

ALTERNATIVAS PARA SISTEMAS PREDIAIS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA: ENFOQUE NA CONSERVAÇÃO DE INSUMOS

Humberto Farina

A sustentabilidade ambiental dos edifícios implica, entre outros aspectos, na preservação dos recursos naturais, com o uso racional dos insumos, tais como a água e a energia.

O aquecimento de água no Brasil representa 24% do consumo médio de energia de uma residência, segundo dados do PROCEL (2007). A fonte energética mais empregada é a eletricidade e o equipamento mais largamente empregado para este fim, ainda é o chuveiro elétrico.

Contudo, no contexto da sustentabilidade do ambiente construído, o uso da energia solar como complemento de outra fonte energética é crescente, principalmente no aquecimento de água (energia termosolar).

No Brasil, a parceria da Cohab de Minas Gerais e a Cemig, e o projeto da CDHU e da CEF no Estado de São Paulo são exemplos da aplicação destes sistemas em conjuntos habitacionais de interesse social. Esses projetos propiciam a conservação de energia em áreas onde a distribuição de energia elétrica tem maior precariedade. Algumas cidades brasileiras, tais como Belo Horizonte (uma referência do uso da energia termosolar), Rio de Janeiro, Porto Alegre e São Paulo já apresentam leis específicas para incentivo e uso desta energia. A lei nº 14.459, de São Paulo torna obrigatória a previsão ou instalação de sistema de aquecimento de água com energia solar nas edificações cujos projetos foram aprovados na Prefeitura a partir de 22 de Julho de 2008. Este cenário demonstra certamente uma situação positiva e irreversível para o futuro dos edifícios residenciais nos centros urbanos.

Outro princípio a ser observado, dentro da mesma filosofia da sustentabilidade, é o uso racional de água. O binômio água-energia engloba dois importantes insumos prediais que, se tratados de forma abrangente, trarão grande contribuição à preservação do meio ambiente.

O uso racional de água pressupõe o conhecimento do que se consome, ou seja, a existência de um sistema setorizado de medição. Para tanto, no caso de edificações residenciais unifamiliares torna-se necessária a medição individual da água, com a instalação de um hidrômetro para cada unidade consumidora.

Aqui também se verificam várias iniciativas nos municípios brasileiros, com leis que obrigam a existência da medição individualizada. Além disso, algumas concessionárias de água já estão efetuando a leitura e cobrança dos volumes medidos por hidrômetros individuais, ao invés da simples leitura do medidor principal de cada edifício.

A medição individualizada e o sistema de aquecimento solar trazem a necessidade de novas concepções dos sistemas hidráulicos para os edifícios residenciais. O meio técnico tem como desafio, portanto, propor soluções que atendam a estes novos requisitos sem que sejam onerosos na construção ou que decorram em práticas perdulárias, tanto de água quanto de energia.

Um sistema de aquecimento solar sem a possibilidade da gestão individual do consumo de água poderá provocar nos usuários a sensação de “aquecimento gratuito”, levando a banhos demorados, com o conseqüente desperdício de água.

O sistema de aquecimento solar convencional - circuito direto

Denomina-se sistema de aquecimento solar em circuito direto aquele em que a água aquecida pelos coletores solares é gerada, armazenada em um reservatório térmico e distribuída diretamente aos pontos de consumo (ver figura 1). Prevê-se junto ao reservatório térmico uma fonte de calor complementar, usualmente gás ou a energia elétrica para os dias de energia solar insuficiente para o alcance da temperatura da água desejada.

A concepção hidráulica de um sistema de aquecimento de água solar convencional contempla colunas de distribuição que alimentam diretamente os ambientes sanitários em que serão realizadas as atividades de consumo. Apresenta a vantagem de distribuir a água quente da fonte aos pontos de consumo pelo menor trajeto, consumindo menor quantidade de materiais na execução e possibilitando menores perdas de calor para o meio ambiente.

No entanto, esta concepção não favorece a adequada instalação da medição individualizada. Isso se deve ao fato de que é necessária a instalação de mais de um medidor em cada unidade autônoma, em locais muitas vezes de difícil acesso, dificultando o sistema de leitura e suas manutenções corretivas e preventivas.

