

MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM APARTAMENTOS

UFMG
Belo Horizonte – Minas Gerais
Fevereiro / 2010

Weber de Freitas Carvalho

MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM APARTAMENTOS

Monografia apresentada à banca examinadora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, como parte dos requisitos para obtenção do título do Curso de Especialização em Construção Civil.

Professor Orientador: Doutor Aldo Giuntini de Magalhães

UFMG

Belo Horizonte – Minas Gerais

Fevereiro / 2010

*“Ainda que a figueira não floresça,
nem haja fruto na vide; o produto da
oliveira minta, e os campos não
produzam mantimento; as ovelhas
sejam arrebatadas do aprisco, e nos
currais não haja gado, todavia, em me
alegro no Senhor, exulto no Deus da
minha salvação.” Habacuque 3.17-18*

SUMÁRIO

SUMÁRIO	ii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
AGRADECIMENTOS	xi
RESUMO	xii

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo geral	6
1.2.2. Objetivos específicos	6
1.3. Justificativa	6
1.4. Resumo dos capítulos	7
2. VISÃO GERAL DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA	9
2.1. Redução no consumo de água	14
2.2. Legislação	15
3. COMPONENTES DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA	25
3.1. Hidrômetros	25
3.1.1. Tipos de hidrômetros	25
3.1.2. Hidrômetros monojatos e multijatos	26
3.1.3. Hidrômetros de relojoaria seca e relojoaria úmida	27
3.1.4. Exemplo de especificação de hidrômetro	29
3.1.5. Classificação metrológica e capacidade dos hidrômetros ..	30
3.1.6. Testes de funcionamento	33
3.1.7. Perda de carga em hidrômetros	35
3.1.8. Formas de instalação de hidrômetros	37
3.2. Medição remota	39
3.2.1. Medição remota via radiofreqüência	43

3.2.2. Medição remota via cabos.....	44
3.2.2.1. Padrão M-Bus	45
4. SOLUÇÕES DE PROJETO	47
4.1. Concepções de projetos de medição individualizada de água.	47
4.1.1. Medição nos pavimentos.....	47
4.1.2. Grupo de medidores com reservatório unificado	49
4.1.3. Grupo de medidores com reservatório individualizado	52
4.1.4. Critérios para duplicação de medição	54
4.2. Medição individualizada de água e instalações prediais de água quente	56
4.2.1. Hidrômetros para água quente	56
4.2.2. Medição individualizada na água quente e o tempo de espera	57
4.2.3. Soluções para um SMI com sistemas de aquecimento	63
4.2.3.1. Recirculação de água quente apenas na prumada central	63
4.2.3.2. Medição de retorno	68
4.2.3.3. Sistema de aquecimento individual	72
4.2.3.4. Sistema de aquecimento central com utilização de fonte complementar de aquecimento individual	74
4.2.3.5. Sistema de água fria com medição individualizada e sistema de água quente com medição única (sistema misto)	75
4.2.3.6. Sistema indireto de aquecimento	77

4.2.4. A chamada “lei solar” da cidade de São Paulo	80
4.3. Edificações existentes	83
5. CONCLUSÃO	86
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Esquema de distribuição de água de um edifício residencial convencional	10
Figura 2.1b	Esquema de distribuição de água de um edifício residencial considerando o SMI	13
Figura 3.1.7	Curva de perda de carga em hidrômetros	36
Figura 3.2.1	Hidrômetro pré-equipado para leitura via radiofrequência	44
Figura 4.1.1	Grupo de medidores nos pavimentos	49
Figura 4.1.2	Exemplo de grupo de medidores com reservatório unificado	50
Figura 4.1.2b	Grupo de medidores no pavimento térreo	51
Figura 4.1.3	Exemplo de grupo de medidores com reservatório individualizado	53
Figura 4.1.4	Utilização de dois hidrômetros para casos de alta vazão	55
Figura 4.2.3.1	Exemplo de medição de água quente com recirculação apenas na prumada central	63
Figura 4.2.3.1b	Barrilete de água quente interno ao apartamento com sistema de distribuição convencional	66

Figura 4.2.3.1c	Barrilete de água quente interno ao apartamento com sistema de distribuição ponto a ponto.....	67
Figura 4.2.3.2	Exemplo de medição de água quente pela subtração da medição do retorno	69
Figura 4.2.3.2b	Exemplo de medição de água quente com recirculação individualizada	71
Figura 4.2.3.3	Aquecimento de passagem com medição apenas na água fria	72
Figura 4.2.3.3b	Aquecedor de passagem a gás instalado na área de serviço de um apartamento	73
Figura 4.2.3.4	Sistema de aquecimento central com fonte complementar individual	74
Figura 4.2.3.5	Exemplo de sistema misto	75
Figura 4.2.3.6	Esquema com sistema indireto de aquecimento	78
Figura 4.2.3.6b	Esquema de funcionamento de aparelho trocador de calor	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Classificação da disponibilidade de água de acordo com a ONU	2
Tabela 3.1.5	Classificação da disponibilidade de água de acordo com a ONU	31
Tabela 4.2.2	Valores de coeficientes de condutividade térmica	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT -	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRASIP	Associação Brasileira de Sistemas Prediais
ABRASIP-MG -	Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais em Minas Gerais
ABRAVA -	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
ABRINSTAL -	Associação Brasileira pela Conformidade e Eficiência de Instalações
ADASA -	Agência Reguladora de Água e Saneamento
ANA -	Agência Nacional de Águas
CAESB -	Companhia de Saneamento do Distrito Federal
CCJC -	Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania
CEDAE -	Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio de Janeiro
COPASA -	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CPVC -	Poli Cloreto de Vinila Clorado
DESO -	Companhia de Saneamento de Sergipe
DIN -	Deutsches Institut fur Normung
DPS -	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
INMETRO -	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

NBR -	Norma Brasileira Regulamentadora
ONU -	Organizações das Nações Unidas
p. -	Página
PEX -	Polietileno Reticulado
PLC -	Power Lines Communications
PPR -	Polipropileno Copolímero Random
PURAE -	Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações
PVC -	Poli Cloreto de Vinila
SABESP -	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANEAS -	Associação dos Engenheiros da SABESP
SMI -	Sistema de Medição Individualizada
SMR -	Sistema de Medição Remota

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que tem abençoado e permitido mais esta conquista.

Este trabalho contou com a colaboração de muitas pessoas, às quais expresso meus verdadeiros agradecimentos.

À minha família, pela compreensão, empenho e respeito inestimáveis; em especial a Ester Carvalho que me auxiliou muito nos momentos de dedicação e produção e pelo carinho, afeto e respeito dedicado nestes anos.

Ao meu orientador Professor Doutor Aldo Giuntini de Magalhães, pela confiança, compreensão, dedicação e estímulos repassados ao decorrer deste trabalho.

Aos demais professores do curso de especialização em construção civil, que de uma forma ou de outra contribuíram para o crescimento técnico e pessoal que permitiram a elaboração deste trabalho.

Aos colegas e amigos pela convivência, respeito e sugestões feitas ao trabalho.

Aos demais colaboradores, obrigado pelo empenho e dedicação demonstrados.

Agradeço de modo especial, a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram e acreditaram na realização deste trabalho.

RESUMO

O problema de escassez de água e poluição dos mananciais, aliados a má utilização da água potável, sugerem a procura urgente de alternativas que visem a solução desses problemas. A medição individualizada de água nos edifícios residenciais é uma das alternativas para amenizar os danos ambientais causados pelo homem, além de ser uma questão de equidade entre os condôminos. Nessa óptica, o presente trabalho objetiva analisar as diferentes soluções de projeto para adoção de sistemas de medição individualizada de água em apartamentos, inclusive com soluções que integrem edificações com sistemas de aquecimento de água. Para este objetivo, foi exposto e analisado diversas formas de execução, abordando as particularidades de cada solução. Foi traçado um panorama das leis vigentes no país que tratam a respeito deste assunto.

1. Introdução

1.1. Generalidades

O crescimento demográfico contínuo e intenso ao longo do tempo, o desenvolvimento industrial e o conseqüente aumento do consumo de água nos grandes centros urbanos tem tornado o tema do uso racional da água cada vez mais comum e assunto de debates e seminários por todo o mundo.

O que antes era um problema mais voltado para as regiões áridas com baixa disponibilidade de água per capita, hoje tem tomado proporções alarmantes que faz com que todos os países do mundo estejam com atenções voltadas para questões relacionadas ao meio ambiente. Mesmo o Brasil, que é o país que possui a maior disponibilidade de água doce do mundo, já possui diversas áreas com situações críticas de disponibilidade de água para consumo.

A poluição e o desperdício tornam a água mais escassa exatamente onde ela se faz mais necessária, nas grandes cidades e regiões metropolitanas. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), entende-se por racionalização do uso da água a sistematização de intervenções a serem realizadas em uma edificação, que garantam sempre a qualidade e quantidade de água para consumo.

O crescimento das atividades econômicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população dependem da conscientização da

importância da água, bem como do seu uso racional por todos os setores, visto que, a água constitui fator limitante para o desenvolvimento agrícola, urbano e industrial.

São necessários, portanto, investimentos em desenvolvimento tecnológico e na busca de soluções alternativas para ampliação da oferta de água.

A Organização das Nações Unidas (ONU) possui uma classificação para a disponibilidade de água, que é medida em metros cúbicos por habitante por ano, conforme Tabela 1.1:

Tabela 1.1 – Classificação da disponibilidade de água de acordo com a ONU

Disponibilidade de Água	
Classificação	Disponibilidade em m³/hab/ano
Abundante	> 20.000
Correta	> 2.500 e < 20.000
Pobre	> 1.500 e < 2.500
Crítica	< 1.500

Fonte: ANA (Curso de capacitação)

A disponibilidade per capita de água doce vem reduzindo de forma considerável. O fato é que já estamos em crise de disponibilidade de água. Na bacia do Alto Tietê, na região metropolitana de São Paulo, que abriga uma população superior a 15 milhões de habitantes, a disponibilidade de água é 201 m³ por habitante por ano. São vários os fatores que influenciam na disponibilidade de água em uma determinada região, tais como a

densidade demográfica, o padrão de consumo da população, o uso e conservação do solo, os níveis de poluição e os volumes dos reservatórios.

O aumento da população, o aumento da poluição e a não preocupação por parte do ser humano em usar de forma consciente esse recurso natural tem contribuído significativamente com a crescente escassez da água, um recurso que para muitos era inesgotável. O atendimento à demanda da água potável é uma tarefa cada vez mais difícil. O problema é agravado nas regiões áridas, onde a crise de abastecimento público de água está sendo cada vez mais freqüente. Não seria exagero dizer que a escassez da água possa ser o motivo para guerras num futuro não muito distante.

Segundo TOMAZ (2003, p. 19 e 20), no mundo, 97,5% da água é salgada. A água doce no mundo corresponde a 2,5% do total, sendo que 68,9% da água doce do mundo encontram-se em estado sólido nas calotas polares e nas regiões montanhosas. Do restante de água doce ainda temos 29,9% do volume que estão nos aquíferos subterrâneos e somente 0,266% da água doce estão nos rios, lagos e reservatórios, isto significa aproximadamente 0,007% da água total do planeta.

Está localizado no Brasil 12% da água doce disponível no mundo. Apesar do Brasil possuir uma área de apenas 6% referente a todo o território mundial, porém, 68,5% desta água estão localizadas nos estados da região norte do país, onde vivem atualmente cerca de 8% da população brasileira.

É crescente também a busca por tecnologias que visam à economia da água, dentre as quais podemos destacar o desenvolvimento de equipamentos e dispositivos que consomem menos água, tais como bacias sanitárias de volume reduzido, torneiras com redutores de vazão e utilização de arejadores, bem como a utilização de fontes alternativas, tais como os sistemas de tratamento de água para reuso e o aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis e a adoção de sistemas de medição individualizada de água em apartamentos, cujos resultados apontam a possibilidade de redução de até 25% do consumo de água.

No caso de uso de fontes alternativas, como reuso de água e sistemas de aproveitamento de água de chuva, não deve ser considerado para análises de viabilidade apenas os custos de aquisição e instalação, devem ser considerados também os custos relativos à descontinuidade do fornecimento e à necessidade de se ter garantida a qualidade necessária a cada uso específico, resguardando a saúde pública dos usuários. Em 2007 foi lançada uma norma ABNT que trata sobre aproveitamento de água de chuva, a ABNT-NBR-15.527/2007, que define parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis. Ao utilizar água que não seja proveniente da concessionária, é necessário ter ciência do ônus resultante de ser responsável pelo gerenciamento da água. O uso de fontes alternativas é aconselhável e deve ser avaliado para viabilizar sua adoção nas edificações, porém, recomenda-se a participação de um profissional

especializado na avaliação do uso de fontes alternativas de água, além da implantação de um sistema de gestão da água para monitoramento permanente.

A adoção de Sistemas de Medição Individualizada de água (SMI) em apartamentos traz diversos benefícios às partes envolvidas, pois os moradores terão equidade na cobrança do seu consumo de água, o que irá gerar satisfação e incentivo ao uso racional da água. O usuário que é bom pagador, jamais terá sua água cortada pela irresponsabilidade dos maus pagadores, já para a concessionária de água, representa uma acentuada redução no índice de inadimplência, já que somente é cortada a água dos maus pagadores, que na prática, passam a ser bons pagadores, melhorando o relacionamento empresa / cliente, e por fim, os órgãos governamentais de controle do meio ambiente, tais como a ANA – Agência Nacional de Águas e a ADASA – Agência Reguladora de Água e Saneamento, também agradecem os impactos positivos na redução do volume de água consumido e conseqüente redução do volume efluente de esgoto gerado com a adoção de SMI. Os construtores também são beneficiados neste processo, embora alguns tenham resistências em função de tradicionalismos. Um projeto com soluções otimizadas considerando SMI pode inclusive baratear os custos com as instalações hidráulicas, além de ser uma fator comercial de venda dos apartamentos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Analisar as diferentes soluções de projeto para adoção de sistemas de medição individualizada de água em apartamentos, inclusive com soluções que integrem edificações com sistemas de aquecimento de água.

1.2.2. Objetivos específicos

Também são objetivos deste trabalho:

- Estudar as questões legais que definem parâmetros para individualização do consumo de água;
- Apresentar os diferentes componentes de um SMI, aprofundando em suas especificidades.

1.3. Justificativa

A escolha deste tema se deu em função da necessidade de encontrar soluções que busquem tentar resolver ou minimizar o problema da escassez de água no planeta. As formas de economizar a água são muitas (algumas já mencionadas acima), porém, optou-se por focar este estudo em sistemas medição individualizada do consumo de água em apartamentos por ser uma

tendência irreversível na área de sistemas prediais, além de ser uma questão de equidade entre os condôminos e que poderá contribuir significativamente com a diminuição do consumo da água tratada.

Acredita-se que é função da engenharia civil contribuir para o desenvolvimento de técnicas otimizadas e estudos que viabilizem a adoção de SMI em todas as novas edificações multifamiliares, bem como, trabalhar inclusive para que as edificações existentes, na medida do possível, possam ser adaptadas para possibilitar a medição do consumo de água de cada unidade habitacional em separado.

Por ser um assunto que abrange diversas tecnologias e soluções, será um desafio pesquisar o máximo de informações possíveis sobre o que tem sido feito no Brasil e no mundo, quais são as técnicas utilizadas e quais são os resultados obtidos em SMI.

1.4. Resumo dos capítulos

O primeiro capítulo faz uma introdução ao tema de uso racional da água e aos problemas de escassez de água no mundo. Também são expostos os objetivos do trabalho, bem como a justificativa da existência deste trabalho.

O segundo capítulo apresenta uma visão geral de o que é um sistema de medição individualizada de água para apartamentos e traça um panorama

geral das questões legais que envolvem o tema nos estados e municípios brasileiros.

O terceiro capítulo apresenta os componentes necessários que integram um sistema de medição individualizada de água, desde o hidrômetro até as tecnologias voltadas para a medição remota dos hidrômetros.

O quarto capítulo apresenta soluções de projeto com comentário e exemplos de cada solução, inclusive considerando a medição individualizada em sistemas com aquecimento de água e uma breve abordagem sobre adaptação de edificações existentes.

O quinto capítulo apresenta a conclusão do trabalho.

Para finalizar, é apresentado o material bibliográfico que foi consultado e utilizado, sem o qual não seria possível a elaboração deste trabalho.

2. Visão geral de um sistema de medição individualizada de água

O SMI de água em apartamentos consiste na instalação de um hidrômetro para cada unidade habitacional, de modo que seja possível medir o seu consumo com a finalidade de emitir contas individuais.

A adoção de SMI gera uma série de mudanças na forma tradicional de projetar e executar as instalações hidráulicas de uma edificação.

Para um melhor entendimento, em uma edificação com uma instalação hidráulica convencional, a água potável é entregue pela concessionária responsável pelo tratamento e distribuição de água potável em um ponto do limite frontal do terreno com o alinhamento público. Logo ao entrar na edificação, é realizada a medição global do consumo geral através de um hidrômetro no qual é aferida mensalmente a leitura do consumo por um funcionário da empresa concessionária.

Após a passagem pelo hidrômetro, a água segue para os sistemas de reservação de água da edificação. Em edificações mais baixas, pode existir apenas um reservatório superior para abastecimento dos ponto de consumo por gravidade, porém, na maioria dos casos a pressão do alimentador predial não é suficiente para abastecer o reservatório na parte superior do edifício de forma satisfatória, nestes casos é necessária a construção de um reservatório inferior, que pode ser subterrâneo ou não para posterior

bombeamento da água para o reservatório superior. Em ambos os casos a água que passa pelo hidrômetro possui apenas um ponto de consumo, o reservatório, e a demanda deste consumo é controlada por uma torneira tipo bóia de fechamento mecânico. Neste sistema tradicional é solicitada do hidrômetro uma vazão com poucas variações.

Na parte superior da edificação, após a saída de tubulação do reservatório superior, está localizada a tubulação horizontal, denominada barrilete, que distribui a água para abastecimento das diversas colunas de água da edificação. A Figura 2.1 ilustra um sistema convencional de distribuição de água a partir do reservatório superior em um edifício residencial típico.

