

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Construção Civil

ISSN 0103-9830
BT/PCC/247

**METODOLOGIA PARA A IMPLANTAÇÃO
DE PROGRAMA DE USO RACIONAL
DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS**

Lúcia Helena De Oliveira
Orestes Marraccini Gonçalves

São Paulo – 1999

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil
Boletim Técnico - Série BT/PCC

Diretor: Prof. Dr. Antônio Marcos de Aguirra Massola
Vice-Diretor: Prof. Dr. Vahan Agopyan

Chefe do Departamento: Prof. Dr. Alex Kenya Abiko
Suplente do Chefe do Departamento: Prof. Dr. João da Rocha Lima Junior

Conselho Editorial
Prof. Dr. Alex Abiko
Prof. Dr. Francisco Cardoso
Prof. Dr. João da Rocha Lima Jr.
Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves
Prof. Dr. Antônio Domingues de Figueiredo
Prof. Dr. Cheng Liang Yee

Coordenador Técnico
Prof. Dr. Alex Abiko

O Boletim Técnico é uma publicação da Escola Politécnica da USP/Departamento de Engenharia de Construção Civil, fruto de pesquisas realizadas por docentes e pesquisadores desta Universidade.

Este texto faz parte da tese de doutorado, de mesmo título, que se encontra à disposição com os autores ou na biblioteca da Engenharia Civil.

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Lúcia Helena de

Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios / L.H. de Oliveira, O.M. Gonçalves. -- São Paulo : EPUSP, 1999.

14 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/247)

1. Sistemas prediais de água 2. Uso racional da água I. Gonçalves, Orestes Marraccini II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil III. Título IV. Série

ISSN 0103-9830

CDU 696.11
696.11

METODOLOGIA PARA A IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS

Lúcia Helena de Oliveira

Escola de Engenharia Civil da UFG

Orestes M. Gonçalves

Escola Politécnica da USP

RESUMO

Este artigo apresenta uma metodologia para implantar um Programa de Uso Racional da Água – PURA em edifícios enfatizando a importância das ações tecnológicas para reduzir e controlar o consumo de água. Esta metodologia é estruturada nas seguintes etapas:

- *auditoria do consumo de água através de levantamento das características físicas e funcionais do edifício, principalmente do sistema hidráulico;*
- *diagnóstico do sistema, uma síntese dos dados obtidos durante a auditoria do consumo de água que identifica as condições de operação do sistema;*
- *plano de intervenção com a implementação de ações que visem a redução de volumes utilizados e de desperdícios de água;*
- *verificação do impacto de redução do consumo de água após a implementação de cada uma das ações.*

Finalmente, a metodologia foi aplicada a duas tipologias de edifício: um hospital e uma escola.

ABSTRACT

This paper presents a methodology to implant a Water Conservation Program in buildings emphasizing the importance of the technological actions to reduce and control the water consumption. This methodology is structured as follows:

- *water consumption audit by a survey of the physical and functional characteristics of building and mainly water supply system;*
- *system diagnosis, a synthesis of the data acquired during the water consumption audit which identifies the condition of system operation;*
- *intervention plan with the aid of implementing actions in order to reduce not only the volumes but the waste water as well;*
- *checking the impact of water reduction after implementing each action separately.*

Finally, the methodology was applied in two building typologies – first one in a school building and second one in a hospital building.

1 INTRODUÇÃO

Observa-se o crescente aumento de consumos individuais de água, principalmente nos grandes centros urbanos, onde já se enfrentam problemas de escassez e de ordem econômica em função das maiores distâncias de mananciais e à necessidade de tratamentos mais intensos causados pela poluição da água. Isto implica a ampliação de sistemas de produção de água e de disposição final de esgoto sanitário. Diante dessa situação, a pergunta que se faz é: qual a contribuição dos sistemas prediais para a redução de volumes utilizados e de desperdícios de água?

Para responder a essa pergunta propomos uma metodologia para a implantação de Programas de Uso Racional da Água - PURAs em edifícios, cuja premissa básica é o conhecimento das características físicas e funcionais de um sistema para o planejamento de ações mais eficientes de redução de consumo de água e, ainda melhor atendimento às necessidades dos usuários. Dentre essas ações, consideram-se as de maior impacto as tecnológicas.

2 AÇÕES QUE CONTRIBUEM PARA A REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS

Para a redução volumes utilizados e de desperdícios de água, ou seja, de consumo de água em edifícios pode-se implementar as seguintes ações:

- **ações econômicas** – incentivos e desincentivos econômicos. Os incentivos podem ser propostos por meio de subsídios para a aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e de redução de tarifas. Os desincentivos podem ser implementados elevando-se as tarifas de água;
- **ações sociais** – campanhas educativas e de conscientização dos usuários implicando a redução de consumo através da adequação de procedimentos relativos ao uso da água e da mudança de comportamento individual;
- **ações tecnológicas** – substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, reaproveitamento de água e de reciclagem de água servida.

Das ações tecnológicas, as mais acessíveis aos usuários é a substituição de componentes convencionais por economizadores de água e o controle de desperdícios. No que diz respeito a componentes, em sua grande maioria, a redução do consumo é alcançada independentemente da ação do usuário. Além disso, em geral, proporcionam ambientes sanitários mais limpos quando o acionamento de descargas é automático como também evitam perdas de água devido ao mau fechamento de componentes convencionais.

