



**ENTAC2006**

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **AVALIAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS**

**Alberto Renner Bueno Peres (1); Lúcia Helena de Oliveira (2)**

(1) Departamento de Sistemas Prediais – Escola de Engenharia Civil – Universidade Federal de Goiás, Brasil – e-mail: albertoengcivil@pop.com.br

(2) Departamento de Sistemas Prediais – Escola de Engenharia Civil – Universidade Federal de Goiás, Brasil – e-mail: luhe@cultura.com.br

### **RESUMO**

**Proposta:** A cobrança inadequada e injusta da água tem levado vários edifícios multifamiliares a realizarem a substituição do sistema de medição coletiva pela individualizada. Os trabalhos desenvolvidos sobre o assunto levaram em consideração apenas os impactos da individualização no consumo de água não atentando para o desempenho do sistema hidráulico após a implantação. O objetivo do trabalho é avaliar o desempenho de sistemas de medição individualizada de água implantados em edifícios residenciais multifamiliares em operação na Grande Goiânia. **Método de pesquisa/Abordagens:** Levantamento dos sistemas, aplicação de questionário por meio de entrevista a fim de verificar os problemas de desempenho no sistema hidráulico, após a individualização, e levantamento dos dados de consumo de água junto à concessionária local para a determinação do impacto de redução no consumo de água. **Resultados:** Os impactos de redução do consumo de água foram de, 20,4%, 21,2%, 14,0, 10,5% e 13,3% para os Edifícios I, II, III, IV e V. A acessibilidade aos hidrômetros no Edifício I é extremamente difícil, visto que os hidrômetros localizam-se sobre a cobertura do mesmo. No Edifício III a acessibilidade também está dificultada em função da altura do abrigo de hidrômetros. Observaram-se vazamentos após a individualização em 37,2%, 14,3%, 30,0%, 25,7% e 20% nos Edifícios I, II, III, IV e V, respectivamente. Mais de 82% do total, não observaram ruídos em suas instalações em todos os edifícios. Nos Edifícios I e II, a pressão mínima medida na torneira do tanque foi de 20 kPa, o que oferece indício de que a pressão no chuveiro pode ser inferior a este valor. **Contribuições/Originalidade:** Identificação dos principais pontos a serem observados quando da substituição de sistema de medição coletiva por individualizada de água, além de contribuir para a conservação da água, tendo em vista os impactos na redução do consumo.

Palavras-chave: medição individualizada; desempenho; conservação de água.

### **ABSTRACT**

**Propose:** The improper and unfair water billing have led many multifamily buildings to replace their master metering system for the submetering one. Researches developed about this subject have took in account only the water savings of submetering, not giving the necessary attention to the hydraulic system's performance after its implantation. This paper intends to evaluate the performance of the water consumption under submetering systems introduced in buildings in operation in Goiânia. **Methods:** Data gathering of retrofited buildings, submission of customers surveys in order to verify the hydraulic systems problems after submetering and data collection from local water facility to determinate the impact of reduction in water consumption. **Findings:** The water consumption impact reduction were 20,4%, 21,2%, 14,0, 10,5% and 13,3% for buildings I, II, III, IV and V. The accessibility to the watermeters in the building I is extremely difficult, since they are placed over the roof. This same problem occurs in building III considering the height of the watermeter in the wall. Leakage was identified in 37,2%, 14,3%, 30,0%, 25,7% e 20% after submetering in the buildings I, II,

III, IV e V. More than 82% of surveyed customers did not notice noises in their hydraulic installations in any building. In the buildings I and II, the lowest measured hydraulic pressure in the faucet was 20 kPa, which indicates that the shower pressure could be smaller than this. **Originality/value:** Establishment of the main points to be observed when of the substitution master water metering system for submetering ones, besides the contribution to the water conservation regarding the reduction impacts.

Keywords: submetering system; performance; water conservation.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 A medição individualizada como instrumento de conservação de água

O uso indiscriminado dos recursos naturais tem sido uma das grandes preocupações no mundo globalizado. Nos últimos anos, a utilização sustentável dos insumos naturais, em particular da água, tem sido alvo de estudos em todo mundo, em busca de sua conservação, com o objetivo de garantir o abastecimento de gerações futuras.