Os sistemas de aquecimento solar em circuito direto e a medição individual de água

Essencialmente, para implementar a medição individualizada de forma correta em um sistema de aquecimento solar de circuito direto seria necessária a instalação de medidores de água quente para cada unidade (ver figura 1). Nesse caso, uma coluna de distribuição de água quente parte da central de geração e retorna, mantendo a água quente em circulação para a manutenção da temperatura. Desta coluna, derivam os ramais de cada unidade, onde são instalados os medidores de água em local acessível e em área comum do condomínio, condição esta fundamental para a administração do sistema de medição.

Somente em situações muito específicas seria possível que cada ramal distribuisse a água quente aos ambientes sanitários da unidade sem que houvesse a previsão de um sistema retorno de água quente.

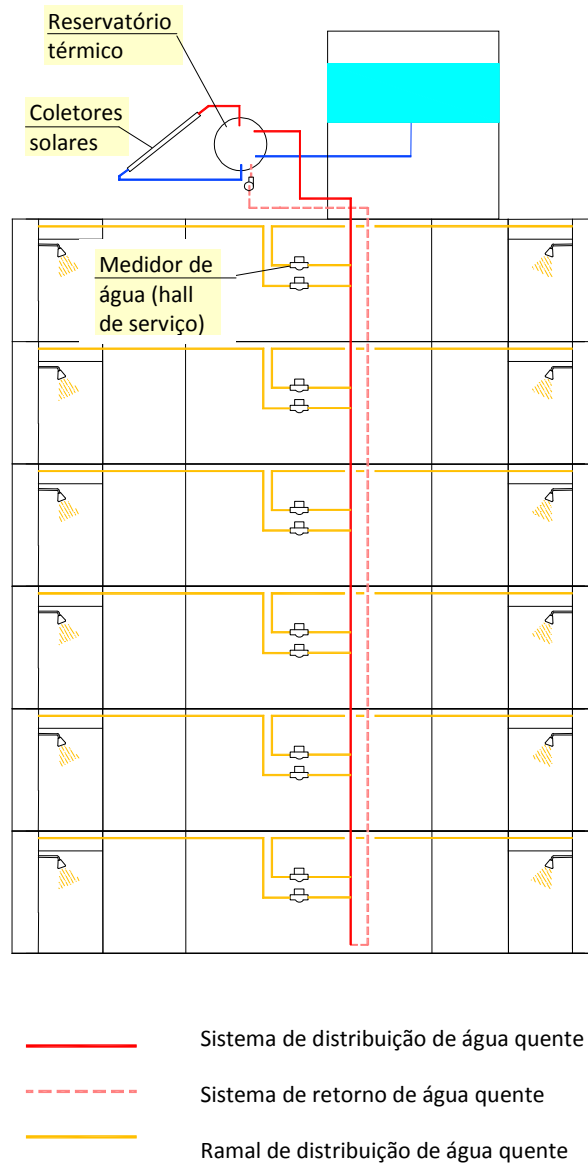


Figura 1: Sistema convencional de aquecimento solar – circuito direto com medição individualizada.

Uma possibilidade para a concepção do sistema de água quente com medição individual é descentralizar a fonte de energia complementar, instalando aquecedores privativos de passagem ou de acumulação abastecidos pela água pré-aquecida pelo sistema solar (ver figura 1).

A opção entre um aquecedor de acumulação ou de passagem está relacionada basicamente à capacidade de manutenção da temperatura de acordo com a demanda de água quente requerida e com a temperatura ambiente. Nos dois sistemas é possível a instalação de sistemas de recirculação internos à unidade, evitando o desperdício de

água devido ao tempo de espera da água quente nos pontos de consumo. Destaca-se, contudo que não são todos os aquecedores de passagem que podem ser empregados nesta configuração, uma vez que os mesmos devem possibilitar o controle de temperatura de forma a não provocar o superaquecimento da água, com o bloqueio do fluxo e não acionamento da fonte energética caso a temperatura da água de entrada já esteja na condição desejada. Para estes efeitos não ocorrerem devem ser utilizados aquecedores com regulagem de temperatura, compostos com válvulas de três vias que permitam a mistura com a água fria.

