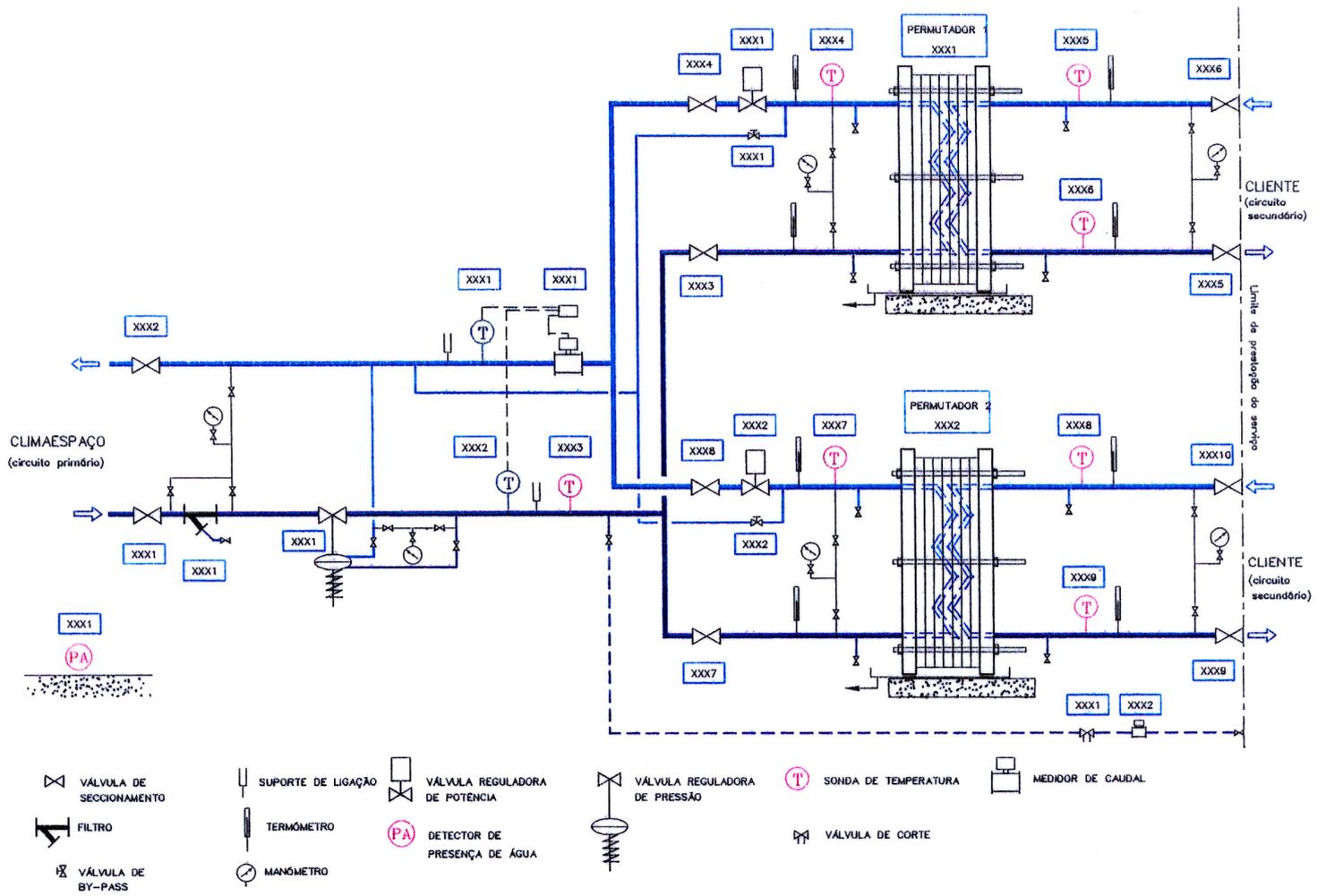
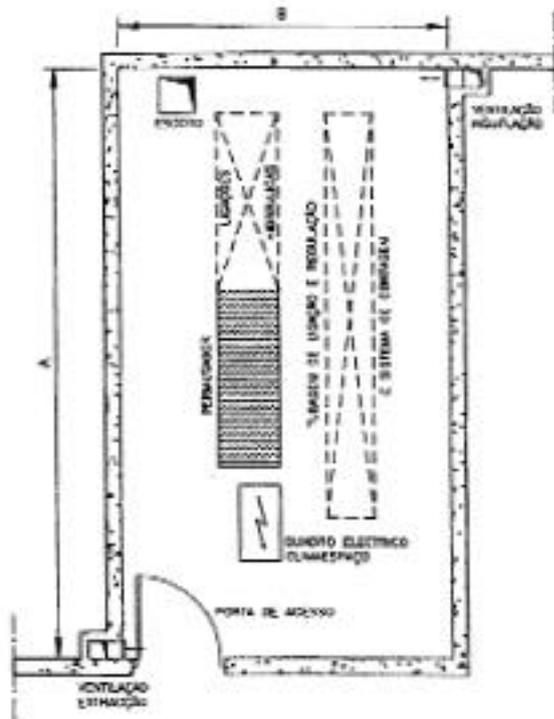


