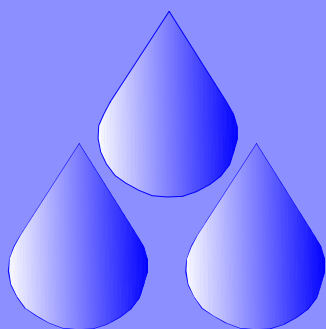
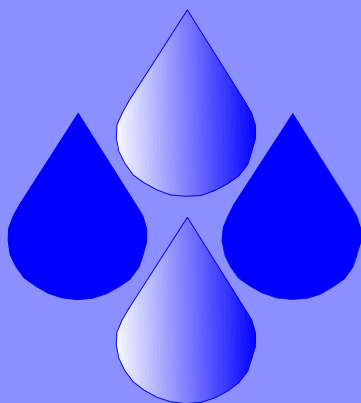


# PNCDA

PROGRAMA NACIONAL DE  
COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE APOIO



## MEDIDAS DE RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA PARA GRANDES CONSUMIDORES



Presidência da República  
Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano  
Secretaria de Política Urbana



# B3

SECRETÁRIO ESPECIAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO  
Ovídio de Angelis

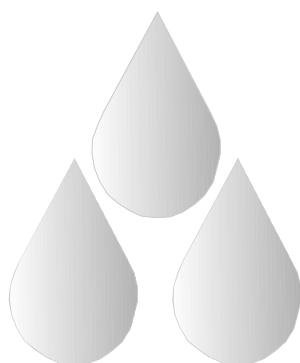
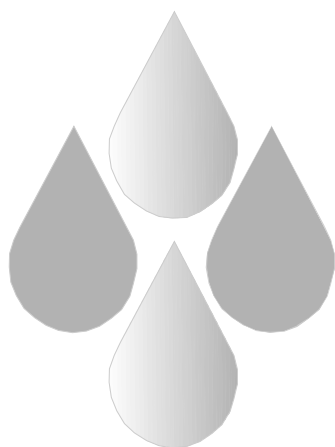
COORDENAÇÃO TÉCNICA DOS TRABALHOS  
Pela FUPAM: Ricardo Toledo Silva  
Pela SEPURB: Cláudia Monique Frank de Albuquerque

ENTIDADES PARTICIPANTES DO PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA-PNCDA  
PROTOCOLOS DE COOPERAÇÃO FIRMADOS COM A SEPURB/SEDU/PR  
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL - MMA  
Secretaria de Recursos Hídricos – SRH  
Secretaria de Meio Ambiente – SMA  
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA – MME  
Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético  
Eletrobrás/Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL  
ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental  
ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos  
ABNT/COBRACON – Associação Brasileira de Normas Técnicas/Comitê Brasileiro da Construção Civil  
AESBE – Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais  
ASFAMAS – Associação Brasileira de Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento  
ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento  
EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
FUPAM – Fundação para a Pesquisa Ambiental  
FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo  
INFURB-USP – Núcleo de Pesquisa em Informações Urbanas da Universidade de São Paulo  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCDA  
Esplanada dos Ministérios, Bloco A, 3º Andar, sala 305  
Brasília, DF - CEP 70.054-900  
Fone: (061) 315-1778, Fax: (061) 322-2024

# PNCDA

PROGRAMA NACIONAL DE  
COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA



---

## MEDIDAS DE RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA PARA GRANDES CONSUMIDORES

---



Orestes Marraccini Gonçalves  
Racine T. Prado  
Lúcia Helena de Oliveira  
Aron Lopes Petrucci

Presidência da República  
Secretaria Especial de  
Desenvolvimento Urbano  
Secretaria de Política Urbana

Brasília - 1999

**DTA**  
DOCUMENTOS  
TÉCNICOS  
DE APOIO

•

**B3**

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água é financiado pela União, através de recursos do Orçamento Geral da União - O.G.U., e está sendo desenvolvido pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU/PR, por intermédio de Convênio firmado com a Fundação para a Pesquisa Ambiental - FUPAM da Universidade de São Paulo.

Os Documentos Técnicos de Apoio, após uma versão preliminar, foram apresentados às diversas entidades e prestadores de serviços do Setor Saneamento, além de técnicos especialistas, participantes ou não do Programa, e somente concluídos graças aos comentários, críticas e sugestões enviados ao PNCDA ou discutidos em reuniões técnicas com a equipe da FUPAM e SEPURB/SEDU/PR.

A Coordenação do PNCDA agradece as diversas contribuições recebidas.

Participaram da elaboração deste Documento técnicos da EPUSP.

## SUMÁRIO

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCDA	7
INTRODUÇÃO	10
1. LEVANTAMENTO DE DADOS	13
1.1. Projeto Arquitetônico	13
1.2. Projeto Hidráulico - Sanitário	13
1.3. Histórico do Consumo de Água	13
1.4. Levantamento da População e do Agente Consumidor	13
1.5. Cálculo do Índice de Consumo e do Índice de Referência	14
2. CAMPANHA DE CONSCIENTIZAÇÃO	16
3. LEVANTAMENTO DO SISTEMA	17
3.1. Sistema Hidráulico	17
3.2. Procedimentos dos Usuários	23
3.3. Sistemas Especiais	23
4. DIAGNÓSTICO	26
5. PLANO DE INTERVENÇÃO	27
5.1. Campanhas Educativas	27
5.2. Manutenção do Sistema	27
5.3. Alteração de Procedimentos de Uso da Água	28
5.4. Substituição dos Componentes Convencionais por Eficientes	30
5.5. Reaproveitamento da Água	30
6. AVALIAÇÃO ECONÔMICA	32
6.1. Payback Atualizado	32
7. AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE REDUÇÃO	34
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35



## **PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCD**

A criação do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - PNCD, na esfera federal, vem ao encontro de uma antiga demanda do Setor Saneamento, delineada desde início da década de 1980 e sistematizada no “Seminário Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público” (anais publicados, 1986). O evento foi promovido pela então Secretaria de Saneamento do MDU, em articulação com o BNH e executado pelo IPT em colaboração com a USP, apoiados pela ABES, pela ASFAMAS e outras entidades do setor. O objetivo de articulação em âmbito nacional foi na época frustrado pelo fechamento do BNH, associado a um profundo desgaste da organização institucional do saneamento básico na esfera federal. No entanto, algumas iniciativas associadas àquele esforço permaneceram, especialmente na linha de pesquisa em componentes de baixo consumo de água, mediante parcerias entre instituições de pesquisa e fabricantes de aparelhos e equipamentos sanitários.

Em 1994, os estudos que deram origem à série “Modernização do Setor Saneamento” (MPO/ IPEA, 1995 a 1997, 9 vols.) apontaram enfaticamente para a necessidade de se incorporar – no âmbito federal – a coordenação de políticas e programas voltados à conservação e ao uso racional da água de abastecimento público. Em abril de 1997, em articulação com o Ministério do Meio-Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e com o Ministério das Minas e Energia, o Ministério do Planejamento e Orçamento – por meio do Departamento de Saneamento da SEPURB – finalmente instituía na esfera federal um programa de conservação e uso racional da água de abastecimento público. Trata-se portanto de um projeto de longa maturação, que sofreu os percalços de um longo período de abandono e que merece ser implementado com todo o cuidado, evitando a saída fácil da adoção irrefletida de soluções isoladas como se fossem respostas universais, por mais eficientes que estas possam se ter mostrado em casos específicos.

Na ocasião foram firmados protocolos de cooperação com entidades civis alinhadas com os objetivos do Programa e em setembro do mesmo ano foi celebrado um primeiro convênio com a Fundação para Pesquisa Ambiental – FUPAM, vinculada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. O convênio teve como escopo a realização de estudos especializados e à organização de um conjunto de Documentos Técnicos de Apoio – DTA às atividades do Programa, nas áreas de planejamento das ações de conservação, de tecnologia dos sistemas públicos de abastecimento de água e de tecnologia dos sistemas prediais de água e esgoto.

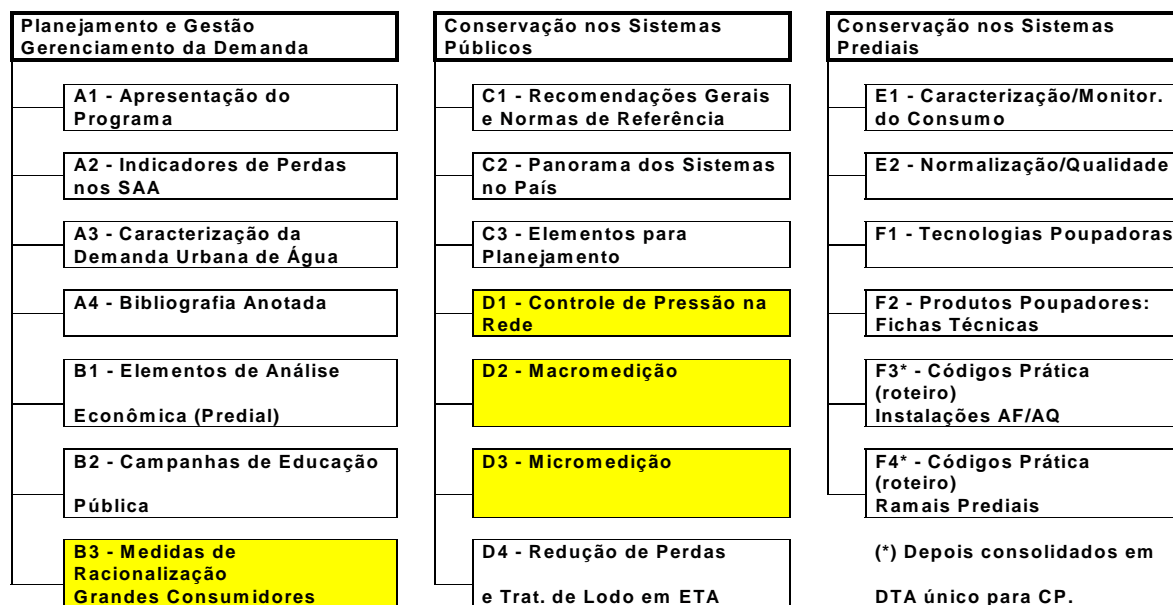
O Programa tem por objetivo geral promover uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas. Tem por objetivos específicos definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas.

