

A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais: estudo de caso na Universidade de São Paulo

Submetering as an instrument of water demand management in building systems: a case study at the University of São Paulo

Humberto Oyamada Tamaki
Gisele Sanches da Silva
Orestes Marraccini Gonçalves

Resumo

Este trabalho discute a utilização da medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais. A caracterização dos medidores e a avaliação das interações dos elementos de medição com o sistema de suprimento de água fria e de equipamento sanitário foram realizadas, a partir de um enfoque sistêmico e da abordagem de desempenho de edificações. Considerando a coleta de melhores informações do consumo de água, qualitativa e quantitativamente, que é essencial para a gestão da sua demanda, especialmente em um contexto de ações de uso racional da água, foram investigados alguns sistemas e tecnologias de telemedição. Apresenta-se uma proposta de planejamento de implantação da medição setorizada, indicando os elementos que devem ser observados para a realização da gestão da demanda. Foi realizado um estudo de caso de medição setorizada na Universidade de São Paulo, no qual foi possível constatar a importância da sua aplicação e os resultados extremamente positivos que justificaram sua implantação.

Palavras-chave: medição setorizada, gestão da demanda de água, uso racional da água, sistemas prediais

Abstract

This research work discusses the use of submetering as an instrument for water demand management in building systems. The characterization of meters and the study of the interactions of its elements with plumbing systems have been carried out, based on both systems and the building performance approaches. Considering the need for improving both qualitative and quantitative data collection on water consumption, which is essential for demand management, especially in a context of rational water usage, different systems and technologies for remote reading have been investigated. A proposal for planning the submetering implementation is described, indicating the elements that shall be considered for demand management. A case study on the submetering program at the University of São Paulo was undertaken, in which it was possible to confirm its importance and to observe the extremely positive results that had justified its implementation.

Keywords: submetering, water demand management, water conservation, building systems

Humberto Oyamada Tamaki
Programa de Uso Racional da Água
Universidade de São Paulo
Av. Prof. Lúcio Martins Rodrigues,
Tav. 4, nº 67
Cidade Universitária
São Paulo - SP - Brasil
CEP - 05508-900
Tel.: (11) 3091-4718
E-mail: humberto.tamaki@poli.usp.br

Gisele Sanches da Silva
Programa de Uso Racional da Água
Universidade de São Paulo
E-mail: gisele.silva@poli.usp.br

Orestes Marraccini Gonçalves
Programa de Uso Racional da Água
Universidade de São Paulo
E-mail: orestes.goncalves@poli.usp.br

Recebido em 29/11/04
Aceito em 19/11/05

Introdução

A escassez de água e a questão do esgoto gerado têm motivado o desenvolvimento de novas práticas e pesquisas na área de conservação de água, principalmente em seu uso racional.

Nesse contexto, na área de sistemas prediais, o domínio dos dados de consumo adquire importância fundamental, pois através de sua avaliação são verificadas a situação do consumo de água, num primeiro instante, e a eficiência de programas de uso racional da água, nas etapas subsequentes.

Mesmo após as ações de intervenção realizadas, faz-se necessário o acompanhamento permanente do consumo de água, consistindo o domínio desse dado em um instrumento para a gestão da demanda.

No presente trabalho, apresenta-se o aprofundamento de algumas das questões envolvidas na adoção da medição setorizada como instrumento de gestão da demanda da água, como a interação entre o novo sistema de medição e sistemas existentes (como o de suprimento de água e de equipamento sanitário); a caracterização dos medidores e do sistema de telemedição adotado (além de outras possibilidades tecnológicas); e, principalmente, a estruturação da gestão da demanda, com a efetiva utilização dos dados de consumo e a subsequente criação de parâmetros de controle e de procedimentos de intervenção (TAMAKI, 2003).

Sua aplicação no Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP), apresentado por Silva (2004), figura como estudo de caso.

Interação da medição setorizada com os sistemas existentes

A fim de propiciar condições ideais para que se estabeleça a correspondência entre o consumo e o sistema consumidor e para que seja possível a utilização dos dados de consumo como instrumento de gestão, percebeu-se a necessidade de uma abordagem sistêmica, incluindo o entendimento dos diversos aspectos das edificações e suas relações com os sistemas prediais envolvidos, como o de suprimento de água fria (incluindo o próprio sistema de medição) e o de equipamento sanitário, aplicando-se a estes os conceitos de desempenho apresentados por Graça e Gonçalves (1986).

Considerando-se a forma de captação da água através da rede pública, o sistema de suprimento de água fria pode ser caracterizado pelos seguintes subsistemas (ILHA; GONÇALVES, 1994):

- (a) abastecimento: compreende o ramal predial (entre a rede pública e o hidrômetro) e o alimentador predial (entre o hidrômetro e a primeira derivação, ou até a primeira válvula de flutuador na entrada do reservatório);
- (b) medição e reservação: o sistema de medição é composto do medidor (hidrômetro) e complementos (cavalete, válvula, abrigo, etc.), tendo por finalidade medir a quantidade de água consumida. Já o sistema de reservação é empregado com o intuito de aumentar a confiabilidade do fornecimento de água aos diversos usos e de amortecer os picos de vazão de água demandada pelos equipamentos; e
- (c) distribuição: constitui-se dos elementos compreendidos entre o reservatório e os pontos de utilização (barrilete, colunas, ramais, sub-ramais de distribuição e sistema de recalque, quando existente).

Para cada atividade relacionada ao uso da água, o usuário necessita de um equipamento com características apropriadas. O sistema de equipamento sanitário é composto, portanto, de equipamentos instalados na interface entre o sistema de suprimento de água fria e o usuário, escolhidos e instalados de modo a atender às necessidades deste, que podem ser uma ou mais, dependendo da atividade a ser desenvolvida: acessibilidade, flexibilidade, controle, adaptabilidade ao usuário, forma, etc.