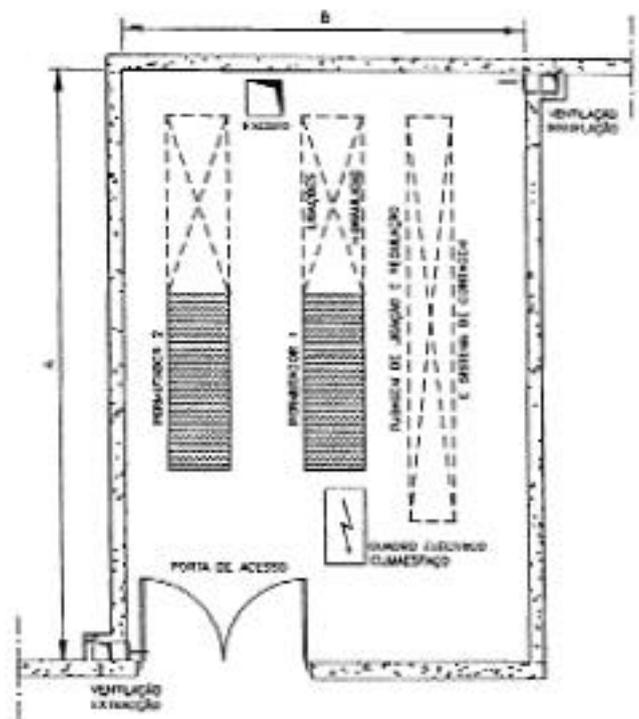
Fig. 33

**A.7.3 Esquema de Implantação**  
**Subestação de Frio (P<1000kW**  
**e P>1000kW)**



Um Permutador ( $P_{FRIG.} < 1000kW$ )