Em ambientes urbanos, o desperdício de água existe desde a sua captação nos mananciais passando pela distribuição para as edificações até à utilização pelo usuário. A concessionária local é responsável pelo gerenciamento desde a captação, tratamento, reservação e distribuição até os edifícios, enquanto que aos usuários cabe a responsabilidade pelo controle de desperdícios dentro dos edifícios.

Segundo Silva (1996), a perspectiva com relação à escassez de água originada por processos de degradação, os quais vêm se acumulando nas últimas décadas, é assustadora, visto que a evolução dos seus efeitos é de forma exponencial. Coelho e Maynard (1999) acreditam que a disputa pela água será uma das principais causas dos conflitos entre nações no próximo milênio.

No Brasil, a maior parte dos edifícios multifamiliares possui uma grande capacidade de armazenamento de água sendo que a forma de medição do consumo é a coletiva. Assim, a cobrança inadequada e injusta desse insumo incentiva, indiretamente, o desperdício.

Segundo Oliveira (1999), há diversas alternativas tecnológicas que contribuem para a redução e controle do consumo de água:

- sistema de medição setorizada do consumo de água;
- sistemas e componentes economizadores de água;
- detecção e correção de vazamentos.

A primeira das opções é a que apresenta, mesmo que de forma indireta, uma ação que atua na economia de água não só para o usuário, mas também para o condomínio. Apesar do fato de que a implantação de sistemas de medição individualizada do consumo de água aplica-se aos sistemas prediais, as concessionárias de água têm visto nesta opção uma das alternativas para a redução da demanda de água e, por conseguinte, dos investimentos na ampliação dos sistemas públicos de água e de esgoto sanitário.

Assim, a medição individualizada do consumo de água é uma forma de racionalização dos procedimentos e hábitos inadequados da utilização da água, visto que o usuário, pagando pelo que efetivamente consome, passa a adquirir uma maior consciência do uso da água. Assim, a economia deste insumo é uma consequência quase que espontânea.

É importante salientar que existem vários outros fatores intervenientes quando se trata do comportamento e procedimento de uso da água como, por exemplo, social, econômico e cultural.

Existem usuários que possuem uma maior consciência em relação à economia, sendo que em contrapartida, alguns sequer conhecem procedimentos que podem contribuir para a utilização racional da água.

Chan (1997) em suas pesquisas realizadas em Hong Kong mostra a facilidade de um sistema voltar às condições iniciais em habitações nas quais foram implantadas programas de conservação de água, entre eles a individualização do consumo, tendo em vista o poder aquisitivo dos usuários. Ele verificou que em virtude da melhoria do padrão de vida da população, o consumo *per capita* vem aumentando gradativamente. Assim, a variação do consumo pode tornar-se dependente da renda do usuário.

Desta forma, o sistema de medição individualizada mostra-se fundamental para a gestão do consumo de água. Além disso, ele é um importante instrumento apresentando uma enorme eficiência em programas de conservação de água.

## **1.2 Experiências internacionais e nacionais**

### *1.2.1 Experiências internacionais*

O primeiro estudo realizado que trata sobre o impacto de redução do consumo de água com a implantação da medição individualizada em edifícios multifamiliares ocorreu na Dinamarca ainda na década de 1920. Neste estudo foi avaliada a medição individual de água quente em sistemas de aquecimento central em mais de 15 milhões de unidades residenciais europeias verificando-se uma economia de 40% em relação ao consumo total de água fria (AMRA, 1998).

Um estudo realizado por Malan e Crabtree (1987) em edifícios na cidade de Pretória, África do Sul e em Londres, na Inglaterra, mostrou uma redução de 20% a 30% no consumo de água após a substituição do sistema de medição coletivo para o individualizado.

Em uma pesquisa conduzida em edifícios de apartamentos na cidade de Nova Iorque nos Estados Unidos, Rathnau (1991) observou que o consumo médio diário variou entre 1420 e 1610 L/apartamento em se tratando da medição coletiva de água. Em outra pesquisa similar, porém na cidade de Washington, o mesmo autor verificou que consumo diário variava entre 340 a 610 L/apartamento, sendo neste caso sistema de medição individual de água. Nota-se uma diferença superior a 60% entre os dois casos. No entanto, é de suma importância observar que as pesquisas foram realizadas em locais diferentes, sendo que as características físicas das edificações e sociais, culturais e financeiras dos usuários não foram levadas em consideração.