Compreendido o conceito de medição setorizada, definida pela USEPA (1998) como a instalação de medidores em unidades que compõem um conjunto maior dotado de um medidor principal (para que se possa medir o consumo individualmente, e não apenas do conjunto), o novo medidor é mais uma parte de todo o sistema usualmente composto de redes, reservatórios, pontos de consumo, válvulas e bombas.

Esse novo conjunto tem como finalidades específicas proporcionar a utilização de água nas condições desejadas pelos usuários e fornecer a informação necessária para se realizar a gestão da demanda de água. Portanto, para se implantar uma medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água, deve-se atentar para o cumprimento de duas condições:

- (a) os sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário devem funcionar

adequadamente, atendendo às necessidades dos usuários; e

(b) os medidores instalados devem fornecer a maior variedade e quantidade de informações possíveis, permitindo uma melhor gestão da demanda de água.

Hidrômetros e sistema de telemedição

Hidrômetros

Os medidores mais largamente empregados em micromedição são os mecânicos do tipo velocimétrico (hidrômetros), em virtude de características como: capacidade de integração das funções de medição, totalização e armazenamento de dados em dimensões reduzidas; facilidade de emprego; robustez dos medidores diante das diversas condições de exposição e de uso; e custos reduzidos em relação aos demais medidores.

Esses hidrômetros apresentam curvas características de funcionamento, próprias de cada tipo e modelo de medidor, que representam seu comportamento hidráulico (perda de carga em função da vazão) e capacidade de medição (expressa em erro percentual, em função da vazão). Para a durabilidade do hidrômetro e seu bom desempenho metrológico (precisão), dois fatores são importantes: a posição de instalação e o regime de operação.

Dentro da proposta de utilização dos hidrômetros para uma medição setorizada da água nos sistemas prediais, os pontos para instalação deles podem estar localizados desde o alimentador predial até um ramal do subsistema de distribuição que atenda a um exclusivo ponto de utilização.

Deve ser considerada também a influência do tipo de abastecimento de água. No caso do alimentador predial conectado diretamente a um reservatório, o regime de funcionamento do hidrômetro sofre pouca influência do consumo, uma vez que o reservatório promove o amortecimento dos picos de vazão porventura existentes no subsistema de distribuição. Essa situação é a ideal, pois com a variação das vazões situando-se dentro de determinados limites a adoção de um hidrômetro adequado que opere praticamente o tempo todo dentro de suas condições ótimas é realizada com maior segurança. Já no sistema de abastecimento direto, a inexistência de reservatórios implica uma situação de grande flutuação das vazões em todo o sistema de suprimento. Nesse contexto, a escolha do hidrômetro deve ser extremamente cuidadosa, visto que ele deve suportar maiores vazões sem se

danificar e ainda ter a sensibilidade mínima para registrar baixas vazões, muito mais frequentes.

Sistemas de telemedição

Neste estudo, figura como instrumento da gestão da demanda de água não só a medição setorizada, mas também a telemedição, que permite a obtenção mais rápida e segura dos dados, assim como a criação de novos parâmetros de controle. A telemedição representa, portanto, uma nova possibilidade para a gestão, mas não necessariamente substitui a leitura tradicional, visto que para sistemas de menor porte e consumo a leitura realizada *in loco* pode constituir um meio eficiente e econômico de se obterem os dados.

Com relação aos benefícios da telemedição de insumos prediais, pode ser citado o fornecimento de informações aos diferentes níveis de usuários, sejam eles a concessionária pública, os administradores dos sistemas prediais (administradora externa, setor de manutenção, gerente de facilidades, síndico, etc.) ou os usuários finais. Esses usuários obtêm do sistema de telemedição informações que atendem a diferentes finalidades e permitem criar ou aprimorar rotinas, de forma a economizar insumos e a reduzir gastos.

Em função dos objetivos, da situação de aplicação e da infra-estrutura disponível, pode-se adotar sistemas de telemedição baseados em tecnologias de comunicação tais como radiofrequência, *power line*, telefonia fixa e móvel, TV a cabo, satélite, barramento de campo ou ainda sistemas híbridos (ROZAS, 2002).

Medição setorizada e a gestão da demanda de água

Medição setorizada

A introdução da medição setorizada em uma entidade deve estar diretamente ligada aos objetivos a serem alcançados com a sua utilização. Para a determinação desses objetivos, um primeiro posicionamento claro sobre a importância da água para a entidade é fundamental: o que e quanto a água e o uso da água representam para as atividades desempenhadas e quais são os benefícios esperados com a obtenção da informação a respeito do consumo.

Entre os principais objetivos a serem alcançados com o uso da medição setorizada estão:

- (a) domínio do consumo de sistemas específicos, permitindo seu acompanhamento e controle;
- (b) economia de recursos financeiros e/ou do bem água, com a minimização dos danos causados

pelas perdas e usos excessivos apontados pelo levantamento do perfil de consumo (vazamentos, por exemplo); e

(c) possibilidade de cobrança pela água consumida pelos usuários.

Para que a medição setorizada seja implementada, atendendo aos objetivos da entidade, é necessária a definição do nível de setorização a ser atingido e a realização de um planejamento para a sua implantação, considerando as atividades a serem realizadas e os recursos disponíveis, bem como as diretrizes específicas da implantação propriamente dita (definição dos hidrômetros, construção dos abrigos, instalação do sistema de medição, etc.).

Nível de setorização

A apresentação da setorização em níveis tem por objetivo facilitar a determinação da aplicação da medição setorizada em uma entidade de forma a possibilitar o domínio dos dados de consumo onde a demanda de água possa ocorrer. Com a clara definição dos objetivos a serem alcançados com a medição setorizada, pode-se determinar o nível desejado.