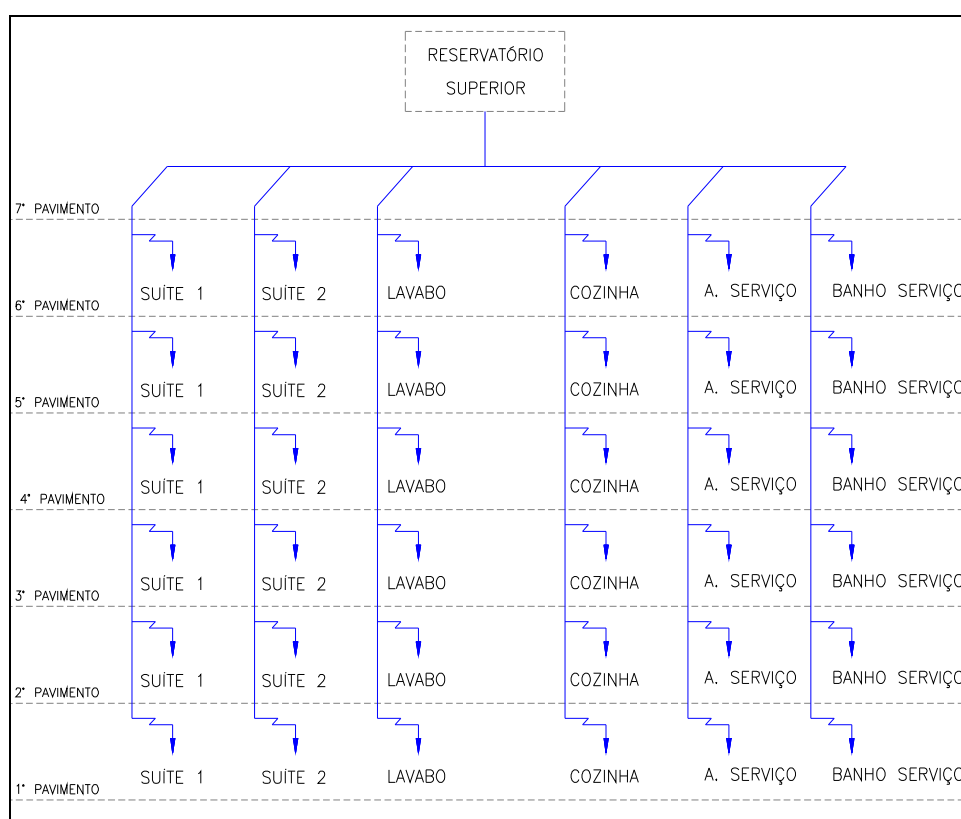


Figura 2.1 – Esquema de distribuição de água de um edifício residencial convencional.

Pode-se observar a partir do esquema da Figura 2.1, que o sistema de distribuição convencional de água dificulta a colocação de hidrômetros de modo que seja possível a medição do consumo de cada unidade separadamente. Como a edificação possui colunas de água que abastecem a mesma área hidráulica em pavimentos sobrepostos de diferentes apartamentos, não existe um trecho de tubulação, que a partir do qual tenha toda a distribuição de uma única unidade habitacional.

Uma das formas de se propor um SMI para uma edificação que possua uma instalação de água convencional é a instalação de um hidrômetro em cada área hidráulica do apartamento, efetuando-se a aferição do consumo de cada unidade habitacional a partir da soma do consumo em cada um dos hidrômetros instalados na edificação. Esta forma de medição será analisada mais adiante nas soluções de projeto voltadas para edificações existentes, porém, não é difícil concluir que esta alternativa de utilizar vários hidrômetros para medição do consumo de um apartamento é mais um paliativo em caso de edificações existentes do que uma solução a ser adotada em novas edificações.

Em caso de novas edificações, tem-se a oportunidade de já se conceber o projeto voltado para a instalação de um SMI. Para tal, são necessárias algumas mudanças na forma da concepção geral do projeto por parte dos profissionais envolvidos, tais como projetistas hidráulicos, construtores e arquitetos.

Como exemplo, pode-se dizer que, em função das limitações de vazão dos hidrômetros, torna-se praticamente inviável a utilização de válvulas de descargas nos vasos sanitários em edificações que queiram adotar um SMI, pois as válvulas necessitam de vazões muito altas.

Com a adoção do SMI, passam a ser necessária a disponibilização em área comum da edificação de espaços destinados a colocação de uma coluna principal de água, dos hidrômetros, dos receptores, dos concentradores e da infra-estrutura necessária para viabilizar a medição remota destes hidrômetros, espaços estes que nem sempre estão disponíveis nos halls comuns dos apartamentos, região em que já são necessárias a localização de caixas do sistema elétrico e telefonia, hidrantes e extintores para combate a incêndio, entre outras instalações.

De forma semelhante às instalações tradicionais, as instalações hidráulicas com SMI devem ser projetadas e executadas de forma a garantir o fornecimento de água contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento de todas as peças de utilização, preservando rigorosamente a qualidade da água proveniente do abastecimento público, preservando também o conforto dos usuários, incluindo-se a redução dos níveis de ruídos. Devem ser observadas todas as exigências estabelecidas nas normas prediais voltadas para projeto e

execução de água fria e água quente, ABNT-NBR-5626/1998 e ABNT-NBR-7198/1993.

O traçado das instalações hidráulicas é bem diferenciado das instalações convencionais. Em vez de colunas de água distribuídas em todas as áreas hidráulicas, são consideradas colunas de água centralizadas, de forma que a distribuição horizontal é feita em cada apartamento, gerando a necessidade de rebaixo em gesso ou sancas no interior das unidades habitacionais. O traçado da tubulação de água dentro do apartamento deve ser estudado pelos profissionais envolvidos para minimizar o impacto na estética e custo da instalação. A Figura 2.1b ilustra uma edificação que contempla um SMI.

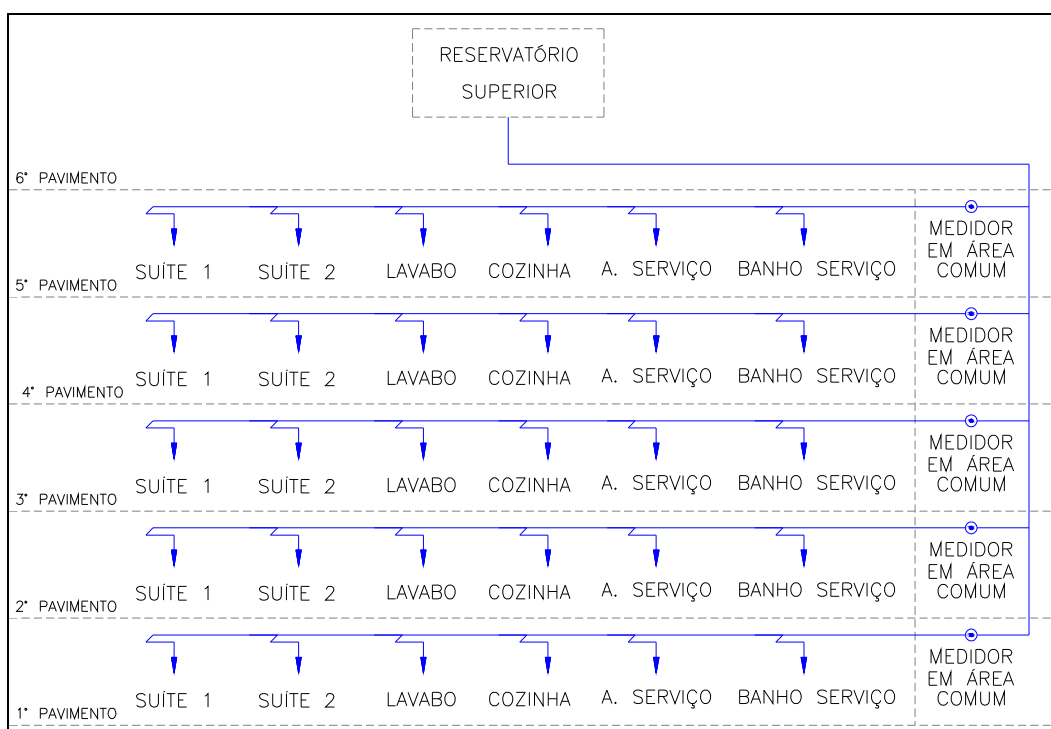


Figura 2.1b – Esquema de distribuição de água de um edifício residencial considerando o SMI.

O objetivo da representação das figuras comparativas entre os sistemas convencionais de distribuição hidráulica e a edificação considerando o SMI foi apenas de esclarecer e introduzir as diferenças conceituais das duas concepções. As diversas alternativas para elaboração de projetos contemplando SMI serão abordadas mais adiante no capítulo 4.

2.1. Redução no consumo de água

Fazendo-se medição individualizada do consumo de água, corrige-se a distorção gerada pelas diferentes faixas de consumo que existem entre unidades habitacionais de um mesmo edifício residencial, constituindo-se de uma forma inteligente de se diminuir o desperdício de água, incentivando um consumo responsável e propiciando mais atenção aos aspectos de manutenção nas instalações hidráulicas, que muitas vezes são deixados de lado, mesmos em casos de vazamentos contínuos, mas que são diluídos em uma conta do condomínio. Ao possuir uma conta individual a tendência é que manutenções de vazamentos sejam realizadas de imediato.

Segundo COELHO (1999), a medição individualizada de água em apartamentos constitui-se numa metodologia muito importante para a redução do desperdício domiciliar, pois permite que cada um conheça o seu consumo e pague proporcionalmente ao mesmo.

A redução do consumo nas unidades habitacionais após a adoção de SMI é variável e depende muito do perfil dos moradores de cada edifício residencial. Na prática, segundo COELHO (1999), através do monitoramento de edificações que foram adaptadas para a leitura individual dos consumos, tem-se verificado uma redução no consumo global dos edifícios na faixa de 30%, já na conta individual de cada condômino, em diversos casos a redução do valor da conta supera 50%.

2.2. Legislação

A adoção de sistema de medição individualizada de água nos parece uma tendência até muito óbvia, mas em muitos casos a definição de adotar esta solução esbarra na decisão do construtor que entende que, na maioria dos casos, irá necessitar de mais recursos comparando à solução convencional e que a individualização da água não seja fator decisivo na venda, o que em determinados casos podem ser pensamentos equivocados. Há também os construtores, que por tradicionalismo, preferem manter a solução de sempre e não alterar a forma que vem construindo há anos e acabam esperando que o mercado incorpore de vez a mudança para então aderirem também.

Sendo assim, a definição de só se construir edifícios que possuam hidrômetros individualizados para cada unidade, muitas vezes vem por força de lei. No Brasil e no mundo, têm surgido diversas leis e normas que tratam do uso racional da água em edificações e abordam temas como reuso de

água, aproveitamento de água de chuva, medição individualizada de água, entre outras medidas.

A norma alemã DIN 1988-2 trata sobre instalações de água potável e foi publicada em dezembro de 1988 e, já nesta época, no item 9.3 desta norma, define que em edificações com mais de uma família deve-se prever a instalação de um hidrômetro para cada unidade habitacional.

Já em Portugal, a norma NP 4001 – Contadores de água potável fria, é datada de dezembro de 1991 e define em seu artigo 106 que é obrigatória a instalação de um contador para cada consumidor, podendo ser colocados isoladamente ou em conjunto, constituindo-se, neste último caso, numa bateria de contadores. Define também que o espaço destinado aos contadores e seus acessórios deve ser definido pela entidade gestora, através de adequadas especificações técnicas.

Mas os exemplos internacionais de soluções em medição individualizada de água não são apenas de países europeus, segundo observa COELHO (1999, p. 20), em Bogotá, Medellín e Cali, na Colômbia, os apartamentos de edificações multifamiliares possuem hidrômetros individuais para medição dos consumos e emissão das contas de água e esgoto e no Peru, na cidade de Arequipa, a empresa prestadora de serviços Sedapar, também adota a política de instalação de hidrômetros individuais. Em ambos os casos de

nossos vizinhos sul-americanos, as medidas adotadas já passam de 10 anos.

No Brasil, o pioneirismo fica por conta do estado de Pernambuco, mais precisamente na região metropolitana de Recife e isto ocorreu devido a uma questão de necessidade. A cidade de Recife estava à beira de um colapso de falta de água, já necessitando de medidas extremas de racionamento de água. Segundo observa COELHO (1999, p. 21) o programa de medição individualizada de água na Região Metropolitana de Recife começou de forma débil, no final de 1994 e já em 1999 a cidade contava com cerca de 1.700 edifícios com o sistema implantado, o que correspondia a aproximadamente 40.000 apartamentos com emissão de contas individuais para água e esgoto.

O caso de Recife também se difere dos demais pelo fato da cidade ter se antecipado à lei. Apenas em 17 de abril de 2002, foi promulgada a lei nº16759/2002 que institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios. Esta lei define também, em seu artigo 2º, que a manutenção do sistema individual de água é de única e exclusiva responsabilidade do usuário, competindo ao órgão ou entidade prestadora do serviço público de abastecimento de água a manutenção do equipamento de medição global do edifício ou condomínio e dos medidores individuais. Esta lei prevê ainda que o não cumprimento implique na não concessão do habite-se por parte da prefeitura. Por fim, a obrigatoriedade abrangeu todo o

estado de Pernambuco em junho de 2004, com a promulgação da lei estadual nº 12609.

Na falta de uma regulamentação em nível nacional sobre o assunto o que vem ocorrendo ao longo do tempo é que os municípios estão legislando isoladamente sobre as questões de uso racional da água e conseqüentemente sobre a medição individualizada de água. Em alguns casos estão surgindo leis estaduais que acabam sobrepondo às leis municipais. A seguir, tem-se um breve resumo em ordem cronológica das leis municipais e estaduais que estão em vigor no Brasil, abordando também o projeto de lei nº 787 que tramita desde o ano de 2003 no congresso nacional.

Se na prática o pioneirismo fica por conta da capital pernambucana, quando o assunto é lei, o estado do Paraná foi quem saiu na frente. Segundo HORTA (2009), a lei nº 10.895 é datada no ano de 1994, ou seja, a mais de 15 anos e institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios.

Outro estado que possui sua lei promulgada a mais de 10 anos é o estado de São Paulo, através da lei nº 12.638/1998. Segundo HORTA (2009), a partir da promulgação desta Lei, mais de 90% dos edifícios residenciais na cidade de São Paulo, foram projetados com local para instalação de hidrômetros individuais em cada apartamento e a grande maioria das

construtoras, também previu tubulações secas para instalação dos sistemas eletrônicos de medição individualizada nos apartamentos.

Na capital do estado de Sergipe, Aracajú, a câmara municipal aprovou em 14 de dezembro de 2000 a lei nº 2.879/2000 que obriga a instalação de hidrômetros individuais nos edifícios e condomínios a partir da data de promulgação da lei. Esta lei designa a Companhia de Saneamento de Sergipe, a DESO, a fazer cumprir a lei e impede a emissão de alvará pela Prefeitura em caso de descumprimento da lei.

A lei nº 3915/2002 abrange todo o estado do Rio de Janeiro e prevê medidas que impactam principalmente sobre as concessionárias de água, luz, gás e telefonia fixa. Esta lei prevê que as concessionárias instalem em um prazo máximo de 12 (doze) meses medidores individuais dos serviços prestados, define que o custo desta adaptação seja da concessionária, transfere para a concessionária, nos casos em que não for possível a instalação de medidores individuais, a cobrança dos condôminos inadimplentes e proíbe a cobrança por estimativa, que é muito utilizada em caso de impossibilidade de acesso ao medidor pela concessionária. Porém, no caso do Rio de Janeiro, a Companhia Estadual de Água e Esgoto – CEDAE, que é responsável pela captação, tratamento e distribuição de água, conseguiu alegar a inaplicabilidade desta lei devido ao fato de não ser considerada uma concessionária e sim uma delegatária legal de serviços públicos.

A Lei complementar nº 110/2003 do município de Passo Fundo/RS obriga a instalação de medição individual de consumo de água e dá a entender que esta obrigação abrange inclusive as instalações existentes e define também que o grupo de medidores de água deve ficar em local de uso comum e de fácil acesso. A questão da abrangência ou não das edificações existentes não está clara nesta lei e abre discussão para uma questão complexa, pois as edificações existentes necessitam de intervenções significativas para comportar um sistema de medição individualizada de água, que é perfeitamente viável, mas envolve recursos que os condomínios muitas vezes não disponibilizam ou mesmo se estes recursos serão de alguma forma subsidiados pelas concessionárias ou prefeituras. A tendência mais correta em termos de legislação é a obrigatoriedade para novas edificações e o incentivo fiscal ou subsídio para possibilitar e incentivar as edificações existentes a também adaptarem suas instalações hidráulicas de modo a permitir a leitura individual do consumo de água de cada unidade habitacional.

Em 18 de setembro de 2003 foi publicada a lei nº 10.785/2003 no município de Curitiba/PR. Esta lei cria o PURAE (Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações) que institui medidas que induzem à conservação, uso racional e uso de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações. Além de obrigar a instalação de hidrômetros individuais para as novas edificações, esta lei prevê o uso de bacias sanitárias de volume reduzido de descarga, utilização de chuveiros e

lavatórios de volumes fixos de descarga e a adoção de arejadores nas torneiras. O PURAE abrange ainda medidas de maior impacto nas edificações e prevê que as novas edificações considerem a utilização das águas de chuva para fins que não necessitem de água potável e também prevê a reutilização das águas de tanques, máquinas de lavar, chuveiros e banheiras para descargas em bacias sanitárias. Vale lembrar que a obrigatoriedade de medição individualizada em todo o estado do Paraná vem desde 1994, como já mencionada acima.

A Cidade de Piracicaba também já tornou obrigatória a instalação de hidrômetros individuais, deixando a cargo da concessionária a leitura do hidrômetro global da edificação e a cargo do condomínio a leitura dos hidrômetros individuais. Estas medidas estão em vigor desde 17 de novembro de 2004, quando foi promulgada a lei complementar nº 169/2004.

No Distrito Federal a obrigatoriedade veio por força de lei em 18 de janeiro de 2005 pela lei nº 3.557/2005 e a Companhia de Saneamento do Distrito Federal – CAESB emitiu logo em seguida uma cartilha técnica para orientação dos clientes. Esta cartilha tem se tornado referência em vários estados brasileiros.

Campinas/SP, teve a obrigatoriedade de individualização de hidrômetros para novas edificações em 6 de maio de 2006. No mesmo ano foi a vez de

Natal/RN aprovar a lei nº 238/2006 com teor semelhante ao da lei da cidade de Campinas.

Belo Horizonte/MG poderia ter sido pioneira no assunto. Em 1994 foi apresentado na câmara municipal o projeto de lei nº 239/1994 que obrigava a instalação de hidrômetros individualizados, mas esse projeto não foi adiante. Treze anos depois foi apresentado na assembléia legislativa de Minas Gerais o projeto de lei nº 973/2007, fruto do trabalho dos Deputados Fábio Avelar e Adalclever Lopes. Por fim, em 29 de maio de 2008 entrou em vigor a lei nº 17.506/2008 que trata da medição individualizada no estado de Minas Gerais. Ao contrário das demais leis que tem surgido nos municípios e estados no decorrer dos últimos anos pelo Brasil, esta lei não obriga a instalação de medição individualizada para novas edificações, mas apenas sugere que tal instalação seja considerada na planta hidráulica das novas edificações. Na época em que o projeto de lei ainda tramitava aberto às discussões com o corpo técnico, foi protocolado junto à assembléia legislativa um ofício com sugestões ao referido projeto de lei. Este ofício foi elaborado pela comissão técnica da Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais em Minas Gerais – ABRASIP-MG, que, dentre outras considerações, sugeria que as novas edificações de uso coletivo possuíssem obrigatoriamente a medição individualizada de água para cada consumidor. Como avanço, a lei nº 973/2007 prevê que a concessionária de água realize a leitura e emissão de contas individuais caso a edificação possua a infra-estrutura necessária que possibilite tal sistema de medição.