Fig. 34

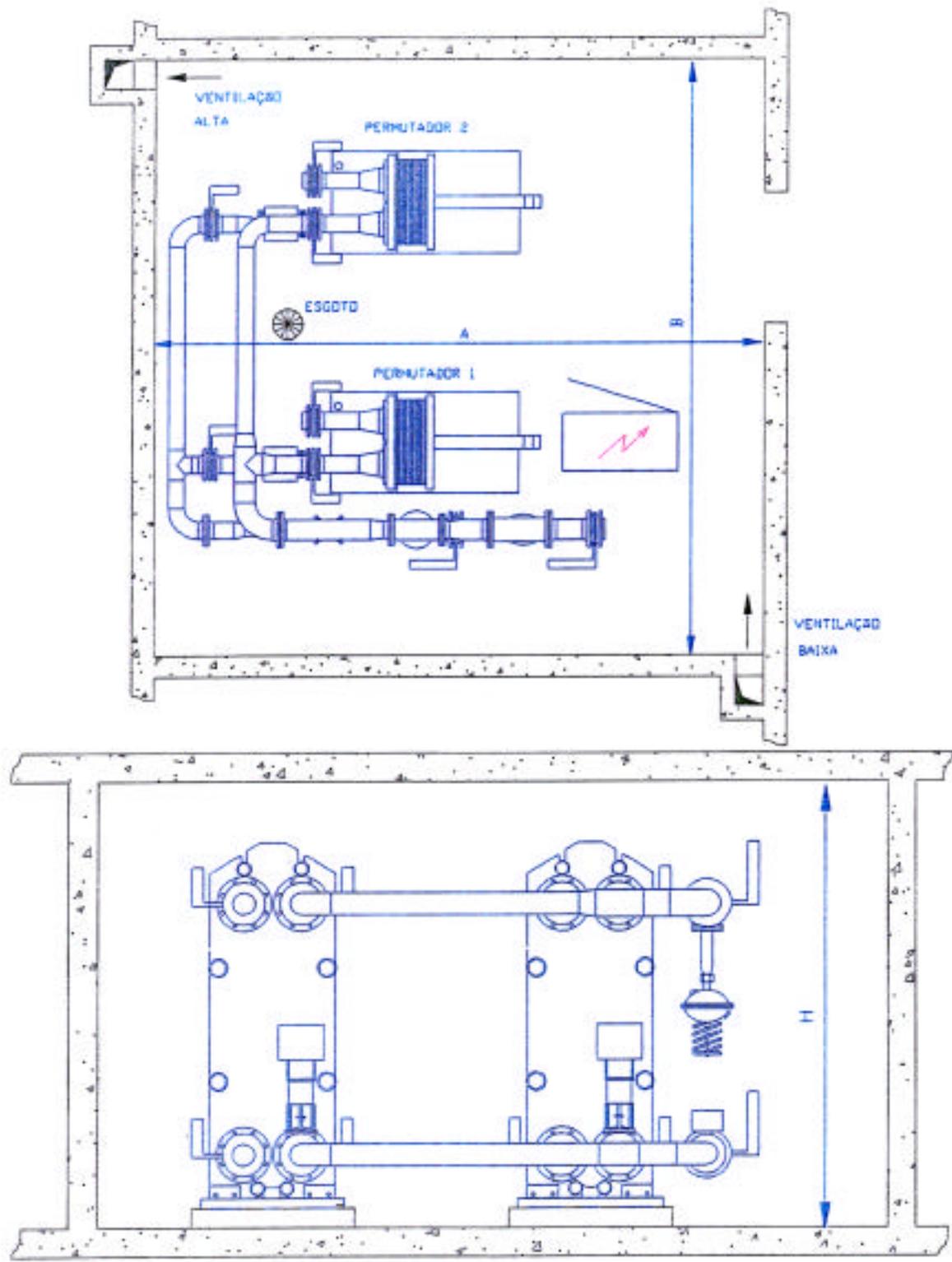


Dois Permutadores ( $P_{FRIG.} > 1000kW$ )

Fig. 35

Subestações	Um Permutador				Dois Permutadores				
Potência (kW)	100 a 150	150 a 400	400 a 800	800 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	2000 a 2500	2500 a 3000	> 3000
A (M)	4,05	4,1	4,4	4,2	4,8	5,6	5,55	5,55	
B (M)	1,95	2,35	2,35	2,45	4,2	4,25	4,25	4,4	
H (M)	2,2	2,3	2,3	2,3	2,35	2,4	2,6	2,65	
CARGA AO SOLO (Kg/M <sup>2</sup> )	2000	2000	2300	2000	2400	1800	1800	1800	(*)