A seguir, seis níveis de setorização de um sistema são apresentados, de modo a registrar pontos comuns a várias possibilidades de medição setorizada. Deve-se atentar para o fato de que a setorização, embora ocorra fisicamente nos subsistemas do sistema de suprimento de água, é realizada em função dos aspectos ocupacionais, funcionais e físicos dos sistemas prediais.

Adotou-se, numa escala crescente (do sistema maior ao subsistema equipamento):

(a) entidade: toda infra-estrutura reunida em determinada área (indústria, universidade, etc.);

(b) conjunto de edifícios: conjunto que compõe uma unidade da entidade e possui identidade em comum (segundo aspectos funcionais, administrativos, etc.);

(c) edifício/bloco: a edificação e as partes que eventualmente a compõem;

(d) andar/setor: subsistema da edificação;

(e) ambiente: sala, sanitário, laboratório, cozinha, piscina, etc.; e

(f) equipamento: cada equipamento (comum ou especial) que consome água.

A adequação a essa escala genérica depende de cada caso. Nem todos os níveis podem existir e alguns podem ser comuns.

Além da definição dos objetivos, outras variáveis como as possibilidades tecnológicas disponíveis, as situações e os sistemas existentes têm

participação significativa na decisão. Como situações e sistemas existentes, entendem-se os aspectos:

(a) físicos das construções e dos sistemas de suprimento de água e de equipamento: concepção dos sistemas de suprimento de água fria e estado geral das instalações;

(b) da utilização: expressão do consumo por tipologia de uso, frequência e usuário e, também, indicadores de consumo; e

(c) administrativos: organização da entidade (centralização ou descentralização das responsabilidades em unidades independentes, existência de centros de custos, qualidade das equipes de manutenção); e consciência, compromisso e cultura com relação à questão água (utilização efetiva das informações de consumo proporcionadas pela setorização).

Planejamento e implantação da setorização

Para a realização do planejamento, um levantamento de dados deve ser realizado a princípio, reunindo informações sobre os sistemas existentes (área da edificação, plantas de redes e reservatórios, equipamentos existentes), a ocupação (por exemplo, população), as atividades exercidas nas edificações e os dados de consumo disponíveis. Com essas informações, pode-se estimar o consumo de água de cada área, a ser atendida a partir de seu medidor, assim como dimensionar o hidrômetro e o abrigo.

Em função das necessidades, a adoção e a escolha de um sistema de telemedição devem ser consideradas nesse momento, adequando-se aos medidores e sistemas existentes.

Definidos os sistemas a serem implantados, uma análise de custos e prazos para a implantação da setorização deve ser realizada, contemplando os quantitativos levantados e o planejamento do projeto de implantação (coordenação das atividades e logística para a execução).

A fase de implantação deve ser antecedida ainda por uma fase de definição das responsabilidades, na qual se determina o pessoal responsável pelo projeto, execução e gerenciamento das atividades, assim como pela coordenação de empresas subcontratadas.

As atividades principais realizadas devem ser registradas, e o cronograma inicialmente elaborado, atualizado periodicamente.

Pode-se realizar a setorização em fases sequenciais, sendo em cada uma contemplado um grupo de pontos de setorização. Dentro de uma fase, pode-se realizar a mesma atividade para todos

os pontos, para depois passar às próximas atividades. Mas essa escolha depende não somente do trabalho envolvido e do tamanho das equipes disponíveis como também da natureza de cada atividade.

É importante ressaltar que o refinamento das informações é necessário para a elaboração dos projetos, voltando-se às variáveis já avaliadas em primeira instância para a realização dos detalhamentos da setorização.

Gestão da demanda de água: utilização dos dados de consumo

A gestão da demanda implica a atuação sobre a demanda de água, tendo como objetivo o seu uso eficiente e a economia. A gestão da demanda extrapola o conceito de gestão do consumo: não se trata apenas de organizar os dados de consumo e levantar gráficos, ela exige que os dados sejam estudados e que haja uma retroalimentação do sistema. Essa retroalimentação pode ocorrer tanto na forma da eliminação de um vazamento como na revisão de um processo que utilize água.

Os dados de consumo adquirem importância fundamental para a gestão, pois permitem o estabelecimento de padrões de consumo para determinadas condições de uso da água nos sistemas prediais. Esses dados podem ser obtidos mediante a utilização simples ou combinada de instrumentos como contas recebidas da concessionária, medição realizada *in loco*, setorização e telemedição.

A obtenção desses dados de consumo e a de outros complementares permite definir parâmetros de controle (como, por exemplo, indicadores de consumo) e caracterizar a situação da utilização da água. A partir dos padrões considerados normais de consumo para um dado sistema, em função do histórico registrado, esses parâmetros de controle podem servir de alarme para sinalizar uma situação de anormalidade.

Para situações de ocorrência dessas anormalidades, podem ser definidos procedimentos de intervenção que busquem a recuperação da eficiência dos sistemas, cumprindo assim o ciclo da gestão da demanda.

Instrumentos de gestão da demanda

As contas emitidas pela concessionária constituem o instrumento mais simples de gestão da demanda. Para cada hidrômetro, elas fornecem a leitura atual e a anterior, o consumo mensal, os valores de consumo dos últimos meses, etc. A gestão da demanda, a partir desse instrumento, ocorre pela adoção de uma série de procedimentos mensais que vão além do arquivamento das contas pagas e

a inserção do valor de consumo registrado num gráfico de consumo, devendo incluir a comparação desse novo dado com os anteriores e a atuação sobre o sistema caso necessário (pesquisa de um vazamento, estudo para a substituição de equipamentos ou alteração de procedimentos, de modo a reduzir o consumo de água e/ou mantê-lo num padrão adequado).