Resta a promulgação de uma lei de nível federal que venha a definir a obrigatoriedade da medição individualizada de água em todo o território nacional. O processo para elaboração de tal lei foi iniciado, em 2003, quando o Deputado Federal Julio Lopes entrou com o projeto de lei nº787/2003 que institui diretrizes nacionais para a cobrança de tarifas para a prestação de serviço de abastecimento de água e dá outras providencias. Ao longo de seis anos, este projeto de lei tramitou entre mesas diretoras, Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC) e por fim teve por última ação, conforme consulta à página eletrônica da câmara dos deputados, a manutenção do veto total em 15 de maio de 2009.

Em consulta à página eletrônica da câmara dos deputados, pode-se observar toda a tramitação do projeto de lei nº 787/2003. O texto original de 16 de abril de 2003 possui alguns artigos polêmicos, como o parágrafo único do artigo 3º, que define que a tarifa pela prestação dos serviços de abastecimento de água será cobrada de forma individualizada, por unidade usuária, não podendo ser rateada quando o consumo se der em forma de condomínio ou coletivamente. Este artigo, assim como o já apresentado na lei nº 3915/2002 do estado do Rio de Janeiro, entra na questão de impor a adaptação das edificações existentes ao sistema de medição individual de água. O deputado federal Pedro Fernandes, relator do referido projeto de lei pela comissão de desenvolvimento urbano, propôs uma emenda com a alteração deste parágrafo único de forma que a obrigatoriedade fosse

considerada para as edificações a partir da data da lei, assim como o relator deputado Dr. Heleno da comissão de minas e energias. Outro artigo que gera discussão é o artigo 4º, que dá as concessionárias um prazo de 24 meses para instalação de hidrômetros em todas as unidades usuárias que é suprimido através de outra emenda pelo relator deputado Pedro Fernandes. Em 24 de janeiro de 2006, o projeto de lei nº 787/2003 com suas respectivas emendas, recebeu parecer favorável com relação à sua constitucionalidade. Porém, foram protocolados recursos contrários à constitucionalidade do projeto de lei referentes à competência de legislar a respeito do assunto ser dos estados e municípios e não de âmbito federal. Por fim, como já mencionado acima, a última ação constante na página eletrônica da câmara dos deputados foi a manutenção do veto total em 15 de maio de 2009.

3. Componentes de um sistema de medição individualizada de água

3.1. Hidrometros

O hidrômetro é o instrumento destinado a medir e indicar continuamente, o volume de água que o atravessa.

3.1.1. Tipos de Hidrômetros

De acordo com seu princípio de funcionamento, os hidrômetros podem ser do tipo velocimétricos ou volumétricos.

Os hidrômetros velocimétricos têm como princípio de funcionamento a contagem do número de revoluções da turbina ou hélice para obtenção do volume, que é feito de forma indireta, de acordo com uma correlação baseada na aferição do hidrômetro, o número de revoluções da turbina é registrada em um dispositivo totalizador. Segundo COELHO (1999, p. 120), os medidores de velocidade também são chamados de medidores inferenciais, porque não obtêm a medição de água de forma direta, e sim de forma indireta.

No hidrômetro volumétrico não existe uma turbina e sim um êmbolo ou anel. É um recipiente que se enche com a entrada do líquido e transporta para a saída do medidor um determinado volume. O fenômeno de transporte dá-se pela diferença de pressão, que é maior na entrada do que na saída do aparelho. O êmbolo executa movimento circular em torno do próprio eixo,

gerando os movimentos necessários para acionar o totalizador. A partir daí, o registro de volumes dá-se da mesma forma que nos demais hidrômetros. O princípio volumétrico de medição garante maior precisão em baixas vazões.

Os hidrômetros mais utilizados são os do tipo velocimétricos. Estes hidrômetros podem ser do tipo monojatos ou multijatos, ter sua relojoaria seca ou úmida e serem de transmissão magnética ou mecânica. A seguir têm-se as características principais entre os diferentes tipos de hidrômetros velocimétricos.

3.1.2. Hidrômetros monojatos e multijatos

A diferenciação principal entre os hidrômetros monojatos (também chamados de unijatos) e multijatos é o número de jatos que incidem na turbina do hidrômetro, logo os hidrômetros monojatos possuem menor tamanho do que os hidrômetros multijatos com a mesma vazão.

Segundo COELHO (1999, p. 120), outra característica dos hidrômetros monojatos, é que o jato de água incide diretamente na turbina, podendo os hidrômetros ser afetados pelas impurezas retidas no filtro. Uma obstrução do mesmo pode provocar o aumento da velocidade da incidência do jato sobre a turbina alterando a precisão do aparelho.

Normalmente os hidrômetros monojatos são mais baratos que os respectivos hidrômetros do tipo multijato. Atualmente no Brasil são fabricados hidrômetros monojatos de 1,5 m³/h e 3,0 m³/h, já os hidrômetros multijatos são encontrados de 3,0 m³/h em diante.

Ambos os tipos de hidrômetros podem ser fabricados tanto com a relojoaria seca ou com a relojoaria úmida.

Os hidrômetros multijatos se caracterizam pela incidência de vários jatos na turbina. A câmara de medição onde localiza a turbina possui furos distribuídos radialmente na parte inferior e na parte superior, de modo que a água entra na câmara de medição pela parte inferior e é expulsa pela parte superior. A entrada de água através de vários orifícios na câmara de medição permite um funcionamento mais balanceado da turbina em seu eixo de rotação, resultando em uma maior vida útil do equipamento.

3.1.3. Hidrômetros de relojoaria seca e relojoaria úmida

Os hidrômetros também podem variar de acordo com a presença ou não de água no interior de sua relojoaria. De uma forma geral, as concessionárias no Brasil não têm utilizado os hidrômetros de relojoaria úmida, que possuem todo o mecanismo interno mergulhados em água, o que, de acordo com Coelho (1999, p. 122) possibilita que estes hidrômetros trabalhem com baixas vazões com maior precisão, tendo em vista que pelo princípio de Arquimedes a inércia da máquina é reduzida.

Os hidrômetros de relojoaria úmida se caracterizam por possuir um vidro muito espesso, já que este vidro é solicitado a suportar toda a pressão da água proveniente da rede. O fato de possuir seu mecanismo imerso em água também faz que a qualidade da água que passa em seu interior afete o funcionamento do hidrômetro, o que segundo COELHO (1999, p. 122) foi o motivo pelo qual as concessionárias no Brasil não têm utilizado deste tipo de hidrômetro em suas instalações.

Os hidrômetros de relojoaria seca, como o próprio nome diz, trabalham livre de água em seu mecanismo interior, necessitando de um sistema de transmissão que conecte a câmara onde a água passa para girar a turbina para a relojoaria. Esta transmissão pode ser mecânica ou magnética. Os hidrômetros de transmissão mecânica já estão ultrapassados, são menos sensíveis e possuem o problema de possibilitarem o embaçamento do vidro de leitura. O hidrômetro de transmissão magnética é aquele em que a transmissão dos movimentos da turbina dá-se através de um par de ímãs, posicionado acima e abaixo da placa separadora. O ímã propulsor é fixado na ponta do eixo da turbina e aciona o ímã propelido que se aloja no outro lado da placa separadora. Quando gira a turbina, gira também o mecanismo (totalizador) acoplado ao ímã propelido.

Ao contrário dos hidrômetros de relojoaria úmida, os de relojoaria seca não são afetados pela qualidade da água.

Os dispositivos totalizadores armazenam as informações das revoluções da turbina e indicam estas informações. Estas indicações podem ser feitas por meio de ponteiros que se deslocam cada um sobre uma escala circular, ou por algarismos alinhados que aparecem em uma ou várias aberturas, ou ainda pela combinação dos dois sistemas. Segundo a portaria do INMETRO nº 246 (2000, p. 4), o dispositivo totalizador de um hidrômetro para água fria deve poder registrar, sem retornar a zero, um volume correspondente a, pelo menos, 9.999 m³ para vazão nominal até 6m³/h, inclusive e, 99.999m³ para vazão nominal acima 6 m³/h.

3.1.4. Exemplo de especificação de hidrômetro

Algumas concessionárias de água têm elaborado cartilhas para orientação na execução de SMI. Entre estas orientações está a correta especificação de um hidrômetro. A CAESB, no Distrito Federal, especifica que os hidrômetros deverão ter vazão máxima de 3 m³/h, podendo ser monojato ou multijato, diâmetro de 3/4", classe B, de transmissão magnética, pré-equipado para transmissão remota, com mostrador seco, totalizador ciclométrico com dígitos saltantes. Hidrômetros com vazões superiores a 3 m³/h são admitidos, desde que o cálculo hidráulico mostre a necessidade.

Já os hidrômetros instalados na rede de água quente, além das especificações dos hidrômetros de água fria, devem resistir a uma máxima

temperatura admissível de 90°C, com pressão máxima de 16 bar (160 m.c.a.).

3.1.5. Classificação metrológica e capacidade dos hidrômetros

De acordo com a portaria do INMETRO nº 246, os hidrômetros podem ser classificados como classe A, B e C, sendo os hidrômetros de categoria A com menor precisão do que os de categoria B e assim por diante. Existem também hidrômetros considerados de categoria D, mas que não são abordados na referida portaria do INMETRO.

Para classificação dos hidrômetros, existem quatro valores de vazão que são considerados, sendo eles: vazão máxima, vazão mínima, vazão nominal e a vazão de transição.

A vazão máxima é a maior vazão em que o hidrômetro é exigido a trabalhar por um curto período de tempo, dentro de seus erros máximos admissíveis, mantendo seu desempenho metrológico. Muitas vezes percebe-se que os fabricantes apresentam seus hidrômetros nomeados a partir da vazão máxima, mas não é esta a vazão que deve se considerar para o correto dimensionamento de um hidrômetro para a vazão normal de funcionamento.

A vazão nominal é definida em valor como a metade da vazão máxima e é a vazão a ser adotada no cálculo para a escolha correta de um hidrômetro. Por definição pela portaria do INMETRO, a vazão nominal é a maior vazão

nas condições de utilização, expressa em m^3/h , nas quais o medidor é exigido para funcionar de maneira satisfatória dentro dos erros máximos admissíveis.

Como já mencionado acima, é normal encontrar-se em catálogos de fabricantes, por exemplo, o hidrômetro de $7,0 \text{ m}^3/\text{h}$, que na realidade é o hidrômetro de vazão nominal $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$, mas é apresentado para venda como referência o valor da vazão máxima. Existe uma seqüência padronizada pelo INMETRO para os valores de vazão nominal em m^3/h que são normalizados. Esta seqüência é apresentada na Tabela 3.1.5 a seguir.

Tabela 3.1.5 – Valores de vazões nominais definidos pelo INMETRO

Valores de vazão nominal (m^3/h)									
0,6	0,75	1,0	1,5	2,5	3,5	5,0	6,0	10,0	15,0

Fonte: Portaria do INMETRO nº 246 de 17 de outubro de 2000

Conforme podemos observar pela tabela acima, está claro que um hidrômetro de $7,0 \text{ m}^3/\text{h}$ se refere a sua vazão máxima, pois este valor de vazão nominal não está previsto, porém, o hidrômetro de $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ tem gerado muitas dúvidas, pois existem os hidrômetros de vazão nominal $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ e os hidrômetros de vazão máxima $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, o que requer muita atenção dos projetistas na correta e clara especificação de um hidrômetro, bem como do construtor ou instalador ao adquirir o hidrômetro que foi especificado.

A vazão mínima por sua vez, é o limite inferior de vazão, no qual o hidrômetro ainda consegue ter precisão na sua leitura com valores de erros admissíveis. É exatamente a vazão mínima de um hidrômetro que difere as classes A, B e C e esta precisão está correlacionado com o valor da vazão nominal.

Para hidrômetros de classe metrológica A, a vazão mínima é correspondente a 4,0% da vazão nominal, para classe B tem-se 2,0% e para os hidrômetros de classe C, que são mais precisos, apresentam confiabilidade para valores de vazão mínima de até 1,0% da vazão nominal.

Para o hidrômetro tradicional que abastece o reservatório de água potável nas residências ou edifícios a precisão do hidrômetro não costuma induzir a erros, isto porque a vazão necessária e constante é de valor suficiente para trabalhar em faixas acima de 4,0% da vazão nominal. Ao considerar empreendimentos com a medição individualizada de água, passa-se a ter um hidrômetro em uma linha de distribuição que alimenta um apartamento. Este hidrômetro é solicitado a registrar consumo com vazões bem variadas, como por exemplo, em um mesmo apartamento pode-se ter quatro chuveiros funcionando simultaneamente, como da mesma forma, em determinados horários o consumo instantâneo de água deste mesmo apartamento pode ter apenas um lavatório funcionando. O dimensionamento do hidrômetro deve ser tal que permite que o hidrômetro possua vazão

nominal suficiente para atender à demanda máxima provável, como também precisa fornecer precisão quando a demanda for a mínima possível.

Como a vazão mínima é uma correspondência com a vazão nominal, muitas vezes ao se super dimensionar um hidrômetro por critérios de segurança, estaria-se ao mesmo tempo diminuindo a precisão da leitura.

Outro valor notável de vazão, como mencionado acima, é a vazão de transição, que divide os campos de medição inferior e superior. Estes campos, ou faixas de medição são utilizados como parâmetros para que se possam determinar os erros admissíveis de um hidrômetro. A vazão de transição também é diretamente proporcional à vazão nominal, sendo no valor de 10,0% para hidrômetros de classe metrológica A, 8% para os hidrômetros classe B e de 1,5% para os de classe C.

Para o campo inferior de medição, ou seja, na faixa de vazão entre a vazão mínima e a vazão nominal, um hidrômetro não deve apresentar erros acima de 5,0%, e no campo superior de medição o erro máximo admissível não deve exceder a 2,0% do volume aferido.

3.1.6. Testes de funcionamento

Para atendimento ao ensaio hidrostático da portaria do INMETRO nº 264, Cada hidrômetro deve ser submetido a uma pressurização gradual até 1,5 MPa (150 m.c.a.), a qual mantida constante durante quinze minutos, não

deve produzir fuga interna e externa nem exsudação através das paredes, bem como também deve ser submetido a uma pressurização gradual até 2,0 MPa (200 m.c.a.), a qual mantida constante durante um minuto, não deve produzir danos ou bloqueio no instrumento.

O hidrômetro é fabricado para funcionar em um sentido de fluxo pré-definido, que inclusive vem gravado com uma seta de fluxo em sua carcaça, porém, de o hidrômetro deve permitir o funcionamento reversível por um período de seis minutos, na vazão nominal, registrando indicações no sentido inverso, sem se danificar e sem alterar suas qualidades metrológicas, quando novamente submetido ao sentido normal do fluxo.

Além dos ensaios de estanqueidade e de verificação de funcionamento inverso, os hidrômetros devem ser submetidos aos seguintes ensaios:

- Determinação dos erros - curva de erros;
- Determinação de perda de carga;
- Ensaios de desgaste acelerado - fadiga;
- Ensaio de blindagem magnética (para hidrômetro de transmissão magnética);
- Ensaio de verificação de eficiência da transmissão magnética;
- Ensaio da faixa de regulagem, se apropriado;

Os critérios para aprovação em cada um dos ensaios apresentados acima estão na Portaria do INMETRO nº 246 de 17 de outubro de 2000.

3.1.7. Perda de carga em hidrômetros

Um fator importante que deve ser observado na elaboração de projetos considerando a medição individualizada de água é a perda de carga gerada pelo hidrômetro.

Nos projetos convencionais, em sua maioria, a perda de carga gerada pelos hidrômetros pode ser desprezada, pois a água que passa pelo hidrômetro é proveniente da rede pública de abastecimento de água potável, que chega com pressões elevadas e segue diretamente para o reservatório de água, ou seja, a vazão no ramal predial que passa pelo hidrômetro é constante e a perda de carga interfere apenas no desnível geométrico disponível entre o ponto de chegada de água e o reservatório de água potável.

Em um projeto que contemple a medição individualizada de água, o hidrômetro estará localizado após o reservatório de água potável e por ele passará a água que abastece diretamente os pontos de consumo, alterando inclusive a forma de dimensionamento do hidrômetro, que deverá atender a uma determinada vazão instantânea variável em vez de atender a uma vazão média baseada no consumo diário.

Como a vazão é variável em sistemas de medição individualizada de água, a velocidade da água também será, o que acarretará em diferentes valores de perda de carga gerada pelo atrito da água no interior do hidrômetro. Cada

hidrômetro apresenta uma curva de perda de carga de acordo com a vazão da água, esta curva deverá ser observada junto ao fabricante quando da elaboração de um projeto de instalações hidráulicas para a correta especificação do hidrômetro.

Na falta de informações do fabricante no que diz respeito à perda de carga dos hidrômetros, poderá ser tomada como base a portaria do INMETRO nº 246 de 17 de outubro de 2000, que estabelece as condições a que devem satisfazer os hidrômetros para água fria de vazão nominal de 0,6 m³/h a 15 m³/h. De acordo com a portaria do INMETRO, a perda de carga não deve ultrapassar a 0,025 MPa (2,5 m.c.a.) na vazão nominal e a 0,1 MPa (10 m.c.a.) na vazão máxima do hidrômetro. A Figura 3.1.7 mostra a representação gráfica das perdas de carga máxima admissíveis para os hidrômetros de acordo com a portaria do INMETRO.