(\*) Consultar a Climaespaço



Dois Permutadores

Fig. 36

### A.7.4 Esquema de Princípio Subestação de Calor

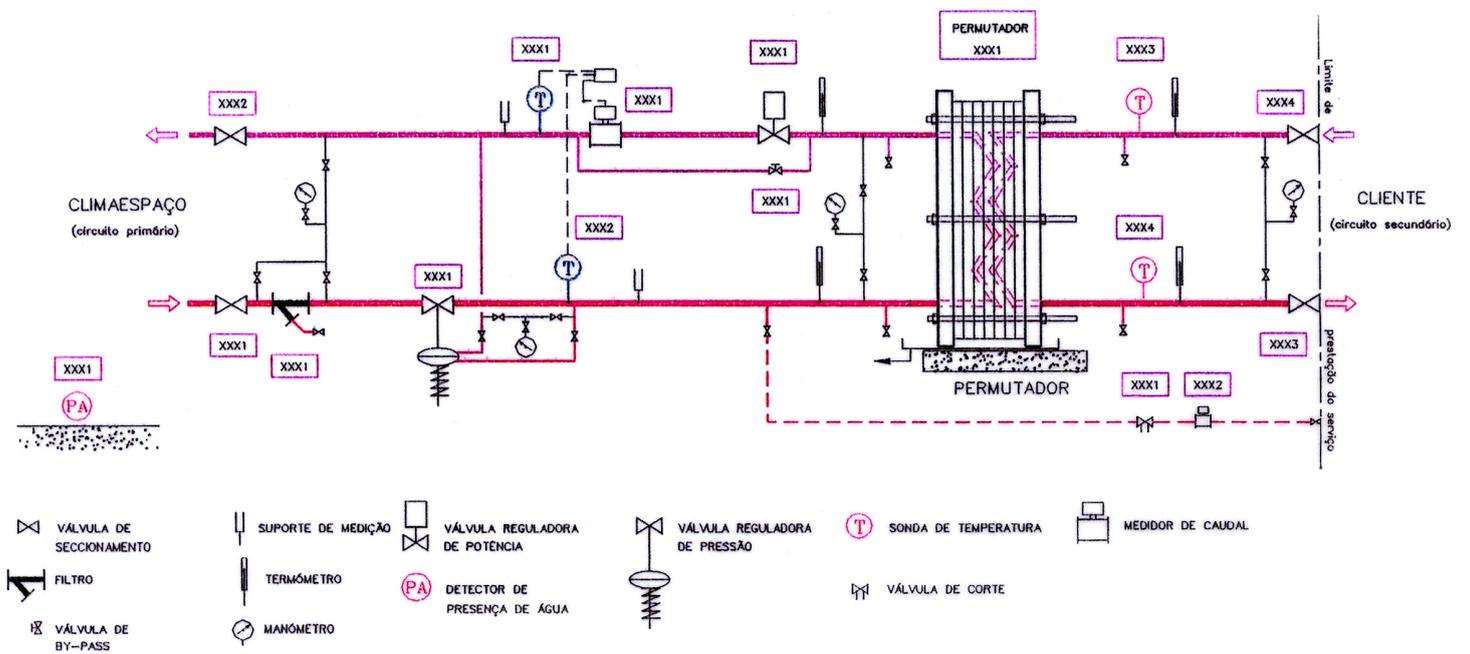


Fig. 37



### A.7.5 Esquema de Implantação Subestação de Calor

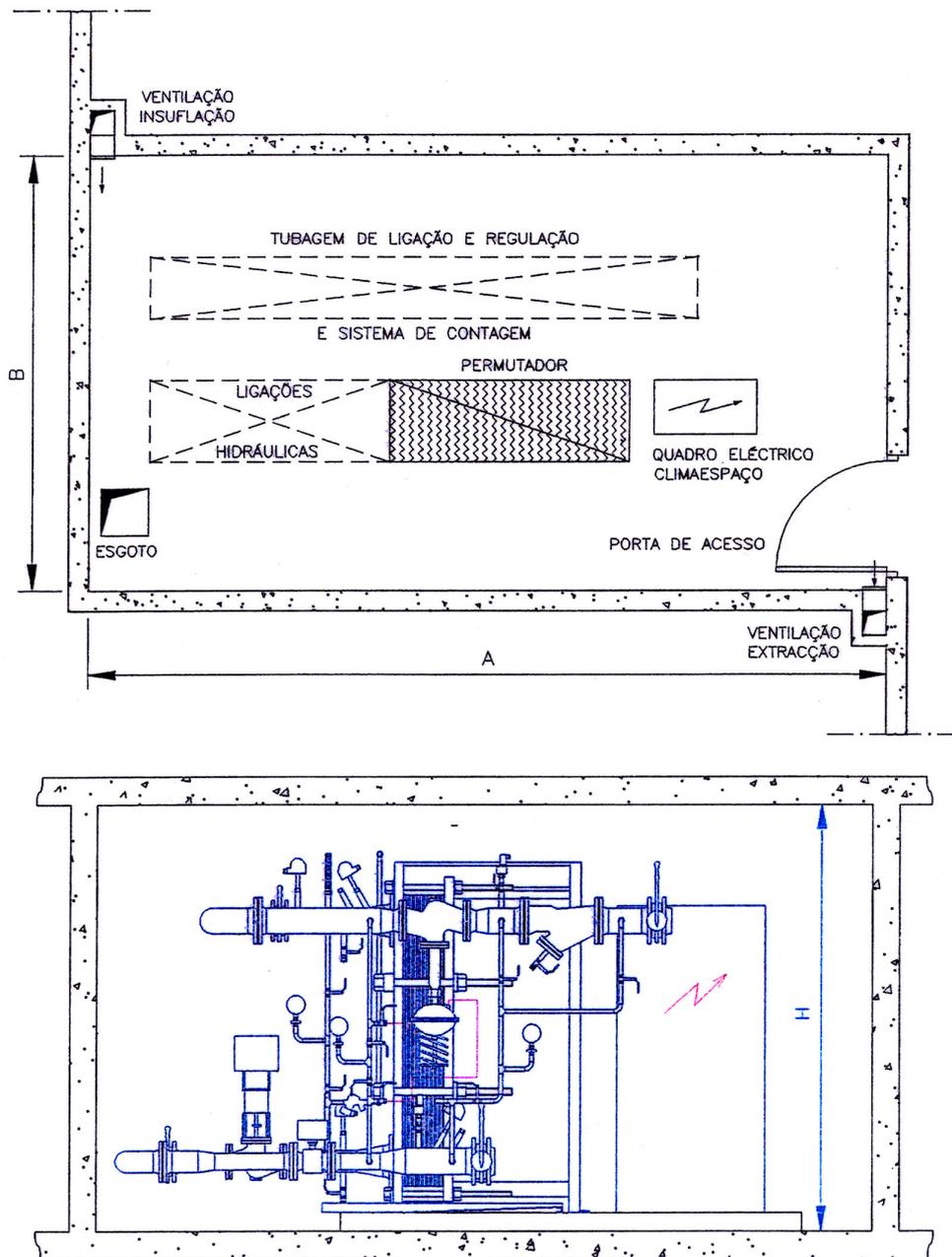


Fig. 38

Potência (kW)	100 a 150	150 a 500	500 a 800	800 a 1500	1500 a 2800	2800 a 4000	> 4000
A (M)	3,6	3,65	3,4	4,4	4,35	3,9	(*)
B (M)	1,65	2	2	2,15	2,1	2,55	(*)
H (M)	2	2	2	2,35	2,4	2,35	(*)
CARGA AO SOLO (KG/M <sup>2</sup> )	1000	1000	1000	1000	1200	1200	(*)

