

Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Civil
Disciplina ECV5317 – Instalações I

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

Prof. EneDir Ghisi, PhD
Eng. Civil Eloir Carlos Gugel, Mestrando

Florianópolis, Agosto de 2005

Sumário

2	Instalações prediais de água quente	3
2.1	Terminologia	3
2.2	Informações gerais	4
2.2.1	Responsabilidade técnica	4
2.2.2	Exigências a serem observadas no projeto	4
2.2.3	Finalidade de uso e temperatura da água	4
2.3	Modalidades de fornecimento de água quente	4
2.3.1	Sistema individual	4
2.3.1.1	Geração e reservação	4
2.3.1.2	Distribuição	5
2.3.1.3	Critérios para escolha deste sistema.....	5
2.3.2	Sistema central privado.....	5
2.3.2.1	Geração e reservação	5
2.3.2.2	Distribuição	6
2.3.2.3	Critérios para escolha deste sistema.....	6
2.3.3	Sistema central coletivo	7
2.3.3.1	Geração e reservação	7
2.3.3.2	Distribuição	7
2.3.3.3	Critérios para escolha deste sistema.....	9
2.4	Sistema de aquecimento com energia solar	9
2.4.1	Uso da energia solar	9
2.4.2	Características da energia solar.....	9
2.4.3	Geração de água quente à base de energia solar.....	9
2.4.4	Coletores	9
2.4.4.1	Ligação dos coletores	11
2.4.5	Cálculo da área dos coletores.....	12
2.5	Materiais utilizáveis.....	14
2.5.1	O cobre	14
2.5.2	O ferro	15
2.5.3	O CPVC.....	15
2.5.4	O polipropileno	16
2.5.5	O PEX (polietileno reticulado)	16
2.6	Projeto do sistema predial de água quente.....	17
2.6.1	Avaliação do consumo diário e reservação	17
2.6.2	Dimensionamento da tubulação.....	18
2.6.2.1	Vazão	18
2.6.2.2	Pressão	20
2.6.2.3	Velocidade	20
2.6.2.4	Perda de carga.....	20
2.6.3	Fontes de energia	20
2.6.4	Formas de aquecimento.....	20
2.6.4.1	Aquecimento direto	20
2.6.4.2	Aquecimento Indireto	20
2.6.5	Medição individualizada de água quente	20
2.6.6	Recirculação de água quente.....	20
2.6.7	Isolamento térmico	21
2.6.8	Dilatação das tubulações	21
2.6.9	Prumada	21
2.6.10	Apresentação do projeto	21
2.7	Referências bibliográficas.....	22

2 Instalações prediais de água quente

Há situações em que a disponibilidade de água quente sempre foi imprescindível, tais como em hospitais, hotéis, motéis, lavanderias, restaurantes, etc. Paralelamente, houve também uma evolução nas exigências de conforto nas próprias residências. Desta maneira, a instalação de água quente é, hoje, fato corriqueiro na maioria das instalações de padrão médio a alto e praticamente indispensável em qualquer prédio. As exigências técnicas mínimas a serem atendidas pela instalação de água quente estão na norma NBR 7198 – Projeto e execução de instalações prediais de água quente (ABNT, 1993).

2.1 Terminologia

Reproduzem-se abaixo algumas das definições apresentadas na NBR 7198 (ABNT, 1993):

- Aquecedor: aparelho destinado a aquecer a água.
- Aquecedor de acumulação: aparelho que se compõe de um reservatório dentro do qual a água acumulada é aquecida.
- Aquecedor instantâneo: aparelho que não exige reservatório, aquecendo a água quando de sua passagem por ele.
- Coluna de distribuição: tubulação derivada do barrilete, destinada a alimentar os ramais.
- Diâmetro nominal: dimensão utilizada para classificar o diâmetro de uma tubulação e que corresponde aproximadamente a seu diâmetro interno ou externo, em milímetros.
- Dispositivo anti-retorno: dispositivo destinado a impedir o retorno de fluídos para a rede de distribuição.
- Dispositivo de pressurização: dispositivo destinado a manter sob pressão a rede de distribuição predial, composto de tubulação, reservatórios, equipamentos e instalação elevatória.
- Engate: tubulação flexível ou que permite ser curvada, utilizada externamente para conectar determinados aparelhos sanitários – geralmente bidês e lavatórios – aos respectivos pontos de utilização.
- Isolamento térmico: dispositivo utilizado para reduzir as perdas de calor ao longo da tubulação condutora de água quente.
- Misturador: dispositivo que mistura água quente e fria.
- Ponto de utilização: extremidade a jusante do sub-ramal.
- Ramal: tubulação derivada da coluna de distribuição, destinada a alimentar aparelhos / sub-ramais.
- Reservatório de água quente: reservatório destinado a acumular água quente a ser distribuída.
- Respiro: dispositivo destinado a permitir a saída de ar e/ou vapor de uma instalação.
- Sub-ramal: tubulação que liga o ramal à peça de utilização.
- Tubulação de retorno: Tubulação que conduz a água quente de volta ao reservatório de água quente ou aquecedor.
- Válvula de segurança de temperatura: dispositivo destinado a evitar que a temperatura da água quente ultrapasse determinado valor.
- Dilatação térmica: variação nas dimensões de uma tubulação devida às alterações de temperatura.
- Junta de expansão: dispositivo destinado a absorver as dilatações lineares das tubulações.
- Dreno: dispositivo destinado ao esvaziamento de recipiente ou tubulação, para fins de manutenção ou limpeza.
- Dispositivo de recirculação: dispositivo destinado a manter a água quente em circulação, a fim de equalizar sua temperatura.

2.2 Informações gerais

2.2.1 Responsabilidade técnica

O projeto de instalações prediais de água quente deve ser elaborado por projetista com formação profissional de nível superior, legalmente habilitado e qualificado.

2.2.2 Exigências a serem observadas no projeto

As instalações prediais de água quente devem ser projetadas e executadas de modo que, durante a vida útil do edifício que as contém, atendam aos seguintes requisitos:

- a) Garantam o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente e temperatura controlável, com segurança, pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários e das tubulações, proporcionando o nível de conforto adequado aos usuários;
- b) Preservem a potabilidade da água no interior da tubulação, devendo haver plena garantia da impossibilidade prática de a água ser contaminada com refluxo de esgoto sanitário ou demais águas servidas;
- c) Racionalizem o consumo de energia através do dimensionamento correto e escolha do sistema de aquecimento adequado.

2.2.3 Finalidade de uso e temperatura da água

A temperatura mínima com que a água quente deverá ser fornecida depende do uso a que se destina. Nos pontos de consumo poderá ser feita uma dosagem com água fria para obter temperaturas menores, de acordo com os níveis de conforto dos usuários. Alguns exemplos de temperatura relacionados com os usos estão descritos na Tabela 2-1:

Tabela 2-1: Temperaturas indicadas

Ambiente	Temperatura indicada
Hospitais e laboratórios	100° C ou mais
Lavanderias	75° C a 85° C
Cozinhas	60° C a 70° C
Uso pessoal e banhos	35° C a 50° C

2.3 Modalidades de fornecimento de água quente

Como não há fornecimento público ou natural de água quente, ela deverá ser produzida dentro da edificação. Assim, tem-se três modalidades de produção de água quente.