Os 16 DTA's postos em discussão após a primeira rodada de consulta que se seguiu à Fase I do PNCD, refletem a retomada de estudos abrangentes na área e não devem ser vistos como peças acabadas de um programa burocrático. A inclusão do componente “Tecnologia dos Sistemas Públicos” incorpora parte do conteúdo de programas passados de melhoria operacional em controle de perdas no âmbito da conservação urbana de água. Esses conteúdos são agora associados a uma visão mais ampla de combate ao desperdício, segundo a qual se o objetivo de maior eficiência ao uso da água é buscado em todas as fases de seu ciclo de utilização, desde a captação até o consumo final.

A Fase II do Programa, em 1998, inclui a produção de mais 4 DTA's, sua publicação e a implantação de um sistema de acesso via Internet. Os escopos das fases até agora definidas como objetos de convênio são esquematizados nas figuras 1 e 2, a seguir.

**FIGURA I**  
**PNCDA - Escopo da Fase I - 1997**

**CONTEÚDO DA PRIMEIRA FASE**  
**Documentos Técnicos de Apoio – DTA**

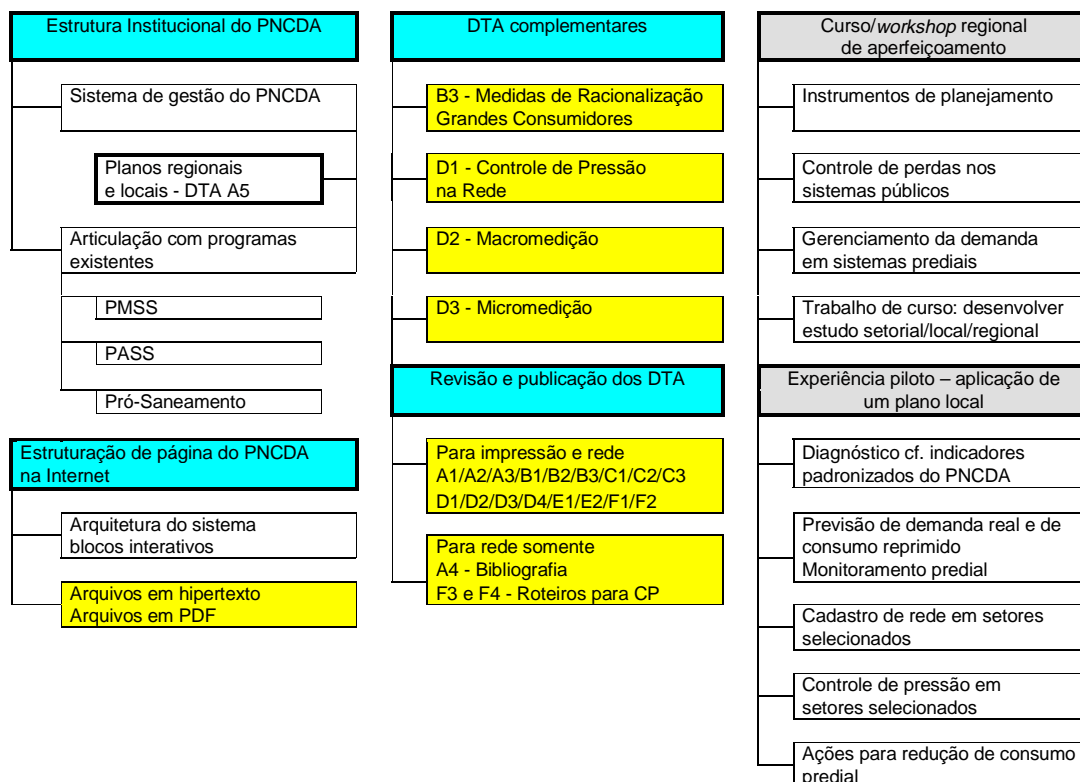


Obs.: Na Fase I os DTA B3, D1, D2 e D3 foram apenas conceituados, sem emissão de texto base.

**FIGURA II**  
**PNCDA - Escopo da Fase II - 1998 e 1999**

**CONTEÚDO DA SEGUNDA FASE**  
**No exercício de 1998**

**CONTEÚDO DA SEG. FASE**  
**Previsão para 1999**



**Ovídio de Angelis**  
Secretário Especial de Desenvolvimento Urbano/PR



**DTA – DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO B3**

**MEDIDAS DE RACIONAMENTO DO USO  
DA ÁGUA PARA GRANDES CONSUMIDORES**

## INTRODUÇÃO

Sob a designação de grandes consumidores, podem ser apresentadas várias tipologias de edifícios, as quais correspondem também diversas preponderâncias de usos finais da água. Em um caso, a água é utilizada principalmente para fins sanitários convencionais, em outro pode constituir o meio de resfriamento de uma fonte de calor, ou mesmo ser constituinte do produto final, para citar alguns exemplos. Este documento apresenta algumas tipologias de edifícios e de usos finais da água e propõe o aprofundamento do estudo dos tópicos levantados, de modo a se constituir em um Documento Técnico de Apoio conceitual, para auxiliar o diagnóstico e a tomada de decisões quanto ao uso racional da água pelos grandes consumidores.

No caso de grandes consumidores industriais com processos de produção envolvendo uso intensivo de água, particularmente aqueles em que a água é incorporada ao produto final, são necessários estudos específicos para a racionalização do consumo, não contemplados neste DTA. Nesta categoria, enquadram-se por exemplo as indústrias de bebidas, alimentos e muitas outras. Entretanto, esta categoria de consumidores, na maioria das vezes, realiza suas atividades dentro de edifícios que possuem equipamentos sanitários, na medida em que empregam grandes contingentes de pessoal, comportando também sistemas de ar condicionado e caldeiras entre outros. O presente documento poderá contribuir para o uso racional da água no que se refere a este último aspecto dos grandes consumidores industriais.

Considerando-se que a sociedade brasileira, como todas as demais do planeta, deverão aplicar medidas de conservação e racionalização do uso da água, o que ocorre em grande parte dentro dos edifícios, é necessário ter em conta o que se faz com a água dentro dos mesmos, antes de elaborar um plano de intervenção para reduzir o consumo. Um primeiro rol das tipologias de edifícios aponta uma gama bastante variada, como se depreende da relação a seguir:

- hospitais e pronto-socorros;
- terminais rodoferroviários;
- escritórios;
- edifícios públicos;
- aeroportos;
- shopping centers;
- hotéis, hospedarias e motéis;
- escolas e creches;
- lavanderias;
- prédios de apartamentos
- postos de gasolina e serviços;
- restaurantes e similares;
- clubes esportivos; e
- indústrias com uso intensivo de água no processo.

Na realidade, muitos dos edifícios citados acima podem não se constituir em grandes consumidores, como é o caso dos postos de lavagem de veículos de São Paulo que, em uma pesquisa no início dos anos 80, descrita por BERENHAUSER; PULICI (1983), apresentaram consumo médio de 108 m<sup>3</sup>/mês.

Para avaliar se o consumo de água de um edifício é elevado, faz-se necessário não apenas ter em conta a sua tipologia, mas também conhecer índices de consumo por uso final, tais como:

- l/m<sup>2</sup> de área construída;
- l/pessoa (edifícios públicos, comerciais, de escritórios, etc.);
- l/hóspede (hotéis);
- l/leito (hospitais);
- l/aluno (escolas);
- l/veículo lavado (postos de lavagem de veículos);
- l/refeição (restaurantes);

- l/kg de vapor (caldeira);
- l/kWh consumido (ar condicionado);
- l/ kg de roupa seca (lavanderia);
- etc..

Note-se na relação acima de índices que para alguns deles ainda há necessidade de estabelecer o período de consumo, como é o caso de l/aluno, enquanto outros são suficientes em si mesmos, como l/veículo lavado. O período mais comum é o dia e, depois, o mês.