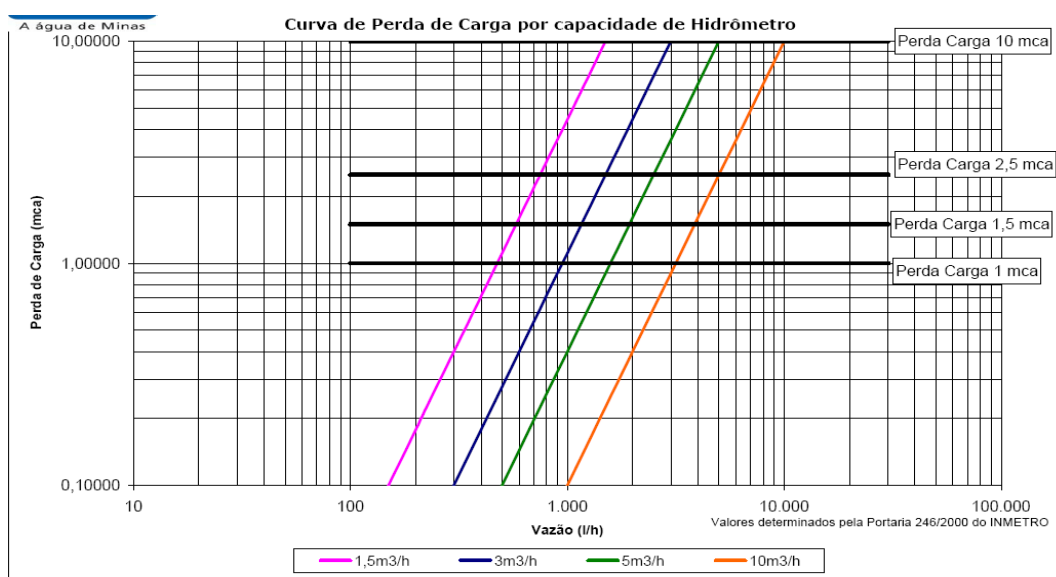


Figura 3.1.7 – Curva de perda de carga em hidrômetros – Adaptada da Cartilha da COPASA sobre medição individualizada.

3.1.8. Formas de instalação do hidrômetro

Alguns cuidados são necessários quando da instalação do hidrômetro em obra, estes cuidados interferem diretamente na precisão dos valores fornecidos pelo hidrômetro.

Todo hidrômetro possui fundido junto com a carcaça uma seta que indica qual o sentido do fluxo de água. Como infelizmente no Brasil a qualidade da mão de obra ainda não é um ponto forte, recomenda-se a supervisão pelo responsável da instalação do sentido de fluxo dos hidrômetros. Segundo reportagem na revista Hydro (Novembro de 2007, p. 26) a leitura com o hidrômetro instalado no sentido invertido pode ser desconsiderada.

O fluxo da água em regime turbulento também pode afetar a precisão do hidrômetro, esta turbulência pode ser causada, por exemplo, por um registro semi-aberto instalado a montante do hidrômetro, estes registros devem trabalhar totalmente aberto ou totalmente fechado, por este motivo recomenda-se a instalação de registros de $\frac{1}{4}$ de volta.

No trecho à montante do hidrômetro também deve ser previsto um trecho de regularização de fluxo, ou seja, um trecho horizontal de tubulação que permita que a água passe pelo hidrômetro em regime laminar. Esta recomendação muitas vezes é de difícil execução devido à disponibilidade de espaços quando os hidrômetros são instalados nos halls dos andares de

apartamentos e acaba por existir uma conexão de ângulo interno de 90° imediatamente a montante do hidrômetro. Semelhantemente, também não devem ser instaladas na entrada do hidrômetro peças que reduzem a seção nominal da tubulação, causando estrição, que gera alteração no regime laminar da água.

Segundo reportagem na revista HYDRO (Novembro de 2007, p. 28), outra fonte de erros de medição do consumo é a posição do hidrômetro. A dificuldade de localização dos hidrômetros leva a situações desfavoráveis de instalação, por exemplo, quando a situação do local leva a instalação dos hidrômetros no entre forro, acessados por alçapão no forro. Desta forma o hidrômetro acaba sendo instalado de “cabeça para baixo”, para facilitar a visualização da relojoaria. Os hidrômetros devem, preferencialmente, ser instalados com sua relojoaria na posição horizontal devido a sua construção. Caso a turbina do hidrômetro seja instalada na vertical, ela irá sofrer com a força gravitacional sobre seu eixo e engrenagens que pode distorcer a medição apresentada, principalmente em baixas vazões.

Por todos os motivos apresentados acima é que a precisão de um hidrômetro aferido em uma bancada de testes em laboratório pode ter resultados totalmente diferentes quando este mesmo hidrômetro estiver instalado em uma obra.

3.2. Medição remota

Com a adoção de sistemas de medição individualizada do consumo de água em substituição ao sistema de leitura tradicional em que a medição é feita apenas no hidrômetro global da edificação, surge a necessidade de sistemas mais avançados de leitura dos hidrômetros.

O sistema de leitura visual, que demanda o trabalho de um leiturista, pode até ser aceitável para edificações de até quatro pavimentos (com 8 ou 16 unidades habitacionais), porém, torna-se praticamente inviável para edificações maiores com número expressivo de unidades habitacionais.

Os sistemas de medição remota (SMR) são a alternativa para viabilizar a leitura de vários hidrômetros em um espaço reduzido de tempo e praticamente sem o custo de mão de obra.

Também são vantagens dos SMR o fato de que não é necessário que ninguém passe em todos os andares para efetuar a leitura mês após mês, gerando mais segurança aos moradores e reduzindo custos para o responsável pela emissão das contas individualizadas, seja a concessionária, o próprio condomínio ou alguma empresa terceirizada. É ocorrência comum nas medições visuais que o leiturista não tenha acesso ao hidrômetro em função da ausência do responsável pela edificação. Nestes casos é necessário o retorno do leiturista ao local ou mesmo que a

cobrança seja efetuada por estimativas, que em caso de adoção de SMR não acontece.

Atualmente, já existem no mercado brasileiro, diversos fornecedores com diferentes sistemas de medição remota para consumo de água e a maioria procura agregar também a medição remota do consumo de gás combustível nas edificações.

Existem SMR sem fio, via radiofrequência e cabeados, com diferentes tecnologias envolvidas para cada caso.

Ainda não existe nenhuma norma brasileira ou mesmo projeto de norma que trate especificamente sobre a medição individualizada de água, porém, em julho de 2009, foi disponibilizado para consulta pública um projeto de norma ABNT pelo Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos Mecânicos (CB-04) que trata mais detalhadamente sobre sistemas de medição remota e centralizada de consumo de água e gás, este projeto de norma teve seus trabalhos iniciados pelo referido comitê em julho de 2007.

Independente do tipo de tecnologia adotada para o SMR, pode-se considerar algumas características comuns entre os diferentes sistemas, como por exemplo:

- O usuário tem fácil acesso aos dados que são atualizados diariamente. Em alguns casos chegam a ser atualizados a cada intervalo de 15 minutos;
- Possuem dispositivos transdutores, que podem ser do tipo ampola de contato, do tipo hall, ótico ou indutivo. Estes transdutores convertem os valores de vazão do hidrômetro em sinais eletrônicos;
- Emitem alarme em caso de falta de alimentação principal superior a 12 horas, ou em caso de rompimento da selagem eletrônica;
- Possibilitam a detecção de possíveis vazamentos, alertando em casos de consumo ininterrupto em prazo de 24 horas.

É importante ao conceber um projeto com medição individualizada que seja prevista a infra-estrutura necessária para possibilitar a utilização dos diversos tipos de SMR. Os componentes de uma infra-estrutura predial necessária para futuras instalações de SMR são:

- Provisão de local para subconjunto medidor, válvulas de bloqueio remotas e transdutor de medição;
- Caixas de passagens;
- Eletrodutos ou eletrocalhas principais;
- Eletrodutos ou eletrocalhas de ramificações;
- Eletrodutos ou eletrocalhas de interligações;

- Provisão de local para central de operações e coleta de dados do SMR;
- Provisão para componentes SMR para proteção contra surtos e descargas atmosféricas.

O projeto de norma 04:005.10-035 de julho de 2009 prevê que seja considerada uma caixa de passagem de dimensões 4" x 2" x 2" acima de cada hidrômetro da edificação, centralizada com o eixo do medidor e a uma distância de 15 cm acima, isto para caso de instalações de hidrômetros com instalação aparente. Já em caso de instalações embutidas em alvenarias, deverão ser utilizadas caixas de passagem embutidas ao lado do abrigo do medidor, interligada com o mesmo por eletrodutos.

O referido projeto de norma recomenda ainda que sejam instaladas caixas de dimensões 300 mm x 300 mm x 120 mm nas proximidades da central de operações e coleta de dados do SMR e caixas de dimensões 100 mm x 100 mm x 50 mm nas interligações das prumadas verticais com os eletrodutos ou eletrocalhas de interligações.

Os SMR são basicamente compostos por equipamentos eletrônicos e estão sujeitos a surtos de tensão e corrente elétrica, devendo estar protegidos contra tais ocorrências. A especificação da classe dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS) deverá estar de acordo com a ABNT-NBR-5410/2004 referente a especificidade de cada sistema. Os eletrodutos que

conduzem cabos de dados, posicionados no exterior do edifício devem ser de material metálico e devidamente aterrados.

3.2.1. Medição remota via radiofreqüência

Um dos tipos de SMR que tem tido bastante aceitação no mercado são os sistemas com transmissão de dados via radiofreqüência. Este tipo de sistema elimina grande parte da infra-estrutura de eletrodutos e se torna bem atrativo em casos de edificações existentes, onde tem-se dificuldade de implantar novas instalações.

No entanto, edifícios com estrutura metálica e edifícios muito altos podem dificultar a operação de sistemas de rádio.

Os SMR por radiofreqüência podem ser do tipo unidirecional ou bidirecional. Geralmente os SMR voltados para edificações são do tipo unidirecional, que são mais baratos e funcionam perfeitamente quando não há interferências físicas da construção, podendo em certos casos ser necessário o uso de repetidores de sinal. Já os sistemas bidirecionais possuem um receptor que envia o impulso de leitura para o medidor, o qual envia o valor de consumo. Estes sistemas bidirecionais são mais aplicados a sistemas de abastecimentos comunitários e ainda não são largamente utilizados no Brasil, mas são bastante comuns em países da Europa.

Podem ser utilizados concentradores primários junto aos hidrômetros de cada pavimento e concentradores secundários que interligam estes concentradores primários, interligando-os à central de gerenciamento.

A Figura 3.2.1 ilustra um exemplo de hidrômetro pré-equipado com antena para possibilitar a leitura remota via radiofrequência.

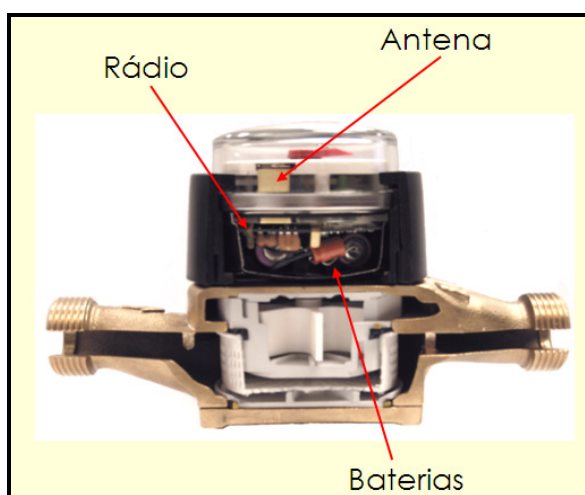


Figura 3.2.1 – Hidrômetro pré-equipado para leitura via radiofrequência

3.2.2. Medição remota via cabos

Em geral, quando existe a possibilidade de passagem de eletrodutos para passagem de cabos é interessante que esta infra-estrutura seja considerada para flexibilizar o sistema de medição.

Como o próprio nome diz, o sistema via cabos utiliza-se de cabeamento para realizar a transmissão das informações dos transdutores dos hidrômetros para o concentrador. Este cabeamento poderá ser utilizar cabos de lógica,

no caso do sistema M-Bus ou mesmo utilizar os próprios cabos da rede elétrica, em caso de sistemas baseados em PLC (Power Lines Communications). Esta última poderá ser utilizada até em casos de edificações existentes, em função de, na maioria dos casos, já ter disponível a infra-estrutura da rede elétrica no local.

No caso de sistemas via cabos, a questão da segurança da infra-estrutura deverá ser levada em consideração, procurando evitar que atos de vandalismo possam interromper a transmissão de informações.

3.2.2.1. Padrão M-Bus

O M-Bus é um sistema digital de comunicação de dados, composto por hidrômetros eletrônicos, rede de comunicação, computador central com programa específico e interface de comunicação rede-computador. Outros elementos podem ser incorporados ao conjunto para melhorar os graus de segurança, de confiabilidade e de alcance da rede como um todo, como o sistema de aterramento e os amplificadores e regeneradores de sinal.

Segundo SILVA; TAMAKI; TONETTI; GONÇALVES (2005), o M-BUS foi desenvolvido para ser um sistema de fácil implementação e operação, empregando-se cabos comuns e o menor número de componentes possível. Para este sistema, normalmente são utilizados cabos comuns de telefonia, do tipo par trançado de 0,5 mm².

A central de gerenciamento de telemedicação é composta por um microcomputador dotado de um programa de supervisão e gestão.

Grandes distâncias podem afetar a qualidade do sinal dos sistemas de padrão M-Bus, nestes casos, podem ser necessárias a implementação de amplificadores ou de regeneradores de sinal.

4. Soluções de projeto

A alteração da concepção tradicional em projetos hidráulicos tem sido um desafio para os projetistas. São diversas as idéias e soluções, bem como são variadas as situações, devidos as particularidades de cada edificação.

O fato é que não existem regras prontas e o mercado demanda por soluções de baixo custo, que tenham facilidade de manutenção e principalmente, que gerem pouca manutenção.

Serão analisadas abaixo algumas soluções que são opções para elaboração de projetos com medição individualizada de água.

4.1. Concepções de projetos de medição individualizada de água.

4.1.1. Medição nos pavimentos

Localizar o grupo de hidrômetros no hall de cada pavimento é uma das soluções que vem sendo adotada com mais frequência nos edifícios residenciais dotados de SMI, principalmente em caso de edificações acima de quatro pavimentos. Esta solução tem sido bem aceita entre construtores e projetistas em função de demandar uma instalação hidráulica simplificada, localizando uma prumada central única na área comum do hall dos apartamentos, onde também estará localizado o grupo de hidrômetros.

A partir do grupo de hidrômetros, a tubulação é distribuída horizontalmente pelo teto do apartamento ou pelo forro do apartamento do apartamento imediatamente abaixo.

A questão de utilizar a distribuição horizontal de água pelo teto do vizinho abaixo, tem sido bastante questionada por projetistas, pois dificulta eventuais manutenções, causando transtornos entre moradores. Outra possibilidade que vem sendo debatida é a de evitar o furto de água, por mais que pareça absurda, essa possibilidade é uma triste realidade que deve ser levada em consideração na hora de projetar o traçado ideal para a distribuição horizontal de água após a medição do apartamento.

A medição individualizada de água feita com grupo de hidrômetros instalados em vários pavimentos sobrepostos dificulta a leitura visual dos hidrômetros, demandando que seja instalado, ou pelo menos previsto, algum sistema que permita a leitura remota dos hidrômetros.

A Figura 4.1.1 ilustra um grupo com quatro medidores com sugestão de dimensões do espaço necessário para instalação em área comum dos pavimentos.

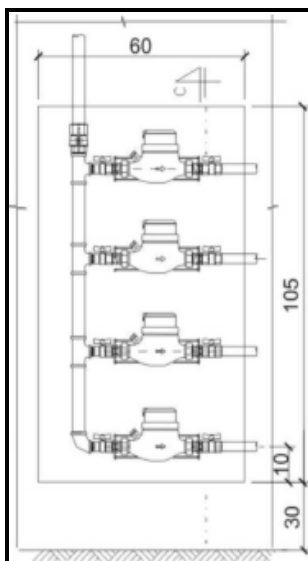


Figura 4.1.1 – Grupo de medidores nos pavimentos – Adaptada da Cartilha da COPASA sobre medição individualizada.

4.1.2. Grupo de medidores com reservatório unificado

Em caso de edificações mais baixas, como por exemplo, em caso de conjuntos habitacionais de baixo padrão de até quatro pavimentos, tem sido viabilizada a solução de instalar uma bateria com os hidrômetros de todos os apartamentos de todos os pavimentos em um só local, que pode ser em uma área comum interna ou externa ao edifício ou até mesmo na cobertura da edificação, desde que esta seja de fácil acesso.

Este tipo de solução torna mais viável a leitura visual dos hidrômetros, o que é um dos fatores que tem contribuído para a aceitação em empreendimentos de interesse social, que na maioria das vezes não comporta um sistema de medição remota.

A Copasa especificamente, talvez para coibir o uso de leitura visual dos hidrômetros, tem aceitado a leitura por grupo de medidores somente para edifícios até três pavimentos, que são minoria. Em caso de edifícios com quatro pavimentos ou mais, ela já obriga a medição nos pavimentos e associada a um sistema de medição remota. Porém, é uma opção do construtor / condomínio, executar um SMI que não seja conforme aos padrões da Copasa, ficando a cargo do condomínio ou empresa terceirizada o gerenciamento das contas individuais.

A Figura 4.1.2 ilustra um empreendimento com dois blocos de quatro pavimentos cada, em que existe um castelo d'água externo que abastece por gravidade os dois blocos, com quatro baterias de hidrômetros localizadas junto às fachadas de cada edificação.

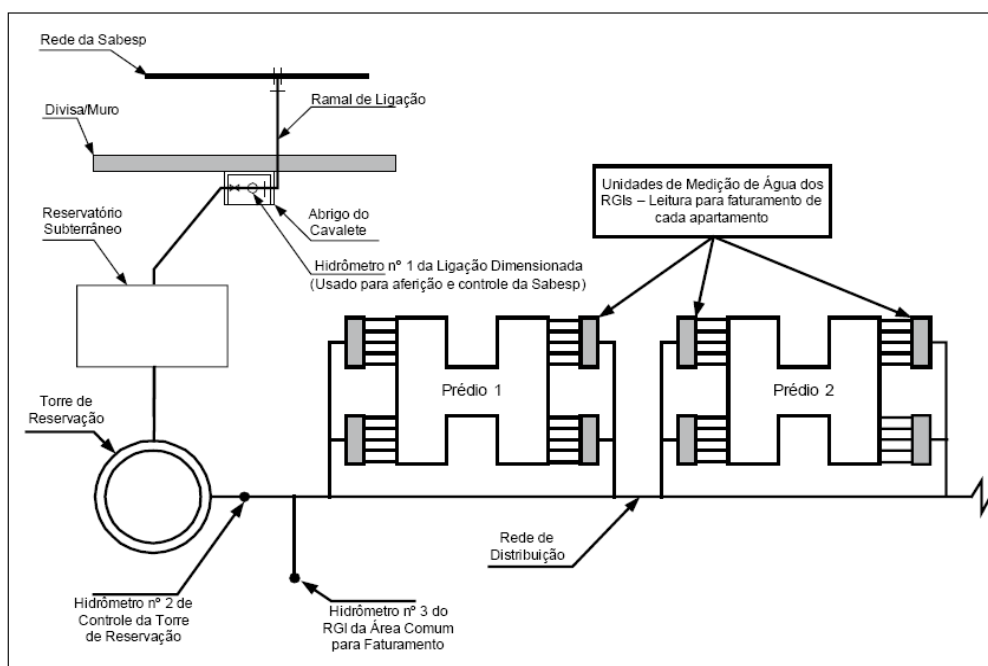


Figura 4.1.2 – Exemplo de grupo de medidores com reservatório unificado – Adaptado de SANEAS (março de 2006)

Em outros casos o reservatório de água pode estar localizado na cobertura das edificações, neste caso o ramal de distribuição deve descer até a bateria de hidrômetros para depois retornar para os apartamentos.