Com relação ao controle de desperdícios, ação considerada de fundamental importância para a estabilização dos valores mínimos de consumo alcançados pelos componentes economizadores e convencionais, podem-se utilizar vários equipamentos com tecnologia de ponta para a facilitar a execução dessa tarefa.

Assim, neste trabalho são enfatizadas as ações tecnológicas, exceto as ações relacionadas a reaproveitamento e reciclagem de água, que merecem metodologias específicas.

3. METODOLOGIA PARA A IMPLANTAÇÃO DE PURA EM EDIFÍCIOS

A metodologia proposta é estruturada em quatro etapas, conforme apresenta fluxograma da figura 1:

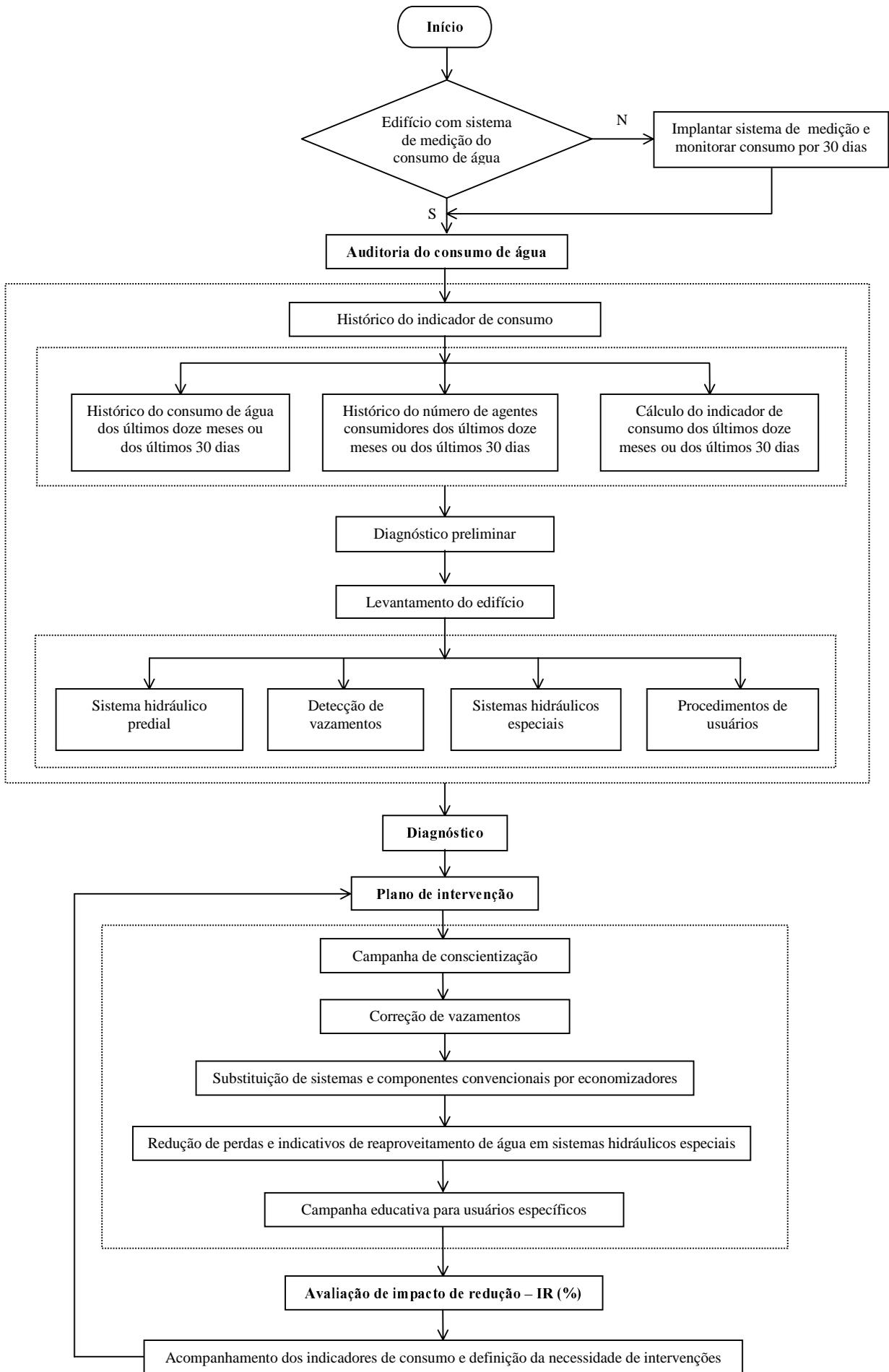


Figura 1 – Estrutura da metodologia para a implantação de PURA em edifícios.

3.1 Auditoria do consumo de água

É a etapa que permite o conhecimento da utilização da água no sistema, através de planejamento adequado para a realização de levantamento documental, das características físicas e funcionais do edifício e, em particular, do sistema hidráulico.

Como forma de evitar avaliações enganosas, propõe-se que o levantamento do **indicador de consumo – IC**, que é a relação entre o volume de água consumido em um determinado período e o número de agentes consumidores desse mesmo período, denominado período histórico. O agente consumidor é a variável mais representativa do consumo de água em um sistema.