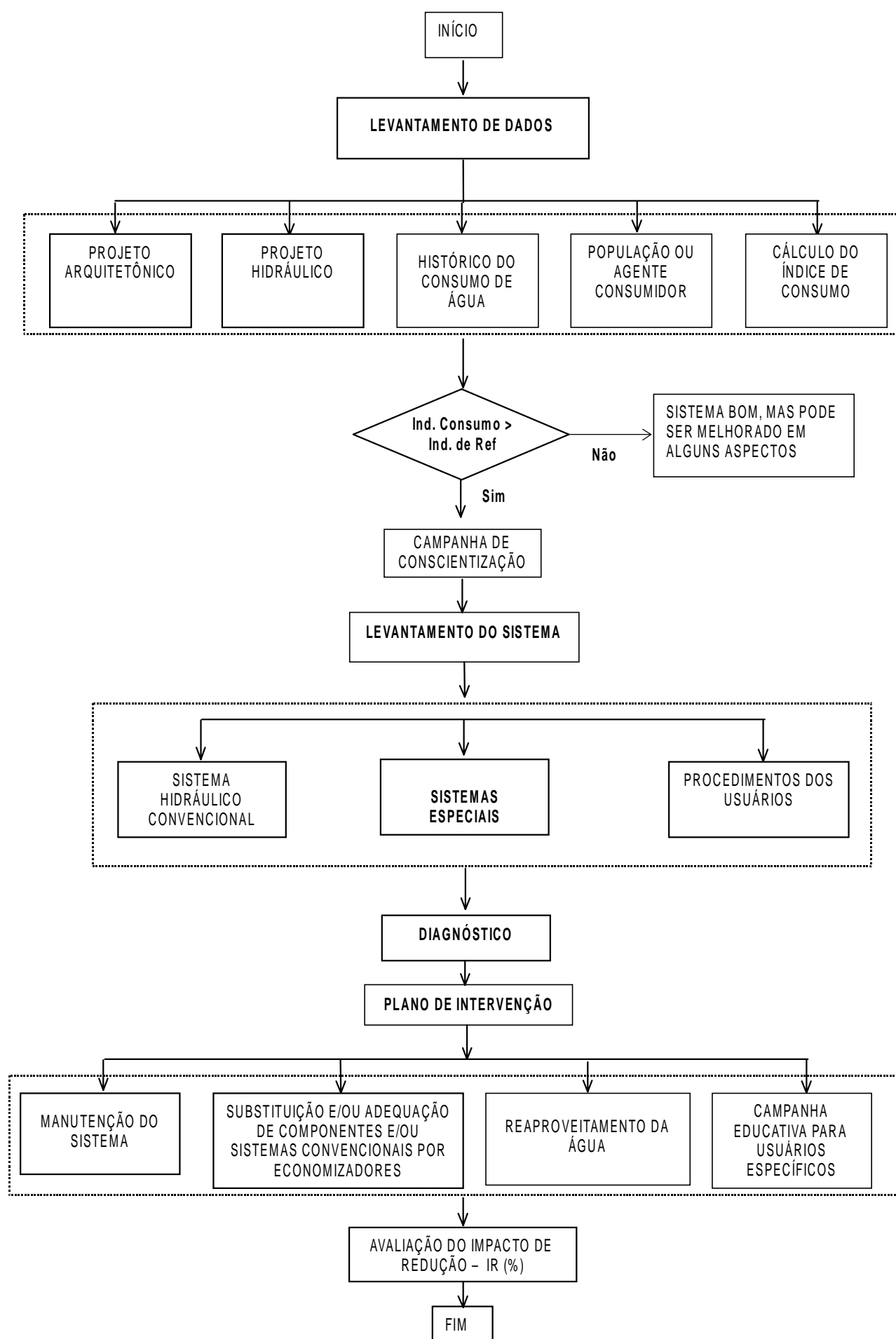
Quando um índice é avaliado, por exemplo o de restaurantes ( l/refeição ), é necessário considerar a tipologia do edifício (restaurante propriamente dito, restaurante de hotel, de hospital, de fábrica, etc.), pois os valores do índice variam muito, inclusive com o tipo de refeição que é preparado. Entretanto, os índices são escassos e, num primeiro momento de um diagnóstico, os valores disponíveis, se existirem, contêm aproximações e erros grosseiros. Com o tempo, o usuário vai calibrando seus próprios valores.

Nos itens que se seguem é apresentada uma proposta de metodologia para implementação de Programa de Racionalização do Uso da Água em edifícios que possam ser caracterizados como grandes consumidores. O principal objetivo deste tipo de programa é reduzir o consumo e a demanda de água potável, sem contudo, reduzir o nível de desempenho do sistema hidráulico, e principalmente, sem prejudicar o exercício da função para a qual o edifício foi construído.

A figura 2.1 apresenta a estrutura da metodologia proposta para a implementação de um programa desta natureza.

Ressalte-se que na série de Documentos Técnicos de Apoio do PNCDa o leitor encontrará informações técnicas relevantes que complementam aquelas apresentadas neste DTA B3, principalmente no tocante a: (i) elementos de análise econômica relativos ao consumo de água (DTA B1), (ii) caracterização e monitoramento do consumo predial de água (DTA E1); (iii) tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais (DTA F2).

Figura 2.1 - Estrutura de metodologia do Programa de Racionalização do Uso da Água para Grandes Consumidores.



## **1. LEVANTAMENTO DE DADOS**

Ao planejar a implementação de um Programa de Racionalização do Uso da Água - PRUA, é necessário o conhecimento do sistema em que se vai trabalhar. Neste sentido, o planejamento deve ter como base, além do conhecimento dos documentos disponíveis sobre o sistema, também o conjunto de dados necessários ao Programa, para os quais deve-se fazer um levantamento completo. Os seguintes documentos e dados devem ser avaliados:

- projeto arquitetônico;
- projeto hidráulico - sanitário;
- histórico do consumo de água;
- levantamento da população ou agente consumidor;
- estabelecimento dos índices de consumo;
- levantamento dos valores dos índices;

### **1.1. Projeto Arquitetônico**

Através deste projeto pode-se visualizar melhor a distribuição dos ambientes com os respectivos aparelhos sanitários. No trabalho de levantamento do sistema, o projeto é utilizado como guia durante a vistoria de cada um dos ambientes levantados, devendo ser anotadas as possíveis alterações verificadas. Na falta deste projeto é conveniente que se faça um *croquis* indicando todos os pontos de utilização.

### **1.2. Projeto Hidráulico - Sanitário**

Este projeto fornece as informações do traçado e características das tubulações muito necessárias no trabalho de detecção e correção de vazamentos.

Obter, também, deste projeto a capacidade de reservatórios inferior e superior. Esta informação é importante quando da avaliação do impacto de redução do consumo de água, ainda mais que, os reservatórios são lavados, e esta atividade varia muito o consumo de água em função dos procedimentos adotados.

### **1.3. Histórico do Consumo de Água**

Esta informação é de máxima importância para o conhecimento do perfil de consumo de água do sistema antes do início da implementação do PRUA. O histórico aqui considerado é o levantamento do consumo mensal de água relativo aos últimos doze meses. Estes valores são obtidos do departamento administrativo do edifício ou podem ser solicitados à Companhia de Saneamento Básico que presta serviços ao município onde está localizado o edifício em estudo. Caso estes valores sejam obtidos da Companhia de Saneamento Básico, é necessário fornecer o número do hidrômetro e o endereço completo.

Estes valores permitirão a avaliação de cada uma das ações implementadas, ou seja, servirão de parâmetro para verificar se houve redução do consumo de água decorrente de determinada ação implementada no sistema.

### **1.4. Levantamento da População ou do Agente Consumidor**

A população de edifícios tais como públicos, comerciais, de escritórios e clubes pode ser apresentada do modo seguinte:

- população fixa - composta do número médio de pessoas que permanecem no edifício 8 ou mais horas por dia. É necessário separar os funcionários dos visitantes. Da população de funcionários subtrai-se os que estão de férias e os afastados por motivos diversos. Estas informações são obtidas do Departamento de Recursos Humanos, enquanto o número de visitantes pode ser obtido do Departamento de Estatística.
- população flutuante - obtida do número de visitantes que passam um curto período do dia no edifício. Esta informação pode ser obtida através do Departamento de Estatística e varia em função da tipologia.

Considerando-se que a demanda de água em edifícios com cozinha coletiva é muito grande, recomenda-se que também sejam levantados os números mensais de refeições produzidas nos últimos doze meses.

Considere-se todas as refeições do dia, ou seja: desjejum, almoço, lanche, jantar e lanche da noite. Caso o edifício disponha de creche, cadastrar também o número de refeições infantis preparadas mensalmente nos últimos doze meses.

Estas informações são importantes porque influenciam de forma considerável no consumo mensal e ainda é comum em alguns casos a preparação de refeições e envio para outros edifícios. Caso isto ocorra, os valores dos consumos “per capita” podem estar “mascarados”, pois representam consumos de água que não são específicos do sistema. Assim, deve-se estimar o volume de água necessário para a preparação destas refeições e deduzir do consumo mensal antes do cálculo dos consumos “per capita”.

Para outras tipologias de edifício sugerimos os seguintes agentes consumidores de água para a determinação do índice de consumo:

- restaurantes \_\_\_\_\_ n° de refeições
- escolas \_\_\_\_\_ n° de alunos matriculados
- hotéis \_\_\_\_\_ n° de hóspedes
- lavanderia \_\_\_\_\_ Kg de roupa seca
- laboratório \_\_\_\_\_ n° de procedimentos

Obter estes dados mensais relativos aos últimos doze meses. Estas informações são importantes porque permitem o cálculo do valor do consumo de água segundo o índice adotado.

### 1.5 Cálculo do Índice de Consumo e do Índice de Referência

O índice de consumo de água depende da tipologia de edifício. Os sistemas que não dispõem de tal índice deverão ser investigados, inicialmente, para a definição do índice que melhor represente o consumo de água considerando-se a variação populacional ou do agente consumidor de água.

O valor o índice de consumo de água – InCon é obtido dividindo-se o consumo diário de água pela população total, ou seja, população fixa mais população flutuante ou pelo número de agente consumidor considerado.

Em seguida deve-se calcular os consumos mensais de água de referência para o sistema, conforme equações 2.1 a 2.10, sugeridas por BERENHAUSER e PULICI (1983). O valor encontrado divide-se pelo número total de agentes consumidores, obtendo-se o índice de consumo de referência – InRef.