2.3.1 Sistema individual

2.3.1.1 Geração e reservação

Nesta modalidade se produz água quente para um único aparelho ou no máximo, para aparelhos do mesmo ambiente. São aparelhos localizados no próprio banheiro ou na área de serviço. Como exemplo pode-se citar o chuveiro elétrico, onde uma resistência elétrica é ligada automaticamente pelo fluxo de água, conforme mostra a Figura 2-1. Neste caso não há reservação. Um outro exemplo a ser citado são os aquecedores individuais a gás, onde uma chama piloto é acionada pelo fluxo de água; um exemplo de aquecedor pode ser visualizado na Figura 2-1.

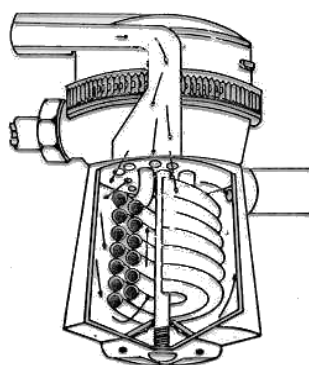


Figura 2-1 – Aparelho de aquecimento de água individual à eletricidade em corte.

Fonte: www.ecivilnet.com

2.3.1.2 Distribuição

Para este sistema não existe a necessidade de uma rede de tubulações para água quente, visto que os aparelhos estão geralmente nos ambientes em que são utilizados.

2.3.1.3 Critérios para escolha deste sistema

Este sistema é mais utilizado em edificações de baixa renda, pois o investimento inicial é baixo. A instalação da rede de água quente aumenta o custo da edificação. Vale ressaltar que a instalação de aparelhos com utilização de gás combustível requerem cuidados especiais na instalação e adequação dos ambientes, bem como dispositivo para exaustão dos gases.

2.3.2 Sistema central privado

2.3.2.1 Geração e reservação

Neste sistema se produz água quente para todos os aparelhos de uma unidade residencial (casa ou apartamento). Esta modalidade se torna vantajosa em prédios de apartamentos onde exista dificuldade de rateio na conta de energia e manutenção, que será de responsabilidade de cada condômino. O sistema central privado utiliza basicamente os seguintes tipos de fontes de energia: eletricidade, óleo combustível, gás combustível, lenha e energia solar.

Os aparelhos de aquecimento para este sistema podem ser instantâneos (ou de passagem), onde a água vai sendo aquecida à medida que passa pelo aparelho (sem reservação) ou de acumulação, onde a água é reservada e aquecida para posterior uso.

Para este sistema de aquecimento, deve haver uma prumada de água fria exclusiva, com dispositivo que evite o retorno da água do interior do aquecedor em direção à coluna de água, tal como o sifão térmico. Os aquecedores deverão ainda contar com dispositivo para exaustão dos gases e os ambientes onde os mesmos serão instalados devem obedecer às normas quanto à adequação de ambientes. No caso de instalação de aquecedores a gás combustível em residências, a norma a ser obedecida é a NBR 13103. A Figura 2-2 ilustra um aquecedor de acumulação à gás.

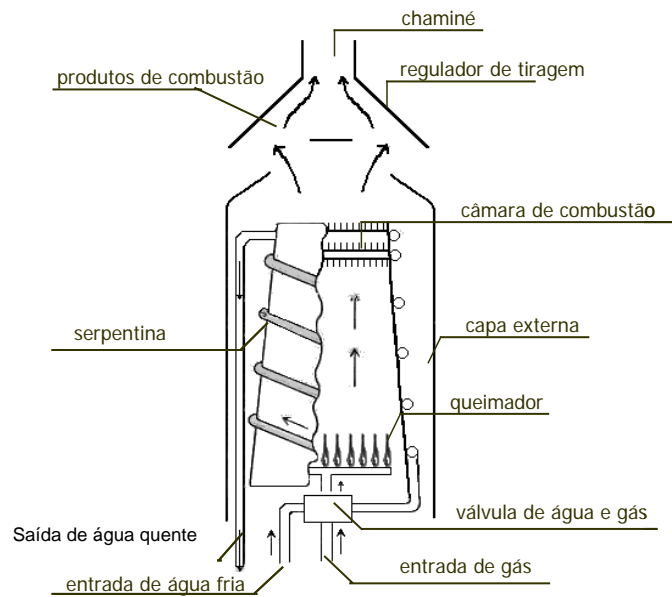


Figura 2-2 – Aquecedor de acumulação à gás.
Fonte: www.ecivilnet.com

A Figura 2-3 ilustra um aparelho de aquecimento instantâneo à gás.



Figura 2-3 – Aparelho de aquecimento de água instantâneo à gás.
Fonte: www.komeco.com.br

2.3.2.2 Distribuição

A distribuição de água quente para este sistema constitui basicamente de ramais que conduzem a água do aparelho de aquecimento até os pontos de utilização. Este caminhamento deverá ser o mais curto possível para se evitar perda de temperatura na tubulação ao longo do trecho.

2.3.2.3 Critérios para escolha deste sistema

A escolha deste sistema deve levar em conta os fatores financeiros, visto que a instalação da rede demanda um certo investimento inicial. A adequação dos ambientes também deverá ser levada em consideração, visto que os ambientes necessitam de ventilação permanente e espaço físico adequado, principalmente no caso de se adotar aquecedores de acumulação, o que demanda espaço para sua instalação. Em certos casos, a falta de espaço remete à instalação de aquecedores de passagem. Outro fator importante na escolha de aquecedores de passagem ou acumulação é o

caminhamento da tubulação. Trechos muito longos proporcionam perdas de temperatura, o que limita a utilização de um único aquecedor instantâneo. A alimentação de mais de um ponto de utilização com um único aquecedor de passagem também pode ser deficiente. Um aquecedor de acumulação, nestes casos, proporcionaria mais conforto ao usuário.

2.3.3 Sistema central coletivo

2.3.3.1 Geração e reservação

Neste sistema, se produz água quente para todos os aparelhos ou unidades da edificação. O aparelho de aquecimento é, normalmente situado no térreo ou subsolo, para facilitar a manutenção e o abastecimento de combustível. É recomendada quando não há rateio na conta, como em hotéis, motéis, hospitais, clubes, indústrias, etc. O abastecimento de água neste caso também é feito através de uma prumada exclusiva. Estes aparelhos (comumente denominados de caldeiras) podem apresentar dispositivos para a troca do energético alimentador (sistema de backup); assim tem-se caldeira a gás e eletricidade num mesmo aparelho, proporcionando a alternância da fonte de energia. Assim como nos aquecedores de acumulação para central privada, o reservatório pode estar situado conjuntamente com o gerador ou não, dependendo do espaço físico destinado ao aparelho. Assim, pode-se ter o gerador no pavimento térreo ou subsolo e o reservatório na parte superior da edificação (cobertura). A Figura 2-4 ilustra uma caldeira à gás. As dimensões variam conforme o volume contido e alguns fabricantes trazem recomendações quanto às dimensões das casas de caldeiras para a instalação das mesmas.