Assim, obtém-se o indicador de consumo conforme a tipologia do edifício, como por exemplo: *ℓ/pes/dia* em edifício residencial ou de escritório, *ℓ/aluno/dia* em escola; *ℓ/leito/dia* em hospitais. Esses valores constituem-se em referências para a avaliação do impacto de redução do consumo de água, após cada uma das ações implementadas no decorrer do PURA.

3.1.1 Diagnóstico preliminar do consumo de água

O diagnóstico preliminar possibilita uma avaliação prévia do consumo de água e a previsão do impacto de redução de consumo antes da realização do levantamento, através do cálculo do indicador de consumo estimado – ICe e de sua comparação com o valor do indicador de consumo no período histórico – ICh. O valor de ICe pode ser obtido de indicadores de consumo existentes para edifícios de mesma tipologia ou da média de parte dos valores de ICh antes da verificação do aumento de consumo de água no sistema.

3.1.2 Levantamento do edifício

Para o conhecimento das características físicas e funcionais do sistema hidráulico e das atividades desenvolvidas no edifício é necessária a realização de um levantamento geral. As informações obtidas nessa etapa contribuem para o entendimento do perfil de consumo de água no sistema. O levantamento do edifício é realizado através das seguintes atividades:

- levantamento do sistema hidráulico predial;
- detecção dos vazamentos visíveis e não-visíveis;
- levantamento dos sistemas hidráulicos especiais;
- levantamento dos procedimentos dos usuários.

a. Levantamento do sistema hidráulico predial

Realizar as seguintes tarefas:

- cadastrar o tipo do sistema de abastecimento e número do medidor;
- localizar e cadastrar a quantidade e capacidade dos reservatórios;

- verificar as condições de operação da torneira de bóia e o local de deságüe do extravasor e da tubulação de limpeza do reservatório;
- monitorar pressão em pontos críticos do sistema;
- cadastrar pontos de utilização do sistema, suas características e condições de operação.

b. Detecção de vazamentos

No levantamento do sistema, os vazamentos visíveis nos componentes de utilização foram levantados, porém nesta etapa é realizada a detecção de vazamentos visíveis e não-visíveis utilizando-se testes expeditos, como o teste do hidrômetro, e testes especiais com a utilização de correlacionador de ruídos, geofone eletrônico e haste de escuta, conforme procedimentos apresentados por GONÇALVES; OLIVEIRA (1998).

c. Sistemas hidráulicos especiais

Os sistemas hidráulicos aqui denominados especiais são os seguintes: sistema de ar condicionado, sistema de ar comprimido, sistema de vácuo, sistema de vapor com caldeira, sistema de hemodiálise por osmose reversa e sistema de destilação e outros.

As características técnicas desses equipamentos tais como vazão, período diário de operação e consumo de água no processo devem ser cadastradas para se obter uma estimativa do percentual de participação no consumo total de água do sistema. A obtenção desses dados é realizada através da inspeção a cada um dos sistemas e de informações de catálogos dos fabricantes dos respectivos equipamentos. Observar, também, a ocorrência de perdas de água por vazamento em gaxetas de bombas, em extravasores de bacias de ar condicionado, em tubulações e em outros componentes.

d. Levantamento dos procedimentos dos usuários

Esta atividade deve ser realizada com a maior discrição possível para que os usuários não mudem de comportamento e, dessa forma possam mascarar as informações que deverão ser repassadas ao profissional responsável pela campanha educativa. Os principais ambientes que devem ser observados são: cozinha, lavanderia, jardim e área externa, sanitário, laboratório e outros, conforme a tipologia do edifício.

3.2 Diagnóstico do consumo de água no edifício

O diagnóstico é a síntese organizada das informações obtidas na auditoria do consumo de água. Ele possibilita a elaboração de um plano de intervenção com ações específicas para cada tipologia de edifício e a consideração das características próprias de cada sistema.

Após a conclusão do levantamento do sistema e do processamento dos dados, elaborar o diagnóstico do sistema apresentando as suas condições de operação, como a água é utilizada no sistema e as perdas de água provenientes de vazamentos, inclusive dos sistemas hidráulicos especiais. Recomendam-se as informações relativas ao período histórico, relacionadas a seguir, na apresentação do diagnóstico do consumo de água:

- consumo diário de água no período histórico;
- número de agentes consumidores;
- valor do indicador de consumo de água no período histórico;
- desperdício diário estimado;
- índice de desperdício estimado;
- perda por vazamento visível;
- índice de perda por vazamento visível;
- índice de vazamento visível;
- perda por vazamento não-visível;
- índice de perda por vazamento não-visível;
- índice de vazamento não-visível;
- perda diária total levantada no sistema;
- consumo diário de água em sistemas hidráulicos especiais;
- procedimentos inadequados dos usuários relacionados ao consumo de água.

3.3 Plano de intervenção

A partir do diagnóstico realizado, elaborar o plano de intervenção cujas ações devem ser iniciadas pelo ponto crítico do sistema, em geral, pela correção dos vazamentos detectados.

Uma das alternativas para controlar o uso e os desperdícios de água em grandes sistemas consiste na implantação de sistema de medição setorizada do consumo de água em áreas com maior participação no consumo total do edifício. Assim, o acompanhamento da solicitação de água dos diferentes setores possibilita maior controle de perdas por vazamento e de consumo excessivo, o que permite a atuação no sistema tão logo o problema seja detectado.