Na Alemanha, de acordo com Zeeb (1998), a implantação do sistema com medição individual da água resultou em 15% de economia no consumo *per capita* comparando-se com o sistema de medição coletiva. O consumo *per capita* de água da população da amostra reduziu de 132 L/dia para 112 L/dia.

Os resultados obtidos em um edifício residencial a partir do programa piloto de submedição, SPP (Submetering Pilot Program), da SPU – Seattle Public Utilities (2000) *apud* Yamada (2001), implantado na cidade de Seattle nos Estados Unidos, indicaram que o consumo diminuiu em média 30% com a medição individualizada. À medida que os usuários passaram a pagar pelo que efetivamente consumiram foi observada uma progressão da conservação da água.

### *1.2.2 Experiências nacionais*

No Brasil um dos maiores estudos a respeito do sistema de medição individualizada é o de Coelho e Maynard (1999). Este estudo foi realizado na cidade de Recife no estado de Pernambuco. Os resultados indicaram uma redução média de 30% no consumo de água dos edifícios que tiveram o sistema de medição de água coletivo alterado para o individualizado. Em alguns casos esta redução chegou a 50%, mostrando que a medição individualizada realmente se mostra como um instrumento que facilita o gerenciamento do consumo da água, resultando na sua conservação.

Yamada (2001) conduziu uma pesquisa em Guarulhos no conjunto habitacional CECAP por meio da aplicação de um questionário. Neste conjunto existiam blocos onde a setorização do consumo da água já estava concluída e outros que ainda mantinham a medição coletiva, porém também teriam a individualização realizada. Ele adotou 60 apartamentos aleatórios que possuíam o sistema de medição individualizada e 44 apartamentos com a medição coletiva em um universo de 4680 unidades residenciais, sendo 2880 com medição individualizada e 1800 com medição coletiva. A diferença de consumo obtida neste estudo entre blocos com medição individualizada em relação aos com medição coletiva foi de 17%, tendo em vista que a média de consumo mensal por habitação em blocos sem a setorização foi de 21,2 m<sup>3</sup>/mês.apartamento, ou 706 L/dia.apartamento, e em blocos com o consumo individualizado a média foi de 17,6 m<sup>3</sup>/mês.apartamento, ou 586,7 L/dia.apartamento. O retorno do investimento da implantação de hidrômetros individuais foi de 49 meses.

Outro estudo que trata da importância da implantação da medição setorizada como elemento para a gestão da demanda de água é o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo, o PURA-USP. Uma das vantagens observadas neste estudo é a facilidade na detecção de vazamentos, visto que os consumos de todos os hidrômetros foram monitorados em uma central de telemedição (TAMAKI *et al.*, 2001).

## **2 OBJETIVO**

O objetivo do trabalho é avaliar o desempenho dos sistemas de medição individualizada de água, implantados em edifícios residenciais multifamiliares em operação na Grande Goiânia.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Escolha dos edifícios**

Os edifícios foram escolhidos de forma aleatória. No entanto, buscaram-se escolher alguns com pequenas variações nas características físicas como, por exemplo, no número de dormitórios, para que comparações entre eles pudessem ser realizadas, enriquecendo o estudo.

Como o estudo trata, além de outros aspectos, do desempenho e do levantamento de manifestações patológicas, os edifícios escolhidos foram classificados numericamente para que não houvesse nenhum prejuízo quanto à possibilidade de desvalorização do imóvel frente aos resultados obtidos.

Tendo em vista a dificuldade de realizar a pesquisa em edifícios residenciais, buscou-se optar por aqueles que o síndico não apresentou nenhum empecilho para a realização do trabalho.

### **3.2 Aplicação do questionário**

A atividade experimental do trabalho corresponde à realização de uma entrevista e a observação direta do sistema de medição individualizada em todos os condomínios estudados. As perguntas se referiam às características dos moradores como número de habitantes, idade, sexo, horário de permanência nos apartamentos, grau de instrução e renda média salarial, ao comportamento dos usuários antes e após a implantação do sistema de medição individualizada de água, à ocorrência de manifestações patológicas, à simultaneidade de utilização de aparelhos verificando a perda de conforto dos usuários frente à utilização simultânea de mais de um ponto de água, à gestão do consumo tendo em vista o monitoramento periódico do consumo de água antes mesmo da fatura da conta e à aceitação do sistema.