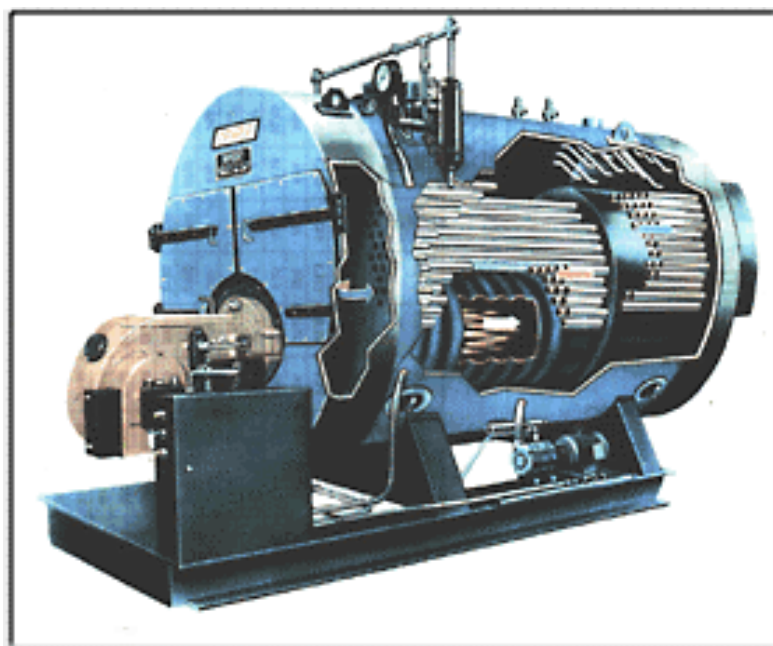


Figura 2-4 – Aquecedor de acumulação à gás combustível.
Fonte: www.tenge.ind.br

2.3.3.2 Distribuição

A distribuição neste sistema pode ser ascendente, descendente ou mista. Na distribuição ascendente (Figura 2-5), tem-se um barrilete inferior que alimenta as colunas. Na distribuição descendente (Figura 2-6), as colunas são alimentadas por um barrilete superior. Na distribuição mista (Figura 2-7), existe dois barriletes, um superior e outro inferior.

a) Distribuição ascendente

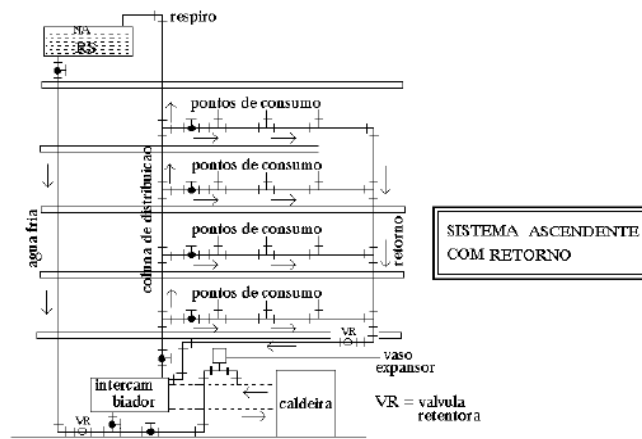


Figura 2-5 – Sistema de aquecimento ascendente.

b) Distribuição descendente

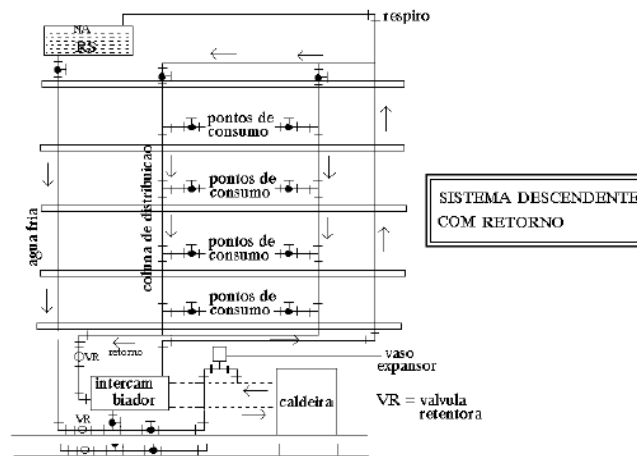


Figura 2-6 – Sistema de aquecimento descendente.

c) Distribuição mista

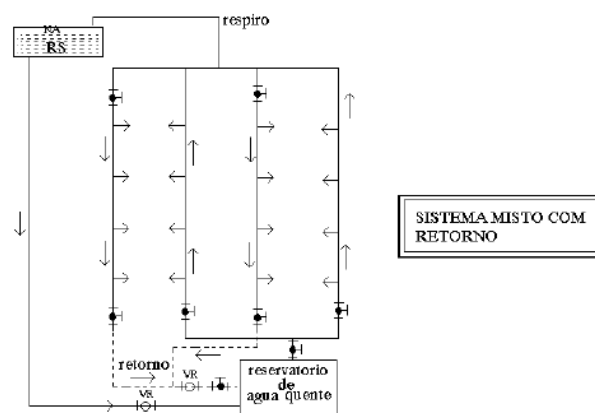


Figura 2-7 – Sistema de aquecimento misto.

2.3.3.3 Critérios para escolha deste sistema

É recomendado quando não há rateio na conta, como em hotéis, motéis, hospitais, clubes, indústrias, etc. É recomendado também quando se dispõe de pouco espaço físico no interior do apartamento, ou então, em situações onde não se deseja a instalação de aparelhos de aquecimento no apartamento. Vale ressaltar que neste sistema a água é oferecida em maiores vazões e o correto dimensionamento do sistema proporciona quantidades de água quente adequadas em todos os pontos de utilização. Entretanto, as perdas de calor no reservatório são maiores do que as perdas verificadas num aquecedor utilizado no sistema central privado.

2.4 Sistema de aquecimento com energia solar

2.4.1 Uso da energia solar

O Sol envia uma quantidade fabulosa de energia à Terra. Anualmente chegam 10^{18} kWh de energia enviados pelo Sol. Isto equivale a 10^{13} toneladas de carvão, que é a reserva total de carvão disponível. A humanidade consome aproximadamente 10^{14} kWh por ano, ou seja, 1/10000 da energia que o Sol envia. O Sol envia por hora a energia que a humanidade consome por ano.

2.4.2 Características da energia solar

A energia solar tem aproveitamento limitado por causa das seguintes características:

- a) Apresenta-se na forma disseminada, não concentrada, portanto de difícil captação;
- b) Apresenta disponibilidade descontínua (dia / noite / inverno / verão);
- c) Apresenta variações casuais (céu nublado e claro);

Assim, além do ônus da captação, também há necessidade de instalação de acumulação para os períodos ou momentos de carência. Entretanto, o uso da energia solar vai se difundindo aos poucos pois apresenta algumas vantagens:

- a) Não é poluidora;
- b) É auto-suficiente;
- c) É completamente silenciosa;
- d) É uma fonte alternativa de energia;
- e) Geralmente está disponível no local do consumo.