(\*) Consultar a Climaespaço

A.7.6 Esquema de Implantação  
Subestação de Frio e Calor

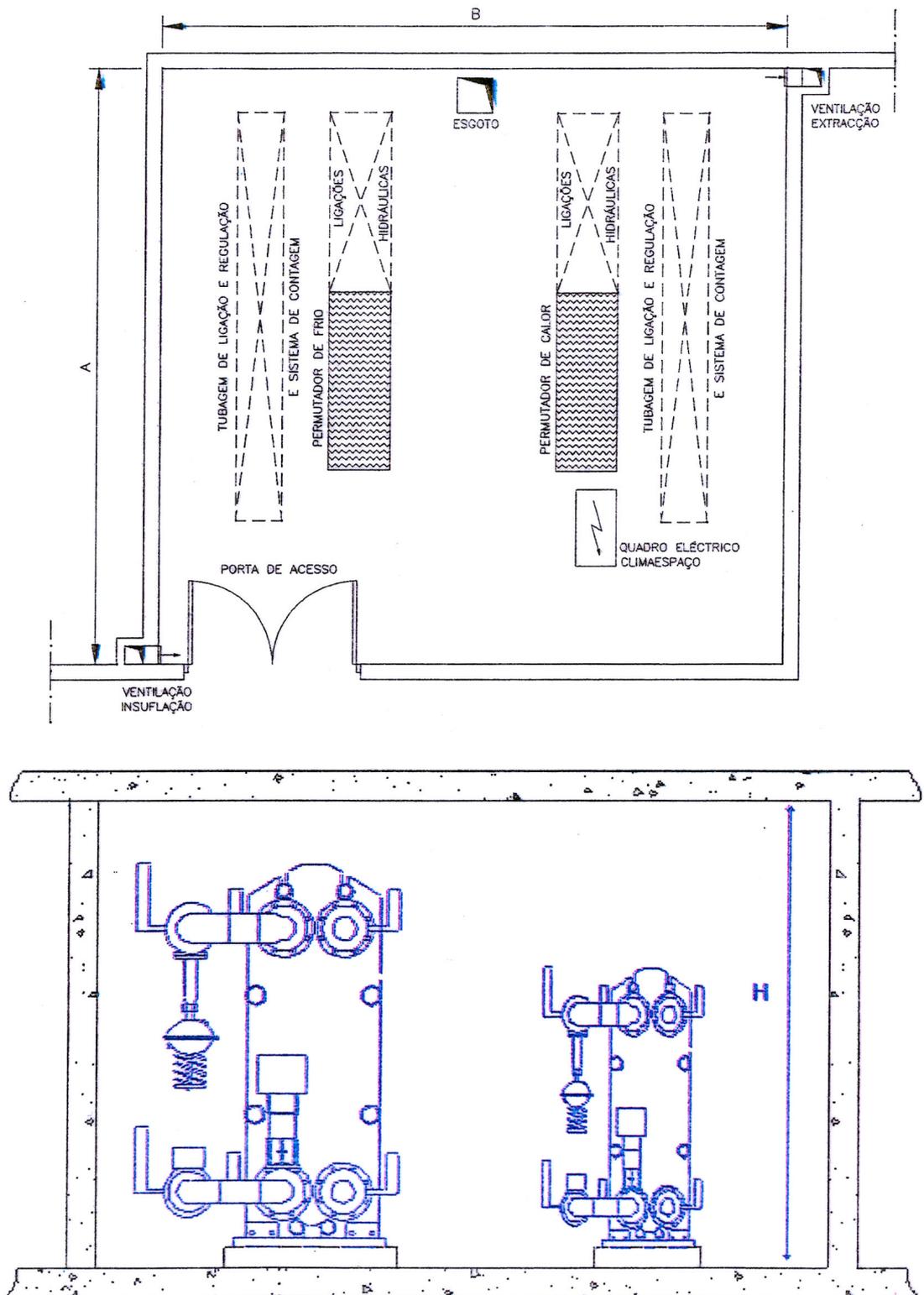


Fig. 39



## A.8. Contadores Parciais de Entalpia

Os contadores parciais de entalpia são fornecidos e montados pela Climaespaco, na sequência da assinatura dos respectivos contratos de fornecimento de energia com os utilizadores. Nas figuras seguintes apresenta-se o esquema de montagem dos contadores parciais de entalpia. A instalação de climatização dos edifícios deve ser projectada e construída de acordo com estas indicações, de modo a que seja possível proceder à montagem dos contadores.

Os ligadores, as bainhas e o tê são fornecidos pela Climaespaco, após a assinatura do contrato com o Promotor do edifício. A montagem destes acessórios fica a cargo do Cliente.

	L (mm)	Peso (kg)	A (mm)	B (mm)
DN 15	110	1.3	5 x diâmetro	3 x diâmetro
DN 20	130	2.3	5 x diâmetro	3 x diâmetro

Tabela 21

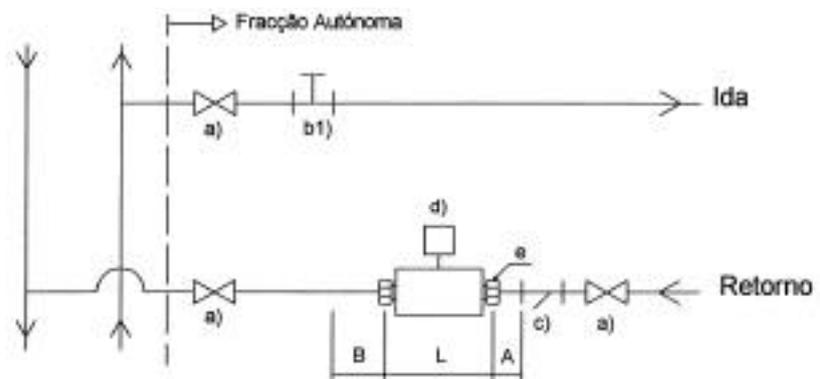


Fig. 40 – Contador Parcial DN 15 / DN 20

	L (mm)	Peso (kg)	A (mm)	B (mm)
DN 25	260	3.5	5 x diâmetro	3 x diâmetro
DN 32	260	4.0	5 x diâmetro	3 x diâmetro
DN 40	300	6.3	5 x diâmetro	3 x diâmetro
DN 50	270	11.7	5 x diâmetro	3 x diâmetro