Pode ser percebido a partir da Figura 4.1.2 que esta solução demanda uma série de colunas ascendentes que partem do térreo separadamente até abastecer o respectivo apartamento.

A Figura 4.1.2b ilustra uma bateria de hidrômetros que foi considerada em uma edificação em São Paulo e que possui cinco pavimentos.



Figura 4.1.2b – Grupo de medidores no pavimento térreo – Adaptado de SANEAS (março de 2006)

4.1.3. Grupo de medidores com reservatório individualizado

Outra forma de executar uma bateria de medidores para efetuar a medição individualizada, é adotar um reservatório de água para cada unidade.

Esta alternativa não é comumente utilizada devido a condições específicas para viabilizar sua implantação. Como será instalado um reservatório de água para cada edificação, é necessário haver espaço para colocação destas caixas. Se a edificação tiver sistema de aquecimento solar, por exemplo, também deverá existir um conjunto de reservatórios térmicos com coletores solar para cada unidade. Outro complicador é a altura da edificação, que quando demandar utilização de reservatório inferior praticamente inviabiliza a medição com reservatórios independentes, em função da dificuldade de instalar sistemas de bombeamento e reservatórios inferiores independentes.

A Figura 4.1.3 exemplifica um empreendimento com um grupo de medidores instalado na parte inferior da edificação que posteriormente abastece um reservatório independente por unidade habitacional.

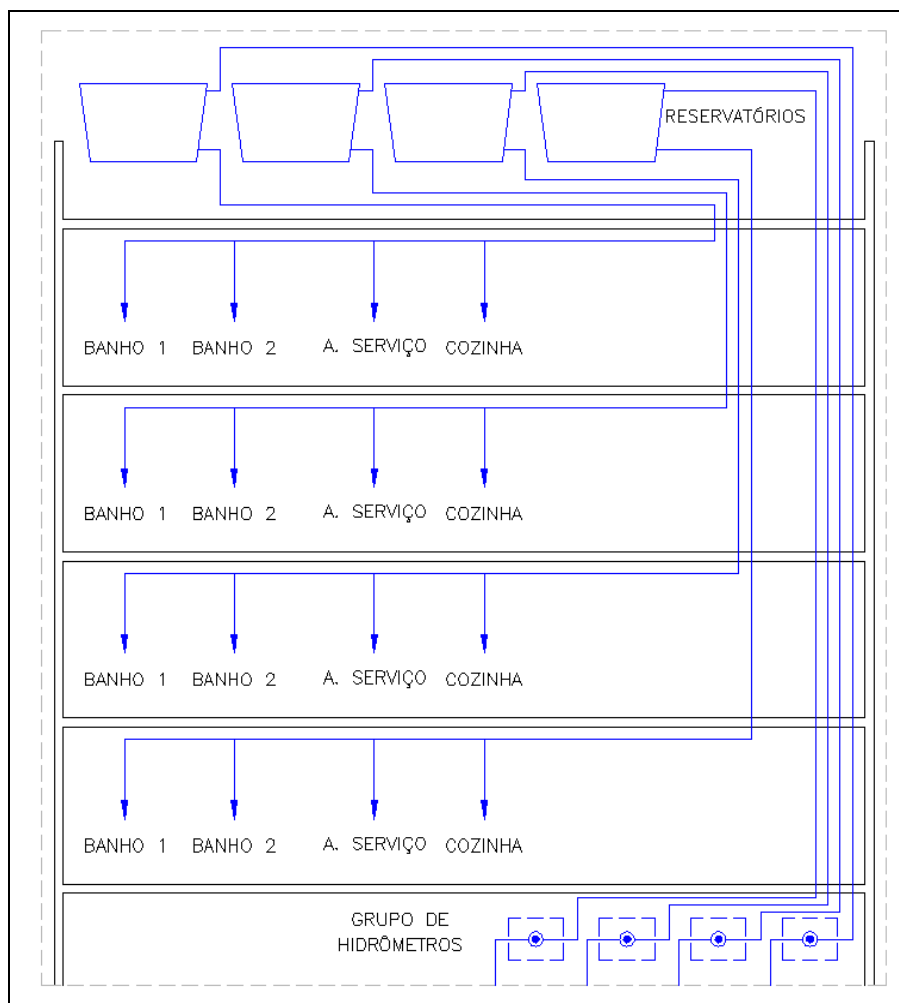


Figura 4.1.3 – Exemplo de grupo de medidores com reservatório individualizado

Vale ressaltar, que reservatórios de água requerem manutenção e limpeza periódica, o que em muitas edificações é ignorado, principalmente em edificações residenciais. A adoção de um reservatório de água para cada unidade habitacional agrava a questão de falta de manutenção, já que em edifícios multifamiliares com reservatório único, a manutenção e limpeza deste reservatório pode ser programada com mais facilidade pelo responsável pela manutenção do condomínio.

4.1.4. Critérios para duplicação de medição

Não existem regras prontas para limitar qual a vazão máxima de um hidrômetro para ser adotado em um SMI, ficando a critério de cada projetista dimensionar qual a vazão máxima provável que cada apartamento irá demandar e especificar os hidrômetros disponíveis no mercado.

A questão é que existem hidrômetros para todos os níveis de vazão. E, conseqüentemente, com grandes variações de dimensões e preços entre si. A portaria do INMETRO nº 246, já referida neste trabalho, fixa parâmetros necessários para hidrômetros de até 15 m³/h de vazão nominal. Na prática, os hidrômetros que mais tem sido utilizado são os de vazões nominais 1,5 m³/h e 2,5 m³/h, porém, obviamente, a escolha do hidrômetro irá depender das particularidades de cada projeto. Até o hidrômetro de vazão nominal 5,0 m³/h (10 m³/h de vazão máxima) tem sido considerado, pois hidrômetros de 3,5 /h e 5,0 m³/h de vazão nominal são encontrados no mercado com diâmetro de 1". A partir de 6,0 m³/h os hidrômetros possuem diâmetros de instalações maior e passam a ter tamanhos mais expressivos que dificultam a instalação em halls de apartamentos.

Outro ponto a ser considerado é que quanto maior a vazão nominal do hidrômetro adotado, para uma mesma classe metrológica, menor a precisão a baixas vazões, e a precisão a baixas vazões é fator importante a ser considerado para unidades residenciais. Pois, é possível que em

determinado horário o apartamento inteiro tenha apenas o filtro da cozinha funcionando, por exemplo.

Pelos motivos apresentados, em alguns casos faz-se necessária a duplicação da medição, efetuando-se a soma das leituras para obter a conta total do apartamento. A Figura 4.1.4 ilustra esta situação.

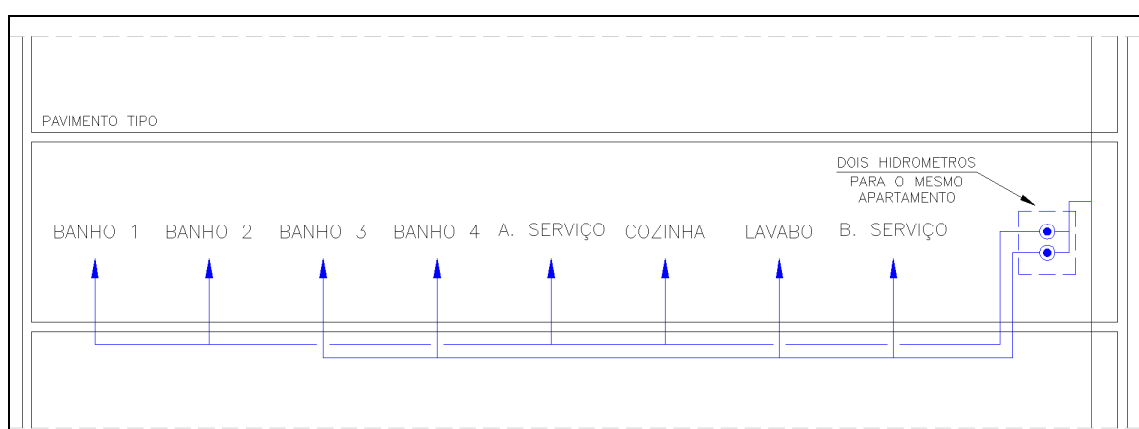


Figura 4.1.4 – Utilização de dois hidrômetros para casos de alta vazão

Como pode ser observado na Figura 4.1.4, um hidrômetro abastece dois banhos, a área de serviço e a cozinha e o outro hidrômetro abastece mais dois banhos, o lavabo e o banheiro de serviço. Nestes casos, já que foram considerados dois hidrômetros para a mesma unidade habitacional, pode-se melhorar a distribuição de vazão ao se colocar em hidrômetros diferentes, pontos de consumo que tenham a possibilidade de ocorrer simultaneamente. No exemplo dado, havia banhos de 1 a 4, optou-se por colocar dois deles em cada hidrômetro, devido a possibilidade, de em determinado horário, haver várias pessoas utilizando chuveiros.

4.2. Medição individualizada de água e instalações prediais de água quente

Conciliar sistemas de medição individualizada de água com sistemas de aquecimento de água tem sido um desafio para os profissionais do setor. Diversas concepções têm sido testadas em diferentes situações de forma a tentar conseguir um desempenho semelhante das instalações de água quente convencionais.

Belo Horizonte é considerada a capital nacional do aquecedor solar, e é exatamente em sistemas centrais de aquecimento. E é justamente no caso dos sistemas de aquecimento solar instalados em edifícios multifamiliares, que estão os maiores desafios de se implantar um SMI.

4.2.1. Hidrômetro para água quente

O hidrômetro utilizado para aferição do consumo de água aquecida não é o mesmo que o considerado para água fria. É necessário um hidrômetro especial que suporte as temperaturas de funcionamento.

A portaria do INMETRO nº 246 que regulamenta as condições que um hidrômetro deve satisfazer não é aplicada aos hidrômetros de água quente, pois é destinada a hidrômetros de 0,6 m³/h a 15,0 m³/h até uma temperatura de 40°C.

Quando da especificação de um hidrômetro para água quente, deverá ser observado os catálogos de fabricantes e determinações das concessionárias com relação às condições de funcionamento. Com relação à temperatura, a maioria dos hidrômetros para água quente são apresentados no mercado como de temperatura máxima admissível de 90°C, sendo que existem hidrômetros da linha predial que suportam até 100°C. A CAESB, em sua cartilha para orientação nos quesitos necessários para um SMI, recomenda a utilização de hidrômetros para água aquecida que suportem uma máxima temperatura admissível de 90°C, a uma pressão máxima de 16 bar (aproximadamente 160 m.c.a.).

De forma geral, a disponibilidade de faixas de vazão para hidrômetros de água quente é mais limitada que as opções encontradas para hidrômetros de água fria. As opções de vazão deverão ser observadas nos catálogos de cada fabricante. Vale ressaltar que existem fabricantes que possuem apenas hidrômetros para água fria em sua linha de produtos. Normalmente, hidrômetros para água quente possuem detalhes em vermelho em sua carcaça de modo a facilitar sua identificação.

4.2.2. Medição individualizada na água quente e o tempo de espera.

O tempo de espera para chegada da água aquecida aos pontos de utilização é um fator delicado a ser observado mesmo em sistemas convencionais de aquecimento central e que tende a ser agravado com a implantação de SMI. A água aquecida que fica parada no interior das tubulações quando a rede

está fechada tende a esfriar dentro da tubulação. Esta perda térmica depende de diversos fatores da instalação, tais como, material e espessura da parede da tubulação, diâmetro da tubulação, existência, tipo e espessura de isolamento térmico e a temperatura do ar externo.

Em linhas gerais, quanto maior a distância entre a fonte de geração de calor e o ponto de utilização, maior o volume de água armazenado dentro da tubulação que está passível de esfriamento.

Em instalações de edifícios residenciais onde cuidados básicos com relação à diminuição do tempo de espera não foram observados, é comum de acontecer de algum usuário situado no apartamento do pavimento térreo do edifício utilizar um chuveiro, por exemplo, e ter de esperar esvaziar toda a água da coluna do edifício até começar a chegar a água aquecida que está no reservatório térmico. Em casos extremos, este tempo de espera pode chegar a dez minutos.

Enquanto a água quente não chega, a água fria muitas vezes escorre pelo ralo, literalmente. Medidas destinadas a reduzir o tempo de espera a valores aceitáveis não só visam o conforto do usuário, mas também evitam a reduzir o desperdício de água e a demanda por energia de apoio no sistema de aquecimento central que muitas vezes é realizado por meio de gás combustível ou energia elétrica.

Uma das medidas mais conhecidas para reduzir a perda térmica das tubulações é a utilização de isolamento térmico. Produzido e comercializado pelos fabricantes de tubulações de cobre, o isolamento térmico em polietileno expandido é um dos mais utilizados atualmente. Este isolamento é encontrado no mercado com espessuras de 0,5cm e 1,0cm, de acordo com o diâmetro da tubulação. O isopor também tem sido utilizado para isolamento térmico em tubulações de água quente. Ele possui um coeficiente de condutividade térmica inferior ao do polietileno expandido e é utilizado em espessuras de até 2,5cm. Quanto maior a espessura do isolamento térmico, maior a sua eficiência, mas também maior o seu custo e, isolamento muito espessos, dificultam a instalação da tubulação, principalmente em caso de tubulações embutidas ou em shafts com pouca disponibilidade de espaço.

Os tradicionais tubos de cobre, por serem metálicos e possuírem elevado coeficiente de condutividade térmica, apresentam um isolamento térmico desprezível e demandam isolamento térmico adicional em toda a extensão da tubulação de água quente, mesmo em trechos curtos.

Uma tendência em tubulações é a utilização de materiais termoplásticos para condução de água quente. Atualmente, os materiais termoplásticos mais utilizados no mercado brasileiro são o polietileno reticulado, conhecido como PEX, o polipropileno copolímero random, também chamado de PPR e o policloreto de vinila clorado, ou CPVC. Estes materiais apresentam um

baixo valor de coeficiente de condutividade térmica e geralmente são instalados sem a necessidade de isolamento térmico adicional, inclusive, os fabricantes que comercializam estes materiais termoplásticos incentivam a não utilização de isolamento térmico como fator de redução de custos de instalação ao comparar com tubulações de cobre, onde a utilização de isolamento térmico é premissa básica.

Um cuidado, no entanto, deve ser tomado quando da utilização de materiais termoplásticos. A comparação destes materiais com o cobre no que se refere a perda térmica não deveria ser feita de forma direta, analisando os coeficientes de condutividade térmica de um e de outro material. Como o cobre só deve ser instalado isolado termicamente, ao se especificar um material termoplástico sem o isolamento térmico, a perda de calor deste material deve ser comparada a perda térmica do cobre isolado, e é neste ponto que muitas instalações de água quente têm regredido no que se diz respeito a tempo de espera das instalações, pois o cobre isolado com o polietileno expandido chega a possuir uma perda térmica até oito vezes menor que a dos materiais termoplásticos não isolados.

Conseqüentemente, ao utilizar os materiais termoplásticos com o isolamento térmico tem-se uma dupla camada de proteção térmica que realmente terá uma perda térmica muito inferior à do cobre.

A Tabela 4.2.2 apresenta os valores de coeficiente de condutividade térmica de alguns materiais apresentados.

Tabela 4.2.2 – Valores de coeficientes de condutividade térmica.

Material	Coeficiente de condutividade térmica (W / m.K)
Isopor (EPS)	0,025
Polietileno expandido	0,036
CPVC	0,200
PPR	0,240
PEX	0,430
Cobre	332,000

Conforme os valores apresentados, percebe-se que a resistência térmica do cobre deve ser desprezada em relação aos demais materiais termoplásticos, porém, também se pode perceber que os isolamentos térmicos de isopor ou polietileno expandido possuem um desempenho muito superior ao deste materiais se não estiverem devidamente isolados. Portanto, a utilização de tubulações termoplásticas com isolamento térmico adicional é um excelente aliado na redução de do tempo de espera em instalações de aquecimento central com medição individualizada de água

Em um SMI, geralmente tem-se tubulações instaladas horizontalmente dentro do apartamento entre forros de regiões que não são áreas molhadas. Outro problema que pode ocorrer com a não utilização de isolamento térmico em tubulações de água quente é a condensação de água na parede

externa da tubulação com conseqüente danificação do forro abaixo de onde estiver instalada.

Outra solução largamente utilizada para redução do tempo de espera em instalações de água quente é a implantação de sistemas de recirculação de água acionados por termostatos. Em uma instalação convencional, sem um SMI, as colunas de água quente são localizadas dentro das próprias áreas hidráulicas, próximas aos pontos de utilização, nestes casos, a recirculação de todas as colunas de água quente da edificação mantém a água aquecida próxima aos pontos de consumo, restando apenas o trecho da derivação da prumada até o ponto de consumo sem recirculação de água.

Em um SMI com aquecimento central, tem-se normalmente uma coluna de água quente centralizada na área comum da edificação, distante dos pontos de consumo, a partir da qual é feita uma derivação para posterior medição da água quente do apartamento para então ser feita a distribuição de forma horizontal para os banheiros e cozinha dos apartamentos. A recirculação apenas da coluna de água principal pode muitas vezes não ser suficiente, visto que quanto maior for o apartamento e o número de pontos com demanda de água aquecida, maior será o volume de água armazenado na tubulação horizontal interior ao apartamento.

4.2.3. Soluções para um SMI com sistemas de aquecimento.

Lançada a questão, segue-se uma série de soluções possíveis de serem adotadas para viabilizar um SMI em edificações que possuem sistema de aquecimento de água.

4.2.3.1. Recirculação de água quente apenas na prumada central.

Considerando um sistema de aquecimento central de água, uma das soluções, conforme já mencionado anteriormente, é a de executar a recirculação apenas na coluna central de água quente, assumindo e ignorando a perda térmica a partir da derivação desta coluna principal, como é exemplificado na Figura 4.2.3.1.