Alguns fabricantes europeus possuem aquecedores de passagem próprios para esta aplicação, munidos de válvulas misturadoras com entradas para água fria, para água do sistema solar e saída de água misturada. A válvula é regulada para a temperatura requerida, acionando a fonte energética apenas caso a temperatura da água proveniente do sistema solar esteja abaixo do desejado, ou adicionando água quando a temperatura estiver acima do valor desejado.

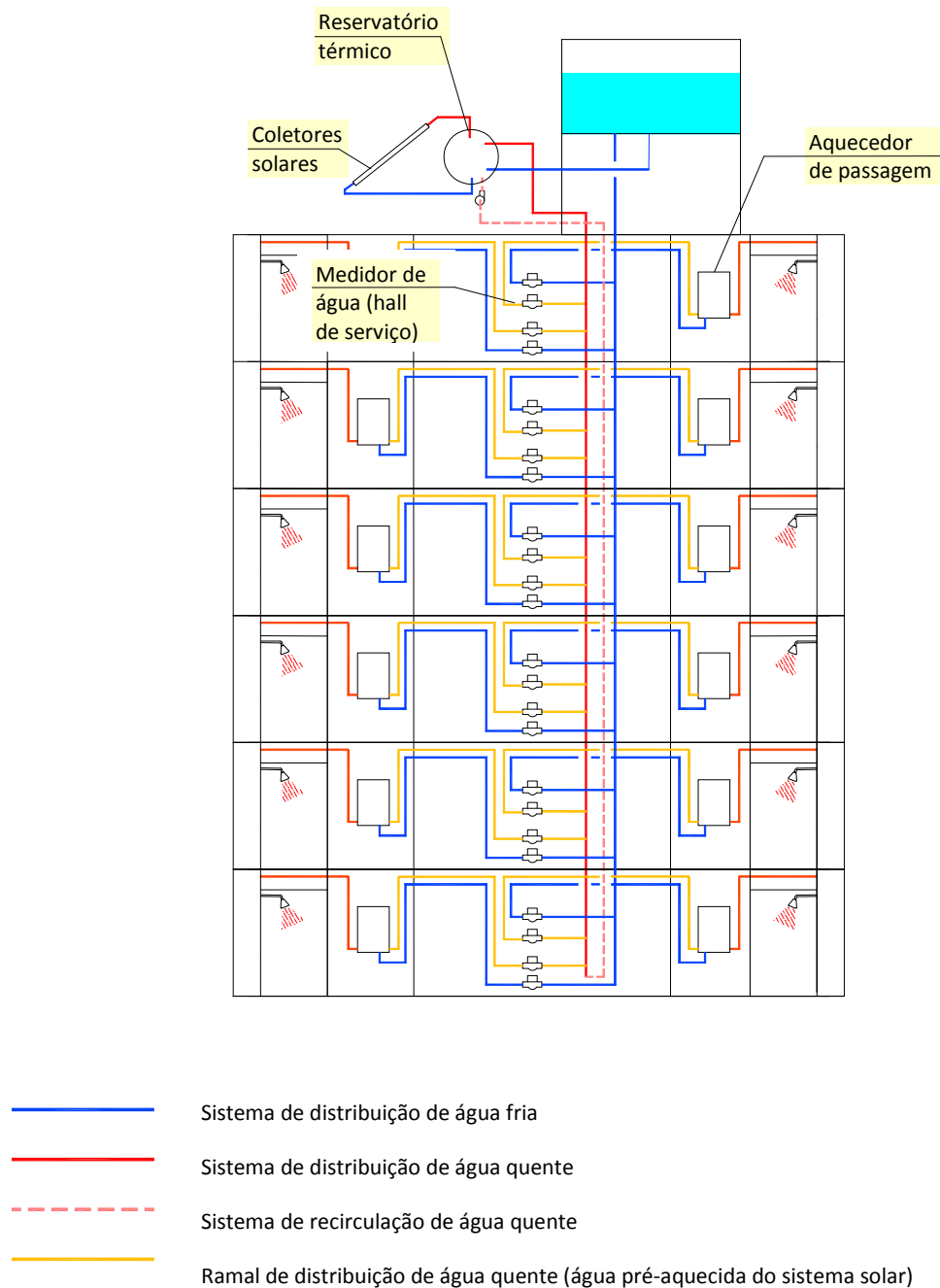


Figura 2: Sistema de aquecimento solar de circuito direto com fonte complementar de calor individualizada.