Tabela 22

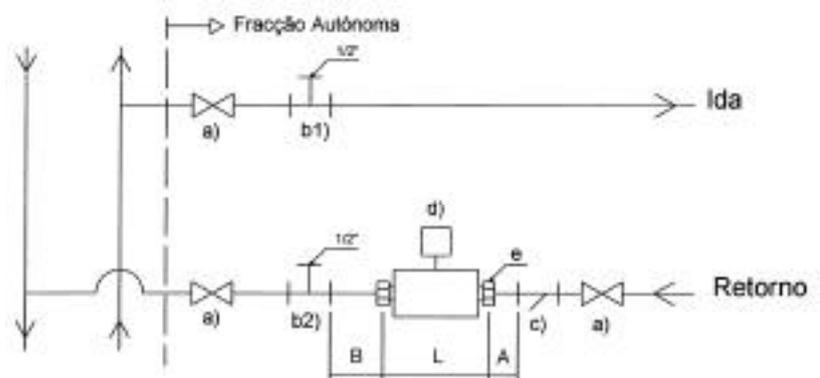


Fig. 41 – Contador Parcial DN 25 / DN 32 / DN 40 / DN 50

## Anexo B – Especificação de Alguns Equipamentos Recomendados pela Climaespaço

### B.1. Depósitos Acumuladores de Água Quente Sanitária

Deverão ser de construção robusta em aço inoxidável AISI 316 TI e disporão do equipamento de controlo e segurança adequado ao tipo de instalação específico.

O aquecimento da água sanitária será efectuado por parede dupla, isolada no exterior, onde circula água do circuito fechado de aquecimento a uma temperatura de 80°C na entrada e 60°C na saída.

Deverão ser adequados a montagem vertical e serão fornecidos com todos os acessórios necessários à sua instalação.

Poderão ser equipados com resistência eléctrica de aquecimento de "back up".

Disporão das tubagens de ligação à rede de abastecimento doméstico, saída de água quente de consumo, tubagens de interligação ao circuito fechado de distribuição de água de aquecimento e tubo de despejo.

### B.2. Ventilconvectores de Tecto

Estas unidades deverão ser adequadas à montagem no interior do tecto falso e deverão ser construídas em caixa envolvente de muito boa qualidade, em chapa de aço galvanizado de espessura apropriada e protegida contra a corrosão.

Cada unidade será equipada fundamentalmente com:

- Filtro;
- Ligação para Ar Novo;
- Bateria de água gelada;
- Bateria de água quente;
- Ventiladores centrífugos com motor de acoplamento directo;
- Tabuleiro de recolha de condensados;
- Válvulas de controlo;
- Pleno de mistura ar novo/retorno.

As características principais a que cada um dos componentes deverá obedecer são as seguintes:

- Filtro lavável, de classe EUROVENT EU3, montado em caixilho que permita a desmontagem fácil para manutenção.
- Baterias de água gelada e baterias de água quente

#### Algumas características típicas de depósitos acumuladores

Modelo	Capacidade		Área de permuta (m <sup>2</sup> )		Dimensões		Resistência eléctrica (kW)
	Circ. primário (litros)	Circ. secundár. (litros)			Altura (mm)	Diâmetro (mm)	
1	22	55	0,6	410	749	480	1,5
2	32	100	1,0	685	1154	480	2,2
3	44	150	1,2	823	983	620	2,2
4	56	200	1,6	1098	1239	620	2,5
5	72	300	2,4	1645	1724	620	2,5
6	98	500	3,1	2125	1730	770	2,5

Tabela 23



construídas em tubo de cobre com alhetas de alumínio corrugado, cravadas mecanicamente e brasadas nas juntas, testadas para uma pressão de ensaio PN 16.

- Ventiladores centrífugos de dupla aspiração de pás curvadas para a frente, com motor eléctrico de acoplamento directo e montagem central relativamente aos ventiladores.
- O conjunto motor/ventiladores deverá ser estática e dinamicamente equilibrado, e garantirá um nível de ruído reduzido.
- O motor eléctrico será adequado para funcionamento com três velocidades sendo a selecção das unidades efectuada para a velocidade média.