2.4.3 Geração de água quente à base de energia solar

O sistema de geração de água quente à base de energia solar se compõe de três elementos:

- a) Coletores de energia (placas coletoras);
- b) Acumulador de energia (reservatório de água quente);
- c) Rede de distribuição.

2.4.4 Coletores

O coletor solar é composto basicamente de uma placa de vidro plano, um elemento absorvedor (de cobre ou alumínio), um isolante térmico e uma caixa para proteção destes elementos. A Figura 2-8 ilustra um esquema de montagem de coletor solar.

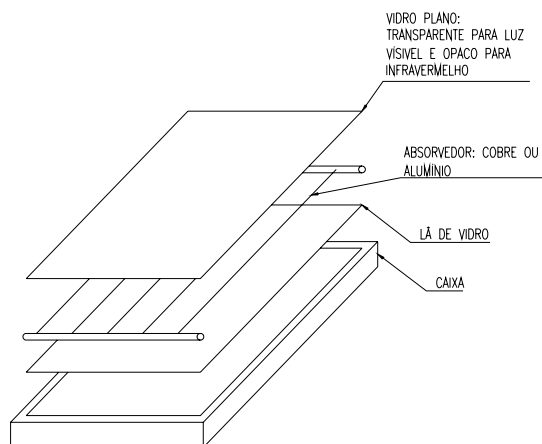


Figura 2-8 – Coletor solar.

Os coletores devem ser montados de acordo com as seguintes prescrições:

- Orientação: deverá ser orientado para o norte verdadeiro;
- Inclinação: a inclinação com a horizontal deverá ser igual à latitude do local + 5 a 10°.
- Nível: para que ocorra a circulação normal (fluxo ascendente de água com temperatura mais elevada), deverá haver um desnível de 60cm ou mais entre a saída do coletor e o fundo do reservatório de água quente.

A Figura 2-9 ilustra um sistema típico de instalação de aquecimento solar.

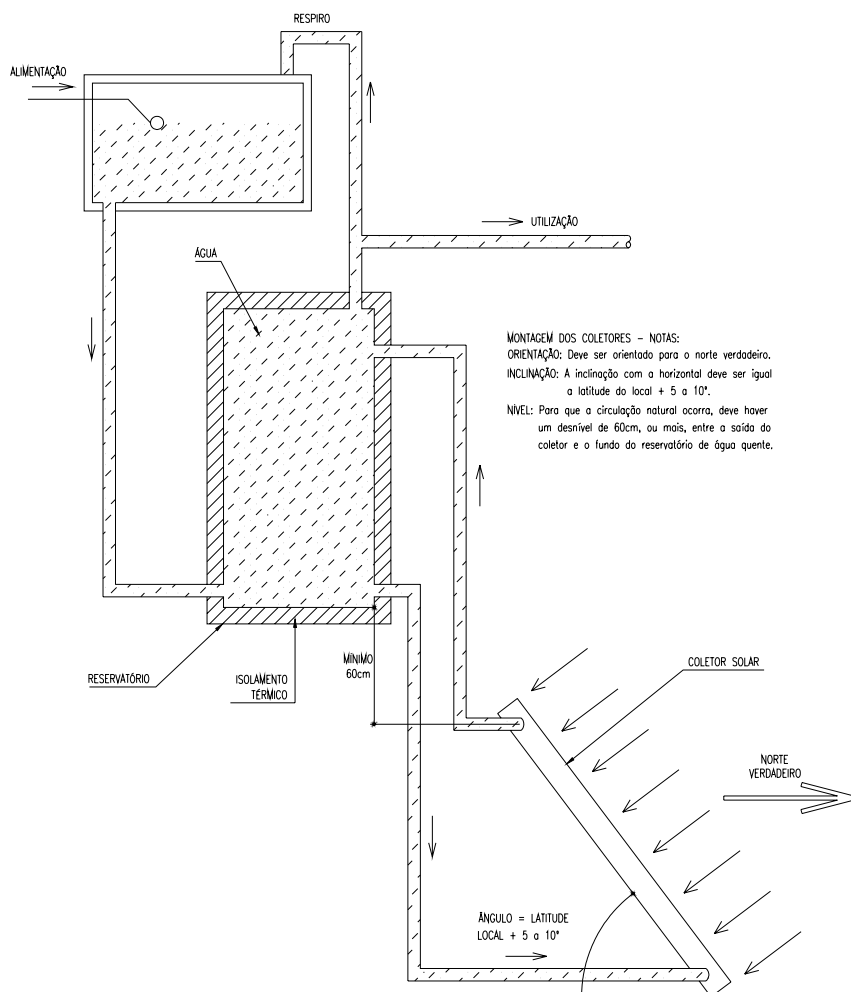


Figura 2-9 – Esquema típico de instalação de aquecimento solar.

2.4.4.1 Ligação dos coletores

Há três maneiras de se ligarem os coletores:

a) Ligação em paralelo

Nesta ligação, a circulação normal funciona bem. Todos os coletores funcionam na mesma temperatura e têm a mesma eficiência. Conforme a Figura 2-10, considerando-se C1, C2 e C3 os coletores; T1, T2 e T3 as temperaturas dos coletores e E1, E2 e E3 as eficiências dos coletores, se verifica que:

$T1 = T2 = T3$ e $E1 = E2 = E3$. Usando-se mais coletores, aumenta-se o volume de água quente mas não aumenta a temperatura.

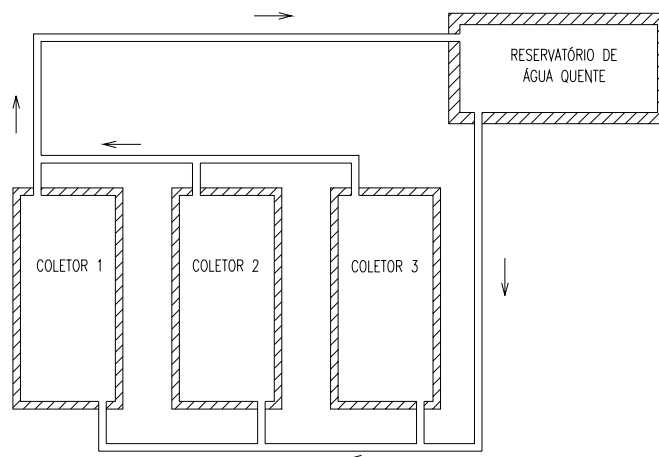


Figura 2-10 – Coletores solares ligados em paralelo.

b) Ligação em série

Nesta ligação a circulação deve ser forçada. Para isto utiliza-se bombas de circulação ou pressurizadores. A Figura 2-11 ilustra um pressurizador, que apresenta potências variadas, a depender do tamanho da instalação. Para residências e pequenas instalações, esta potência geralmente fica entre 1/6 CV e 1/2 CV.



Figura 2-11 – Pressurizador para rede de água.