- Equações para o cálculo de consumo mensal de água de referência:
- Clubes esportivos

$$C_m = 26 \text{ NC} \quad (2.1)$$

- Edifícios comerciais

$$C_m = 0,08 \text{ AC} \quad (2.2)$$

- Escolas de 1º e 2º graus

$$C_m = 0,05 \text{ AC} + 0,1 \text{ V} + 0,7 \text{ F} + 20 \quad (2.3)$$

- Escolas de nível superior

$$C_m = 0,03 \text{ AC} + 0,7 \text{ F} + 0,8 \text{ BS} + 50 \quad (2.4)$$

- Creches

$$C_m = 3,8 \text{ F} + 10 \quad (2.5)$$

- Hospitais

$$C_m = 2,9 \text{ F} + 11,8 \text{ BS} + 2,5 \text{ L} + 280 \quad (2.6)$$

- Hotéis de 1ª categoria (5, 4 e 3 estrelas)

$$C_m = 6,4 \text{ BH} + 2,6 \text{ L} + 400 \quad (2.7)$$

- Hotéis de 2ª categoria

$$C_m = 3,1 \text{ BH} + 3,1 \text{ L} - 40 \quad (2.8)$$

- Lavanderias industriais

$$C_m = 0,02 \times \text{Kg de roupa /mês} \quad (2.9)$$

- Restaurantes

$$C_m = 7,5 F + 8,4 BS \quad (2.10)$$

onde:

$C_m$  = consumo mensal de água,  $m^3$ ;

$NC$  = número de chuveiros;

$AC$  = área construída,  $m^2$ ;

$V$  = número de vagas;

$F$  = número de funcionários;

$BH$  = número de banheiros;

$BS$  = número de bacia sanitárias;

$L$  = número de leitos.

Obtendo-se os dois índices, compará-los e verificar o nível de desempenho do sistema em relação ao uso racional da água.

## **2. CAMPANHA DE CONSCIENTIZAÇÃO**

Considera-se campanha de conscientização, uma forma de comunicação mais abrangente tanto do ponto de vista da informação como do tipo de usuário, ou seja, esta campanha é destinada a todos os usuários do sistema. A campanha de conscientização deve abordar:

- o porquê da economia de água;
- as distâncias cada vez maiores de captação;
- as vantagens da redução do volume de esgoto;
- os benefícios do maior número de usuários atendidos;
- a redução de gastos com as contas de água podem ser revertidos em melhores condições de trabalho;
- e
- a economia de energia resultante de menores volumes de água e de esgoto.

Esta campanha deve ser realizada de forma mais suave e agradável de tal forma que o usuário se sinta estimulado e não obrigado a economizar água. Algumas sugestões para a realização desta campanha são:

- palestras;
- fitas de vídeo e CD ROM;
- divulgação de matérias sobre o assunto no jornal interno;
- distribuição de folhetos com sugestões de como economizar água;
- cartazes com abordagem do tema.



### 3. LEVANTAMENTO DO SISTEMA

A realização deste trabalho possibilita um diagnóstico mais preciso, como também, a definição de ações que resultarão em uma maior redução do consumo de água.

O levantamento do sistema consiste, basicamente, do conhecimento do sistema hidráulico do edifício e dos procedimentos dos usuários relacionados ao uso da água. É um trabalho realizado em quatro etapas:

- levantamento do sistema hidráulico externo;
- levantamento do sistema hidráulico interno;
- caracterização dos procedimentos dos usuários; e
- levantamento de sistemas especiais.

Estas quatro etapas devem ser realizadas simultaneamente, obtendo-se as informações necessárias no menor tempo possível.

É também necessária a obtenção de informações relativas às características físicas do edifício tais como:

- área de construção;
- área de pavimentação externa;
- área verde; e
- início de operação do edifício.

Estas informações contribuem para facilitar o entendimento do perfil de consumo de água do edifício em estudo. Assim, se o edifício dispõe de uma área de pavimentação externa e área verde muito grandes, uma das questões a ser investigada é a periodicidade de lavagem daquela área, bem como a de irrigação do gramado, atividades que normalmente consomem muita água. A realização destas atividades poderá consumir menos água se procedimentos e componentes de utilização adequados forem utilizados.

A informação sobre a data de início de operação do edifício possibilita uma avaliação das condições de funcionamento do sistema, ou seja, estado das tubulações e componentes de utilização.

#### 3.1. Sistema Hidráulico

Algumas informações importantes que têm relação com o sistema hidráulico como um todo, independente se externo ou interno, devem inicialmente serem levantadas:

##### a) Fonte de suprimento

O levantamento deve conter informações relativas à fonte de suprimento de água:

- sistema público de água;
- poço artesiano;
- mista - sistema público e poço artesiano;
- caminhão pipa.

Esta informação é importante, porque pode haver um consumo maior de água quando o sistema é suprido por poço artesiano e o esgoto não é tarifado.

##### b) Sistema de medição

Caso o edifício seja abastecido pelo sistema público de água é necessário o cadastramento do número do hidrômetro, bem como da vazão nominal e do diâmetro de entrada.

##### c) Sistema de reservação

Confirmar ou alterar as informações contidas no projeto hidráulico-sanitário sobre a quantidade e capacidade dos reservatórios.

#### 3.1.1. Sistema hidráulico externo

O levantamento do sistema hidráulico externo compreende basicamente alimentador predial e o sistema

de reservação, com o objetivo principal da detecção de vazamentos. São apresentados a seguir alguns procedimentos de testes bem simples, porém eficazes sob o ponto de vista de determinar a existência de vazamento. Estes testes devem ser realizados nesta etapa, pois os resultados fornecerão subsídios qualitativos - se a rede pesquisada está ou não com vazamento - e quantitativos - estimativa da perda mensal de água devido aos vazamentos.

### 3.1.1.1 Alimentador predial

O alimentador predial é o trecho de tubulação compreendido entre o hidrômetro e o reservatório inferior, ou reservatório superior caso não exista reservatório inferior. Os procedimentos para verificação de vazamentos são o teste de hidrômetro e do teste de sucção, apresentados a seguir.

#### a) Teste do hidrômetro

Este teste consiste em verificar a movimentação dos ponteiros do hidrômetro ou o aumento do valor do número apresentado no *display* do hidrômetro, ou seja, verificar a passagem de água mesmo quando não se está utilizando o sistema.

Os procedimentos empregados no teste são:

- fechar o registro que controla a entrada de água do reservatório, ou então amarrar a torneira de bóia caso o ramal não seja dotado de registro;
- fechar todos os pontos de consumo - torneiras de jardim, torneiras de bebedouro ou quaisquer outros pontos supridos diretamente do sistema público de água;
- fazer leituras no hidrômetro a cada 5 minutos durante no mínimo 1 hora;
- caso exista vazamento haverá passagem de água pelo hidrômetro durante este intervalo, podendo ser determinada a vazão a cada 5 minutos;
- caso o alimentador predial esteja sem vazamento não haverá passagem de água pelo hidrômetro e a vazão neste intervalo será nula.

A ordem da grandeza do vazamento pode ser determinada da seguinte forma:

- calcular o volume de água, em  $m^3$ , medido no intervalo de cinco minutos subtraindo do valor da segunda leitura o valor da primeira leitura;
- multiplicar por 1.000 litros e dividir por 300 segundos para obter a vazão em l/s;
- calcular este valor a cada intervalo de leitura, e portanto, ter-se-ão treze leituras e doze intervalos ao final de 1 hora;
- calcular o valor da vazão média de perda através da média aritmética destes valores.

Este teste pode ser realizado no período noturno, com apenas duas leituras, por exemplo das 22 h às 6 h, permitindo detectar com maior precisão um vazamento no período de observação. Neste período a pressão da rede pública é maior e, portanto, maiores serão as vazões de vazamento. Faça leitura do hidrômetro às 22 h e novamente às 6 h. Caso a segunda leitura (6 h) for maior que a primeira (22 h) há vazamento, cujo volume de água perdido é obtido pela diferença dos dois valores. Observar que nenhum ponto de utilização que recebe água diretamente da rede pública pode ser utilizado neste período e, ainda, que a entrada de água no reservatório esteja fechada.

#### b) Teste de sucção

Uma outra forma de verificar vazamento no alimentador predial é através da realização do teste de sucção.

Os procedimentos empregados neste teste são:

- verifique qual a torneira, no sistema em estudo, que recebe água diretamente da rede pública e que esteja instalada na cota mais alta em relação ao piso, normalmente a de tanque ou a de jardim;
- vá até o local e encha um copo d'água;
- não abra nenhuma torneira e nem acione descarga de bacia sanitária;
- caso tenha reservatório que esteja abaixo do nível do alimentador predial, como por exemplo no subsolo, amarre a torneira de bóia;

- feche o registro do cavalete;
- reabra a torneira escolhida e espere toda a água da tubulação escoar;
- coloque o copo cheio d'água na boca da torneira;
- se houver sucção da água do copo pela torneira, há vazamento no alimentador predial.

Em alguns casos não se consegue detectar o vazamento através destes testes, ou então o vazamento já foi detectado mas não se determinou o local. Então deve-se recorrer aos serviços de empresas especializadas em detecção de vazamentos, as quais utilizam equipamentos especiais, tais como: geofone eletrônico, haste de escuta e correlacionador de ruídos.

### **3.1.1.2 Reservatórios**

Os reservatórios enterrados e elevados devem ser vistoriados podendo ser detectados os seguintes problemas responsáveis por vazamentos:

- infiltração em reservatórios enterrados;
- torneira de bóia ou sistema automático de bóia desregulado ou danificado, o que possibilita a perda de água através do extravasor;
- registro de limpeza semi - aberto ou com problema de vedação, o que permite perda de água;
- conexões de entrada e saída dos reservatórios com flanges mal adaptadas ou danificadas, provocando vazamento junto às paredes dos reservatórios.