Sistema de aquecimento solar em circuito indireto

Nessa configuração, apresentada na figura 3, a água aquecida pelo sistema solar não é a que será consumida, ela circula um sistema fechado (sistema primário) e transfere o calor para trocadores de calor (placas ou reservatórios térmicos) nas unidades autônomas. A água que será consumida (circuito secundário) é medida em conjunto com o restante da água fria e será aquecida ao passar pelo trocador de calor, no qual circula a água aquecida pelo sistema solar.

A regulagem da temperatura é efetuada por válvulas de três vias ou misturadoras na saída do equipamento. O complemento da energia poderá ser realizado através de uma fonte centralizada ou individualizada.

Esta solução é largamente aplicada na Europa e apresenta grandes vantagens sobre o sistema em circuito direto:

- O circuito primário (conforme figura 3) tem um limite maior de pressão de operação (cerca de 1000 kPa), pois não abastecem diretamente os pontos de consumo. Isso faz com seja dispensado, na maioria dos casos, as válvulas redutoras de pressão, o que evita aparatos para que as linhas de recirculação tenham eficiência no sistema em alta pressão;
- O circuito primário (conforme figura 3) permite o uso de aditivos, tais como o glicol para evitar o congelamento das linhas de aquecimento, preservando os coletores de esforços promovidos pelas variações de temperatura;
- Os volumes de água reservados são dimensionados para o armazenamento de energia (reservatórios térmicos) que se requer para o suprimento de calor às unidades e não para consumo direto, o que resulta em menores volumes de armazenamento;
- O controle de sobre-aquecimento nos pontos de consumo é garantido pelos equipamentos empregados no sistema indireto.

O circuito primário ligado com água quente proveniente dos coletores solares transfere calor ao reservatório térmico por meio da serpentina inferior. Se a água atingir a temperatura pré-estabelecida ou superior, não há o acionamento do aquecedor de passagem ligado à segunda serpentina localizada na parte superior do reservatório. Por outro lado, caso o sistema solar não proporcione o aquecimento necessário, o aquecedor de passagem é acionado, complementando a temperatura da água, pela transferência de calor pela serpentina superior. Nesta situação tem-se a redução ou até a dispensa da reserva de água junto aos coletores solares, ficando apenas junto à unidade consumidora, o que requer mais espaço para a sua instalação. Além disso, o sistema de energia complementar pode ser totalmente individualizado.

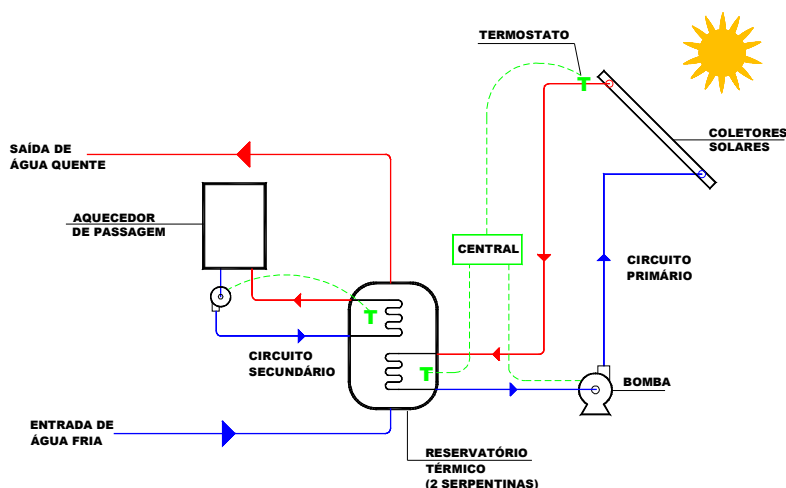


Figura 3: Sistema de aquecimento solar em circuito indireto, com fonte complementar de calor individualizada e reservatório térmico.