Em função de as contas disponibilizarem apenas um dado mensal, é indicada como instrumento da gestão a utilização de dados obtidos através de leituras realizadas *in loco* por pessoal da própria entidade. Leituras diárias permitem o acompanhamento e o conhecimento do consumo diário médio em dias úteis e nos finais de semana e feriados. Com essas informações, podem ser criados parâmetros de controle que permitam a detecção de uma anomalia em poucos dias e possibilitem o início de uma ação corretiva em menor tempo.

Já as leituras realizadas via sistema de telemedição associadas a um sistema de gerenciamento de dados representam a forma de aquisição de dados mais completa e versátil. As principais vantagens da utilização de sistemas informatizados são:

- (a) leituras realizadas em tempo real ou com uma alta frequência de aquisição (da ordem de alguns minutos de intervalo), de forma a possibilitar o levantamento do perfil de consumo;
- (b) levantamento de curvas de vazão de abastecimento que permitam a visualização dos picos de vazão, das vazões mínimas diárias, do consumo diário, etc.; e
- (c) utilização das curvas de vazão levantadas para a criação de parâmetros de controle, possibilitando uma rápida detecção de anomalia e início de ação corretiva.

Por fim, a medição setorizada como instrumento da gestão da demanda permite a aquisição de uma maior quantidade de informação qualificada pela existência da correspondência de cada consumo medido com sua determinada região.

Assim, a adoção da setorização aliada a um sistema de telemedição permite:

- (a) melhor acompanhamento do consumo de um número grande de pontos simultaneamente (levantamento do perfil diário e vazões mínimas semanais);
- (b) detecção de anomalias como vazamentos com maior rapidez (via telemedição) e precisão em sua localização (via medição setorizada); e
- (c) possibilidade de cobrança da água consumida pelos usuários.

Levantamento de dados

Além dos dados de consumo de água, há o levantamento de dados complementares (área construída, população, equipamentos existentes que consomem água e as atividades exercidas nos edifícios), que são utilizados para a elaboração de indicadores de consumo.

Parâmetros de controle

Dados de consumo, tais como as leituras de consumo mensal e o perfil de vazões, podem ser considerados como parâmetros de controle diretamente obtidos, sendo originados do acompanhamento e controle direto dos consumos.

Gráficos obtidos de sistemas de telemedição de hidrômetros fornecem importantes informações, como:

- (a) picos de vazão: determinação dos picos máximos de vazão sob condições normais de abastecimento e de picos anômalos em função da variação de pressão da rede pública de abastecimento ou em função de vazamentos;
- (b) vazões mínimas: indicam a existência de vazamentos ou de consumo noturno (de equipamentos de uso contínuo, por exemplo). O crescimento das curvas de vazões mínimas indica a existência e o crescimento de vazamentos; e
- (c) vazões nulas: falta de água ou sistema não utilizado no período.

Podem ser utilizados, ainda, os parâmetros de controle indiretamente obtidos – aqueles que fazem uso dos dados obtidos diretamente e dos dados complementares levantados. Constituem os indicadores de consumo, sendo o mais empregado o consumo mensal *per capita*. Entre os benefícios da adoção dos indicadores de consumo podem ser citados:

- (a) comparação entre situações que apresentam variação de mais de um dado (por exemplo: o consumo *per capita* considera a flutuação do consumo e da população);
- (b) definição dos sistemas mais eficientes e dos que necessitam de maior atenção; e
- (c) possibilidade de extrapolação dos valores dos indicadores para situações similares.

Procedimentos de intervenção

Para concluir o ciclo da gestão da demanda, deve-se contemplar também o estabelecimento de procedimentos e responsabilidades quando da ocorrência de anomalias. Para o caso comum de vazamentos, procedimentos de aviso de sua ocorrência aos responsáveis pela eliminação e de retorno das informações sobre a execução devem

ser elaborados. De forma análoga, a indicação da necessidade de reformas em redes hidráulicas em locais críticos e de revisão de equipamentos deve ser conduzida. Os registros de ocorrências permitem a identificação de regiões mais sujeitas a problemas e dos sistemas mais afetados, identificando os sistemas que mais precisem de restauração, adequação ou modernização.

Devem ser mantidos, ainda, contatos periódicos com os usuários, o pessoal de manutenção dos sistemas hidráulicos e a concessionária pública, a fim de verificar os motivos da existência de consumos elevados ou possíveis erros de lançamento de dados.

Pode-se adotar ainda como procedimento de intervenção o aprimoramento constante do conhecimento sobre os sistemas prediais, realizado através de inspeções e entrevistas com os usuários.

Implantação da medição setORIZADA - estudo de caso PURA-USP

A seguir são apresentados alguns aspectos da caracterização da Universidade de São Paulo e do PURA-USP (SILVA, 2004) e do planejamento e implantação da medição setORIZADA, conforme detalhado por Tamaki (2003).

As ações de implantação da setORIZADA têm ocorrido no *campus* da USP, Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), localizado na cidade de São Paulo, desde 1998. A adoção da medição setORIZADA do consumo de água na USP foi decorrente da percepção da necessidade de se dispor de melhores informações sobre esse consumo. Algumas ações adotadas como a implantação do PURA-USP, a primeira experiência de micromedição vivida no *campus* (em 1992) e o amadurecimento de idéias de economia de insumos contribuíram para a formação dessa percepção.

Universidade de São Paulo e o PURA-USP

A população da USP era composta em 2002 de cerca de 73 mil alunos de graduação e pós-graduação e 20 mil servidores, entre docentes e funcionários, totalizando 93 mil pessoas. Desse total, aproximadamente 60 mil pessoas desenvolviam suas atividades no *campus* da capital (USP, 2003).