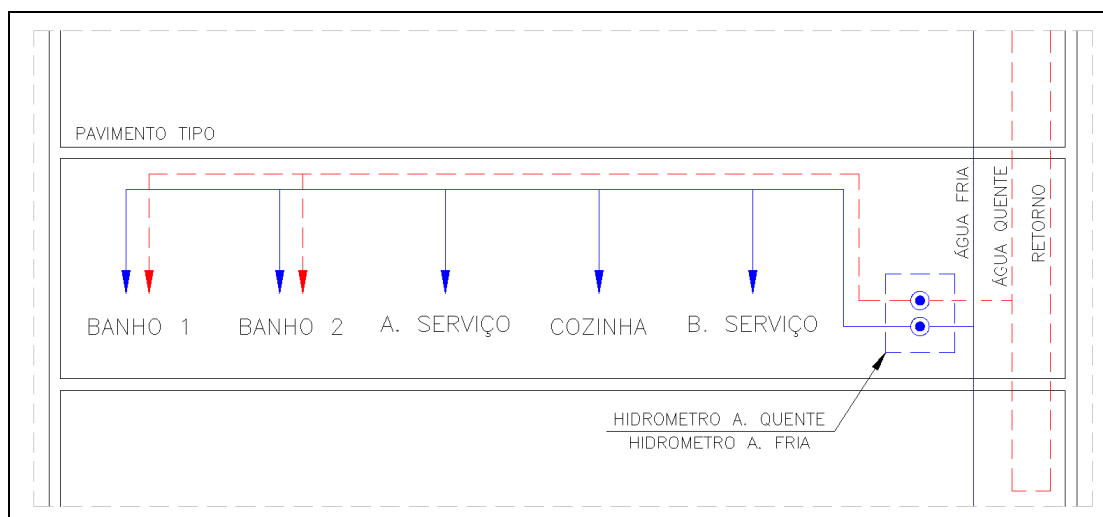


Figura 4.2.3.1 – Exemplo de medição de água quente com recirculação apenas na prumada central

Nestes casos, o tempo de espera pode ser facilmente calculado ao dividir-se o volume de água existente no caminho que se inicia na derivação da coluna

principal até o ponto mais distante de consumo pela vazão estimada da água neste mesmo ponto. A instalação de isolamento térmico nas tubulações é fator chave para redução do tempo de espera para este tipo de solução, mesmo em caso de instalações de água quente com materiais termoplásticos.

É difícil determinar qual o valor a ser considerado aceitável para um tempo de espera e este valor pode variar de acordo com o nível de exigência do usuário final, bem como de acordo com o nível de comprometimento com o uso racional da água por parte dos construtores e projetistas.

Nestes casos em que a recirculação é feita apenas na coluna principal, a utilização de tubulações com diâmetros reduzidos também auxilia a existência de um volume menor de água na tubulação. Desta forma, super dimensionamentos nos diâmetros das tubulações que muitas vezes pensa-se ser benéficos para a instalação, irão elevar o tempo de espera.

O sistema de distribuição de água ponto a ponto, atualmente já utilizado nas instalações de ramais e sub-ramais de água fria e água quente em PEX por alguns construtores, também pode ser utilizado com o objetivo de reduzir o volume de água na tubulação em barriletes instalados no interior de apartamentos com um SMI. Este tipo de solução caracteriza-se pela distribuição da água a partir de um quadro de distribuidores, também chamados de “manifold”, diretamente aos pontos de consumo através de

tubulações flexíveis, sem o uso de conexões intermediárias. A utilização de tubulações flexíveis permite até que os tubos sejam instalados dentro de conduítes embutidos em laje ou alvenaria, possibilitando sua manutenção sem a necessidade de quebras.

Como a adoção de um SMI requer, na maioria dos casos, de um barrilete de água instalado dentro dos apartamentos, a utilização de distribuidores de água é uma solução interessante, porém, em vez de considerar o sistema de distribuição ponto a ponto apenas internamente na área hidráulica, considera-se esta distribuição a partir do hidrômetro localizado na área comum, sendo que cada área hidráulica é considerada como um ponto de distribuição, derivando uma tubulação em PEX para cada área hidráulica, com percurso mais direto e diâmetro reduzido.

A comparação entre esta distribuição ponto a ponto para o barrilete e uma solução convencional de barrilete interno ao apartamento poderá ser mais bem entendida com as Figuras 4.2.3.1b e 4.2.3.1c a seguir, onde na primeira é representado um apartamento que utiliza água quente para três banhos sociais e suítes, cozinha e para o banho de serviço e a distribuição de água é feita a partir de um ponto no hall comum da edificação. Já na Figura 4.2.3.1c, tem-se o mesmo apartamento da primeira figura, porém, exemplificando a distribuição tipo ponto a ponto por meio de tubulações flexíveis. Em ambos os casos, o tipo de solução a ser adotada na distribuição interna das áreas hidráulicas fica a cargo do construtor.

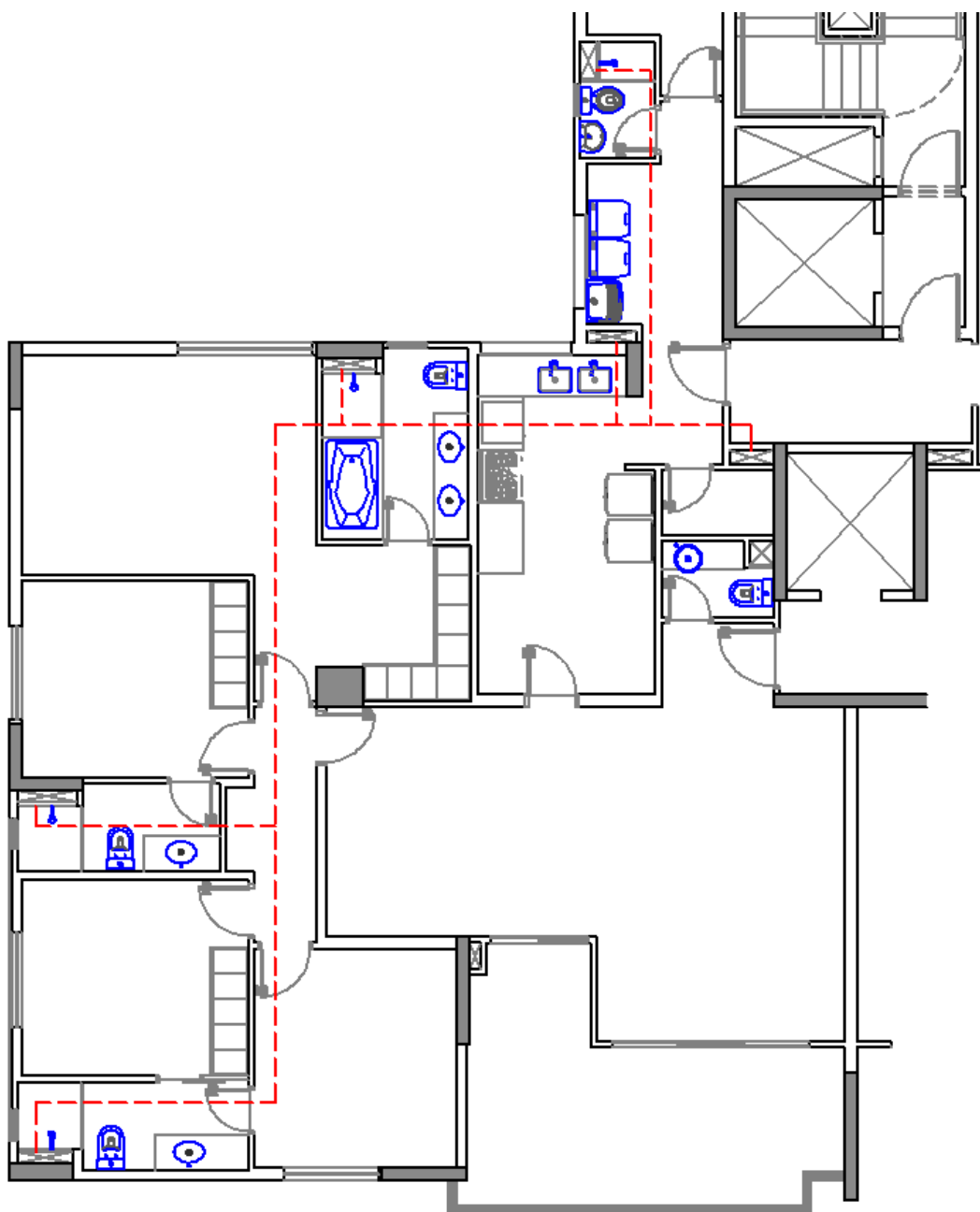


Figura 4.2.3.1b – Barrilete de água quente interno ao apartamento com sistema de distribuição convencional

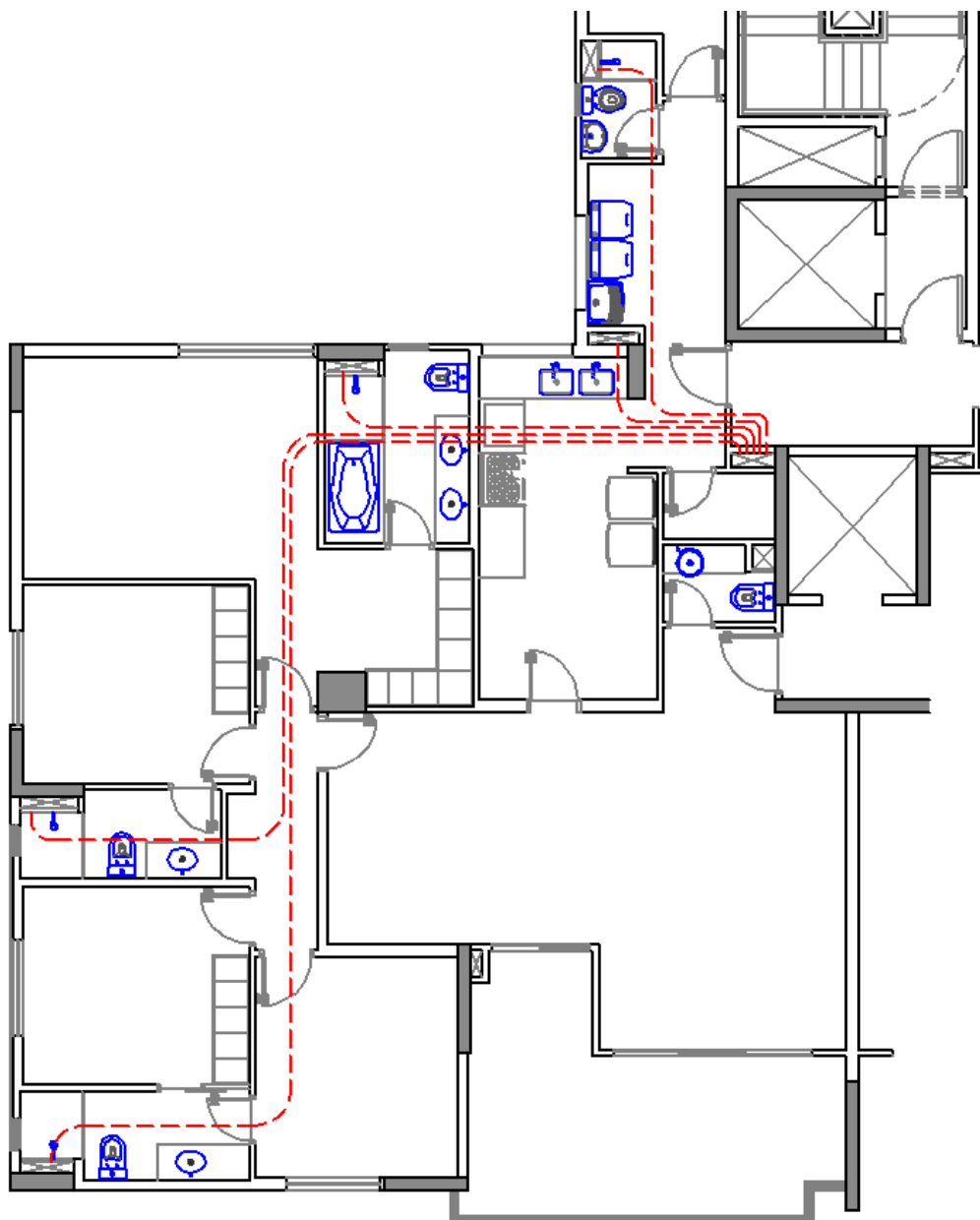


Figura 4.2.3.1c – Barrilete de água quente interno ao apartamento com sistema de distribuição ponto a ponto

Pode ser facilmente percebido que com o sistema de distribuição ponto a ponto é utilizado um comprimento linear maior de tubulações, porém, como cada tubulação necessita ser dimensionada para abastecer apenas uma área hidráulica, os diâmetros das tubulações passam a ser mais reduzidos que na solução convencional, que possui uma linha mestra de onde é feita a

derivação para as diversas áreas hidráulicas. No dimensionamento da solução convencional, nos trechos iniciais onde passa a água de todo o apartamento tem-se a necessidade de diâmetros que chegam, em alguns casos, a ter quase o dobro de diâmetro do que seria utilizado para atender apenas um banheiro.

Matematicamente, o dobro de diâmetro quer dizer que existirá para um mesmo comprimento linear de tubulação quatro vezes mais água a ser drenada em caso de cálculo de tempo de espera, desta forma, tem-se na distribuição de água ponto a ponto com a utilização de tubulações flexíveis um importante aliado em SMI com água quente onde a recirculação é realizada apenas na coluna principal.

4.2.3.2. Medição do retorno

Também é possível criar um anel de recirculação interno ao apartamento, de forma que todo o barrilete após a derivação da coluna principal seja recirculado constantemente. Porém, como o hidrômetro para água quente é instalado na área comum, logo após a derivação da coluna principal a água recirculada será considerada como água consumida, pois será gerado um fluxo de água quente sem que exista o consumo. Nestes casos deverá ser instalado um hidrômetro de forma a registrar o volume de água que retorna pela tubulação de recirculação.

O volume total consumido de água quente será calculado ao subtrair o volume aferido no hidrômetro na entrada de água quente do apartamento pelo volume aferido no hidrômetro da recirculação.

Conforme abordado no capítulo 3 deste trabalho, que trata sobre as características dos hidrômetros, sabe-se que os hidrômetros possuem margens de erros admissíveis e que quanto maior for a vazão nominal do hidrômetro ou quanto menor for a vazão de utilização, maior a probabilidade de ocorrência de erros. Quando é exigido de dois hidrômetros o funcionamento constante para posterior aferição das diferenças de leitura para determinação do consumo real da água quente de um apartamento, a probabilidade de ocorrência de erros é majorada, podendo ocorrer a perda da confiabilidade dos valores coletados. A Figura 4.2.3.2 mostra um esquema de como funciona a leitura por subtração da medição do retorno de água quente.

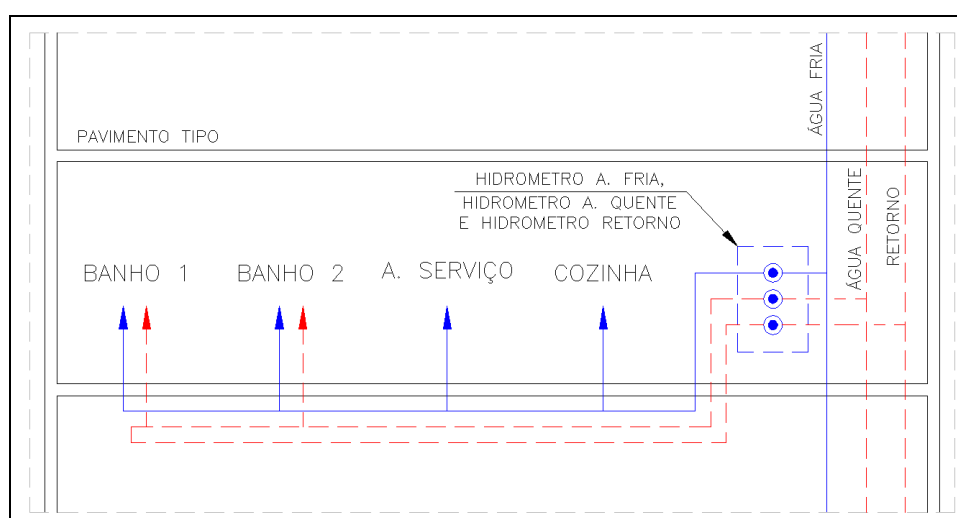


Figura 4.2.3.2 – Exemplo de medição de água quente pela subtração da medição do retorno

Além da deficiência na precisão da leitura, este tipo de recirculação possui uma eficiência menor que a obtida em recirculação por colunas, pois como será criado um anel de recirculação em vários pavimentos sobrepostos, todos interligados a uma mesma coluna principal de retorno, quando a bomba de recirculação ligar, será realizada uma recirculação preferencialmente pelos caminhos mais próximos e com menor desnível, ou seja, a recirculação será mais eficiente nos pavimentos próximos à cobertura e mais deficitária nos pavimentos inferiores, podendo inclusive, em alguns pavimentos, chegar a nem existir recirculação da água quente.

A questão da ineficiência da recirculação nos pavimentos inferiores pode ser equacionada com a instalação de válvulas solenóides, que são registros hidráulicos que são comandados remotamente por pulsos elétricos, em pontos estratégicos da instalação de modo a setorizar a recirculação de acordo com as necessidades, recirculando um ou dois pavimentos de cada vez. A decisão de instalação ou não de válvulas solenóides em uma edificação predial deve ser bem avaliada em cada caso, pois uma instalação hidráulica complexa com excesso de dispositivos pode gerar maior ocorrência de manutenções, o que muitas vezes necessita de mão de obra especializada.

Outra solução que permite a medição de água quente por subtração da tubulação de recirculação sem que exista perda de eficiência do sistema de

recirculação, é a instalação de uma coluna de retorno para cada apartamento, utilizando várias bombas de recirculação ou uma bomba com um conjunto de válvulas solenóides para recircular uma coluna de cada vez, como está exemplificado na Figura 4.2.3.2b.