Outra opção é o emprego de um trocador de calor no lugar ao invés do reservatório térmico. Nesse caso, instala-se nas unidades apenas o trocador de calor, sendo a reserva de energia no tanque inercial junto aos coletores solares, podendo ou não trabalhar também aqui com trocadores de calor de placas. Na unidade, a água de saída do trocador de calor pode ter ou não a temperatura complementada pelo aquecedor de passagem, pela instalação de uma válvula de três vias regulada para uma temperatura mínima.

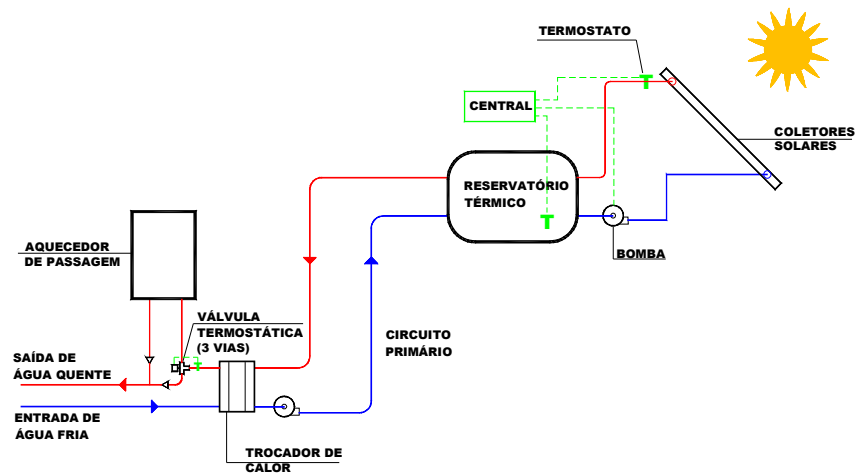
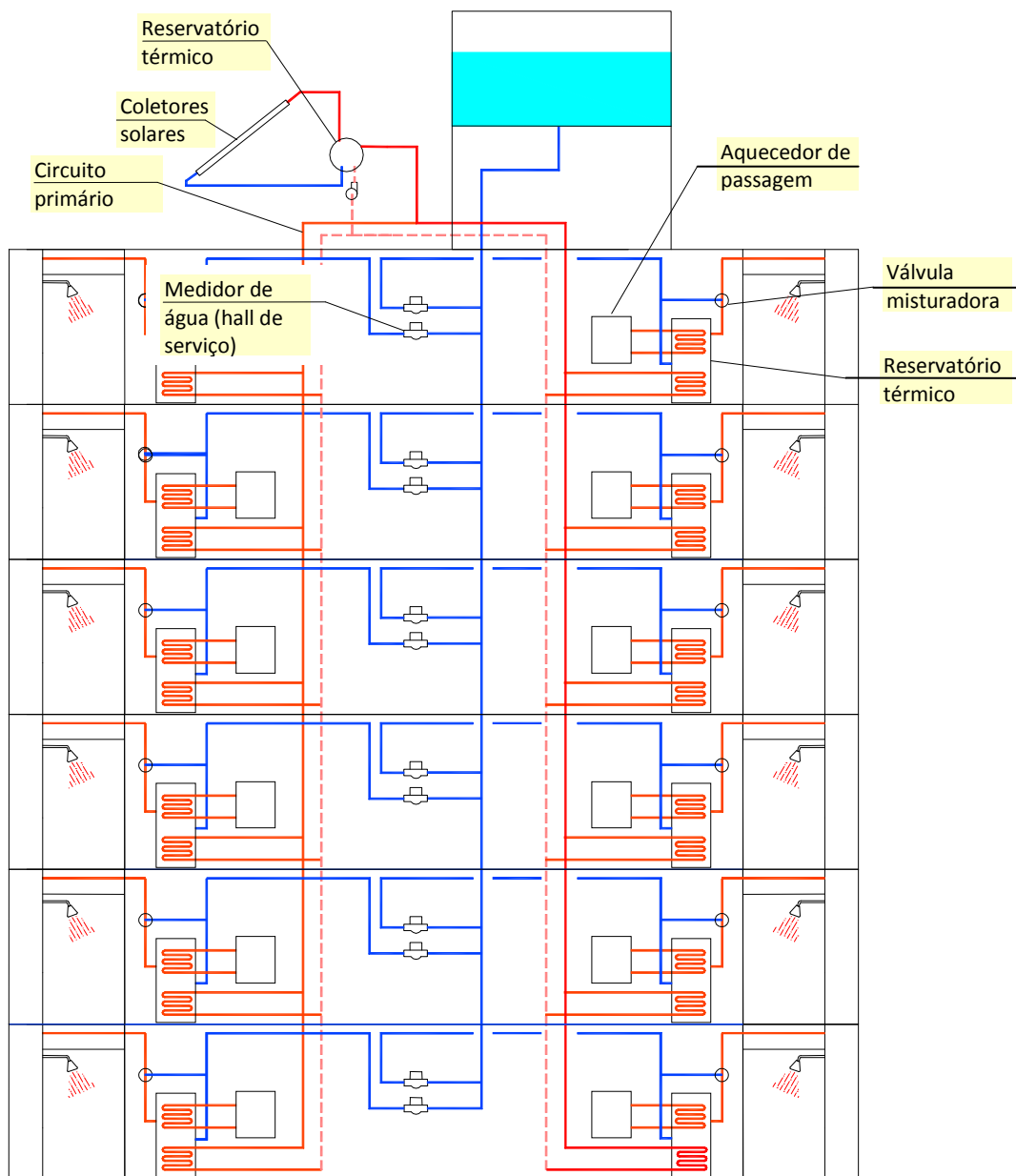