As maiores dificuldades de verificação de vazamentos estão nos reservatórios enterrados, para os quais poderão ser adotados os seguintes procedimentos:

- fechar todas as saídas de água - distribuição e limpeza;
- desligar o conjunto motor - bomba do sistema de recalque;
- quando a água atingir o nível máximo do reservatório, feche o registro de entrada de água do reservatório. Caso este não exista, feche o registro do cavalete ou amarre a torneira de bóia de tal forma a impedir a entrada de água;
- meça o nível da água no reservatório com o auxílio de uma peça de madeira - ripa ou caibro - e marque-o com um lápis ou giz;
- espere, no mínimo, duas horas e meça novamente o nível da água. Caso esta medida tenha sido inferior à primeira, há ocorrência de vazamento.

Se uma perda de água tiver sido detectada, ela poderá ser devido a uma trinca ou deficiência do sistema de impermeabilização e sua correção deverá ser prevista no plano de intervenção.

Determine a vazão de perda considerando-se o volume perdido no tempo de realização do teste. Este valor contribui para a determinação da perda diária do sistema.

A torneira de bóia também deverá ser inspecionada devendo-se verificar não apenas o seu perfeito funcionamento bem como a sua correta regulagem, pois pode estar ocorrendo perda d'água pelo extravasor. Em muitos casos a água proveniente do extravasor é conectada à tubulação de limpeza, e portanto está sendo conduzida a uma caixa de areia ou de inspeção do sistema de águas pluviais, o que dificulta a detecção do vazamento.

Pode ocorrer também que o extravasor conduza a água para uma calha e desta para o condutor de águas pluviais retardando a detecção do problema.

Verificar a possibilidade de mensurar a perda medindo-se o volume de água perdido num determinado tempo. Ao inspecionar o reservatório certificar-se do fechamento total do registro de limpeza, pois este componente do sistema também pode estar contribuindo para o desperdício de água. Abrir e fechar o registro é recomendável para evitar o emperramento de suas partes, portanto, contribuindo para o aumento de sua vida útil.

Após a verificação destes pontos programar a correção no plano de intervenção que será realizado de acordo com os problemas levantados nesta etapa.

### 3.1.2. Sistema hidráulico interno

O levantamento do sistema hidráulico interno é realizado procurando-se basicamente vazamentos visíveis em todos os pontos de utilização. Para facilitar o trabalho deve-se identificar todos os ambientes sanitários e utilizar uma planilha para indicar as condições de funcionamento e as características dos componentes hidráulicos instalados no sistema.

Para as tubulações embutidas são sinalizações da existência de vazamentos os seguintes aspectos::

- manchas de umidade ou com aspecto esponjoso ou descolorido nos revestimentos de paredes ou pisos;
- som de escoamento de água quando nenhum ponto de utilização está aberto;
- o sistema de recalque continuamente ligado.

Os vazamentos podem ocorrer também em componentes do sistema hidráulico, tais como: reservatórios, torneiras, bacias sanitárias com caixa de descarga ou com válvula de descarga, duchas, chuveiros, registros de gaveta ou de pressão e demais pontos de utilização.

É conveniente ter-se uma noção de grandeza do volume de água perdido, em função dos vazamentos observados nesta etapa. Com este valor pode-se estabelecer uma meta a ser alcançada após a correção dos vazamentos.

#### a) Torneiras

Para estimar o volume diário de água perdida contar o número de gotas em 1 minuto e utilizar o Quadro 1 para quantificar, aproximadamente, o volume perdido de água.

**Quadro 1**- Estimativa da perda diária de água de torneiras em função da freqüência do gotejamento.

Gotejamento	Freqüência	Volume Médio Diário (l/dia)
Lento	até 40 gotas/min	8
Médio	$40 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 80$	8 a 15
Rápido	$80 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 120$	15 a 24
Muito rápido	impossível de contar	maior que 44
Filete $\phi \approx 2 \text{ mm}$	escoamento contínuo	maior que 137
Filete $\phi \approx 4 \text{ mm}$	escoamento contínuo	maior que 441

Assim, durante o levantamento pode-se cadastrar o volume estimado de perda de todas as torneiras que apresentam vazamento.

#### b) Chuveiros

Verificar se há manchas amareladas no revestimento da parede abaixo do registro de chuveiros. Isto revela a presença de vazamento de água neste componente. Observar, também, a cabeça do chuveiro que pode estar com gotejamento. Cadastrar todas estas informações.

#### c) Bacias sanitárias

Quadro 2 - Resumo das Informações

Ambiente/Pavimento	LvAF	Ar.	Vaz.	PAF	Ar.	Vaz.	VD	Vaz.	CD	Vaz.	CH	Vaz.	BB	Vaz.
Sanitário Feminino 1														
Sanitário Masculino 2														
Cozinha														
Copa														
...														
Outros														
TOTAL														

Os vazamentos em bacias sanitárias podem ocorrer tanto em bacias com válvula de descarga como em bacias com caixa de descarga. Estes vazamentos podem ser visíveis e não visíveis. Os vazamentos visíveis ocorrem nos engates flexíveis, no botão acionador de válvulas de descarga e, também, por meio do escoamento da água pela parede interna da bacia sanitária. Neste caso, quando o vazamento é muito pequeno o usuário praticamente não o percebe e tem-se então o vazamento não visível.

As causas mais frequentes de vazamentos em bacias sanitárias com caixa de descarga são defeitos nos seguintes componentes: válvula de bóia, obturador semi - flutuante, também conhecido como comporta ou *flapper*.

Para garantir o êxito da detecção de vazamento há alguns testes específicos para bacias sanitárias. Dentre os testes, normalmente recomendados, citam-se o teste da cinza do cigarro, o teste do papel higiênico e o teste da retirada de água do poço de bacia sanitária. Considera-se que estes três testes possam ser substituídos por um único, o teste do corante, mais simples e eficaz.

O teste do corante pode ser realizado tanto em bacias sanitárias com caixa de descarga quanto com válvula de descarga. O corante pode ser em solução, em pó ou tablete. A solução azul de metileno é bastante utilizada em laboratório, mas para uso residencial deve ser substituída por café solúvel, refresco em pó ou xarope de cor forte, como por exemplo o de groselha ou uva, uma vez que a solução azul de metileno causa muitas manchas na louça sanitária.

Os procedimentos adotados neste teste são:

- preparar a solução de corante em um copo de água dissolvendo bem, se for em pó;
- adicionar a solução na caixa de descarga da bacia sanitária até que a cor da água fique bem escura;
- esperar alguns minutos e verificar a presença de água colorida escoando nas paredes internas da bacia sanitária em direção ao poço, caso haja vazamento.

No caso de bacia sanitária com válvula de descarga o teste pode ser realizado adicionando-se  $\frac{1}{4}$  de copo de corante no poço da bacia e sem acionar a descarga espera-se por 30 minutos, verificando se a água do poço está mais clara que no início do teste. Para ser mais preciso, pode-se retirar uma amostra padrão da água retirada do poço da bacia, no início do teste e comparar com uma amostra retirada no final do teste.

Existem outras maneiras de se detectar vazamento em bacias utilizando-se papel higiênico, serragem, cinzas de cigarro, mas consideramos este mais simples e também eficaz.

Ainda com relação a bacias sanitárias, observar a existência de vazamento em engate flexível que alimenta a caixa de descarga e no botão acionador de válvulas de descarga.

As bacias sanitárias com válvula de descarga podem “disparar” e este problema provoca uma perda de água muito grande em pouco tempo. Assim, os usuários ou o responsável pela manutenção devem ser questionados a respeito.

Cadastrar estas informações de forma bem simples de tal maneira a facilitar a sua utilização em uma planilha de levantamento.

#### d) Mictórios

Verificar qual tipo de mictório - coletivo ou individual. Observar a existência de vazamento visível e ainda se o registro permanece aberto continuamente - 24 h - principalmente em mictório coletivo. Este tipo de funcionamento é causador de um grande desperdício.

Estas informações contribuirão para a elaboração do plano de intervenção, bem como para lembrar da necessidade de substituição do componente instalado por outro que economize água.

#### e) Outros Componentes

Cadastrar todos os outros componentes que existirem no edifício, tais como equipamentos especiais de laboratório, caldeiras de vapor, etc. Observar as condições de funcionamento e a existência de vazamentos.

Após o levantamento do sistema hidráulico interno, processar as informações e apresentar quadros resumos com todos os tipos de componentes, se estão ou não com vazamento e no caso de torneiras, se dispõem de arejador. As informações podem ser agrupadas por ambiente sanitário, no caso de pequenos sistemas ou por pavimento para grandes sistemas. O quadro 2 a seguir apresenta um modelo que poderá ser utilizado após o levantamento do sistema hidráulico interno.

**Quadro 2 - Resumo das Informações**

Ambiente/Pavimento	LvAF	Ar.	Vaz.	PAF	Ar.	Vaz.	VD	Vaz.	CD	Vaz.	CH	Vaz.	BB	Vaz.
Sanitário Feminino 1														
Sanitário Masculino 2														
Cozinha														
Copa														
...														
Outros														
TOTAL														

onde:

LvAF - torneira de lavatório (água fria)

Ar - arejador

Vaz - vazamento

PAF - torneira de pia (água fria)

VD - bacia sanitária com válvula de descarga

CD - bacia sanitária com caixa de descarga

CH - chuveiro

Bb - bebedouro

Aumentar o número de colunas à medida que surgirem componentes hidráulicos diferentes dos aqui apresentados, tais como lavatórios com torneira de água quente, ducha, tanque, mictório, etc.