A CUASO, criada em 1944, sofreu diversas alterações e ampliações ao longo dos anos, ocupando atualmente uma área de cerca de 3,6 milhões de m², totalizando cerca de 760 mil m² de área construída. Percebe-se a existência de

construções de diversas idades, edificadas segundo necessidades, culturas técnica e construtiva, conhecimento e disponibilidade de recursos característicos de cada época. Desde a construção da maioria das edificações, os sistemas prediais não sofreram modernizações significativas, e apenas nas ampliações e reformas aplicaram-se tecnologias mais recentes.

O suprimento de água da CUASO é realizado principalmente pela rede de distribuição da concessionária pública de água e esgoto, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). Esse suprimento é realizado por uma única entrada para o campus todo, abastecendo as edificações e instalações da Universidade e dos usuários externos à USP situados em sua área ou entorno.

O PURA-USP foi implantado no *campus* em 1998 com os seguintes objetivos: reduzir o consumo de água (mas sem comprometer a qualidade) e manter o perfil de consumo reduzido ao longo do tempo; implantar um sistema estruturado de gestão da demanda da água; e desenvolver metodologia a ser aplicada futuramente em outros locais.

Para tanto, apresentou como etapas: diagnóstico geral; redução de perdas físicas; redução de consumo nos pontos de utilização; caracterização de hábitos e racionalização das atividades que consomem água; e divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos.

Paralelamente às etapas de intervenção física do Programa, decidiu-se pela necessidade de implantação de um sistema capaz de possibilitar a medição dos dados de consumo de água (considerando todas as ligações de água existentes e futuros pontos adicionais), para promover a gestão da demanda em caráter permanente, de forma a manter reduzido o patamar de consumo. Procurou-se, então, adotar um sistema de telemedição de hidrômetros que possibilitasse a verificação da demanda de água, o tratamento e a análise dos dados em tempo hábil.

Como resultados do Programa, destacam-se:

- (a) redução expressiva do consumo: 36% em todo o campus – 48% nas unidades da Fase 1 e 19% nas da Fase 2 (1998 a 2003), conforme a Figura 1;
- (b) redução no gasto com a concessionária pública: de R\$ 17,57 milhões para R\$ 13,24 milhões por ano, apesar do aumento de 69% da tarifa durante o período (1997 a 2003);
- (c) impacto financeiro: R\$ 52,98 milhões de benefício econômico total (determinado através de cálculo simplificado, em valores presentes de 2003). Considerando-se os investimentos para a implementação do PURA-USP de R\$ 6,37 milhões, o benefício econômico líquido acumulado pelo Programa, entre 1998 e 2003, foi de R\$ 46,61 milhões (SILVA, 2004).

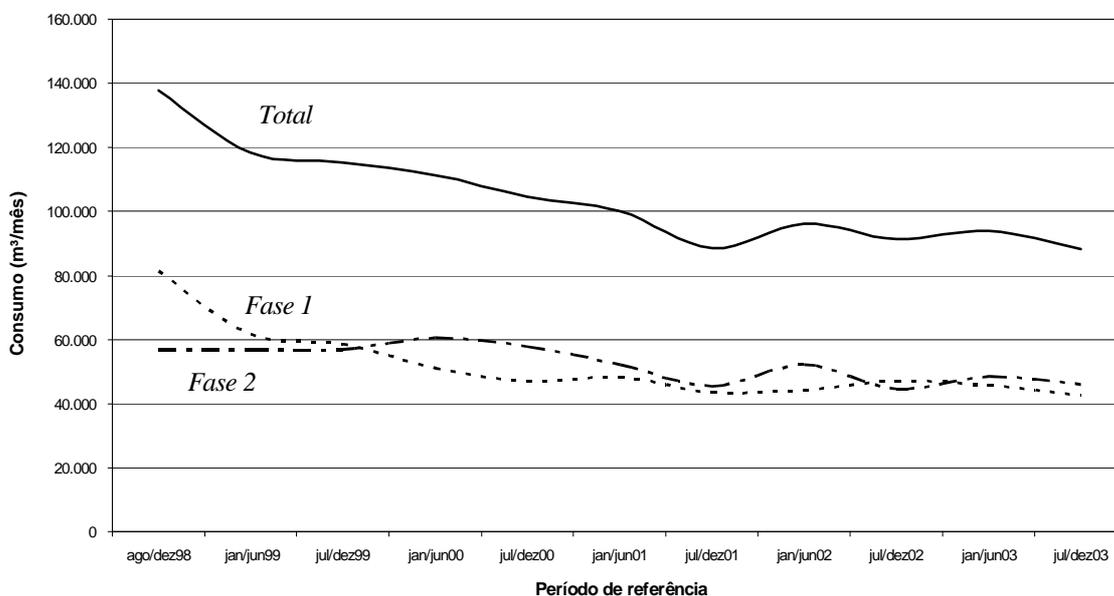


Figura 1 - Consumo médio de água das unidades da CUASO - 1998/2003

Planejamento da medição setorizada

O processo para a implantação da medição setorizada desenvolveu-se em diversas etapas. A seqüência adotada foi:

- (a) definição dos objetivos a serem atingidos com a setorização;
- (b) definição da abrangência da medição setorizada – nível de setorização;
- (c) definição da seqüência de implantação;
- (d) levantamento preliminar de dados com a escolha dos pontos de medição;
- (e) dimensionamento dos hidrômetros;
- (f) definição da logística de trabalho, formação das equipes com suas responsabilidades;
- (g) elaboração de processos de contratação de serviços; e
- (h) contratação dos serviços.