Figura 4: Sistema de aquecimento solar em circuito indireto, com fonte complementar de calor individualizada e trocador de calor de placas.

Os sistemas de aquecimento solar em circuito indireto e a medição individual de água

Como o sistema indireto de aquecimento não fornece água quente para consumo e sim energia térmica, a medição de água fica restrita à medição de água fria (ver figura 5).



- Sistema de distribuição de água fria
- Sistema de distribuição de água quente
- - - Sistema de recirculação de água quente
- Ramal de distribuição de água quente

Figura 5: Sistema de aquecimento solar em circuito indireto com reservatório térmico, complementação com aquecedores individuais e medição individualizada de água.

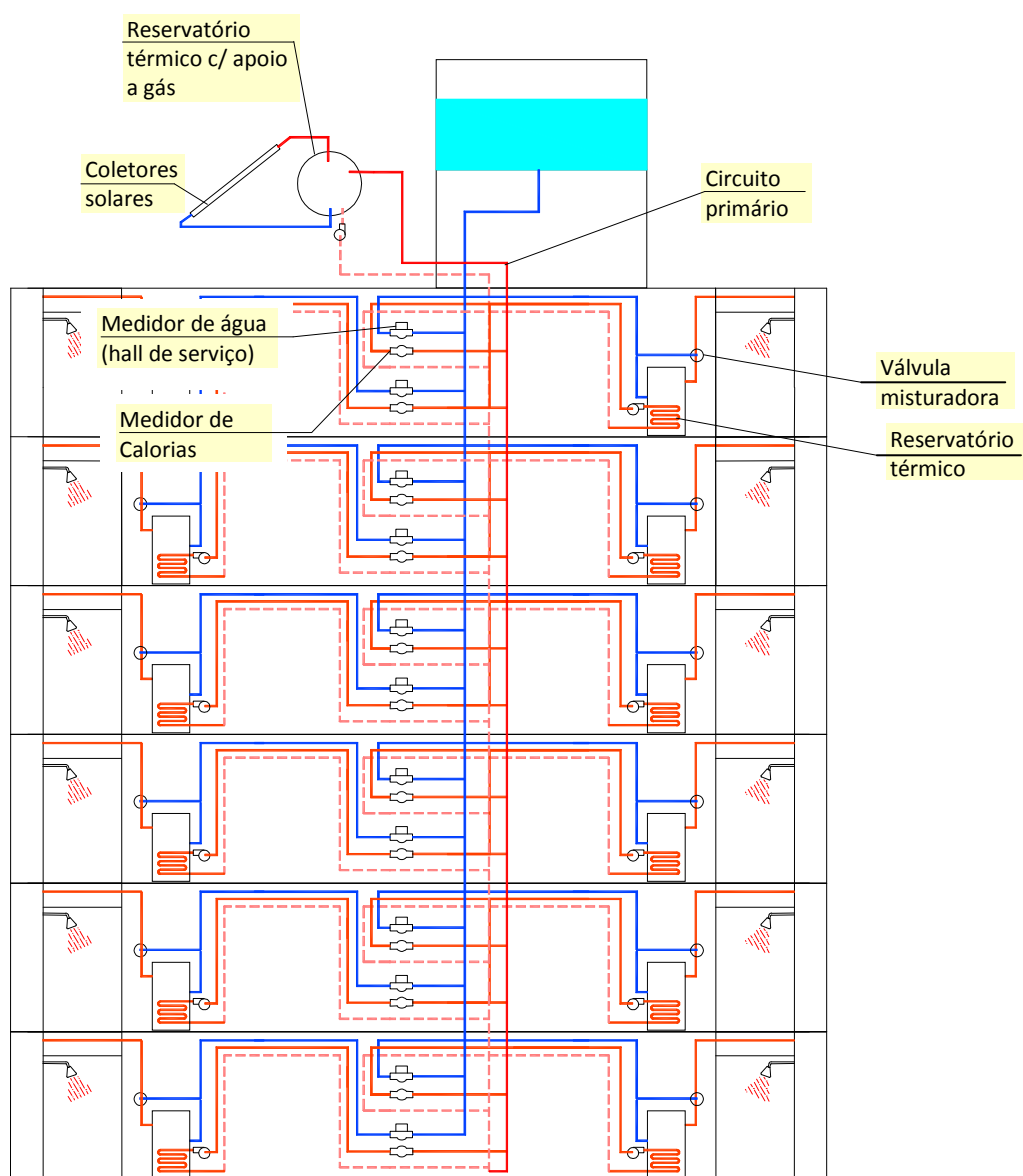
Uma tendência para edifícios com sistemas de aquecimento indireto é evitar a necessidade de instalação de aquecedores internos às unidades, concentrando toda a complementação ou geração de energia na central solar. Isto elimina, por exemplo, a necessidade de se adequar os ambientes para a instalação de equipamentos a gás combustível, que exigem condições de ventilação e a instalação de chaminés nas fachadas dos edifícios.