Ao executar um plano de intervenção para reduzir o consumo de água é indispensável a avaliação das ações implementadas, que pode ser realizada após a implementação de cada uma delas ou ao final do plano de intervenção. Com o objetivo de obter resultados sem a influência da adaptação dos usuários ao novo sistema, propõe-se que o impacto de redução seja calculado após, no mínimo, 15 dias após a implementação de cada ação e por um período mínimo de 15 dias.

3.3.1 Campanha de conscientização

É uma comunicação mais abrangente tanto do ponto de vista de informação como do tipo de usuário, ou seja, é destinada a todos os usuários do sistema com a abordagem dos seguintes tópicos:

- o porquê do uso racional da água;
- as vantagens da redução de volume de água e de esgoto tratado;
- redução de gastos com as contas de água e de energia;
- possibilidade de atendimento a maior número de usuários.

3.3.2 Correção de vazamentos

Esta é uma das ações mais eficientes na redução do consumo de água em um sistema. É de fundamental importância a correção de vazamentos antes da substituição de componentes convencionais por economizadores de água, como forma de evitar resultados enganosos. Além disso, o permanente controle de desperdícios no sistema tende a deixá-lo o mais próximo das suas condições plenas de desempenho.

3.3.3 Substituição de componentes convencionais por economizadores de água

O objetivo desta ação é reduzir o consumo de água independentemente da ação do usuário ou da sua disposição em mudar de comportamento para reduzir o consumo de água. Ela deve ser implementada quando o sistema estiver totalmente estável, ou seja, sem nenhuma perda de água por vazamento.

Ressalta-se que é imprescindível o aperfeiçoamento da capacitação técnica de usuários responsáveis pela manutenção no edifício, tendo-se em vista os novos componentes a serem instalados.

A vantagem econômica da adequação do sistema, obtida pela substituição de componentes convencionais por economizadores depende das condições locais. Por essa razão, antes da implementação dessa ação, recomenda-se uma avaliação econômica das atividades necessárias para a alteração do sistema, que têm por objetivo reduzir o consumo de água. Assim, verificar, com antecedência, os componentes a serem especificados, seus respectivos custos, inclusive de mão-de-obra e, ainda verificar a necessidade de obras civis.

A especificação de componentes economizadores tendo-se o objetivo de promover a redução do consumo de água, deve ser realizada em função das necessidades dos usuários, obtidas de observações de suas atividades relacionadas a água e da avaliação técnico - econômica e, ainda das condições físicas de cada sistema. GONÇALVES et al. (1998; 1999) apresentam fichas técnicas padronizadas de produtos economizadores de água e tecnologias poupadoras em sistemas prediais que podem ser utilizadas como apoio nessa etapa .

As especificações técnicas dos componentes economizadores de água devem ser realizadas considerando-se as seguintes questões: pressão hidráulica disponível nos pontos de utilização; conforto do usuário; higiene; atividade do usuário; risco de contaminação; facilidade de manutenção; facilidade de instalação, considerando-se a adequação do sistema; avaliação técnico-econômica e vandalismo.

3.3.4 Redução de perdas e reaproveitamento de água em sistemas hidráulicos especiais

Em geral, a redução de perdas em sistemas hidráulicos especiais é obtida por meio da manutenção adequada evitando-se as perdas por vazamento, mau desempenho do sistema ou por negligência do usuário. No entanto, o maior potencial para a redução de

consumo de água nesses sistemas encontra-se na implementação de ações que visem o reaproveitamento de água, como por exemplo:

- instalação de bandejas coletoras de água junto às venezianas das bacias das torres de resfriamento de sistemas de ar condicionado para evitar as perdas de água por arraste;
- reaproveitamento da água efluente do sistema de ar comprimido pelo próprio sistema.

3.3.5 Campanha educativa

A campanha educativa é uma forma de comunicação destinada a usuários específicos e implementada através de palestras dirigidas aos funcionários de cozinha e lanchonete, de laboratório, de limpeza, de manutenção de sistemas prediais e a outros grupos de usuários consumidores de água no sistema, informando-os de procedimentos mais adequados para a realização de suas atividades.

Essa ação deve ser conduzida por profissionais especialistas de cada uma das áreas. Apresentam-se algumas sugestões de atividades que podem ser desenvolvidas nessa campanha:

- curso de pesquisa de vazamento e de manutenção de sistemas prediais, ministrado pelas concessionárias ou outras entidades;
- palestras sobre procedimentos para higienização de utensílios de cozinha e preparação de alimentos;
- palestras que abordem procedimentos de limpeza em geral, limpeza de reservatórios e irrigação de jardins.

3.4 Avaliação do impacto de redução do consumo de água

A avaliação do impacto de redução do consumo de água pode ser feita após a implementação de cada uma das ações, fazendo-se a leitura no hidrômetro diária ou semanalmente e observando-se o impacto de redução nos respectivos períodos.

Na avaliação é fundamental a consideração do indicador de consumo. Caso a análise seja realizada somente através do valor de consumo, corre-se o risco de se obter resultados enganosos, exceto, quando o número de agentes consumidores seja o mesmo antes e durante a implantação do PURA. O impacto de redução do consumo é calculado conforme a equação 1:

$$IR = \frac{ICAP - ICDP}{ICAP} \times 100 (\%) \quad (1)$$

onde:

IR = impacto de redução do consumo de água por agente consumidor;

ICAP = indicador de consumo antes do PURA;

ICDP = indicador de consumo depois do PURA.