### **3.3 Avaliação do impacto na redução do consumo de água**

Na avaliação do impacto na redução do consumo de água buscou-se considerar um período de análise de um ano antes do início da leitura dos hidrômetros individuais e um ano após esta data. Esta

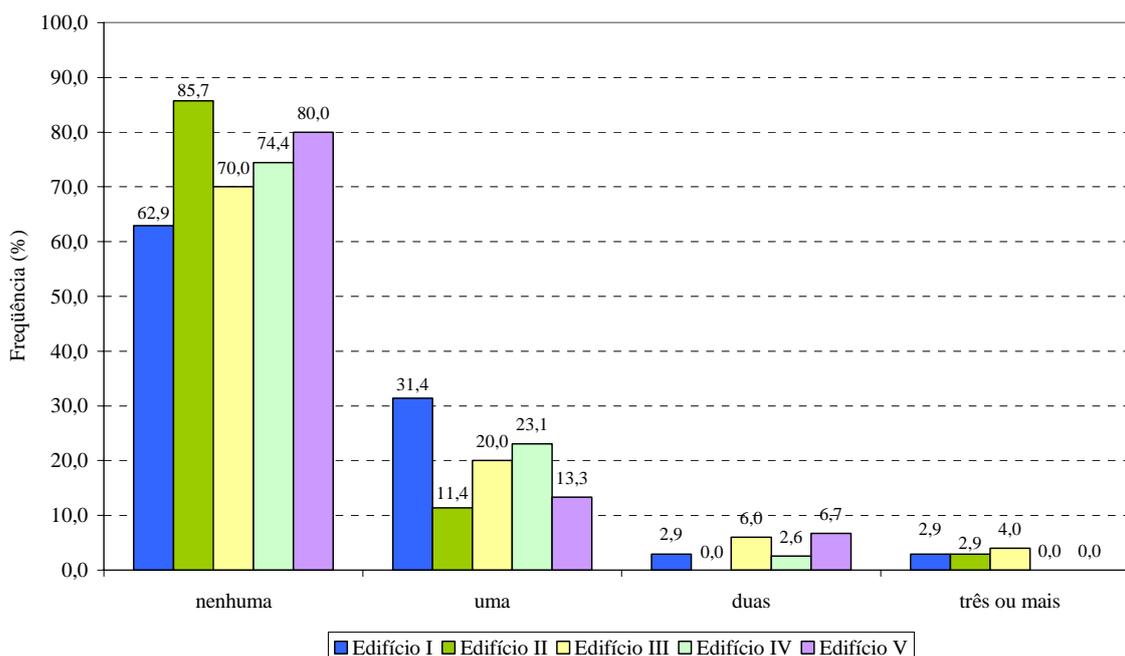
amplitude no período analisado permite uma melhor avaliação dos impactos, já que ele engloba os períodos de férias correspondentes aos meses de julho, dezembro e janeiro tendo, conseqüentemente, uma maior confiabilidade nos dados de consumo dos edifícios estudados. Nos edifícios em que não foi possível avaliar um período correspondente a dois anos, pelo fato de que o tempo entre o início da leitura individualizada e o prazo para a conclusão do trabalho não era suficiente, considerou-se um mínimo de um ano e cinco meses de análise, sendo um ano antes e cinco meses após a implantação do sistema de medição individualizada de água.

Na análise dos dados de consumo de água foi realizado um tratamento dos mesmos para que aqueles que representassem possíveis vazamentos ou visitantes por longos períodos estivessem fora dos utilizados no trabalho. Segundo recomendação de Oliveira e Moura (2004) desconsideraram-se os valores fora do intervalo da média mais ou menos duas vezes o desvio padrão calculando-se uma nova média.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Manifestações patológicas