No item vazamento, colocar o valor estimado de vazamento diário, pois esta informação ajudará no momento do diagnóstico.

### 3.2 Procedimentos dos Usuários

O levantamento dos procedimentos relacionados aos usos da água deve ser realizado com a maior discrição possível, para que o usuário não mude de comportamento e, desta forma, passe a “mascarar” as informações que serão repassadas ao profissional, responsável pela campanha educativa.

Recomenda-se que estas observações sejam realizadas quando do levantamento dos componentes de utilização e através de visitas ao local com outra finalidade, como por exemplo, para verificar o funcionamento de algum componente ou equipamento.

Alguns ambientes em especial devem ser observados quanto aos procedimentos dos usuários como por exemplo: cozinha, lanchonete e laboratório.

Os procedimentos inadequados freqüentemente observados nestes locais são:

- Cozinha e Lanchonete:
  - deixar torneira aberta enquanto observa alguma panela no fogão, corta legumes ou conversa com outras pessoas;
  - lavar folhas com desperdício de água;
  - descascar legumes e frutas com a torneira aberta;
  - colocar frutas em cuba e deixar a torneira aberta somente em algumas, sem proceder à higienização delas.
- Laboratório:
  - lavar vidraria com torneira liberando água somente em algumas peças durante várias horas;
  - não fechar adequadamente a torneira após o uso.

Estas informações servem de apoio para a preparação da campanha educativa direcionada àqueles usuários específicos.

Outros procedimentos inadequados podem ser observados em usuários de uma forma geral, tais como:

- não fechar adequadamente a torneira;
- jogar lixo em bacia sanitária, como por exemplo, fio dental, ponta de cigarro, restos de frutas;
- jogar ou varrer o lixo para caixa sifonada, o que causa entupimento do esgoto e, portanto, aumenta o consumo de água para a desobstrução da tubulação;
- irrigação do jardim em horário inadequado - horário de muita insolação, o que provoca maior evaporação e, conseqüentemente, maior consumo de água.

Estas informações são utilizadas para a preparação da campanha educativa direcionada aos usuários de uma forma geral.

### 3.3 Sistemas Especiais

Os sistemas denominados especiais, aqui considerados, são os seguintes:

- sistema de ar condicionado;
- sistema de ar comprimido;
- sistema de vácuo;
- sistema de vapor;
- sistema de hemodiálise – osmose reversa;
- sistema de destilação.

As características técnicas destes equipamentos, tais como vazão, período diário de funcionamento e perda de água no processo devem ser cadastradas para se obter uma estimativa do percentual de contribuição desses equipamentos na demanda de água do sistema. Além disso, estas informações possibilitam uma avaliação técnico - econômica para a adequação de sistemas especiais visando reaproveitar a água efluente de seu processo, exceto o sistema de ar condicionado, onde verifica-se perda por evaporação.

Outros sistemas especiais que provoquem perdas de água e não foram considerados neste DTA, devem também ser incluídos no PRUA, devendo ser implementadas ações que visem o reaproveitamento de água

ou a adução das perdas nestes sistemas.

### 3.3.1 Sistema de ar condicionado

As perdas verificadas em torres de resfriamento são:

- perdas por evaporação: representam cerca de 1% do volume de água de recirculação nos condensadores, para cada 5,5° C de diferença entre a entrada e saída da água no *chiller*;
- perdas por drenagem: são provocadas pela liberação de parte da água de circulação com o objetivo de remover os sólidos suspensos e dissolvidos durante a circulação da água, uma vez que esta evapora durante a operação. Elas representam cerca de 0,3% do volume de água de recirculação nos condensadores, para cada 5,5 °C de diferença entre a entrada e saída da água no *chiller*. Estas perdas dependem da qualidade da água;
- perdas por arraste: são perdas provenientes de respingos e da névoa produzida nas torres e representam cerca de 0,2% do volume total da água utilizada nas torres de resfriamento do sistema.

Os profissionais da área de ar condicionado costumam resumir as perdas entre 1,5 a 2,0% do volume de água de recirculação nas torres de resfriamento.

Verificam-se, também, perdas nos sistemas em que as descargas são realizadas manualmente, ou seja, dependem do operador. Neste caso o exemplo de perda mais comum é quando o operador libera o registro de drenagem da água da bacia da torre de resfriamento e ao realizar a reposição esquece o registro do ramal de entrada aberto, provocando perda de água pelo extravasor. Já foram detectadas perdas dessa natureza da ordem de 60m³/dia.

### 3.3.2 Sistema de ar comprimido medicinal

O compressor deste sistema é totalmente isento de óleo, portanto, o ar comprimido não carrega resíduos lubrificantes como névoa de óleo, nem partículas de grafite ou teflon. O único contato do ar dentro do compressor é com a água do anel líquido, contato íntimo que fricciona o ar, lavando-o, removendo poeira e microorganismos, deixando-o limpo e frio. Assim, o compressor de anel líquido separa o pó e bactérias do fluxo de ar, enquanto realiza a compressão.

A perda de água verificada no sistema de ar comprimido é a água utilizada para:

- compensação da folga entre o rotor e a carcaça da bomba, ou seja, a compressão do anel líquido;
- limpeza e esterilização do ar, pois o ar comprimido medicinal é 99,9% estéril.

A vazão de perda do sistema varia em função de sua intensidade de utilização. No caso do sistema ser dotado de mais de um compressor eles funcionam alternadamente, sendo que a vazão máxima para o sistema é de aproximadamente 15 l/min, pois geralmente somente um compressor está em operação. Considerando-se a intermitência de descarga do sistema tem-se em torno de 8 horas diárias de descarga, produzindo um volume mensal de perda de água aproximada de 216m³/mês. Esta perda pode ser aproveitada, conforme descrito no item 5.5.

### 3.3.3 Sistema de vácuo

O sistema da vácuo apresenta uma perda de água que, também, depende da intensidade de utilização do sistema, porém a água não pode ser reaproveitada, pois é contaminada durante o processo de utilização do sistema. As perdas reais seriam de vazamento nas gaxetas das bombas ou na tubulação do sistema.

### 3.3.4 Sistema de hemodiálise por osmose reversa

Observa-se uma perda de água elevada no sistema de hemodiálise, pois inicialmente a água é preparada por osmose reversa para ser utilizada no processo. Nesta etapa verifica-se uma perda de 10 a 40%, dependendo da qualidade da água. Na etapa seguinte, ou seja, a utilização da água pelo paciente, a perda é total.

Geralmente, o paciente utiliza 240 litros de água por seção. Assim, o consumo total de água do processo



é de, aproximadamente, de 400 l/pessoa/seção, pois considerando-se uma perda de 40% na primeira etapa - 160 litros, sobram 240 litros para a segunda etapa.

As clínicas, para melhor aproveitamento da equipe médica, geralmente trabalham com uma média de 30 cadeiras, pois para cada grupo de 10 pacientes há necessidade de uma enfermeira e para cada grupo de 30 pacientes, um médico. São realizadas, aproximadamente, 3 seções diárias e, portanto, 90 pacientes são atendidos por dia.

Considerando-se o máximo valor de perda da primeira etapa, tem-se 14.400 litros de perda diária e um volume aproximado de 432 m<sup>3</sup> mensais. Com relação ao consumo de água da segunda etapa, este não pode ser considerado como perda, pois a água utilizada no processo e que aparentemente gera um efluente de boa qualidade pode estar altamente contaminada.

### **3.3.5 Caldeira a Vapor**

As perdas de água verificadas nos sistemas de caldeira a vapor são as seguintes:

- perda de descarga de fundo – em torno de 3% a 5% da capacidade da caldeira e depende da qualidade da água. As descargas de fundo são realizadas para evitar incrustações no fundo do reservatório;
- perda por descarga contínua de nível – em torno de 1 a 2% da capacidade da caldeira. É realizada para manter a água da caldeira com a condutividade adequada, pois durante o tratamento químico da água que alimenta o sistema alguns sólidos totais se dissociam e permanecem na superfície.

Estas descargas geralmente são automáticas, porém em sistemas mais antigos são realizadas manualmente, o que aumenta consideravelmente o volume de perda.

No entanto, a maior perda do sistema a vapor está na água de condensado produzido ao longo do sistema e que deve e pode ser reaproveitada pelo próprio sistema, conforme apresenta o item 5.5.

## 4. DIAGNÓSTICO

Após a conclusão do levantamento e processamento dos dados deve-se elaborar o diagnóstico do sistema apresentando de forma simples e objetiva as suas condições de funcionamento, e sobretudo, as perdas de água provenientes de vazamentos.

Todas as informações que foram objeto do levantamento de dados e do levantamento do sistema, anteriormente descritos, devem constar do Diagnóstico. Recomenda-se uma espécie de resumo final que contemple, no mínimo, as seguintes informações:

- consumo médio mensal de água - média dos últimos doze meses ( $\text{m}^3/\text{mês}$ );
- índice de consumo em questão – l/pessoa/dia, l/leito/dia, l/refeição, etc;
- índice de vazamento =  $\frac{\text{n}^\circ \text{ de componentes com vazamento}}{\text{no total de componentes}} \times 100 (\%)$ ;
- estimativa mensal do volume de água perdido em vazamentos ( $\text{m}^3/\text{mês}$ );
- índice de perda mensal =  $\frac{\text{volume de água perdido em vazamentos}}{\text{volume de água mensal consumido}} \times 100(\%)$ .

Com o diagnóstico preparado é fundamental para a obtenção de êxito na implementação do PRUA, informar aos usuários do sistema a data de início das ações que visem economizar água, repassando os resultados contidos no diagnóstico.