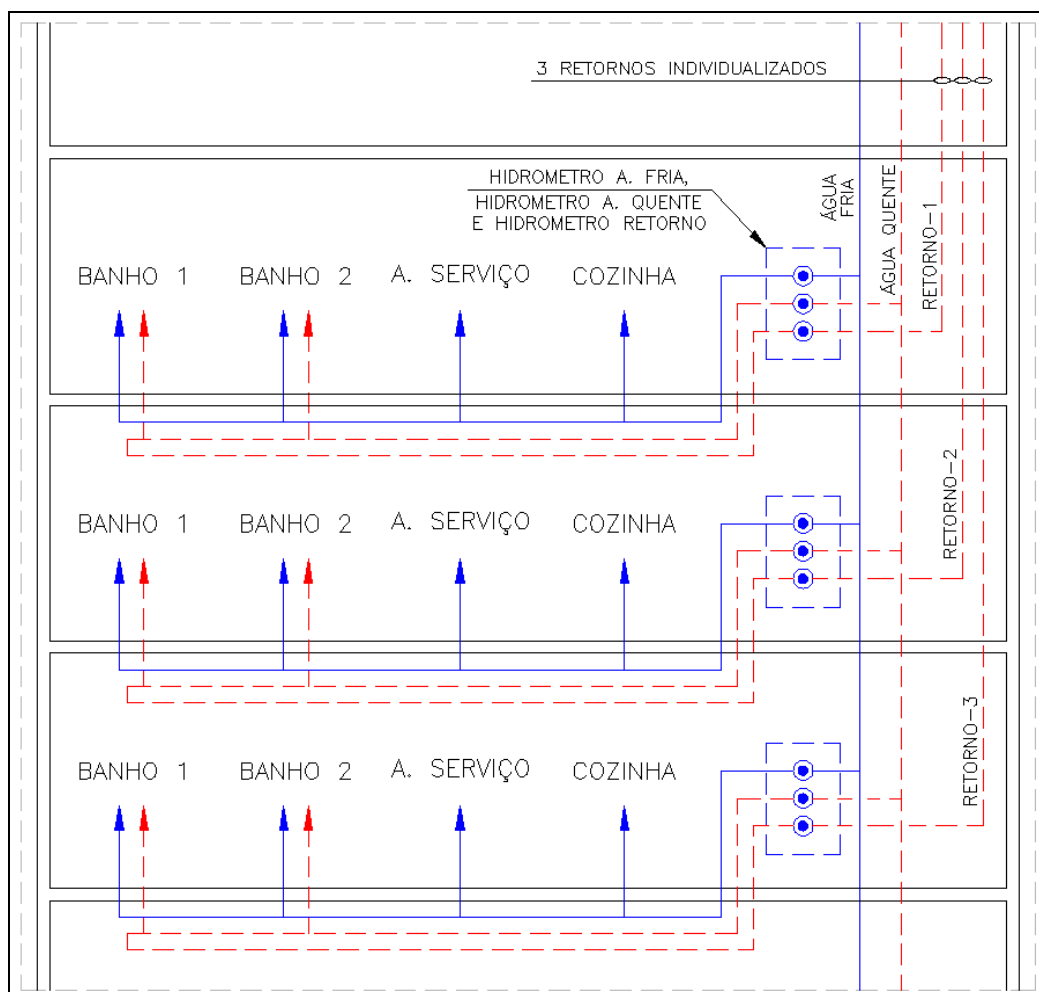


Figura 4.2.3.2b – Exemplo de medição de água quente com recirculação individualizada

Adotar um sistema de recirculação individualizada demanda também espaço para colocação de uma coluna de retorno para cada apartamento, além da coluna principal de água fria e da coluna principal de água quente, o que torna esta solução praticamente inviável em edifícios mais altos.

4.2.3.3. Sistema de aquecimento individual.

Saindo do conceito de sistemas de aquecimento central, é possível conjugar um SMI com aquecedores de passagem ou acumulação instalados dentro dos apartamentos. Desta forma, a edificação possuirá apenas a infraestrutura central de água fria. Após a derivação para cada apartamento ocorrerá a leitura da água fria. Após a medição, esta água fria abastecerá os pontos de consumo e o aquecedor instalado dentro do apartamento, como representado na Figura 4.2.3.3.

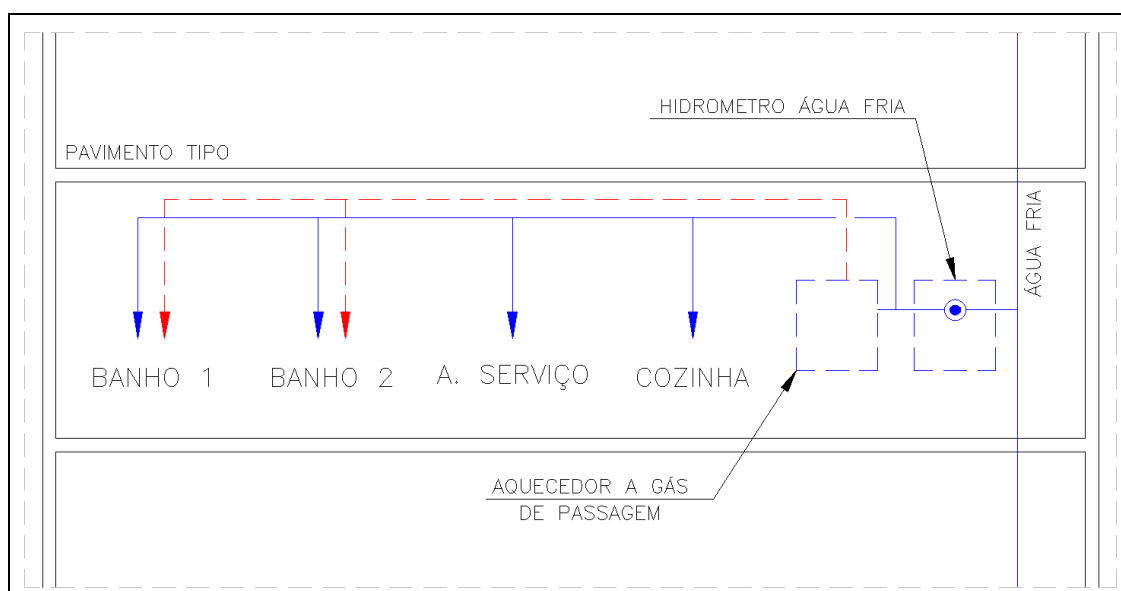


Figura 4.2.3.3 – Aquecimento de passagem com medição apenas na água fria

Esta solução simplifica a instalação hidráulica, porém, cria dentro do apartamento um ponto de manutenção, além da necessidade de espaço, que geralmente fica na área serviço para colocação do aquecedor.

Os aquecedores de passagem podem, de acordo com a quantidade e simultaneidade de utilização dos pontos de água quente, não gerarem vazão suficiente para abastecimento destes pontos de consumo, sendo necessária a instalação de um acumulador junto ao aquecedor de passagem, demandando mais espaço.

A Figura 4.2.3.3b mostra um apartamento em que foi instalado um aquecedor de passagem a gás com sistema de acumulação ao lado e distribuição de água em PEX. Foi disponibilizado um espaço na área de serviço de cada apartamento para colocação do sistema de aquecimento.

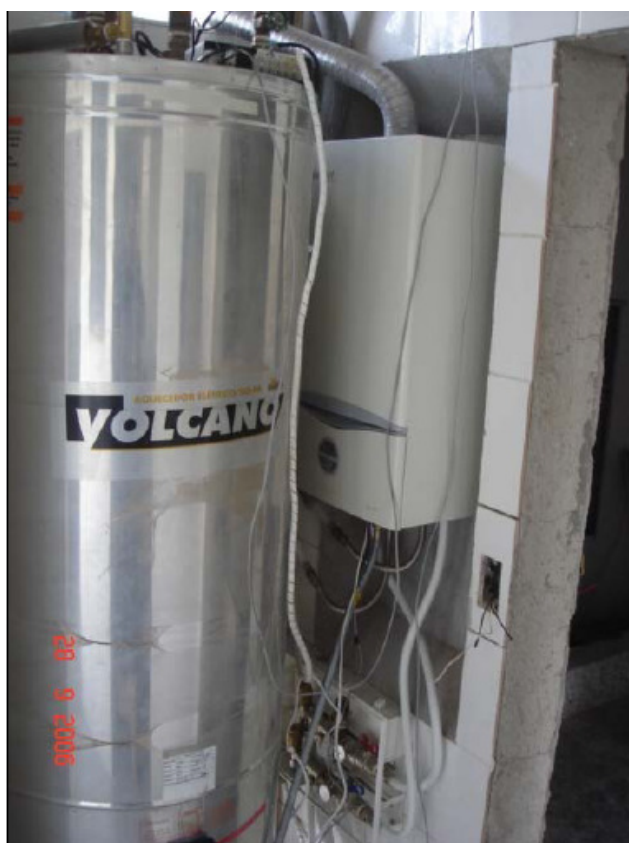


Figura 4.2.3.3b – Aquecedor de passagem a gás instalado na área de serviço de um apartamento – HORTA (2009)

4.2.3.4. Sistema de aquecimento central com utilização de fonte complementar de aquecimento individual.

Geralmente, os sistemas de aquecimento centrais por energia solar possuem fontes de energia de apoio, que podem ser a gás combustível ou energia elétrica. Estas fontes de apoio aquecem a água diretamente dentro dos reservatórios térmicos quando ela atinge uma temperatura pré-determinada e a energia solar não consegue manter a água no interior do reservatório na temperatura adequada.

Uma forma de aumentar a eficiência térmica do sistema de aquecimento é mesclar o sistema de central com o individual, transferindo para dentro do apartamento a fonte complementar de aquecimento, como ilustrado na Figura 4.2.3.4.

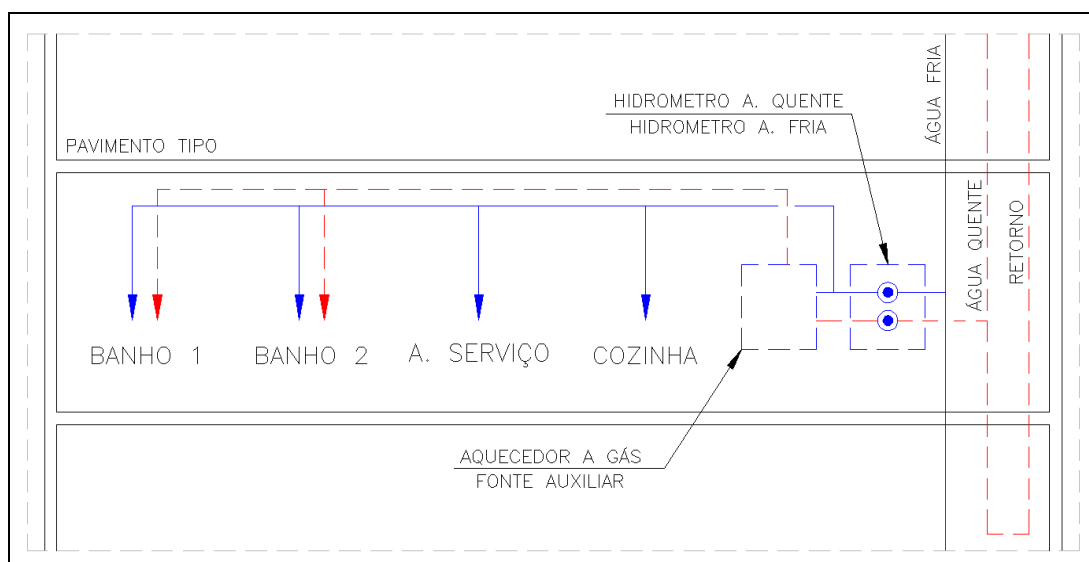


Figura 4.2.3.4 – Sistema de aquecimento central com fonte complementar individual

Como a água que chega ao aquecedor de passagem já está pré-aquecida, devem ser observadas as especificações técnicas deste aquecedor, pois nem todos os modelos disponíveis no mercado possuem regulagem de temperatura de modo a evitar a o superaquecimento da água. Alguns fabricantes europeus possuem aquecedores já preparados para esta aplicação, munidos de válvulas misturados e com uma entrada para água fria e outra para água do sistema solar e a saída já com a água misturada.

4.2.3.5. Sistema de água fria com medição individualizada e sistema de água quente com medição única (sistema misto)

De acordo com as orientações técnicas emitidas pela COPASA, será aceito que a medição individualizada seja considerada apenas na água fria, deixando a água quente da forma de instalação convencional para rateio entre os condôminos de forma desproporcional. Esta solução pode ser representada conforme a Figura 4.2.3.5.

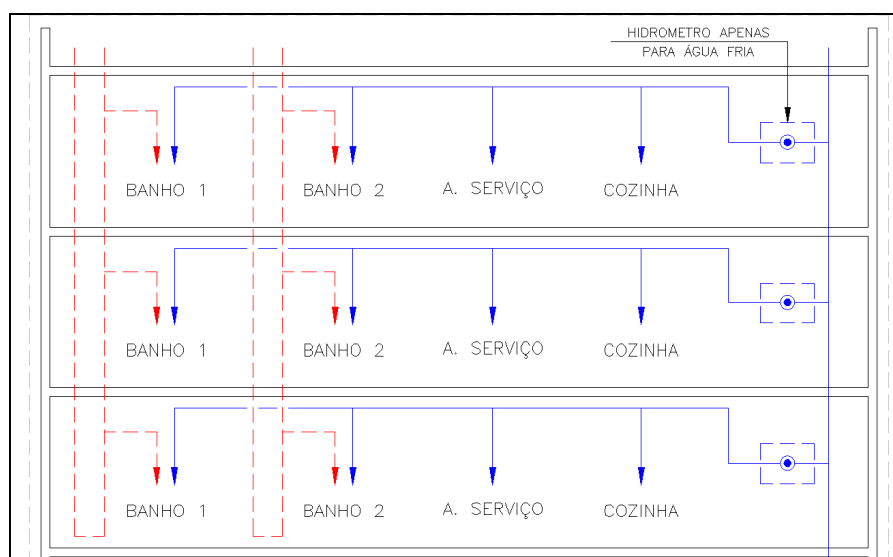


Figura 4.2.3.5 – Exemplo de sistema misto

Este tipo de solução é o que podemos chamar nos ditos populares de “tapar o sol com uma peneira”, pois a princípio parece uma forma simples de equacionar as dificuldades de conjugar um SMI com sistemas de aquecimento central, ao se executar um sistema misto, em que a medição individualizada é feita parcialmente.

A adoção de um sistema misto não irá garantir a equidade nas emissões das contas de água que é um dos maiores benefícios dos sistemas de medição individualizada. Uma consequência lógica da adoção desta solução será um consumo elevado da água quente para fins que não estão previstos, pois os condôminos serão incentivados a consumir mais a água quente, visto que a mesma será rateada.

Os sistemas de aquecimento central são dimensionados para consumos pré-determinados, o consumo de água quente acima do planejado, irá demandar um gasto não previsto de energia de apoio que diminuirá a eficiência do sistema com um todo e reduzirá a economia gerada em função da utilização da energia solar.

A utilização de sistema misto não é recomendada e não deve ser estimulada e aceita pelas concessionárias de água.

4.2.3.6. Sistema indireto de aquecimento

Ainda não se tem conhecimento da aplicação de sistemas indiretos de aquecimento em Minas Gerais, mas segundo a revista HYDRO (nº 28, p.56) essa solução é largamente utilizada na Europa e apresenta várias vantagens sobre o sistema de circuito direto.

Nos sistemas indiretos de aquecimento, a água quente gerada pelo sistema central não é consumida diretamente pelos pontos de utilização, passando por um trocador de calor que possui um sistema interno de funcionamento como uma serpentina e aquece indiretamente a água fria que passa por ele.

Desta forma pode ser instalado um trocador de calor para cada área hidráulica com pontos de água quente ou mesmo um trocador de calor único para o apartamento, com vazão mais elevada. A Figura 4.2.3.6 ilustra um esquema de um edifício com sistema central solar com apoio a gás e trocadores de calor interno aos apartamentos.

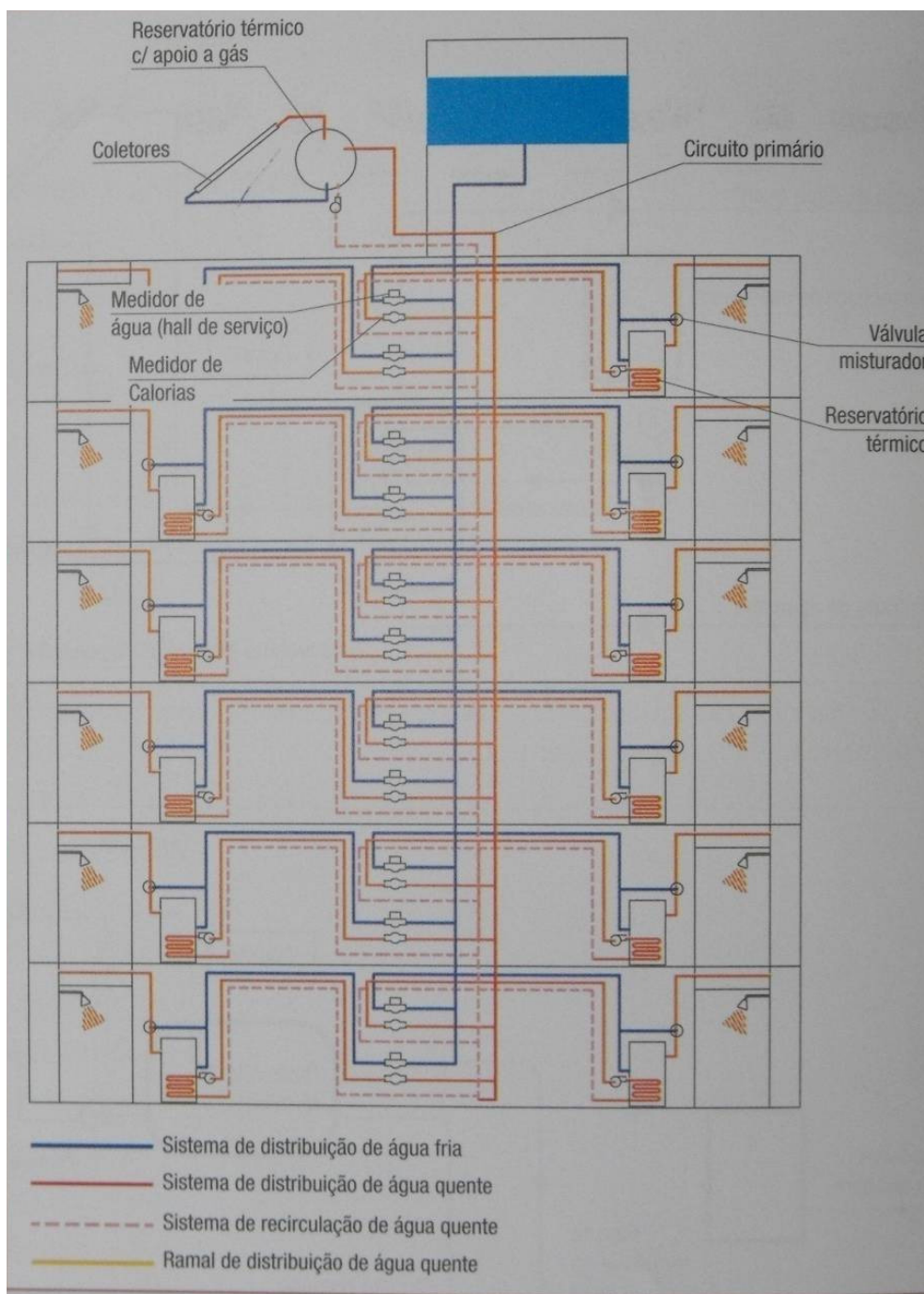


Figura 4.2.3.6 – Esquema com sistema indireto de aquecimento – Adaptado da Revista HYDRO (Fevereiro de 2009, nº28, p. 58)

Como pode ser observado na Figura 4.2.3.6, podem ser empregados também medidores de calorías, de forma que seja possível ratear de forma

equânime inclusive o consumo de gás ou energia elétrica do sistema de apoio do aquecimento central.