Essa informação de redução do consumo deve ser sempre repassada aos usuários do sistema, através da campanha de conscientização, que tem a função de informar e incentivar o usuário a economizar água.

4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

4.1 Caso 1: INSTITUTO DO CORAÇÃO – PURA InCor

A metodologia foi aplicada no Instituto do Coração do Complexo do Hospital da Clínicas de São Paulo – InCor, com uma área de construção é de 48136 m². O PURA InCor foi implantado no período de janeiro/97 a dezembro/98.

4.1.1 Diagnóstico

- consumo diário de água no período histórico de jan./96 a jan./97 - 509 m³;
- número de agentes consumidores - 314 leitos funcionantes;
- indicador de consumo no período histórico – 1618 ℓ /leito/dia;
- desperdício diário estimado – 579 ℓ/leito/dia;
- índice de desperdício diário estimado – 36,6%;
- vazamento visível
 - perda diária por vazamento visível – 12,8 m³/dia;
 - índice de perda por vazamento visível – 2,5%;
 - índice de vazamento visível – 24%;
- vazamento não-visível
 - perda por vazamento não-visível - não foi detectado no período do levantamento, porém devido à idade da tubulação é provável a sua existência;
- perda diária total no sistema - 12,8 m³/dia;
- consumo diário de água estimado para os sistemas hidráulicos especiais (ar condicionado, ar comprimido, vácuo, caldeira e destiladores) – 162,7 m³/dia, aproximadamente, 32% do consumo diário total;
- procedimentos dos usuários
 - torneiras, em geral, mal fechadas;
 - bacia sanitária utilizada como lixeira;
 - na cozinha:
 - torneira de pia deixada aberta, desnecessariamente, ao preparar legumes;
 - a torneira de pré-lavagem deixada aberta entre intervalos de carga.

4.1.2 Plano de intervenção

Considerando-se que o objetivo deste trabalho é a redução de volumes e desperdícios de água através de ações tecnológicas, elaborou-se a partir do diagnóstico, o seguinte plano de intervenção:

1ª ação: correção de vazamentos (fevereiro/97 a outubro/97)

- substituir trechos de tubulação dos sistemas de água fria e de hidrantes no subsolo para eliminar os vazamentos não-visíveis;

- realizar a manutenção corretiva dos componentes de utilização para eliminar os vazamentos visíveis.

2ª ação: substituição de componentes convencionais por economizadores de água (8/6/98 a 16/10/98)

- chuveiros com restritores de vazão de 0,13 ℓ/s DECA, em banheiros de leitos e vestiários do centro cirúrgico e de funcionários – 149 un;
- torneiras eletrônicas Aquamagic a pilha, FABRIMAR, em consultórios, UTI, sala de curativos e lavatório de funcionários na cozinha – 53 un;
- torneiras hidromecânicas Compact, DOCOL, em sanitários públicos, de funcionários e vestiários do centro cirúrgico e de funcionários – 86 un;
- torneiras de alavanca Pratika, FABRIMAR, para a cozinha – 15 un;
- torneira *spray-washer*, TRIDENT, para a cuba de pré-lavagem de utensílios na cozinha – 01un;
- esguicho com gatilho para a mangueira de lavar veículos, no subsolo – 01un;
- válvulas hidromecânicas Compact, DOCOL, para mictórios individuais e coletivos nos sanitários públicos e de funcionários – 24 un;
- instalação de arejadores DECA, em torneiras de pias – 142 un;
- instalação de reguladores de vazão DOCOL, em torneiras de lavatórios – 269 un.

Ressalta-se que o número total de componentes substituídos representou 50% do número total de pontos de utilização do sistema e que não foi proposta nenhuma intervenção para as bacias sanitárias, pois as mesmas são com válvula de descarga, o que demandaria significativas alterações construtivas, inviáveis na ocasião.

4.1.3 Avaliação do PURA InCor

A avaliação do PURA InCor foi realizada em duas etapas em função das alterações funcionais ocorridas no sistema implicando um aumento do indicador de consumo após a correção dos vazamentos. Dentre as alterações, citam-se: acréscimo de consumo de água no sistema devido ao início de operação de uma lanchonete e de um pavimento de leitos com problemas no sistema de recirculação de água quente.

Os resultados obtidos após a correção dos vazamentos foram:

- consumo diário por leito no período histórico de jan./96 a jan./97 1618 ℓ/leito/dia
- consumo diário por leito após a correção de vazamentos 1158 ℓ/leito/dia
- impacto de redução após a correção de vazamentos 28,4%

A figura 2 ilustra o impacto de redução de consumo de água obtido após a correção dos vazamentos no InCor.