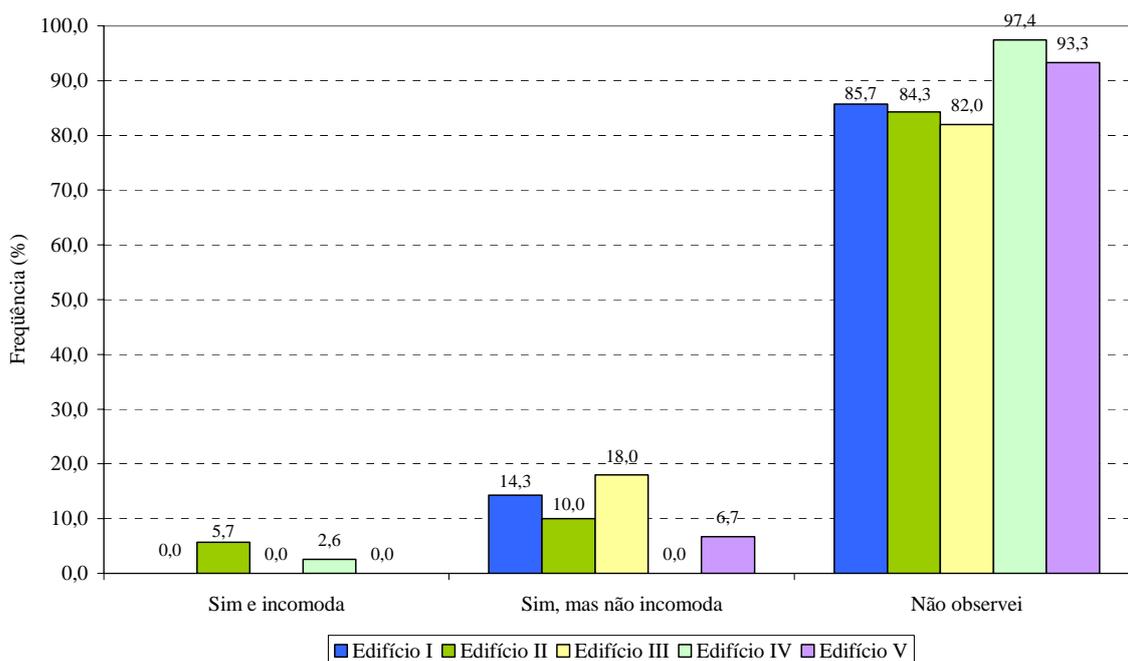
Em relação a vazamentos no sistema após a implantação do sistema de medição individualizada de água, a Figura 1 apresenta o número de vezes em que os moradores observaram este tipo de manifestação patológica no sistema hidráulico.



**Figura 1 – Número de vezes em que os moradores dos edifícios observaram vazamentos em seus apartamentos após a individualização.**

A análise da Figura 1 mostra elevados índices em que não se observou vazamentos e índices baixos para os casos em se observou tal patologia duas ou mais vezes. Em todos os casos em que se notou a presença de vazamentos, mais de 50% das vezes o mesmo ocorreu na caixa de descarga.

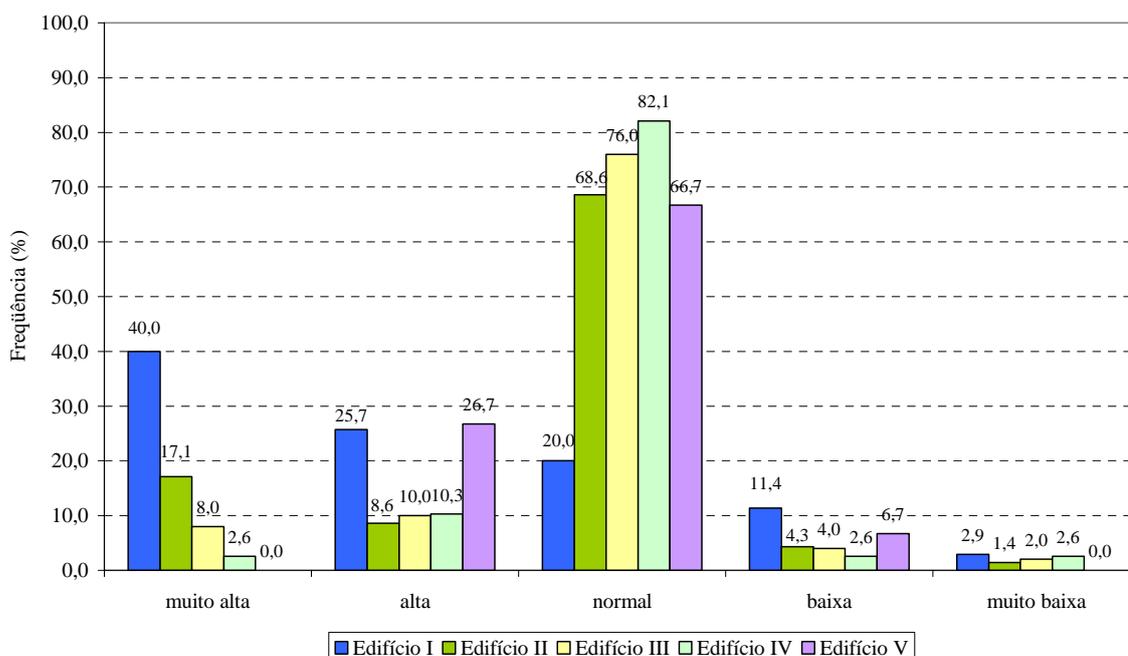
A Figura 2 trata da observação de ruídos em função do escoamento de água na tubulação.