Quanto ao nível de setorização, para a determinação da quantidade e da localização dos pontos de setorização, foram considerados:

- (a) objetivo da medição setorizada de possibilitar a redução do consumo de água e manutenção dos patamares alcançados, através do acompanhamento individualizado do consumo, do levantamento do perfil da demanda e do controle e ação ativos sobre anomalias;
- (b) determinação do consumo dos permissionários USP: restaurantes, agências bancárias, lojas e demais locações que não estejam sob responsabilidade da Universidade;
- (c) quantidade e distribuição das edificações;
- (d) consumo de água: consumo médio e picos de utilização, assim como sua tipologia de uso;
- (e) características dos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário quanto ao sistema de reservação, traçado da rede hidráulica, existência de dispositivos de grande consumo (válvulas de descarga, por exemplo), entre outros; e
- (f) infra-estrutura da rede telefônica.

Implantação da medição setorizada

Quanto à definição e instalação dos hidrômetros, a escolha deles foi realizada com base na determinação das áreas de setorização. Definido o nível de setorização como o dos edifícios ou blocos, para a seleção dos medidores, consideraram-se aspectos dos sistemas de

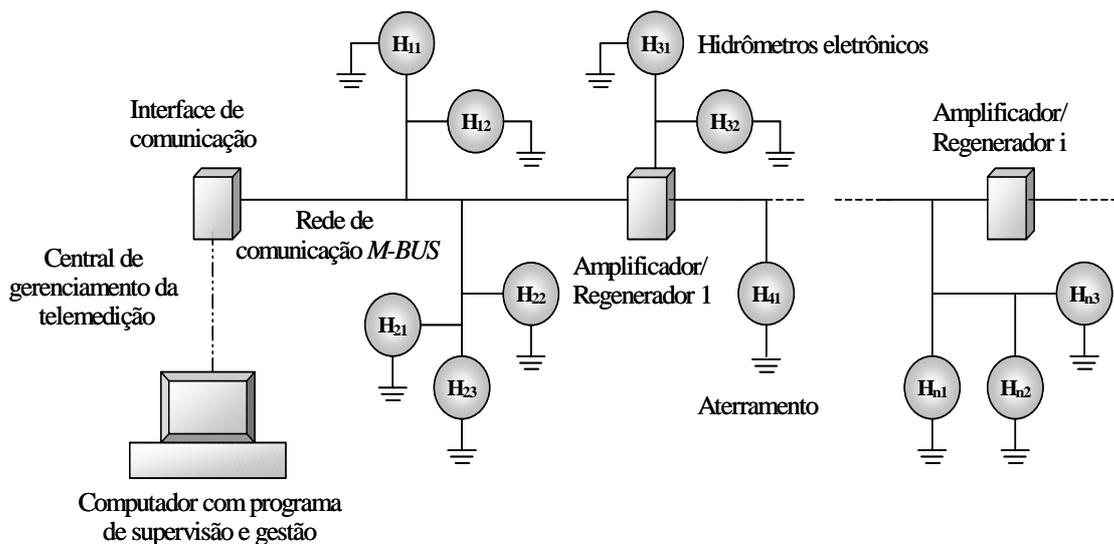
suprimento de água fria envolvidos (existência ou não de reservatórios) e de equipamento sanitário (utilização de válvulas de descarga, equipamentos especiais), além dos dados sobre a utilização da água (uniformidade do uso nos blocos, de ocupação, distribuição das atividades, etc.) e sobre seu consumo.

A construção do abrigo incluiu, basicamente, o posicionamento do abrigo, as obras de alvenaria e hidráulica, a colocação de porta, cadeado e identificação do abrigo e a execução de sua pintura.

Finalmente, deve-se registrar que a adoção de um sistema de telemedição teve por objetivos a necessidade de uma melhor informação sobre a demanda de água e sua sistematização, a avaliação do impacto das intervenções do PURA-USP, a detecção de anomalias de consumo como vazamentos e a possibilidade de monitoramento, em tempo real, de um grande número de consumidores simultaneamente.

Em função desses objetivos e da infra-estrutura disponível, adotou-se um sistema de telemedição através de barramento de campo – padrão *M-BUS*. O sistema adotado é composto de (Figura 2):

- (a) hidrômetros com relojoaria eletrônica: modelos velocimétricos, DN 15 a DN 100, com vazões nominais de 1,5 m³/h a 60 m³/h. As relojoarias eletrônicas são dotadas de microprocessadores, incorporando funções como totalização do consumo e vazão instantânea, dados que podem ser coletados localmente (em um *display* de cristal líquido) ou remotamente (através de um barramento de duas vias protocolo *M-BUS*);
- (b) rede de comunicação: dispõe de uma rede ramificada de cabos, equipamentos responsáveis pela interface de comunicação (entre os hidrômetros e o microcomputador), equipamentos responsáveis pela regeneração e/ou amplificação do sinal, e sistema de aterramento (com a instalação de protetores contra surtos elétricos transitórios) – aproveitou-se a infra-estrutura física da rede de telefonia da USP; e
- (c) central de gerenciamento da telemedição: microcomputador dotado de um programa de supervisão (comunicação e gerenciamento do sistema *M-BUS*) e gestão, junto ao qual está instalada a interface de comunicação. O programa atual, adotado em 2002, é baseado em banco de dados *SQL* e apresenta maior estabilidade em situações de operação contínua de um grande banco de dados, além de recurso de cópia de segurança automática.



Fonte: Tamaki (2003)

Figura 2 - Esquema da telemetria via sistema digital de barramento de campo

Gestão da demanda de água: estudo de caso PURA-USP

Gestão da demanda e seus instrumentos

Com a criação do PURA-USP, uma nova estrutura foi adotada, sendo sua equipe técnica incumbida da gestão da demanda de água, passando a verificar:

- (a) cadastro das ligações: identificação das ligações ativas da USP e irregularidades;
- (b) estado das ligações: estado físico dos abrigos, cavaletes e hidrômetros;
- (c) contas e faturas: verificação dos valores, cobranças indevidas, dívidas, etc.;
- (d) sistemas prediais: documentação dos sistemas hidráulicos prediais das unidades (constituição e estado de conservação dos sistemas de suprimento de água fria e de equipamentos, uso dos sistemas, rotinas de manutenção, etc.); e
- (e) consumo de água.