## **5. PLANO DE INTERVENÇÃO**

Com base no diagnóstico realizado elabora-se o plano de intervenção, cujas ações devem ser iniciadas pelo ponto crítico do sistema. Mesmo que o sistema esteja em boas condições, este poderá ainda ser melhorado com a implementação de campanhas de conscientização e de campanhas educativas, além da substituição de componentes convencionais por componentes de baixo consumo de água.

### **5.1. Campanhas Educativas**

A campanha educativa é uma forma de comunicação destinada a usuários específicos, ou seja, é feita através de palestras dirigidas aos funcionários de cozinha, de lanchonete, de laboratórios, de limpeza, e de manutenção de sistemas prediais, informando-os dos procedimentos corretos para a realização de suas atividades.

Estes trabalhos devem ser desenvolvidos por profissionais especialistas de cada uma das áreas.

Apresenta-se algumas sugestões de atividades que podem ser desenvolvidas nesta campanha:

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

Esta etapa pode ser aplicada desde o início da implementação do PRUA, podendo-se motivar os usuários com prêmios e comendas pela participação efetiva na redução do consumo de água. Esta participação pode ser tanto na forma de mudança de hábito como na atuação como vigilante dos problemas hidráulicos do sistema, tais como: torneira com vazamento, “disparo” em válvula de descarga, vazamento em tubulações, quebra de componentes de utilização, dentre outros.

### **5.2. Manutenção do Sistema**

Considera-se a manutenção do sistema de fundamental importância para a redução do consumo de água. Além disso, ela tende a deixar o sistema o mais próximo das suas condições plenas de desempenho. Os resultados desta ação vão mostrar como o sistema pode funcionar satisfatoriamente e com economia.

Para facilitar o processo de manutenção propõe-se que o mesmo seja realizado em duas etapas. A primeira etapa deve ser realizada no sistema hidráulico externo - alimentador predial, reservatórios e sistema de irrigação de jardim. Em seguida, após um período para a avaliação do efeito da ação, iniciar os trabalhos no sistema hidráulico interno - pontos de utilização.

A detecção do vazamento realizada no período do levantamento do sistema ajudará nesta etapa, pois sabendo-se que há vazamento em determinado trecho do sistema, faz-se a sua localização contratando empresa especializada para realizar o trabalho. Estas empresas utilizam métodos especiais tais como: correlação de ruídos, geofonia eletrônica e haste de escuta. Pode-se também utilizar o método convencional de quebrar o piso até localizar o trecho danificado e fazer a correção necessária.

### **5.3. Alteração de Procedimentos de Uso da Água**

Quando for o caso de alteração de procedimentos do uso da água, como a higienização de alimentos ou de utensílios de cozinhas, cuidados especiais devem ser tomados para evitar a perda da qualidade do serviço. São feitas análises microbiológicas antes e depois da alteração do procedimento, procurando-se verificar as alterações seguintes:

- padrão em placas;
- coliformes fecais;
- *Bacillus cereus*;
- *Staphylococcus aureus*;
- *Pseudomonas aeruginosa*.

Geralmente as cozinhas são grandes consumidoras de água, no entanto a redução do consumo deve ser criteriosa, pois a manipulação inadequada de alimentos e utensílios pode provocar contaminações químicas, físicas e microbiológicas.

Basicamente, o consumo de água na cozinha é destinado à higienização de mãos, do ambiente e de alimentos, atividades que podem consumir maior ou menor quantidade de água dependendo dos procedimentos e hábitos dos usuários.

Desta forma, recomenda-se a adoção de procedimentos descritos no Manual ABERC (1998), para que seja garantida a qualidade dos produtos nela gerados. Em especial os seguintes procedimentos devem ser adotados:

#### a) Higienização de mãos

Os funcionários devem higienizar as mãos adotando as técnicas adequadas de frequência e procedimentos. É importante estimular o hábito de lavar as mãos toda vez que o funcionário entrar no setor e na troca de função durante a operação. A torneira mais indicada para este procedimento é a eletrônica. Pode-se instalar também uma torneira de pedal, porém deve-se observar a vedação do pedal com o piso. Caso isto não seja verificado, o pedal pode se tornar um foco de contaminação para o ambiente.

Verificar item “Higiene dos Manipuladores” do Manual ABERC (1998).

#### b) Higiene Ambiental e de Utensílios

Este item é abordado no capítulo “Higiene Ambiental” do manual ABERC (1998).

Observar também decreto Nº 7206 de 03/dezembro/1975 – Diário Oficial do Estado de São Paulo de 04/12/75, que aborda as normas técnicas especiais relativas à higienização dos utensílios e recipientes dos estabelecimentos onde se consumam os alimentos.

#### c) Outros procedimentos

O Manual da ABERC contempla ainda outros procedimentos importantes, que devem ser considerados, dentre os quais: (i) procedimentos para descongelamento; (ii) higienização de alimentos hortifruti; e (iii) procedimentos para o dessalgue.

### **5.4. Substituição de Componentes Convencionais por Eficientes**

O objetivo desta ação é reduzir o consumo de água independentemente da vontade do usuário. Ela deve ser implementada quando o sistema estiver completamente estável, ou seja, sem nenhum vazamento.

A especificação dos componentes eficientes que irão substituir ou dos dispositivos em torneiras e chuveiros que irão ajudar na redução do consumo de água deve ser realizada com base em observações das atividades relacionadas ao uso da água pelos usuários, da avaliação técnico - econômica para a instalação do componente no local definido, e, ainda, da pressão disponível no ponto de utilização. Assim, são propostas a seguir diretrizes para a especificação dos componentes. As características técnicas de alguns destes componentes poderão ser vistas também nos DTA F1 e F2.

#### **5.4.1 Mictórios**

Os mictórios, individuais ou coletivos, são componentes que apresentam grande contribuição para o desperdício de água, porque na maioria dos edifícios ficam abertos 24 h/dia. Isto ocorre porque os usuários não utilizam o registro de abertura e fechamento da água antes e após o uso do mictório. Para evitar o mal cheiro destes ambientes os responsáveis pela manutenção retiram a manopla destes registros deixando-os liberar água durante todo o tempo. Uma simples forma de reduzir o desperdício seria fechar os registros durante a noite e finais de semana, mas raramente isto ocorre.

Assim, para reduzir o consumo de água nestes aparelhos, propõe-se a especificação de mictórios com descarga hidromecânica ou eletrônica. O sistema com válvula de descarga hidromecânica é melhor que o sistema convencional com registro de pressão, pois o usuário substitui as operações de abrir e fechar o registro pela ação de apertar a válvula.

O mictório com descarga eletrônica é, sem dúvida, a melhor opção, pois a descarga é acionada sem a

necessidade da ação do usuário, e portanto melhor também sob o ponto de vista de higiene.

A decisão final do tipo de descarga é feita então após a avaliação das dificuldades de instalação e do comportamento do usuário no que diz respeito ao vandalismo.

No caso de mictórios coletivos, o desperdício de água pode ser maior ainda do que nos individuais. Pode ser empregada, então, válvula de apertar, a ser acionada pelo funcionário da limpeza do sanitário. Entretanto, para evitar a dependência do ser humano e melhorar a higiene, pode-se empregar sensor de infravermelho com emissor e receptor, para acionamento de válvula solenóide quando o usuário está presente.

#### **5.4.2 Bacia Sanitária**

As opções de intervenção em bacia sanitária são:

- bacia sanitária com válvula de descarga externa e volume de descarga com 6 litros para substituir as válvulas de descarga convencionais;
- bacia sanitária com caixa acoplada e volume de descarga de 6 litros para substituir as convencionais.

Observam-se que as intervenções físicas para a substituição da bacia sanitária devem ser precedidas de avaliações das cotas de instalação do novo componente, ou seja, verificar se os pontos de saída de água e de esgoto são coincidentes para os dois modelos - antigo e novo. Caso sejam, facilita bastante o processo.

#### **5.4.3 Torneiras**

Todas as torneiras podem receber algum tipo de intervenção, dentre as quais destacam-se:

- instalação de arejador convencional ou tipo chuveirinho;
- instalação de registro regulador de vazão;
- instalação de esguicho - revólver em mangueira para a irrigação de jardim, lavagem de pisos e de veículos;
- substituição da torneira convencional por torneira hidromecânica ou eletrônica.

Em cozinhas, a instalação de arejador atua de duas formas: melhora o desempenho da atividade sem respingar água no usuário e reduz a vazão e, portanto, o consumo de água. Quando a cozinha é de grande porte e dispõe de cubas específicas para a lavagem de verduras, principalmente folhas, recomenda-se a instalação de arejadores tipo chuveirinho, os quais facilitarão ainda mais a realização das atividades nesta área.

As torneiras de sanitários de funcionários e públicos podem ser substituídas por torneiras hidromecânicas ou eletrônicas. Consideramos as torneiras hidromecânicas de bom desempenho. Embora as eletrônicas sejam mais eficazes tanto no que diz respeito ao consumo reduzido como na questão de higiene, requerem remanejamento do sistema elétrico e ainda na falta de energia não funcionarão. Esta questão pode ser resolvida com a instalação de torneiras eletrônicas a pilha. Neste caso deve-se alertar o setor de manutenção para a inclusão deste item, que deverá ficar no estoque a partir da instalação do componente. Consideramos as torneiras hidromecânicas mais apropriadas para estes ambientes.

Os registros reguladores de vazão são recomendados para atuar junto com as torneiras eletrônicas e hidromecânicas, pois têm a função de filtro e de ajuste da vazão em cada ponto de utilização. Também nas torneiras convencionais de lavatórios recomenda-se o uso destes registros.