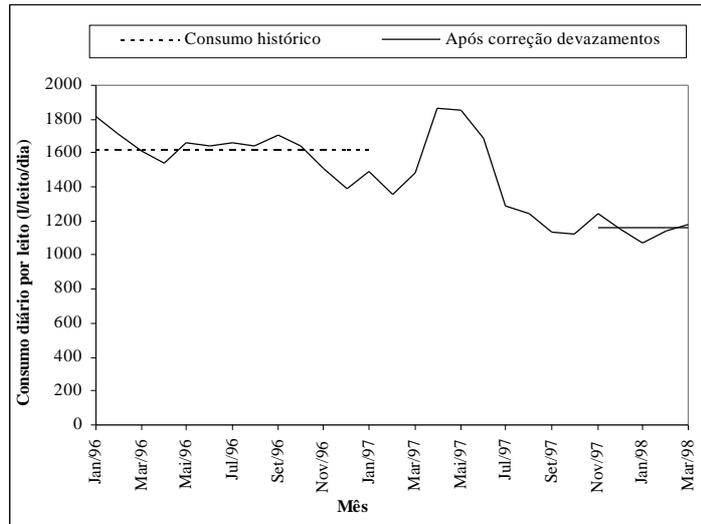


Figura 2 – Avaliação do impacto de redução do consumo de água do InCor após a correção de vazamentos.

O impacto de redução de consumo após a substituição de componentes convencionais por economizadores foi:

- consumo diário por leito no período histórico (20/05/98 a 07/06/98).....1382 ℓ/leito/dia
- consumo diário por aluno após a substituição de componentes convencionais por economizadores 1171 ℓ/leito/dia
- impacto de redução consumo diário por leito após a substituição de componentes convencionais por economizadores de água..... 15,3%

A figura 3 ilustra os impactos de redução de consumo de água obtido após cada ação de substituição dos componentes convencionais por economizadores de água no InCor.

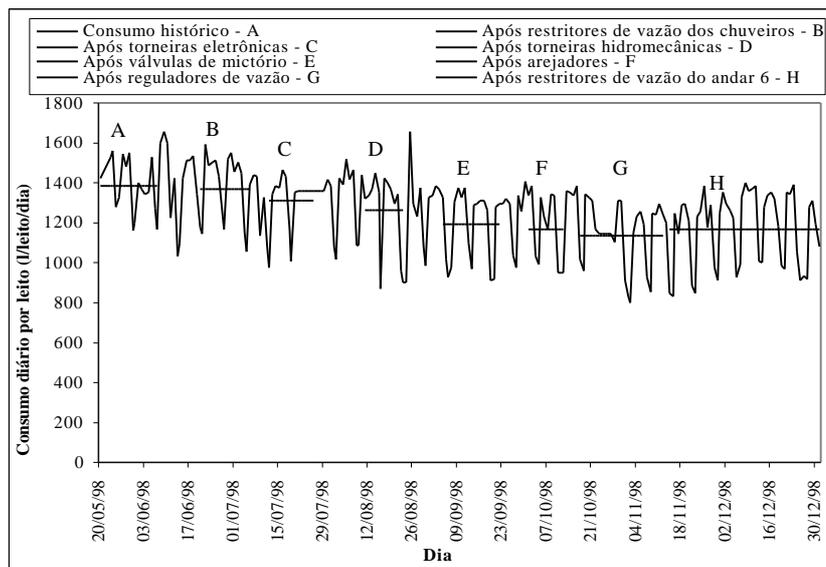


Figura 3 – Avaliação do impacto de redução do consumo de água InCor após a substituição de componentes convencionais por economizadores.

O impacto de redução do consumo de água total verificado no sistema após a implantação do PURA InCor foi de 39,3%.

Avaliação econômica do PURA InCor

- custo para a correção de vazamentos (material e mão-de-obra)..... R\$ 33.118,84
- economia mensal de água..... R\$ 39.352,72
- *payback* para a correção de vazamentos considerando-se uma taxa de desconto mensal de 6%..... 27 dias
- custo para a substituição de componentes convencionais por economizadores (material e mão-de-obra)..... R\$ 46.399,72
- economia mensal de água..... R\$ 18.278,04
- *payback* para a substituição de componentes convencionais por economizadores, considerando-se uma taxa de desconto mensal de 6%..... 86 dias
- *payback* para a implantação do PURA InCor.....48 dias

4.2 Caso 2: E.E.P.S.G. FERNÃO DIAS PAES – PURA EE

A metodologia foi aplicada na Escola Estadual de Primeiro e Segundo Grau Fernão Dias Paes, localizada na cidade de São Paulo. Esta escola tem uma área de construção de 5184 m² e dispõe de 22 salas de aula, 8 sanitários de alunos e 4 para professores. Ela oferece os cursos do 1^o grau nos turnos matutino e vespertino e do 2^o grau nos turnos matutino, vespertino e noturno. O PURA EE foi implantado no período de outubro/97 a outubro/98. Considera-se, para essa tipologia de edifício, 22 dias no mês para o cálculo do valor do indicador de consumo de água.

4.2.1 Diagnóstico

- consumo diário de água no período histórico de ago./96 a out./97 – 135 m³/dia;
- número de agentes consumidores – 2445 alunos;
- indicador de consumo no período histórico - 81,1 ℓ/aluno/dia;
- desperdício diário estimado - 69,5 ℓ/aluno/dia;
- índice de desperdício diário estimado – 85,6%;
- vazamento visíveis
 - perda diária por vazamentos visíveis – 2102 ℓ/dia;
 - índice de perda por vazamentos visíveis – 1,6%;
 - índice de vazamentos visíveis – 2,4%;
- vazamentos não-visíveis
 - perda diária por vazamentos não-visíveis – 9936 ℓ/dia;
 - índice de perda por vazamentos não-visíveis – 7,3%;
 - índice de vazamentos não-visíveis – não foi detectado vazamento não visível nas bacias sanitárias da escola;
- perda diária total levantada no sistema –12 m³/dia ou 6,7 ℓ/aluno/dia.
- procedimentos dos usuários:
 - irrigação do jardim realizada em horário inadequado e com excesso de água;
 - torneiras de lavatórios e de bebedouros mal fechadas;
 - caixas sifonadas e bacias sanitárias utilizadas como lixeira.