Por outro lado, existe a necessidade da divisão justa do consumo de energia, o que pode ser feito por medidores de calorías (BTU meters) nos circuitos de aquecimento em cada unidade (ver figura 6).

Assim, cada unidade terá um reservatório para armazenamento de energia térmica, enquanto na cobertura, junto aos coletores solares, é gerada toda a energia necessária para a totalidade de abastecimento de água quente, com a instalação, por exemplo, de geradoras a gás combustível junto ao reservatório térmico principal.

Uma variação desta solução é a adoção de reserva única de energia na cobertura, ficando nos apartamentos apenas um sistema baseado em trocadores de calor por placas ou mesmo por tanques térmicos sem a adoção de aquecedores individualizados. O armazenamento de energia em um único reservatório térmico na central comporta-se de forma mais eficiente do que o armazenamento da energia nos vários sistemas individuais. Em uma simulação para um edifício de 52 unidades em São Paulo, esta solução proporcionou um rendimento 28% maior do que a solução formada por reservatórios térmicos individuais.

Há no mercado internacional equipamentos modernos que agregam todos os dispositivos necessários para transferência do calor proveniente do sistema solar, a regulagem da temperatura de saída, a medição do consumo individual de energia e com a vantagem de ter dimensões similares aos aquecedores de passagem.



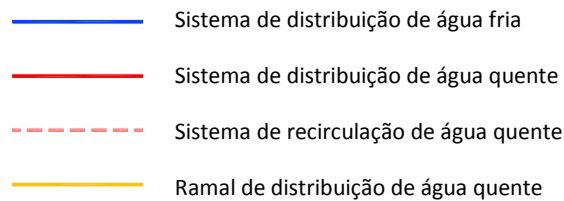


Figura 6: Sistema de aquecimento solar em circuito indireto, com fonte complementar de calor central.