Fonte: www.komeco.com.br

Conforme a Figura 2-12, considerando-se C1, C2 e C3 os coletores; T1, T2 e T3 as temperaturas dos coletores e E1, E2 e E3 as eficiências dos coletores, se verifica que:

$T1 < T2 < T3$ e $E1 > E2 > E3$.

A água passa em todos os coletores, e em cada coletor há um ganho de temperatura. Usando mais coletores, aumenta a temperatura da água, porém não aumenta o volume.

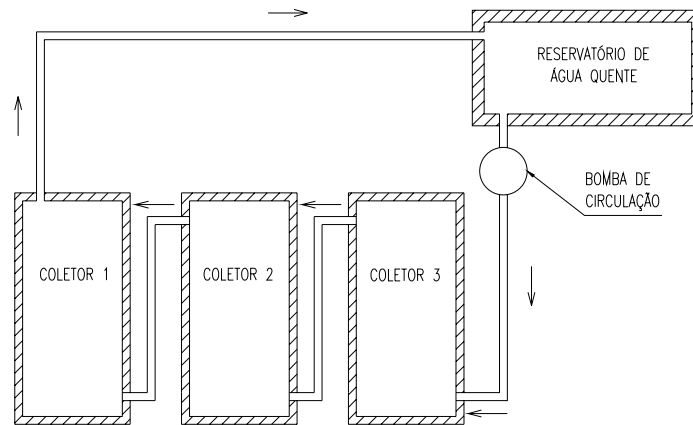


Figura 2-12 – Coletores solares ligados em série.

c) Ligação em série/paralelo

É uma combinação das ligações anteriores e a circulação deve ser forçada. Utiliza-se esta modalidade quando se deseja aumentar tanto o volume quanto a temperatura da água. A Figura 2-13 apresenta o esquema típico de instalação deste tipo de ligação.

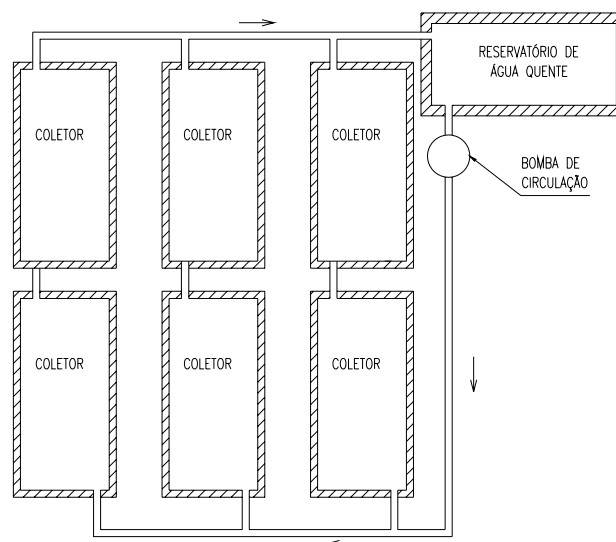


Figura 2-13 – Ligação série / paralelo dos coletores solares.

2.4.5 Cálculo da área dos coletores

A área de coletores necessária é calculada pela equação:

$$A = \frac{Q}{I \times R}$$

Onde:

A = área dos coletores (m²);

Q = calor necessário (kcal / dia);

I = intensidade de radiação solar (kWh/m² ou kcal x h/m²);

R = rendimento dos coletores (geralmente 50%).

Exercício 2-1. Determinar a área de coletores solares necessários para suprir uma residência em Florianópolis composta por seis pessoas. Considerar $I = 4200\text{kcal/m}^2/\text{dia}$.

A Figura 2-14 ilustra um sistema típico de aquecimento de água com energia solar para uma residência. Verifica-se neste caso uma altura recomendada de 30cm entre o topo das placas e a base do tanque térmico. Este dado deverá ser consultado junto ao fabricante dos equipamentos a serem instalados.

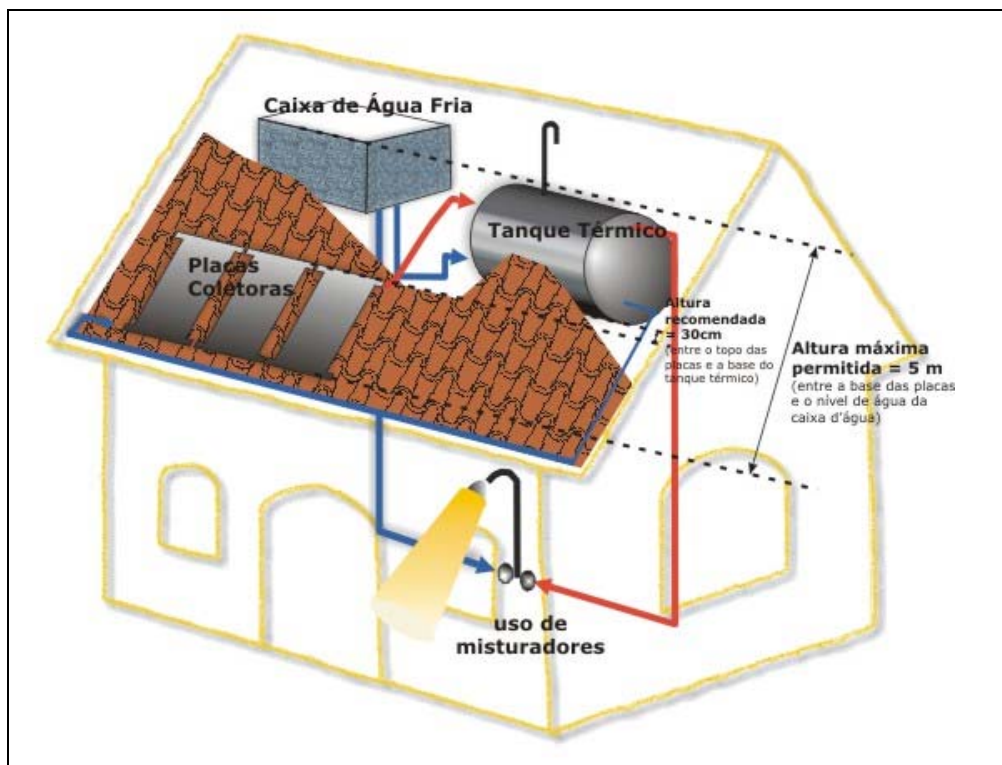


Figura 2-14 – Instalação de energia solar para uma residência.
Fonte: www.alosolar.com.br

A Figura 2-15 ilustra os componentes desta instalação, sendo:

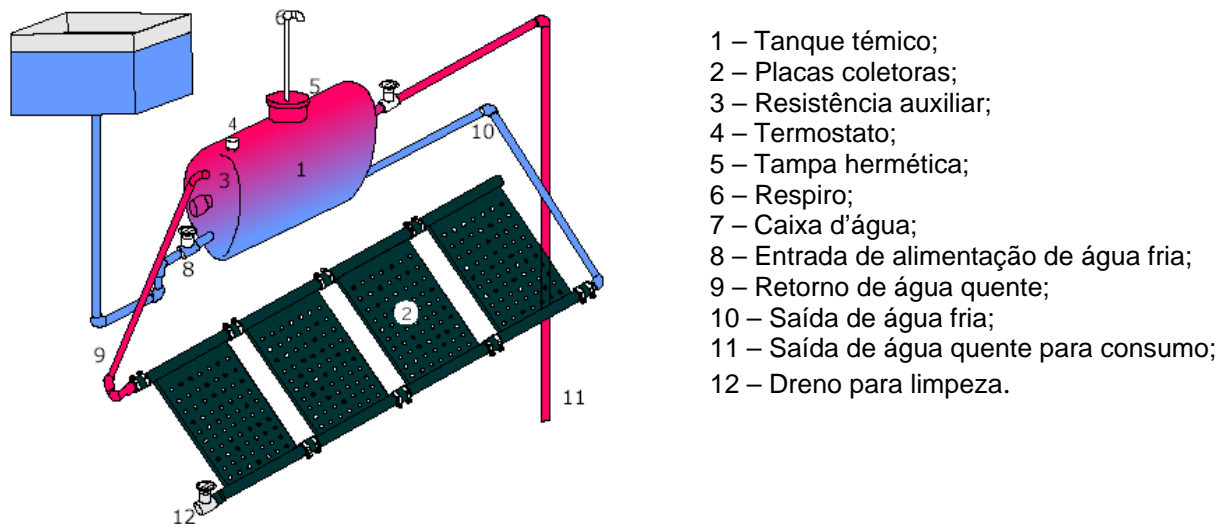


Figura 2-15 – Componentes da instalação de um sistema de aquecimento solar residencial.

Fonte: www.alosolar.com.br

2.5 Materiais utilizáveis

2.5.1 O cobre

Primeiro metal utilizado pelo homem, o cobre representa uma descoberta fundamental na evolução humana, por ser utilizado nas diversas fases tecnológicas pelas quais o ser humano passou. De acordo com o site www.procobre.org/br, o cobre apresenta as seguintes propriedades:

- Densidade: $8,96 \text{ g / cm}^3$ (20°C);
- Ponto de fusão: 1083°C ;
- Ponto de ebulição: 2595°C ;
- Coeficiente de dilatação térmica linear: $16,5 \times 10^{-6} \text{ cm/cm/}^\circ\text{C}$ (20°C);
- Resistividade elétrica: $1,673 \times 10^{-6} \text{ ohm.cm}$ (20°C) ;
- Pressão de vapor: 101 mm Hg à 20°C ;
- Condutividade elétrica: 101 % IACS à 20°C ;
- Calor latente de fusão: 50,6 cal/g;
- Calor específico: $0,0912 \text{ cal/g/}^\circ\text{C}$ (20°C);
- Forma cristalina: cúbica de faces centradas;

O cobre apresenta custo elevado, mas uma vida útil bastante longa. O limite de temperatura fica acima do mínimo normalmente exigido. O cobre apresenta excelente resistência à corrosão e à pressão, atendendo aos limites impostos pela NBR 7198. Apresenta também resistência ao golpe de aríete. Para a execução das tubulações pode ser utilizada solda (geralmente estanho), o que exige mão-de-obra especializada. A instalação requer isolamento térmico. A Figura 2-16 mostra conexões e tubulações em cobre.



Figura 2-16 – Conexões e tubulações em cobre.

Fonte: www.dbgraus.com.br

2.5.2 O ferro

Apresenta custo elevado, embora menor que o do cobre. Devido às incrustações e corrosões, pode apresentar vida útil mais reduzida se comparado ao cobre. Apresenta coeficiente de dilatação alto, em torno de $1,2 \times 10^{-5} \text{ m}^{\circ}\text{C}$. A instalação requer isolamento térmico. As juntas são rosquedas, exigindo mão-de-obra especializada.

2.5.3 O CPVC

Termoplástico semelhante ao pvc, porém com maior percentual de cloro, o policloreto de vinila clorado é o material que apresenta o menor custo. Apresenta vida útil longa, baixo coeficiente de dilatação e baixa condutividade térmica, o que dispensa o uso de isolamento térmico. As juntas são soldáveis, exigindo mão-de-obra treinada. A principal limitação quanto ao uso de cpvc é o limite de temperatura, que é de 80°C , o que exige a instalação de termoválvula com termoelemento, conforme Figura 2-17.



Figura 2-17 – Termoelemento para termoválvula - uso em tubulações de cpvc.
Fonte: www.tigre.com.br / referência “aquaterm”

A termo-válvula é utilizada para impedir que a água ultrapasse a temperatura de 80°C através da mistura com água fria. A termoválvula deve ser instalada entre o aquecedor e a tubulação de água quente, conforme Figura 2-18. Deve se ter cuidado na observação da vida útil da termoválvula.

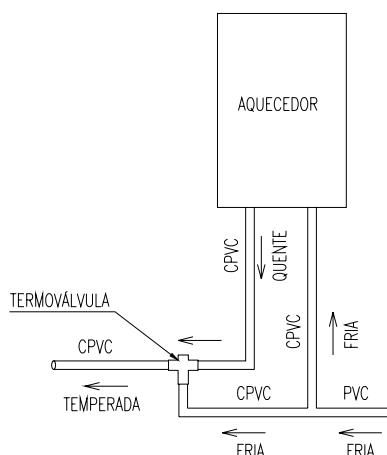


Figura 2-18 – Instalação de sistema de aquecimento de água com cpvc – utilização de termoválvula.

A Figura 2-19 mostra conexão e tubulação em cpvc.



Figura 2-19 – Conexão e tubulação de cpvc.
Fonte: www.dbgraus.com.br

2.5.4 O polipropileno

O polipropileno é uma resina poliolefínica cujo principal componente é o petróleo. Por sua versatilidade apresenta várias aplicações, e dentre elas se destaca o uso nas instalações de água quente. Apresenta coeficiente de dilatação térmica aproximada de $10 \times 10^{-5} \text{ cm/cm}^\circ\text{C}$. Sua instalação é relativamente fácil, sendo as conexões e emendas soldadas por termofusão. A Figura 2-20 mostra tubulação e conexão em polipropileno.



Figura 2-20 – Tubulação e conexão em polipropileno.
Fonte: www.dbgraus.com.br

2.5.5 O PEX (polietileno reticulado)

O polietileno é uma resina termoplástica muito utilizada em instalações de gesso acartonado. É utilizado conduzindo-se o tubo dentro de um outro tubo guia, tanto para instalação de água fria quanto de água quente. Um exemplo de instalação com tubos PEX está ilustrado na Figura 2-21. Como característica podem ser citadas a flexibilidade, ausência de fissuras por fadiga e vida útil prolongada. Apresenta também boa resistência à temperatura (bibliografias indicam cerca de 95°C).