Comparando-se o valor da perda diária provável, aproximadamente, dez vezes o valor da perda diária total levantada no sistema, conclui-se que está havendo uma grande perda de água. A causa mais provável é mau estado da tubulação do alimentador predial.

4.2.2 Plano de intervenção

Com base no diagnóstico estabeleceu-se o seguinte plano de intervenção:

1ª ação: correção de vazamentos(outubro a dezembro/98)

- correção de vazamentos do sistema hidráulico predial.

2ª ação: substituição de componentes convencionais por economizadores de água (março e maio/98)

- substituição de torneiras convencionais por torneiras hidromecânicas ORIENTE no seguintes locais: sanitários de alunos e de professores, sala de professores e sala do departamento de pessoal – 31 unidades;
- instalação de 2 mictórios com válvula hidromecânica DOCOL.

Observa-se que não foi proposta nenhuma intervenção para as bacias sanitárias, pois as mesmas são com válvula de descarga, o que demandaria significativas alterações construtivas, inviáveis na ocasião. A alternativa recomendada para a substituição de bacias sanitárias nessa tipologia de edifício são as válvulas de descarga de volume fixo. As caixas de descarga, em geral, ainda são muito frágeis para uso público.

4.2.3 Avaliação do PURA EE

Os resultados obtidos confirmam a importância da detecção e correção de vazamentos, atividade realizada em um processo normal de manutenção do sistema e que pode ser aprimorada pela monitoração do consumo de água, através de leituras sistemáticas no hidrômetro, como por exemplo, semanalmente. A figura 3 ilustra o consumo diário de água por aluno durante todo o período de implementação do PURA na E.E.P.S.G. Fernão Dias Paes.

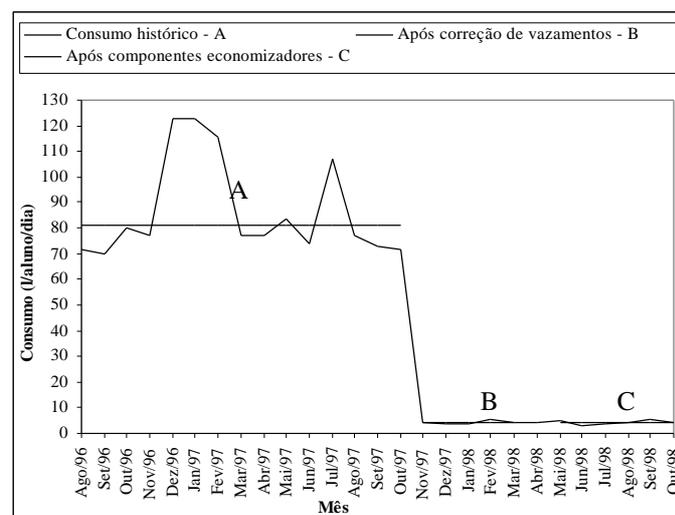


Figura 2 – Avaliação do impacto de redução do consumo de água na E.E.P.S.G. Fernão Dias Paes após o PURA EE.

Conforme ilustra a figura 2, a implementação do PURA EE proporcionou as seguintes reduções no consumo de água:

- consumo diário por aluno no período histórico histórico 81,1 ℓ/aluno/dia
- consumo diário por aluno após a correção de vazamentos 4,5 ℓ/aluno/dia
- impacto de redução após a correção de vazamentos 94 %
- consumo diário por aluno após a substituição de componentes convencionais por economizadores 4,1 ℓ /aluno/dia
- impacto de redução após a substituição de componentes convencionais por economizadores 9%
- impacto de redução total no sistema após a implementação do PURA EE 95%

Avaliação econômica do PURA EE

- custo para a correção de vazamentos (material e mão-de-obra)..... R\$ 2.645,95
- economia mensal de água..... R\$ 37.409,60
- *payback* para a correção de vazamentos considerando-se uma taxa de desconto mensal de 6%..... 3 dias
- custo para a substituição de componentes convencionais por economizadores (material e mão-de-obra)..... R\$ 1.938,58
- economia mensal de água..... R\$ 199,76
- *payback* para a substituição de componentes convencionais por economizadores considerando-se uma taxa de desconto mensal de 6%..... 15 meses
- *payback* para a implantação do PURA EE..... 4 dias

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se a importância do controle de perdas por vazamentos nas duas tipologias de edifício avaliadas, uma vez que o impacto de redução do consumo de água pela implementação dessa ação foi de muito maior que o obtido pela substituição dos componentes convencionais por economizadores. Ressalta-se que na escola mesmo sem a substituição das bacias sanitárias com válvula de descarga, obteve-se um valor mínimo de indicador de consumo – 4,1 ℓ/aluno/dia.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONÇALVES, O.M.; OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a detecção e correção de perdas de água por vazamento em sistemas hidráulicos prediais**. São Paulo, LSP/PCC/EPUSP, novembro,1998. (Relatório final – Projeto Fapesp).
- GONÇALVES, O.M.; IOSHIMOTO, E; OLIVEIRA, L.H. **Fichas técnicas padronizadas**. São Paulo, outubro,1998. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA – Documento Técnico de Apoio n° F2).
- GONÇALVES, O.M.; IOSHIMOTO, E; OLIVEIRA, L.H. **Tecnologias poupadoras em sistemas prediais**. São Paulo, janeiro,1999. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA – Documento Técnico de Apoio n° F1).