Ao adotar um sistema de aquecimento indireto, são observadas algumas vantagens com relação ao sistema tradicional central de água quente, conforme a seguir:

- Como a água quente não será consumida, não é necessário ter preocupações adicionais com pressões elevadas no sistema hidráulico, o que de certa forma pode simplificar o sistema pela inexistência de faixas de regulação de pressão, comuns nos edifícios mais altos;
- Podem ser incorporadas à água, aditivos que evitam o congelamento em regiões com possibilidades de ocorrência de temperaturas muito baixas, como no sul do Brasil, além da possibilidade de aditivos que podem facilitar a transferência de calor;
- O volume de água armazenado no reservatório de água quente pode ser reduzido, pois o volume passa a ser dimensionado de acordo com o suprimento de calor necessário e não para o volume de água a ser consumido;

Como o sistema indireto de aquecimento não fornece água quente para consumo e sim energia térmica, apenas a água fria é medida.

De acordo com a revista HYDRO (nº 28, p.58), no mercado internacional, há equipamentos que agregam todos os dispositivos necessários para a transferência do calor proveniente do sistema solar, a regulagem de temperatura de saída e a medição do consumo individual de energia, com a vantagem de ter dimensões similares as dos aquecedores de passagem.

A Figura 4.2.3.6b ilustra um esquema básico de um dispositivo trocador de calor para aquecimento por sistema indireto. A água quente entra e sai do sistema sem que exista o consumo desta água, já a água que entra fria na parte inferior do esquema absorve calor e sai aquecida na parte superior do esquema representado.

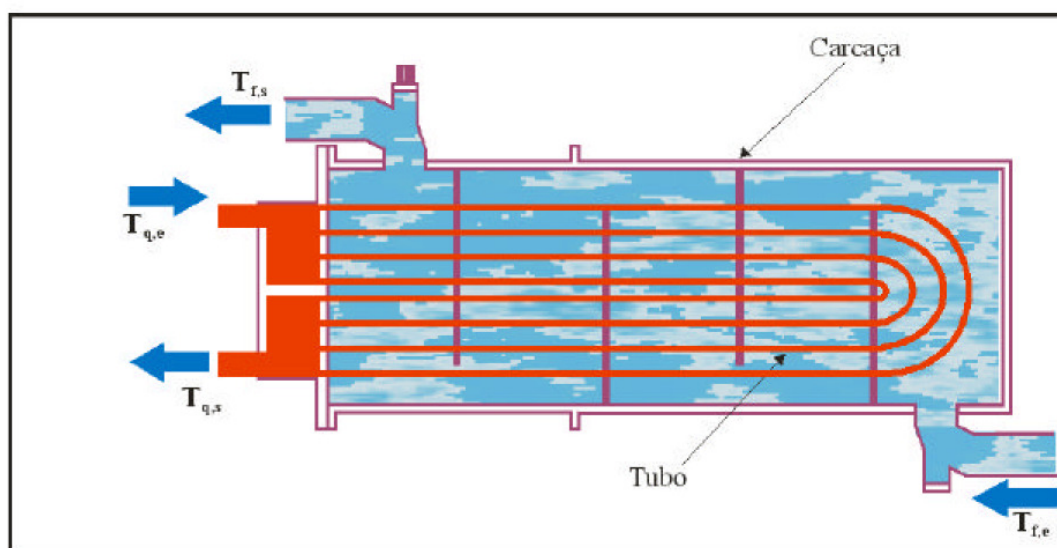


Figura 4.2.3.6b – Esquema de funcionamento de aparelho trocador de calor

4.2.4. A chamada “Lei Solar” da cidade de São Paulo

A cidade de São Paulo já possuía uma lei com a obrigatoriedade de sistemas de medição individualizada de água, quando em 3 de julho de 2007

foi promulgada a Lei nº 14.459 que dispõe sobre a instalação de sistema de aquecimento de água por energia solar nas novas edificações do Município de São Paulo, determinando que as edificações novas tenham instalações destinadas a receber sistema de aquecimento solar de água (infra-estrutura). Algumas construções, como hotéis e motéis, clubes esportivos, hospitais e escolas, são obrigadas a receber todo o sistema de aquecimento, inclusive com o reservatório térmico, coletores, sistema de apoio e automação necessária. Esta lei foi regulamentada em 21 de janeiro de 2008 pelo Decreto nº 49.148.

A Lei Solar trata inclusive da eficiência do sistema. Foi fixado o valor de 40% para a energia que o sistema solar deve suprir durante o ano.

Em Belo Horizonte, foi apresentado o projeto de lei nº 64 / 2009 que tem caráter semelhante à Lei Solar de São Paulo. O projeto é de autoria do vereador Fred Costa e já foi aprovado pela Comissão de Legislação e Justiça e aprovado em 1º turno em apreciação em plenário. No caso do projeto de lei de Belo Horizonte, a abrangência da obrigatoriedade se aplica a edificações multifamiliares ou unifamiliares com mais de três banheiros ou edificações com piscinas aquecidas com volume superior a 5 m³.

Tanto em São Paulo como na proposição para Belo Horizonte, a obrigatoriedade não se aplica às edificações onde se comprove ser tecnicamente inviável alcançar as condições para aquecimento de água por

energia solar. A comprovação desta inviabilidade técnica poderá se dar em função de sombreamento do local de implantação dos coletores por edificações e/ou obstáculos externos existentes que não fazem parte da edificação, ou em função de sombreamento sobre a edificação obtido por meio de carta solar ou ainda em função de limitações derivadas da aplicação da legislação urbanística que evidenciem a impossibilidade de dispor de toda a superfície de coletores solares necessária ao atendimento da eficiência mínima.

Em outros municípios brasileiros também estão sendo apresentados projetos de leis com conteúdo semelhante à Lei Solar. Mas, da mesma forma que as leis voltadas para medição individualizada de água, as leis vão surgindo de forma isolada e com entendimentos diferenciados entre os municípios. Como exemplos, pode-se destacar a cidade de Porto Alegre- RS, que possui um projeto de lei ainda em tramitação, Campo Grande – MS, que teve seu projeto de lei vetado pelo prefeito Nelson Trad Filho e Niterói – RJ, que a exemplo de São Paulo, já possui sua lei em vigor.

Em São Paulo, a ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento) em parceria com a ABRINSTAL (Associação Brasileira pela Conformidade e Eficiência de Instalações) e a ABRASIP (Associação Brasileira de Sistemas Prediais), elaborou o “Guia de parametrização da lei solar de São Paulo”, que conta com o auxílio de uma

planilha eletrônica para o cálculo e dimensionamento do sistema de aquecimento solar.

4.3. Edificações existentes

Tem sido crescente o número de edificações existentes que estão sendo adaptadas para possuir um SMI e é importante que existam programas que incentivem os condomínios a adaptarem suas instalações, como foi o caso de Recife, já comentado neste trabalho. Em alguns casos podem ser considerados subsídios fiscais para viabilizar esta adaptação, visto que o condomínio deve arcar com alguns custos extras ao adotar um SMI.

Segundo COELHO (1999, p.83), tradicionalmente se acreditava que era impraticável fazer a medição individualizada de água nos edifícios já construídos.

A solução ideal é que os hidrômetros estejam localizados em áreas comuns de fácil acesso para manutenção e leitura. Ao se localizar o hidrômetro na área comum de uma edificação existente é necessário inutilizar as diversas colunas de água existentes na edificação e criar uma nova coluna de água que será a coluna principal. Esta coluna principal pode passar externa a edificação, fixada a uma fachada que cause menos impactos estéticos à edificação ou mesmo ser embutida internamente, necessitando de uma obra mais significativa.

O barrilete interno aos apartamentos que será criado também deverá ser estudado de forma a causar o menor impacto nos ambientes e na estrutura da edificação. A instalação interna das áreas hidráulicas poderá na maioria dos casos ser aproveitada, sendo necessária a identificação do ponto de alimentação de cada área hidráulica a partir de sua coluna de abastecimento para que seja possível a desconexão neste trecho e interligação ao novo barrilete.

Porém, em alguns casos de edificações existentes esta condição ideal não pode ser alcançada, podendo inclusive serem instalados diversos hidrômetros dentro do apartamento para efetuar a aferição do consumo através da soma destes vários hidrômetros.

A solução com vários hidrômetros não é a mais recomendada, pois pode gerar erros nas leituras e dificulta a manutenção, porém, gera menos intervenção nas instalações existentes. Para este tipo de solução é necessária a instalação de medidores com leitura remota via radiofrequência, devido à dificuldade de leitura visual e gerenciamento, bem como da dificuldade de instalação de um sistema de leitura remota via cabo.

É comum hoje a manutenção de edificações com mais de 30 anos em que são substituídas todas as tubulações por uma nova rede, principalmente nas instalações que foram executadas em ferro. Nestes casos, é imprescindível que ao se executar uma reforma completa na rede hidráulica de uma

edificação já seja prevista a instalação de medidores individuais para cada unidade habitacional.

Em muitos casos, a ausência dos projetos originais dificulta muito a tomada de decisões sobre qual a melhor solução para uma edificação existente.

5. Conclusão

É possível concluir a partir deste trabalho que a água disponível para consumo é um recurso natural cada vez mais escasso, principalmente nas regiões metropolitanas e que medidas urgentes precisam ser tomadas para permitir o uso racional da água, sendo que os governos terão papel fundamental nestas medidas, seja por incentivos, subsídios ou por força de lei e fiscalização.

A adoção de sistemas de medição individualizada de água nos edifícios residenciais é um dos fatores fundamentais para racionalizar o uso da água no uso doméstico.

O objetivo geral do trabalho apresentado foi o de analisar as diferentes soluções de projeto para adoção de sistemas de medição individualizada de água em apartamentos, inclusive com soluções que integrem edificações com sistemas de aquecimento de água. Baseado neste objetivo, conclui-se que não existem regras prontas para o desenvolvimento de novos projetos contemplando um SMI. Os próprios retornos dos empreendimentos já executados darão uma verdadeira noção de quais as melhores técnicas a seguir. O fato é que os profissionais da área deverão se especializar e capacitar para atender às novas necessidades do mercado que está em constante evolução. Algumas soluções já consagradas em países europeus ainda não possuem o mesmo espaço no mercado brasileiro, porém, conclui-se que serão soluções presentes em poucos anos nos projetos com um SMI.

Dentre os objetivos específicos deste trabalho o primeiro apresentado foi o de estudar as questões legais que definem parâmetros para individualização do consumo de água. Baseado neste objetivo específico, conclui-se que as leis que regulamentam a medição individualizada de água deveriam exigir que as novas edificações fossem concebidas de forma a viabilizar a implantação de um SMI. Conclui-se também que o cenário nacional está variado, com leis estaduais e municipais de forma isolada nas diversas regiões do Brasil e que realmente caberá aos estados e municípios o trabalho de legislar sobre a obrigatoriedade em novas edificações, visto que a o projeto de lei que tramitava no congresso nacional desde o ano de 2003 foi vetado por inconstitucionalidade, já que não é responsabilidade das leis federais legislarem a respeito deste assunto. Pode-se concluir também que a lei que trata da medição individualizada no estado de Minas Gerais está na contramão das demais ao permitir que novas edificações possam ser concebidas sem adotar a medição individualizada.

Verifica-se também que os construtores somente adotarão um SMI em suas novas edificações quando esse for uma exigência de seus clientes, quando receberem incentivos fiscais para tal, ou por força de lei, pois por mais que eles concordem com os benefícios de um SMI, esbarram no comodismo das construções tradicionais e na quebra de paradigma necessária na concepção dos projetos.

Dentre os objetivos específicos deste trabalho o último apresentado foi o de apresentar os diferentes componentes de um SMI, aprofundando em suas especificidades. Baseado neste objetivo específico, conclui-se que a correta especificação dos componentes de um sistema de medição individualizada deverá ser realizada por profissional capacitado e habilitado de modo a evitar falhas na concepção e especificação dos componentes do sistema. A variedade e complexidade de componentes é grande, principalmente quando se trata de edificações com medição remota do consumo de água.

6. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA. **A ANA e a racionalização do uso da água em prédios**. Curso de capacitação, outubro de 2005, Aracajú – SE.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT-NBR 5626/1998 – Instalação predial de água fria**. Norma brasileira.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT-NBR 7198/1993 – Projeto e execução de instalações prediais de água quente**. Norma brasileira.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT-NBR 15527/2007 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Norma brasileira.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de medição remota e centralizada de consumo de água e gás**. Projeto de norma brasileira 04:005.10-035: Julho 2009. ABNT/CB-04.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO – ABRAVA; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PELA CONFORMIDADE E EFICIÊNCIA DE INSTALAÇÕES – ABRINSTAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SISTEMAS PREDIAIS - ABRASIP. **Guia de parametrização da lei solar de São Paulo – Parte 1: Dimensionamento**.

ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS DA SABESP – SANEAS. **Medição individualizada de água em apartamentos.** Volume 02, nº 22, março de 2006.

COELHO, Adalberto Cavalcanti e Maynard, João Carlos de Britto. **Medição individualizada de água em apartamentos.** Recife: Editora Comunicarte, 1999.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **Cartilha medição individualizada.** Disponibilizada em CD.

HORTA, Rony Rossi. **Soluções de projetos hidráulicos para uso de medidores individuais de água.** Belo Horizonte, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. **Portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000.**

LEI COMPLEMENTAR Nº 169 de 17/11/2004, município de Piracicaba - SP.

LEI MUNICIPAL Nº 2.879 de 14/12/2000, município de Aracaju - SE. Dispõe sobre instalação obrigatória de hidrômetros individuais nos edifícios e condomínios do município de Aracaju.

LEI MUNICIPAL Nº 10.785 de 18/9/2003, município de Curitiba - PR. Cria no município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água na Edificações - PURAE.

LEI Nº 12.638 de 6/5/1998, estado de São Paulo. Institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros em cada das unidades habitacionais do prédios de apartamentos.

LEI Nº 16.759 de 17/4/2002, município de Recife - PE. Institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1990.

MATOS, Marcelo Fernandes. **Proposta de requisitos de reprojeto para implementação do sistema de medição individual de água em condomínios verticais**. Dissertação de mestrado. Florianópolis: 2003.

PROJETO DE LEI Nº 787 de 2003, Congresso Nacional. Institui diretrizes nacionais para a cobrança de tarifas para a prestação dos serviços de abastecimento de água e dá outras providências.

PROJETO DE LEI ESTADUAL Nº 973 de 25/4/2007, estado de Minas Gerais. Institui diretrizes para a medição individualizada do consumo de água nas edificações prediais verticais ou condominiais, residenciais, comerciais e de uso misto.

REVISTA HYDRO nº03, Novembro / Dezembro de 2006, páginas 36, 37 e 38. **Serviço de telemedição: maior rapidez e confiabilidade na coleta de dados.** Artigo adaptado por Yamada, Eduardo Seiji e publicado originalmente na revista IKZ-Haustechnik, Arnsberg, Alemanha.

REVISTA HYDRO nº03, Novembro / Dezembro de 2006, páginas 60, 61 e 62. **Medição individualizada em edifícios residenciais: uma realidade?** Elaborado por Gonçalves, Orestes.

REVISTA HYDRO nº13, Novembro de 2007, páginas 26, 28 e 29. **Hidrômetros: instalação correta é fundamental para evitar erros na medição.** Artigo publicado originalmente na revista IKZ-Haustechnik, Arnsberg, Alemanha.

REVISTA HYDRO nº15, Janeiro de 2008, páginas 62 e 63. **Sistemas de medição individualizada em edifícios: os elos da corrente.** Elaborado por Ilha, Marina Sangoi de Oliveira.

REVISTA HYDRO nº28, Fevereiro de 2009, páginas 54 a 58. **Alternativas para sistemas prediais de abastecimento de água.** Elaborado por Farina, Humberto.

REVISTA HYDRO nº30, Abril de 2009, página 52 a 59. **Guia de instrumentos e medidores.**

REVISTA HYDRO nº36, Outubro de 2009, páginas 24, 25 e 26. **Equipamentos de leitura remota para medição de consumo de água e energia térmica.** Artigo adaptado por Ilha, Marina Sangoi de Oliveira e publicado originalmente na revista Moderne Gebäudetechnik, Berlim, Alemanha.

REVISTA HYDRO nº37, Novembro de 2009, página 07. **Medição remota de consumo de água e gás a um passo da normalização.**

REVISTA HYDRO nº38, Dezembro de 2009, páginas 34 e 35. **Vantagens da leitura remota do consumo de água.** Artigo adaptado por Ilha, Marina Sangoi de Oliveira e publicado originalmente na revista Moderne Gebäudetechnik, Berlim, Alemanha.

REVISTA TÉCHNE nº147, Junho de 2009. **Aquecedores solares.** Elaborado por Faria, Renato.

Site da CÂMARA dos Deputados – <http://www2.camara.gov.br/proposicoes> .
Acesso em: 29 de janeiro de 2009. Consulta à tramitação da proposição de projeto de lei nº 787/2003.

Site da empresa CONTÉCNICA Medição Comércio e Serviços LTDA – <http://www.hidrometro.com.br/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2010.

Site da empresa DIMAGGIO Individualização e Medição de água e Gás em Condomínios LTDA – <http://www.dimaggio.com.br/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2010.

Site da empresa ESLTER Medição de Água S.A. – <http://agua.elster.com.br/>.
Acesso em: 20 de janeiro de 2010.

Site da empresa ISTA Brasil LTDA – <http://www.ista.com.br/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2010.

Site da empresa MOBIX S.A. – <http://www.mobixsa.com.br/>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2010.

TAMAKI, Humberto Oyamada, SILVA, Gisele Sanches da, TONETTI, Fernando Rodrigues e GONÇALVES, Orestes Marraccini. **Implementação de leitura remota de hidrômetros em campi universitários no contexto**

de programas de uso racional da água - estudo de caso: universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** São Paulo: Navegar Editora, 2003, 2ª Edição.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** Palestra técnica – Minascon 2006.

VIANNA, Marcos Rocha. **Instalações hidráulicas prediais.** Belo Horizonte: Imprimatur, artes Ltda, 2004, 3ª Edição.