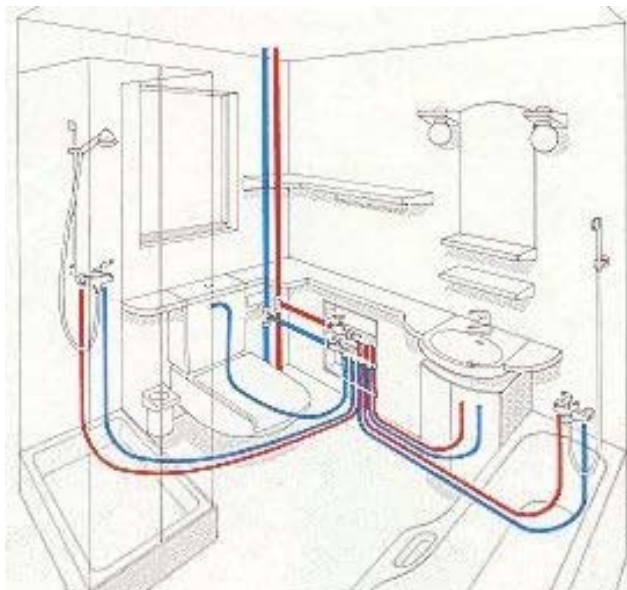


Figura 2-21 – Instalação de água fria e quente utilizando sistema PEX.
Fonte: www.dbgraus.com.br

Em relação aos custos de cada material, pode-se observar que os mesmos variam em função do mercado, com os materiais alternando de preço. Em geral, a ordem decrescente de preço é: polipropileno, cobre e cpvc, citando apenas os mais utilizados.

2.6 Projeto do sistema predial de água quente

2.6.1 Avaliação do consumo diário e reservação

O consumo diário é determinado através da seguinte equação:

$$Cd = C \times P$$

Onde:

Cd = consumo diário de água quente (l/dia);

C = consumo diário per capita (l/dia);

P = população.

O consumo diário per capita é função do uso a que se destina a edificação. Assim, a Norma NBR 7198 apresenta os valores para cada tipo de ocupação, sendo alguns deles demonstrados na Tabela 2-2.

Tabela 2-2 – Consumo de água quente per capita em função da ocupação da edificação.

Edificação	Consumo
Alojamento Provisório	24 per capita
Casa Popular ou Rural	36 per capita
Residência	45 per capita
Apartamento	60 per capita
Quartel	45 per capita
Escola Internato	45 per capita
Hotel (s/ cozinha e s/ lavanderia)	36 por hóspede
Hospital	125 por leito
Restaurante e similares	12 por refeição
Lavanderia	15 por kg roupa seca

Observações:

- Levar em consideração a taxa de ocupação para cada tipo de edificação, geralmente exposta nos códigos de obras de cada município. Para Florianópolis, considerar 2 pessoas por dormitório com até 12m². Para áreas maiores de 12m², considerar 3 pessoas por dormitório;
- É indispensável que o acumulador (reservatório de água quente) tenha pelo menos a capacidade igual a da banheira;
- No caso de apartamentos com central coletiva, considerar duas pessoas por dormitório, mais empregados, mais 150 litros por máquina de lavar instalada e mais a capacidade da banheira.

Exercício 2-2 . Determinar o consumo diário de água quente de uma edificação residencial com central privada. A residência conta com três dormitórios mais dependência de empregada e banheira de 150 litros.

Exercício 2-3. Determinar o consumo diário de água quente de um prédio com sete pavimentos, com três apartamentos por andar, com dois dormitórios por apartamento, sem dependência de empregada mas com banheira (180 litros). Considerar central coletiva.

O consumo de água quente não ocorre de forma contínua ao longo das 24 horas diárias, ou seja, ocorrem picos diários de consumo. A Tabela 2-3 e Tabela 2-4 são úteis na avaliação destes picos e na escolha do aquecedor adequado. Estes dados deverão ser avaliados pelo projetista e analisados conforme as exigências de cada cliente, que poderá optar ou não pela redução do volume diário a ser armazenado.

Tabela 2-3 – Avaliação do consumo diário

Tipo de edifício	Consumo diário à 60° C	Consumo nas horas de pico (l/h)	Duração do pico (horas)	Capacidade do reservatório em função do CD	Capacidade horária de aquecimento em função do CD
Residências Apartamentos Hotéis	60 l / pessoa / dia	1 / 7	4	1 / 5	1 / 7
Edifícios de escritórios	2,5 l / pessoa / dia	1 / 5	2	1 / 5	1 / 6
Fábricas	6,3 l / pessoa / dia	1 / 3	1	2 / 5	1 / 8
Restaurantes 3º classe 2º classe 1º classe	Litros / pessoa 1,9 3,2 5,6			1 / 10	1 / 10

Tabela 2-4 – Dimensionamento da capacidade do aquecedor em função do consumo diário.

Consumo diário à 70° C (litros)	Capacidade do aquecedor (litros)	Potência (kW)
60	50	Depende do fabricante
95	75	
130	100	
200	150	
260	200	
330	250	
430	300	
570	400	
700	500	
850	600	
1150	750	
1500	1000	
1900	1250	
2300	1500	
2900	1750	
3300	2000	
4200	2500	
5000	3000	

2.6.2 Dimensionamento da tubulação

2.6.2.1 Vazão

Para o correto funcionamento do sistema de água quente, o mesmo deve ser dimensionado de modo a garantir água na quantidade e temperatura correta para todos os pontos de utilização. Para isto, a

Tabela 2-5 apresenta alguns pontos de utilização com suas respectivas bitolas normalmente utilizadas (em polegadas), vazões (litros / segundo) e pesos relativos.

Tabela 2-5 – Pontos de utilização de água quente com bitolas, vazões e pesos relativos.

Ponto de utilização	Diâmetro de referência (polegada)	Vazão (l / s)	Peso relativo
Banheira	½	0,30	1,0
Bidê	½	0,06	0,1
Chuveiro	½	0,12	0,5
Lavatório	½	0,12	0,5
Pia de cozinha	½	0,25	0,7
Lavadora de roupa	¾	0,30	1,0

A determinação dos pesos para cada aparelho segue os mesmos procedimentos utilizados para o cálculo de vazão de água fria. Para a determinação da quantidade de água quente a ser fornecida para a edificação podem ser utilizadas as seguintes equações:

$$m_m \times \phi_m = m_f \times \phi_f + m_q \times \phi_q$$

Onde:

M_m = massa de água da mistura (kg);

ϕ_m = temperatura de água da mistura (°C);

m_f = massa de água fria (kg);

ϕ_f = temperatura de água fria (°C);

m_q = massa de água quente (kg);

ϕ_q = temperatura de água quente (°C);

A seguinte equação também pode ser utilizada:

$$q_{AQ} = \frac{(t_{mist} - t_{AF})}{(t_{AQ} - t_{AF})} \times q_{mist}$$

Onde:

q_{AQ} = vazão de água quente (l/s);

t_{mist} = temperatura de mistura (° C);

t_{AF} = temperatura de água fria (° C);

t_{AQ} = temperatura de água quente (° C);

q_{mist} = vazão de mistura (l/s).