BOLETINS TÉCNICOS PUBLICADOS

- BT/PCC/228 Painéis em Cimento Reforçado com Fibras de Vidro (GRC). VANESSA GOMES DA SILVA, VANDERLEY MOACYR JOHN. 20 p.
- BT/PCC/229 Derivação de Fundos para Investimento em Empreendimentos de Infra-Estrutura no Brasil: A Viabilidade da Securitização nas Concessões Rodoviárias e de Geração Independente de Energia Hidrelétrica. CLÁUDIO TAVARES DE ALENCAR, JOÃO DA ROCHA LIMA JUNIOR. 25 p.
- BT/PCC/230 Influência da Dosagem na Carbonatação dos Concretos. FABÍOLA LYRA NUNES, PAULO ROBERTO DO LAGO HELENE. 26 p.
- BT/PCC/231 Resistência ao Cisalhamento do Concreto Fresco por Compressão Triaxial. LEVY VON SOHSTEN REZENDE, JOÃO GASPAR DJANIKIAN. 30 p.
- BT/PCC/232 Mecanismos de Transporte de Agentes Agressivos no Concreto. CARLOS EDUARDO XAVIER REGATTIERI, PAULO ROBERTO DO LAGO HELENE. 20 p.
- BT/PCC/233 Influência do Tipo de Cal Hidratada na Reologia de Pastas. FABIOLA RAGO, MARIA ALBA CINCOTTO. 24 p.
- BT/PCC/234 A Inserção do Campus da Cidade Universitária “ Armando de Salles Oliveira” na Malha Urbana da Cidade de São Paulo. VERA ADELINA AMARANTE MACHADO MARQUES, WITOLD ZMITROWICZ. 34 p.
- BT/PCC/235 Aspectos de Desempenho da Argamassa dosada em Central. ANTONIO A. A. MARTINS NETO, JOÃO GASPAR DJANIKIAN. 25p.
- BT/PCC/236 Contratação de Performance: Modelo Norte-Americano nos Anos 90 na Automação Predial. ENIO AKIRA KATO, RACINE TADEU ARAUJO PRADO. 22p.
- BT/PCC/237 Dosagem de Argamassas através de Curvas Granulométricas. ARNALDO MANOEL PEREIRA CARNEIRO, MARIA ALBA CINCOTTO. 37p.
- BT/PCC/238 Estudo da Difusão do Oxigênio no Concreto. PAULO FANCINETE JÚNIOR, ENIO J. P. FIGUEIREDO. 23p.
- BT/PCC/239 Fissuração por Retração em Concretos Reforçados com Fibras de Polipropileno (CRFP). JUSSARA TANESI, ANTONIO DOMINGUES FIGUEIREDO. 24p.
- BT/PCC/240 Análise em Project Finance. A escolha da moeda de referência. JOÃO R. LIMA JR 42P.
- BT/PCC/241 Tempo em Aberto da Argamassa Colante: Influência dos Aditivos HEC e PVAc. YÊDA VIEIRA PÓVOAS, VANDERLEY MOACYR JOHN. 13p.
- BT/PCC/242 Metodologia para Coleta e Análise de Informações sobre Consumo e Perdas de Materiais e Componentes nos Canteiros de Obras de Edifícios. JOSÉ CARLOS PALIARI, UBIRACI ESPINELLI LEMES DE SOUZA. 20p.
- BT/PCC/243 Rendimentos Obtidos na Locação e Sublocação de Cortiços – Estudo de casos na área central da cidade de São Paulo. LUIZ TOKUZI KOHARA, ANDREA PICCINI. 14p.
- BT/PCC/244 Avaliação do Uso de Válvulas de Admissão de Ar em Substituição ao Sistema de Ventilação Convencional em Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários. HELCIO MASINI, ORESTES MARRACCINI GONÇALVES. 12p.
- BT/PCC/245 Programações por Recursos: O Desenvolvimento de um Método de Nivelamento e Alocação com Números Nebulosos para o Setor da Construção Civil. SÉRGIO ALFREDO ROSA DA SILVA, JOÃO DA ROCHA LIMA JR. 26p.
- BT/PCC/246 Tecnologia e Projeto de Revestimentos Cerâmicos de Fachadas de Edifícios. JONAS SILVESTRE MEDEIROS, FERNANDO HENRIQUE SABBATINI. 28p.
- BT/PCC/247 Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios. LÚCIA HELENA DE OLIVEIRA, ORESTES MARRACCINI GONÇALVES. 14p.

Escola Politécnica da USP - Deptº de Engenharia de Construção Civil
Edifício de Engenharia Civil - Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2
Cidade Universitária - CEP 05508-900 - São Paulo - SP - Brasil
Fax: (011)8185715- Fone: (011) 8185452 - E-mail: secretaria@pcc.usp.br