**Figura 2 – Ocorrência de ruído nas instalações hidráulicas em função do escoamento de água na tubulação.**

Pela Figura 2 nota-se que a grande maioria, mais de 82% do total, não observou ruídos em suas instalações em todos os edifícios, sendo que todos que observaram disseram que isso também ocorria antes do processo de individualização do consumo de água.

No que diz respeito à pressão, a Figura 3 mostra a opinião dos moradores com relação a esta questão.



**Figura 3 – Opiniões dos moradores dos edifícios com relação à pressão.**

A Figura 3 mostra que no Edifício I 40% dos moradores acham a pressão alta a ponto de provocar respingos quando da utilização. No entanto, o monitoramento da pressão hidráulica em dois pontos, sendo um em zona de baixa pressão e outro em zona de alta pressão, mostrou que a pressão foi de no máximo 250 kPa. Nos Edifícios I e II o monitoramento da pressão hidráulica em pontos de baixa pressão apresentou um índice de que a pressão no chuveiro poderia ser inferior a 10 kPa, já que a pressão mínima nos pontos monitorados, que foram as torneiras do tanque, foi de 20 kPa.

Quanto à simultaneidade de utilização dos aparelhos, em todos os edifícios mais de 80% dos moradores não observaram perda de conforto quando do uso de dois ou mais pontos ao mesmo tempo. No Edifício II 7,7% das pessoas que notaram tal manifestação patológica observaram a mesma antes da individualização. No Edifício IV este índice foi de 33,3%.

A acessibilidade aos hidrômetros no Edifício I, para que o morador possa, caso deseje, realizar a gestão do seu consumo antes mesmo da fatura da conta de água, é extremamente difícil, visto que os hidrômetros localizam-se sobre a cobertura do edifício conforme Figura 4. No Edifício III a posição do abrigo dos medidores também dificulta a leitura dos hidrômetros, já que é necessária a utilização de uma escada para que se possa realizar este procedimento, de acordo com a Figura 5.



**Figura 4 – Hidrômetros localizados na cobertura do Edifício I.**



**Figura 5 – Abrigo de medidores localizados no último pavimento de um bloco do Edifício III.**

O problema de concepção inadequada é notório nos Edifícios I e III. A dificuldade em se realizar a leitura dos hidrômetros prejudica uma das principais funções do sistema de medição individualizada de água que é a possibilidade de autogestão do consumo pelo usuário. No caso do Edifício I a concessionária não realiza a leitura dos hidrômetros em função da extrema dificuldade de acesso aos abrigos.

## **4.2 Avaliação do impacto na redução do consumo de água**

O impacto na redução do consumo de água dos edifícios estudados foi diversificado. Para os Edifícios I e II a redução foi de 20,4% e 21,2%, respectivamente. Para os demais a redução foi inferior a 15%.

## **4.3 Considerações finais**

Os resultados permitem concluir que:

Em todos os edifícios estudados aqueles moradores entrevistados que afirmaram não se preocupar com o consumo de água antes da individualização disseram que após a implantação do sistema de medição individualizada de água passaram a se preocupar com o consumo de água, o que mostra que a individualização representa uma importante medida na mudança dos hábitos dos usuários em relação à utilização da água.

A ocorrência de vazamentos após a implantação do sistema de medição individualizada de água não foi alarmante, já que na maior parte dos apartamentos pesquisados esta manifestação ocorreu apenas uma vez.