Exercício 2-4. O proprietário de um hotel contratou você para que dimensionasse o sistema de água quente para a edificação. Consultando a bibliografia especializada e estabelecendo a vazão, tempo médio de banho e número provável de banhos no horário de pico, entre outros parâmetros, você concluiu que a vazão de projeto deve ser igual à 500kg/hora de água à 38° C. O sistema é aquele em que o hóspede controla as vazões de água fria e quente nos registros da ducha para obter a temperatura desejada. Na condição mais crítica, considerando a temperatura ambiente da água como 8° C, e a do reservatório, 65° C, qual é a massa necessária de água quente para satisfazer às necessidades da mistura de água quente e fria?

2.6.2.2 Pressão

A NBR 7198 recomenda os valores máximos e mínimos da pressão em qualquer ponto da rede:

- a) pressão estática máxima: 400 kPa (40mca);
- b) pressão mínima de serviço:
 - torneiras - 0,50 mca;
 - chuveiros - 1,00mca.

Estes valores são os mesmos adotados para o dimensionamento da rede de água fria.

2.6.2.3 Velocidade

O valor limite determinado pela NBR 7198 é de 3,0m/s, mesmo valor adotado para o dimensionamento da rede de água fria.

2.6.2.4 Perda de carga

Deve ser utilizada a mesma metodologia indicada para o cálculo das perdas em tubulações de água fria, respeitando-se os coeficientes em função dos materiais utilizados.

2.6.3 Fontes de energia

Para o aquecimento da água na edificação dispõe-se basicamente de três fontes:

- a) Combustão de sólidos (madeira, carvão, etc), líquidos (óleo, querosene, álcool, etc) ou gases (gás natural, glp, etc);
- b) Eletricidade;
- c) Energia solar.

Na prática, estas fontes podem ser associadas, sendo uma a fonte principal e a outra a fonte suporte (o que comumente é chamado de backup). Numa eventual falta ou deficiência da fonte principal a fonte suporte a substitui ou complementa o fornecimento. É o caso da energia solar que tem como suporte a eletricidade ou glp, para longos períodos nublados.

2.6.4 Formas de aquecimento

2.6.4.1 Aquecimento direto

O calor é transferido diretamente da fonte de calor para a água que será aquecida. É utilizado na modalidade individual de fornecimento, nos aquecedores de passagem, sejam elétricos (chuveiros, torneiras, etc) ou a gás, também utilizado na modalidade que utiliza central privada, seja elétrica ou a gás.

2.6.4.2 Aquecimento Indireto

Neste caso a fonte de calor aquece um fluido intermediário. Este fluido cede calor para a água no intercambiador (trocaador de calor). É utilizado na modalidade de aquecimento central coletivo.

2.6.5 Medição individualizada de água quente

Assim como nas instalações de água fria, a medição individualizada de água quente proporciona economia de água e uma cobrança mais justa dos condôminos. A instalação de hidrômetros individuais resolve a questão, mas a exemplo da instalação de água fria, são necessárias algumas modificações construtivas.

2.6.6 Recirculação de água quente

Para evitar o resfriamento de água nas tubulações (casos em que existe uma paralisação temporária

no consumo e a água, por convecção, radiação ou condução, esfria nas tubulações) é comum o uso de sistema de recirculação, que consiste basicamente na interligação dos pontos mais distantes da rede ao equipamento de aquecimento. A recirculação pode ser natural (pela diferença de temperatura e por consequência, de densidade dos líquidos) ou forçada (através do uso de bombas). A Figura 2-5, Figura 2-6 e Figura 2-7 apresenta os vários sistemas de aquecimento providos de retorno.

2.6.7 Isolamento térmico

A tubulação de água quente deve ser totalmente isolada contra perdas de calor. Os isolantes mais conhecidos são: calhas de isopor, lã de vidro ou cortiça; massa de amianto e cal; argamassa de areia, cal e vermiculite. Na tubulação embutida nunca usar cimento, para que a tubulação fique livre para as dilatações térmicas. Nas tubulações não embutidas utilizar meia-cana para envolver o cano. Nas tubulações expostas a intempéries, usar, sobre o isolamento térmico, uma lâmina de alumínio para impedir a entrada de água. Para tubulações em canaletas sujeitas à umidade, proteger o isolante térmico com camada de massa asfáltica ou outro impermeabilizante. A espessura do isolamento varia em função do material com que é fabricado. Os vários tipos de materiais com os quais são confeccionadas as tubulações e conexões apresentam comportamentos distintos em relação as necessidades de isolamento. Em geral isolam-se os tubos de cobre e cpvc, mas não se usa isolamento com polipropileno. Deve-se sempre consultar as recomendações do fabricante.

2.6.8 Dilatação das tubulações

Devido à dilatação dos materiais com os quais são fabricados os tubos para condução de água quente, alguns cuidados devem ser tomados:

- Deve se evitar a aderência da tubulação com a estrutura;
- A tubulação deve poder se expandir livremente;
- Em trechos longos e retilíneos deve-se usar cavaletes, liras ou juntas de dilatação especiais que permitam a dilatação.

A Figura 2-22 ilustra um exemplo de lira e outro de cavalete. O espaçamento para execução destes elementos deverá ser consultado junto aos fabricantes.

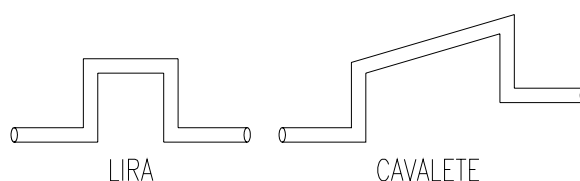


Figura 2-22 – Lira e cavalete para dilatação da tubulação de água quente.

2.6.9 Prumada

A alimentação dos aquecedores para centrais privadas ou coletivas deverá ser feita sempre com uma prumada exclusiva, pois os golpes de aríete são extremamente prejudiciais aos aparelhos.

2.6.10 Apresentação do projeto

O projeto de instalações prediais de água quente deverá ser composto de plantas baixas de todos os pavimentos (de um pavimento tipo no caso de sua existência), planta de cobertura, locação, detalhes isométricos, barrilete, memorial descritivo e de cálculo e dos detalhes construtivos que se fizerem necessários. Todas as pranchas deverão possuir legenda e selo. O espaço acima do selo deve ser reservado para carimbos de aprovação dos órgãos competentes. Geralmente, o projeto de instalações de água quente é apresentado juntamente com o projeto de instalações de água fria.

2.7 Referências bibliográficas

ABNT (1993). NBR 7198 – Projeto e execução de instalações prediais de água quente.

CREDER, H. (1995). Instalações hidráulicas e sanitárias. Livros Técnicos e Científicos Editora, 5ª Edição.

Código de Obras e Edificações de Florianópolis (2000). Disponível em http://www.pmf.sc.gov.br/prefeitura/codigo_obras_edificacoes/index.html

MACINTYRE, A.J. Manual de instalações hidráulicas e sanitárias. Ed. Guanabara, 1990.

Página da internet: www.procobre.org/br, acesso em maio de 2005.

Página da internet: www.tigre.com.br, acesso em maio de 2005.

Página da internet: www.dbgraus.com.br, acesso em maio de 2005.

Página da internet: www.alosolar.com.br, acesso em maio de 2005.