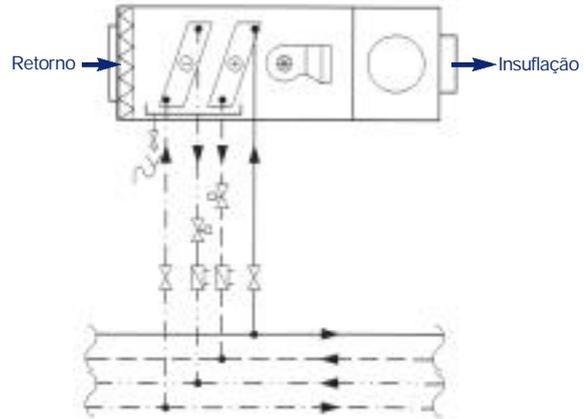


Fig. 42 – Ventiloincovecior para montagem em tecto falso

Fig.

Fig.

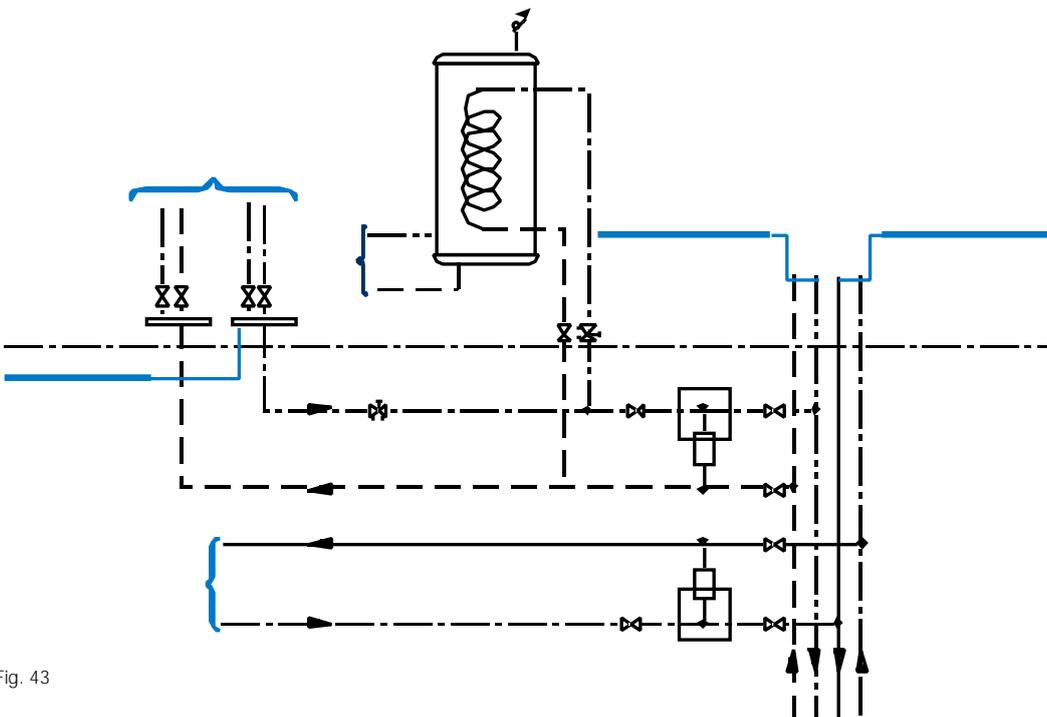


Fig. 43

- Tabuleiro de recolha de condensados em chapa de aço galvanizado, isolado exteriormente com Armaflex. Possuirá um dreno sifonado com ligação ao esgoto pluvial.

Todas as unidades deverão ser escolhidas considerando a velocidade média, possuindo níveis sonoros

muito baixos, não devendo ultrapassar o critério NC 35 no caso das unidades localizadas nos escritórios.

A selecção deverá ser realizada de forma a garantir a potência de arrefecimento, considerando o ponto de mistura à entrada das baterias de acordo com as condições de projecto.

## Algumas características típicas de Ventilconvectores

MODELO		1	2	3	4	5	6	7	8
TEMPERATURA DA ÁGUA	COND. DO AR DERETORNO	SENS. kW TOTAL kW							
7°C entrada	24°C	0,81	1,35	1,84	2,43	2,81	3,01	4,53	4,96
17°C retorno	40% HR	0,81	1,65	1,84	2,43	2,81	3,01	4,53	4,96
7°C entrada	25°C	0,89	1,49	2,02	2,67	3,08	3,30	4,96	5,45
17°C retorno	40% HR	0,89	1,49	2,02	2,67	3,08	3,30	4,96	5,45
7°C entrada	26°C	0,97	1,62	2,20	2,91	3,35	3,60	5,39	5,93
17°C retorno	40% HR	0,97	1,62	2,20	2,91	3,35	3,60	5,39	5,93

Tabela 24

Serão equipados com bombas de condensados, sempre que não seja possível assegurar o escoamento natural dos condensados.

Para a selecção das baterias de arrefecimento deverá ser considerada uma temperatura da água de 7°C à chegada às baterias e um diferencial de 10° C.

Para a selecção das baterias de aquecimento deverá ser considerada uma temperatura da água de 80°C à chegada às baterias e um diferencial de 20° C.

As baterias de arrefecimento e as baterias de aquecimento deverão ser equipadas com válvula de seccionamento, válvula motorizada de duas vias de característica modulante e válvula de regulação de caudal com tomada de pressão no retorno.