O PURA-USP preocupou-se em ter o domínio da informação sobre essas questões, tendo como foco principal a economia de água a ser obtida com o seu uso racional. Para atingir esse objetivo era fundamental dispor de dados que permitissem avaliar a eficiência do uso da água e das ações de economia adotadas e reduzir os desperdícios. Os dados teriam que ser em maior quantidade, e sua obtenção, com maior rapidez, para que quaisquer ocorrências fossem logo percebidas e as ações sobre os sistemas fossem tomadas. A medição setorizada e a telemetria foram os instrumentos

de gestão da demanda de água adotados para a obtenção desses dados de consumo.

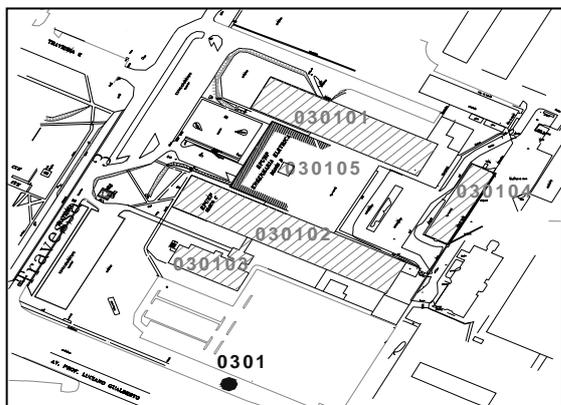
Dados de outra natureza como os de área construída, população e sistemas existentes foram adotados para a criação dos parâmetros de controle. Os parâmetros de controle diretamente obtidos (consumo) e indiretamente obtidos (indicadores) permitiram o conhecimento dos usos da água em diversos sistemas instalados no *campus*.

Com a informação adequada ao uso para a gestão da demanda de água, os procedimentos de intervenção foram definidos. Esses procedimentos consistiam em formas de disponibilização das informações obtidas às equipes de manutenção já existentes e aos responsáveis pela administração geral das unidades e da USP. Assim, as informações obtidas e tratadas eram transmitidas (via contato telefônico, e-mail, documentos impressos e outras formas), com as características das anomalias de consumo observadas (localização e causa prováveis, data e horário de início, vazão, volume perdido, etc.) e registrados os contatos realizados. Também era solicitado o retorno das informações com a solução executada, para que fossem registradas e arquivadas.

Exemplo EPUSP - Edifício de Engenharia Elétrica

Esse exemplo ilustra um dos resultados obtidos com o uso da setorização e da telemetria na gestão da demanda de água: a identificação de uma grande anomalia de consumo no edifício de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP (EPUSP).

O edifício é composto de quatro blocos (A, B, C e D) interligados e alimentados a partir de uma mesma ligação da Sabesp (Figura 3, ponto 0301), não possuindo reservatório inferior.



Fonte: Tamaki (2003)

Figura 3 - Planta da Engenharia Elétrica

Os blocos A, C e D (correspondentes às áreas hachuradas 030101 a 030103) apresentam reservatórios superiores. O bloco B apresenta poucos pontos de consumo, sendo eles alimentados basicamente pelos ramais conectados diretamente ao alimentador predial (como o ponto da lanchonete 030105). O galpão da Pós-Graduação tem alimentação independente (030104). Alguns equipamentos laboratoriais também são ligados diretamente ao alimentador predial. O consumo mensal médio do conjunto dos quatro blocos é de 1.500 m³.

Para realizar a medição setorizada do consumo de água do edifício, adotou-se o nível de setorização dos blocos. Assim, os pontos de instalação dos medidores foram determinados: blocos A, C e D – próximo ao reservatório, na tubulação de recalque; galpão da Pós-Graduação – no alimentador predial; bloco B – no ramal da lanchonete.

No dimensionamento dos medidores foram considerados o consumo do conjunto, a distribuição dos sanitários e dos equipamentos, a ocupação do edifício (adotada como uniforme), os diâmetros das redes de recalque e distribuição, e as vazões esperadas em cada trecho. Foram adotados hidrômetros de vazão nominal de 15 m³/h para os blocos A, C e D e de 1,5 m³/h para o galpão e a lanchonete.

No dia 9 de junho de 2002, às 22h30min, houve um súbito aumento de consumo registrado no medidor principal, conforme a curva de vazões do hidrômetro da Engenharia Elétrica apresentada na Figura 4. A vazão esperada para o período (domingo à noite) era inferior a 1 m³/h (devido à operação de alguns equipamentos laboratoriais) e a indicada foi de 15 m³/h. A curva de vazões do medidor principal apresentava

características de rompimento súbito de uma tubulação. Os dados de leitura dos medidores de setorização indicavam a ocorrência de vazamento no trecho compreendido entre o medidor principal e os de setorização.

A comunicação do vazamento à equipe de manutenção da EPUSP foi realizada para localização precisa do vazamento e reparo imediato. O vazamento foi localizado em trecho enterrado do alimentador predial.

O vazamento identificado não poderia ser reparado pela equipe de manutenção da EPUSP, visto a necessidade de equipamentos para escavação profunda e demolição de pavimento asfáltico, havendo a necessidade de contratação externa do serviço de eliminação do vazamento. O abastecimento de água não poderia ser interrompido nos dias 10 e 11, em decorrência das atividades em andamento.