Considerações finais

São várias as configurações para o projeto de um sistema de aquecimento solar. O sistema de circuito direto traz a simplicidade de instalação e baixo grau de aplicação de tecnologias (com exceção dos coletores) e consiste no sistema mais comumente empregado no país. No entanto, torna-se complexo a partir do momento em que é aplicado em edifícios altos e populosos, quando se faz necessário o armazenamento de grandes volumes de água quente e a divisão do sistema hidráulico em zonas de pressão diferentes. Quando associado à medição individualizada de água, torna necessária a instalação de medidores na tubulação que conduz água quente, com eficiência de medição de água somente em casos particulares.

Acrescentando novas alternativas de projeto, os sistemas indiretos proporcionam soluções que suprem as deficiências dos sistemas diretos. Por outro lado, implicam em um maior grau de tecnologia aplicada, necessitando que a manutenção seja efetuada por empresas especializadas.

Para os empreendedores e posteriormente para os administradores de condomínios, a utilização de sistemas indiretos apresenta algumas vantagens, tais como: menores dimensões dos reservatórios e menores diâmetros e comprimentos das redes hidráulicas, com percursos minimizados das tubulações nas áreas comuns e, finalmente, a alta pressão de operação, dispensando estações redutoras de pressão.

Porém, entende-se que a viabilidade técnica e econômica de uma concepção que contemple a racionalização do uso de água e energia só será alcançada se os estudos dos sistemas prediais forem realizados em conjunto com a concepção do edifício, permitindo a interação multidisciplinar da equipe de projeto. Não se deve imaginar que existam regras para a escolha da melhor alternativa de aquecimento para toda e qualquer solução arquitetônica e finalidade de um edifício.

A Tabela 1 apresenta um resumo das opções de sistemas de aquecimento de água tendo em vista a medição individual de insumos, independentemente da fonte energética considerada. As alternativas 2 a 4 são aquelas onde pode ser considerada a energia solar.

Tabela 1: Alternativas de sistemas de aquecimento de água e a medição de insumos.

Alternativas de sistemas de aquecimento		Medição individualizada		
		de água fria	de água quente	de energia
CIRCUITO DIRETO	1- geração de energia e de água quente individualizadas	X		X
	2- geração de água quente e de energia centralizadas	X	X	X
	3- geração de água quente centralizada e complementação de energia individualizada	X	X	X
CIRCUITO INDIRETO	4- geração de energia centralizada e geração de água quente individualizada	X		X

Exemplos de sistemas:

- (1) Sistema central privado: aquecedores de passagem e de acumulação ou conjugados;
- (2) Sistema central coletivo
- (3) Sistema central coletivo com aquecedores de passagem complementando a energia térmica (energia solar utilizada para pré-aquecimento).
- (4) Sistema central coletivo com trocadores de calor (ou reservatórios térmicos) nas unidades, sem complementação de energia individual (sistema solar tipo indireto, com apoio de energia junto ao reservatório térmico principal).

Por fim, para um melhor domínio do meio técnico para o desenvolvimento de soluções de sistemas de aquecimento eficientes do ponto de vista do uso da energia e da água, é necessário vencer alguns desafios:

- capacitar os projetistas para o desenvolvimento de projetos de sistemas prediais de aquecimento centrais coletivos em circuitos diretos e indiretos, com sistemas de medição de insumos;
- desenvolver documentação de referência para a estimativa de vazões de consumo para água quente, em especial para o banho, em cada região do país;
- desenvolver tecnologias para sistemas de aquecimento de água permitindo a conservação de água e segurança dos usuários;
- estimular a normatização de componentes e inovações para sistemas de água quente com maior velocidade;
- estimular o desenvolvimento e a produção de metais sanitários, em especial as duchas de baixa vazão com bom desempenho e confortáveis aos usuários.

Bibliografia:

PROCEL-Eletróbrás. Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: pesquisa na classe residencial. 2007
 Departamento Nacional de Aquecimento Solar (DASOL) – ABRAVA - www.cidadessolares.org.br.
 NBR 15569 – Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação.
 Beretta Caldaie – Manuais técnicos. www.berettacaldaie.it .
 Estudo de viabilidade para centrais solares indiretas: Edifício Palazzo Filipinas – São Paulo. Central de Aquecimento e Climatização, 2008.
 Rinnai Aquecedores – Catálogos técnicos. www.rinnai.com.br .
 Buderus – Catálogos técnicos. www.buderus.net
 Le Guide des Solutions Environnementales. www.energies-renouvelables.org