Os ruídos não foram considerados uma manifestação patológica preocupante após a individualização, visto que os índices de percepção de ruídos foram muito baixos além do fato de que os mesmos dependem muito da sensibilidade do usuário.

Em se tratando da pressão da água, apenas o Edifício I apresentou índice elevado em que o morador afirmou que a pressão era alta a ponto de causar respingos quando da abertura de uma torneira. No entanto, o monitoramento da pressão mostrou que a pressão máxima foi de 250 kPa. O monitoramento das pressões em região de baixa pressão mostrou que nos Edifícios I e II, a pressão mínima foi de 20 kPa. Como o aparelho utilizado para o monitoramento foi instalado na torneira do tanque ou da máquina de lavar roupas em ambos os casos, este valor é um indício de que a pressão no chuveiro pode ser inferior a 10 kPa.

No que diz respeito à simultaneidade de utilização dos equipamentos sanitários, não se observou na maioria dos casos que a perda de conforto quando do uso de dois ou mais pontos ao mesmo tempo foi em função da individualização, pois em todos os edifícios mais de 80% dos moradores não notaram esta manifestação.

Em relação ao posicionamento do abrigo de medidores, notaram-se erros de concepção graves como no caso do Edifício I onde os abrigos dos hidrômetros estão sobre a cobertura do prédio e no Edifício III onde os abrigos dos hidrômetros, mesmo colocados no hall do último pavimento, dificultam a leitura dos medidores em função de sua altura em relação ao piso.

Os índices de redução no consumo de água levando-se em consideração os consumos antes e após a implantação do sistema de medição individualizada de água variaram de 10,5% a 21,2%. Os Edifícios I e II, que possuem menor área de construção e menor número de banheiros, apresentaram maior índice de redução se comparados com os demais edifícios.

Os resultados obtidos neste estudo referem-se apenas aos edifícios levantados. No entanto, os indicadores aqui levantados são um importante passo para auxiliar na elaboração de diretrizes para a implementação do sistema de medição individualizada em edificações existentes.

## **5 REFERÊNCIAS**

AMRA – Automatic Meter Reading Association. In: ANNUAL AMRA SYMPOSIUM, 11., 1998,

Washington, D.C., **Proceedings...** Washington, D.C, 1998.

CHAN, W. S. Demand management. **Water Supply**, v. 15, n. 1, p. 35-39, 1997.

COELHO, Adalberto Cavalcanti; MAYNARD, João Carlos de Britto. **Medição individualizada de água em apartamentos**. 1. ed. Recife: Comunicarte, 1999. 168 p.

MALAN, G. J.; CRABTREE, P. R. The effect of individual meters on the water consumption in apartment buildings. In: CIB W62 SYMPOSIUM WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 1987, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: USP, 1987. 17 p.

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999. 377 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, L.H.; MOURA, T. A.M. Avaliação de desempenho de componentes economizadores de água em edifícios. **Ciência & Engenharia**, Uberlândia, ano 13, n. 1, p. 13-18, jan./jun., 2004.

RATHNAU, M. M. Submetering: water conservation, water engineering and management 138 (3): 24-25, 37, 1991. U.S. EPA – United States Environmental Protection Agency. Disponível em: <<http://www.epa.gov/OW/you/submeter.html>>. Acesso em: 07 mar. 2005.

SILVA, R. T. Inserção dos programas de uso racional e conservação da água nas políticas regionais, urbanas e setoriais. Apresentado no Encontro Técnico sobre Uso e Conservação dos Recursos Hídricos. MMA e MPO. Brasília, junho de 1996.

TAMAKI, H., SILVA, G., GONÇALVES, O. Submetering as na instrument of water demand management in building systems – University of São Paulo Case Study. In: CIB W62 SYMPOSIUM WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 30., 2004, Paris, **Proceedings...** Paris: CIB W62, 2004. 12 p.

YAMADA, Edurardo Seiji. **Os impactos da medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multi-familiares**. 2001. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ZEEB, W. A holist approach to metering value. In: ANNUAL AMRA SYMPOSIUM, 11., 1998, Washington, D.C. **Proceedings...** Washington, D.C., 1998.

## **6 AGRDECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPq, ao CEMEC (Curso de Mestrado em Engenharia Civil) da Universidade Federal de Goiás e aos síndicos e moradores que contribuíram respondendo às perguntas do questionário.