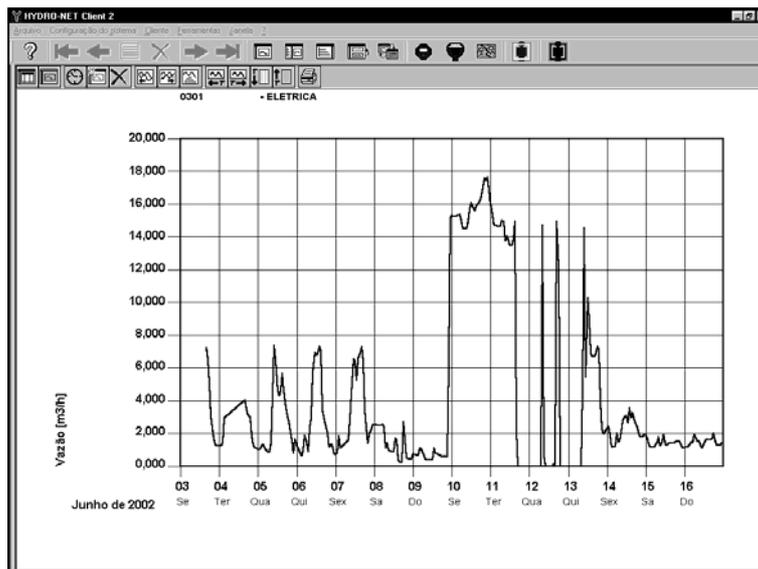
No gráfico, pode-se ver o início do vazamento, sua duração, o valor da vazão, o período de interrupção do abastecimento e dos testes e a normalização do abastecimento atingida no dia 13.

A quantificação dos volumes perdidos e a sua representação em termos econômicos podem ser comparadas com o consumo mensal, os custos da eliminação do vazamento e as perdas em potencial (caso não se dispusesse da telemedição e da medição setorizada).

Nesse exemplo, verificou-se:

- (a) volume perdido no vazamento: 622,5 m³ (em 41,5 horas a 15 m³/h);
- (b) custo do vazamento: R\$ 142,20 /h (15 m³/h a R\$ 9,48 /m³);
- (c) custo total do vazamento: R\$ 5.901,30 (622,5 m³ a R\$ 9,48 /m³);
- (d) impacto no consumo mensal: aumento de 41,5% (622,5 m³ em 1.500 m³/mês); e
- (e) custos estimados da eliminação do vazamento (material e serviços contratados): R\$ 7.000,00.

A hipótese de o vazamento persistir por mais tempo sem eliminação, caso a telemedição e a medição setorizada não fossem adotadas e a gestão da demanda de água não estivesse estruturada, pode ser considerada realista, pois o vazamento ocorreu numa região de pouco tráfego de pessoas, os responsáveis pela manutenção na EPUSP tomaram ciência do vazamento após contato realizado pelo PURA-USP, os reservatórios dos blocos tinham reserva suficiente para um dia de consumo e a Prefeitura do *campus* – que possuía os recursos necessários para a correção do problema – estava em greve.



Fonte: Tamaki (2003)

Figura 4 - Gráfico da curva de vazões do hidrômetro da Engenharia Elétrica

Considerações finais

Com o trabalho realizado, permitiu-se a verificação da validade do emprego da medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água na Universidade, em especial considerando-se o caráter permanente do Programa de Uso Racional da Água, que tem se desenvolvido desde 1998. O sistema adotado para a leitura remota dos medidores, associado aos medidores de tarifação e de setorização, também permitiu um melhor acompanhamento do abastecimento das unidades do *campus*, de forma a potencializar os benefícios da setorização.

As informações obtidas com esses instrumentos e a nova estrutura de gestão adotada na USP mudaram a relação das principais necessidades para que os sistemas de suprimento de água apresentem desempenho compatível com a proposta do uso racional da água. Se no início muitas dificuldades residiam na falta de informações qualificadas e na indefinição das responsabilidades, hoje os dados disponibilizados indicam necessidades de intervenção em volume superior à capacidade de ação das equipes de manutenção, com relação aos recursos econômicos, humanos e organizacionais que dispõem. Assim, para promover uma economia de água mais significativa e permanente no *campus*, deve-se atentar para essa questão. Vale lembrar que as ações de uso racional da água, como as que foram adotadas pelo PURA-USP, quase sempre apresentam curtos períodos de

retorno dos investimentos, justificando todos os esforços.

As considerações levantadas sobre os sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário e o entendimento do novo conjunto implantado para a medição setorizada (composto dos medidores, abrigos e das respectivas conexões hidráulicas às redes existentes) foram realizados numa abordagem sistêmica e permitiram concluir que somente dessa forma é possível a proposta da setorização ser bem-sucedida.

Muitos dos benefícios obtidos e relatados do caso da Universidade de São Paulo podem ser extrapolados para situações semelhantes de implantação da medição setorizada com fins de gestão da demanda de água, devendo-se observar as considerações levantadas e as particularidades de cada aplicação.

Referências

- GRAÇA, M. E. A.; GONÇALVES, O. M. Desempenho de sistemas prediais: conceitos fundamentais. **Revista Engenharia Mackenzie**, São Paulo, p. 7-13, jan./fev. 1986.
- ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M. **Sistemas prediais de água fria**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1994. (Texto Técnico. EPUSP. TT/PCC/08).

ROZAS, N. **Implantação de sistemas de leitura automática da medidores de insumos prediais.** 2002. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SILVA, G. S. **Programas permanentes de uso racional da água em campi universitários: o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo.** 2004. 328 f. 2 v. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TAMAKI, H. O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais – estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo.** 2003. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. 2002. **Anuário Estatístico USP.** São Paulo, 2003.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Appliance and equipment energy efficiency and water standards:** recommendations for establishing state and local incentive programs for voluntary replacement of plumbing products by consumers. Washington, 1995. (Apresenta recomendações para a implantação de programas de substituição voluntária de equipamentos sanitários no contexto da Energy Policy Act de 1992). Disponível em: <<http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-GENERAL/1995/January/Day-24/pr-237.html>>. Acesso em: 19 jan. 2004.