Os colectores de ligação às tubagens exteriores de distribuição de água (ida/retorno), possuirão tampões de despejo e purgadores de ar. Quando aplicável, as unidades deverão ser montadas em suspensão em suportes apropriados com tratamento anticorrosivo adequado.

## B.3. Radiadores

Deverão ser de fabrico robusto em alumínio injectado a alta pressão, adequados a montagem mural.

### Pormenor tipo de ligação dos radiadores

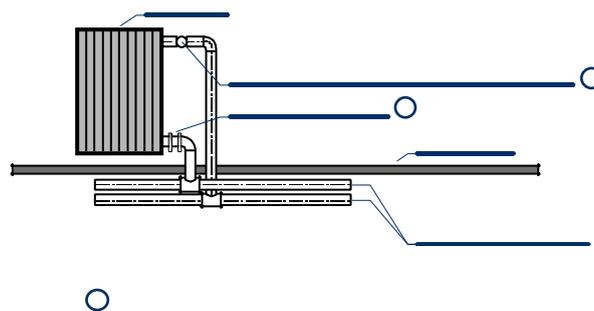


Fig. 44

Deverão ser do tipo modular sendo a capacidade de cada unidade obtida por junção de diversos módulos. As ligações entre módulos deverão ser asseguradas por colector superior e inferior que fazem parte dos mesmos permitindo uma adequada distribuição de água cuja eficiência está directamente relacionada com a performance do conjunto.

As extremidades não ligadas serão equipadas com tampão do mesmo fabricante.

Cada radiador deverá ser equipado com o seguinte



## Algumas características típicas de Radiadores

Modelo	Potência por Elemento		Dimensões por elemento			Capacidade
	Frontal com aberturas	Frontal plano	Altura (mm)	Largura (mm)	Profundidade (mm)	Água (Litros)
1	113	109	421	80	82	1,5
2	148	143	571	80	82	2,2
3	171	166	671	80	82	2,2
4	190	184	771	80	82	2,5

Tabela 25

conjunto de acessórios:

- Purgador automático de ar;
- Válvula termostática de duas vias;
- Suportes de fixação à parede;
- Válvula de dupla regulação;

## B.4. Bombas de Circulação de Água

Deverão ser do tipo centrífugo de duplo corpo em linha, no interior, com os ramais de admissão e descarga no mesmo eixo e de muito boa qualidade. Deverão possuir corpo em ferro fundido, empanques mecânicos, veio em aço inoxidável e rotor em bronze.

As ligações das bombas às tubagens deverão ser efectuadas por flanges e através de mangas flexíveis.

Os motores eléctricos deverão ser trifásicos, blindados, de 400V-50 Hz e deverão possuir protecção adequada ao local onde se encontram instaladas.

Deverão ser previstos apoios anti-vibráticos adequados à frequência mais baixa das perturbações, para que a

transmissividade do sistema não exceda 3%.

Deverão estar apoiadas em maciços adequados segundo o especificado pelo fabricante.

Deverão ser fornecidas com o equipamento completo, com todos os dispositivos de comando e protecção, ligações eléctricas, esgotos privativos, etc.

Para sinalização da operação das bombas, todas as unidades deverão ser equipadas com pressostato a instalar na compressão das mesmas, sendo considerado o seu fornecimento como parte integrante das bombas. Deverão ser de bom fabricante, de muito boa qualidade e adequadas às pressões de funcionamento das bombas que sinalizam.

## B.5. Sistemas de Controlo

Todos os elementos de controlo (sondas, controladores, válvulas modulantes) devem ser robustos e fiáveis. O conjunto da ligação do controlo deve ser preciso e simples, adaptando-se a cada aplicação.

## Algumas características típicas de Bombas

Modelo	Características							
	eléctricas	kW	hp	ln	cos	$\eta$ %	rpm	ld / lnl
1	3*380-415 V	0,25	0,33	1	0,73 - 0,64	62	1390-1410	3,1-3,3
2	3*380-415 V	0,25	0,50	1	0,73 - 0,68	67	1390-1410	3,2-3,4

Tabela 26

## Anexo C – Legislação Aplicável

Sexta-feira, 31 de Dezembro de 1999	Número 303/99 4.º SUPLEMENTO <b>I - B</b> S É R I E
	
<b>DIÁRIO DA REPÚBLICA</b>	
<b>4.º SUPLEMENTO</b>	
<b>SUMÁRIO</b>	
<b>Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território</b>	
<b>Portaria n.º 1120-B/99:</b>	
Aprova as revisões do Plano de Urbanização da Zona de Intervenção da EXPO 98 e dos Planos de Pormenor da Zona de Intervenção da EXPO 98, Zona Sul, PP3, Zona Norte, PP4, Zona Central, PPI, e Zona do Recinto da EXPO 98, PP2 .....	9362-(14)
<b>Portaria n.º 1130-C/99:</b>	
Aprova os Planos de Pormenor da Zona de Intervenção da EXPO 98, Zona de Sacadim, PPS, e Parque do Tajo, PPI6 .....	9362-(59)