Quando as torneiras convencionais estão em bom estado de conservação ou quando não se dispõe de recursos para a substituição destas torneiras, recomenda-se somente a instalação de regulador de vazão e a reposição do arejador. Caso o modelo da torneira não disponha de arejador, pode-se trabalhar somente com a ação do registro regulador de vazão.

Após a instalação dos componentes de alto desempenho, de cujo grupo fazem parte as torneiras, observa-

se que o impacto na redução do consumo de água não será imediato, pois há a necessidade de adaptação do usuário.

#### **5.4.4 Chuveiros e duchas**

Para os chuveiros e duchas recomenda-se somente a instalação de restritor de vazão, pois com pequeno investimento obtém-se uma redução considerável na vazão. A redução do consumo será representativa ou não no consumo final, conforme seja a intensidade de utilização deste componente.

Há casos em que o restritor de vazão não se adapta ao chuveiro existente. Então, para reduzir o consumo de água, deve-se substituir o chuveiro convencional pelo chuveiro com restritor de vazão.

Observa-se que na especificação de restritores de vazão para chuveiros, deve-se verificar a vazão disponível, pois valores de vazão menores que 0,05 l/s são impraticáveis. Os valores de 0,10 a 0,15 l/s estão numa faixa adequada.

Outra forma de reduzir o consumo de água proveniente destes componentes é a especificação de chuveiros com fechamento hidromecânico, os quais fecham automaticamente após 30 segundos. Assim, o usuário acionará o chuveiro cinco vezes por banho, sendo uma para molhar, duas para ensaboar e duas para enxaguar.

### **5.5 Reaproveitamento da Água**

Em todos os casos de reaproveitamento da água deve-se verificar a sua qualidade e realizar a análise de viabilidade técnico-econômica para tal ação no sistema.

#### **5.5.1 Sistema de ar condicionado**

Neste sistema, pode-se aproveitar a água ou evitar perdas por arraste nas torres de resfriamento. Estas perdas são provocadas por respingos de água que ultrapassam as venezianas das bacias das torres. Pode-se aproveitar, aproximadamente, 0,2% do volume total de água utilizado nas torres de resfriamento.

Segundo PLOESER et al. (1992), para reduzir as perdas por drenagem deve-se considerar a qualidade da água de recirculação na torre de resfriamento. A relação entre o volume de água de reposição e o volume de perda por drenagem pode ser expressa como taxa de concentração, também denominada como número de ciclos de concentração, ou seja, a relação entre a concentração do total de sólidos dissolvidos –TDS na água de drenagem e a concentração do TDS da água de reposição do sistema. À medida que a taxa de concentração aumenta a quantidade de drenagem diminui e, portanto, haverá menor perda de água. O aumento da taxa de concentração de 2 para 4 resulta na conservação da terça parte do volume de água de reposição previamente requerido.

Várias torres de resfriamento dispõem de medidores de condutividade e válvulas solenóide para controlar a drenagem com base no nível de TDS medido na torre. A água de recirculação das torres de resfriamento pode ser quimicamente tratada, geralmente por uma empresa especializada. Em alguns casos o fornecedor do tratamento químico pode não ser motivado em reduzir o volume de drenagem, pois o decréscimo desse volume reduz a quantidade de produtos químicos necessários à reposição devida à perda por drenagem.

Pode-se melhorar a eficiência das torres de resfriamento pela melhoria do gerenciamento. Uma opção é a instalação de hidrômetros para a água de reposição e de drenagem, o que possibilita melhor coordenação do consumo de água com o desempenho da torre. O sistema de medição não é vantajoso se os dados não são rotineiramente coletados e analisados. Uma vantagem adicional da medição é que a perda por evaporação, sobre a qual algumas concessionárias permitem a dedução das contas de água, pode ser determinada.

Ainda conforme PLOESER et al. (1992), outra opção que pode reduzir o consumo de água das torres de resfriamento de 15 a 25% é a adição de ácido sulfúrico para controlar o pH da água da torre. Caso este ácido seja adicionado, um inibidor de corrosão deve também ser usado e precauções de segurança devem ser tomadas para evitar extravasão e queimadura.

Os sólidos em suspensão frequentemente entram no sistema de resfriamento através da passagem do ar

pela torre de resfriamento. Se a água efluente da torre é filtrada, partículas em suspensão indesejáveis podem ser separadas da água de recirculação. A remoção deste material possibilita maior eficiência e reduz a manutenção do sistema.

Ressalta-se, ainda, que em muitos casos é vantajosa a substituição do sistema de resfriamento a água por outro de resfriamento a ar.

### **5.5.2 Sistema de ar comprimido medicinal**

A água efluente do sistema de ar comprimido pode ser reaproveitada pelo próprio sistema da seguinte maneira:

- coleta-se a água em um reservatório dimensionado conforme a capacidade do sistema, observando-se que reservatórios de maior capacidade possibilitam o resfriamento natural mais rápido;
- a água efluente do compressor apresenta uma temperatura, de aproximadamente, 35°C e deve ser resfriada até a temperatura de 22°C;
- recalca-se a água para realimentar o sistema atendendo à pressão mínima de entrada no compressor, recomendada pelo fabricante.

A água efluente desse sistema pode ser, também, reaproveitada no sistema de vácuo. Uma outra opção é conduzi-la a um reservatório específico para ser utilizada em descargas de bacias sanitárias. Nesse caso recomenda-se a coloração da água com o objetivo de alertar ao usuário a não utilizá-la para outro fim.

### **5.5.3 Sistema de vapor com caldeira**

Das perdas de água da caldeira a vapor somente a água de condensado é objeto de reaproveitamento, no entanto deve-se considerar a verificação da qualidade da água através de detector de condensado contaminado.

Conforme PLOESER et al. (1992), a água de condensado de equipamentos tais como autoclaves hospitalares é potencialmente contaminada e, portanto, não deve ser reaproveitada.

Caso seja constatada a qualidade adequada da água, a sua reutilização implica em economia de água, economia de energia e, ainda, economia de tratamento químico da água. Este tratamento é realizado antes de alimentar a caldeira e tem por finalidade evitar incrustação de sais minerais no sistema.

### **5.5.4 Sistema de hemodiálise por osmose reversa**

Somente a perda de água obtida no tratamento da água por osmose reversa, ou seja, aquela proveniente da primeira etapa do processo é que pode ser reaproveitada, conforme descrito no item 3.3.4.

O reaproveitamento dessa água pode ser feito conduzindo-a a um reservatório específico, sem interligação com o sistema convencional, adicionando-lhe corante e destinando-a, somente, para o acionamento de descargas em bacias sanitárias.

Observa-se que essa água é rica em sais minerais, o que facilita a sua impregnação nas paredes da bacia sanitária, dificultando a manutenção.

### **5.5.5 Equipamentos sanitários**

Com relação ao reaproveitamento da água utilizada em equipamento sanitário, tem-se a bacia sanitária com lavatório apoiado na caixa de descarga, conforme apresentado por GONÇALVES et al. (1998). Nesse equipamento a água utilizada para lavar as mãos é depositada na caixa de descarga da bacia sanitária e reaproveitada nas descargas.

## 6. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Antes da substituição e/ou adequação de sistemas e componentes ou, ainda, do reaproveitamento da água recomenda-se uma avaliação econômica das ações ou das atividades necessárias para a alteração do sistema, que têm por objetivo reduzir o consumo de água. Assim, verifica-se com antecedência, os respectivos custos da ação a ser implementada, inclusive de mão-de-obra.

Sobre o assunto recomenda-se também ao leitor ver o DTA B1 - Elementos de Análise Econômica Relativos ao Consumo Predial.

### 6.1 Payback Atualizado

Existem vários critérios utilizados como ferramenta de decisão da viabilidade econômica de um projeto. O critério aqui apresentado é o *payback*, por se tratar do indicador mais simples e conhecido. Ele mostra o número de períodos (anos, meses ou dias) necessários para recuperar o investimento despendido na adequação de um sistema hidráulico com o objetivo de reduzir o consumo de água.

Quanto menor o *payback*, mais eficiente é a intervenção. A desvantagem deste indicador de não considerar o valor de recursos no tempo é amenizada nesta proposição considerando-se a atualização do fluxo de custos e benefícios, por meio da taxa apropriada de desconto, obtendo-se assim o *payback* atualizado.

Os fluxos atualizados são obtidos pela equação 2.11:

$$AF = \frac{B}{(1+r)^t} \quad (2.11)$$

onde:

AF = fluxo de benefício atualizado;

B = fluxo de benefício;

r = taxa de desconto;

t = período em análise.

Procedimentos de Cálculo:

1. orçar analiticamente todos os componentes economizadores de água, tubos, conexões e materiais, mais a mão-de-obra, necessários para a adequação do sistema hidráulico com o objetivo de economizar água, obtendo-se o valor total – VT;
2. estimar um valor de redução do consumo mensal de água após a intervenção. Este valor deve ser obtido por profissionais especialistas no assunto;

calcular o fluxo de benefício – B, ou seja, o valor mensal economizado de água com base nas tarifas do Prestador de Serviços de Água Local. O fluxo de benefício – B é obtido através da diferença do valor médio da conta de água antes da intervenção ( $C_1$ ) e o valor esperado da conta de água após a intervenção ( $C_2$ ), ou seja:

$$B = C_1 - C_2 \quad (2.12)$$

onde:

$C_1$  = valor médio da conta de água antes da intervenção;

$C_2$  = valor esperado da conta de água após a intervenção.

Lembrar que o volume de água deve ser multiplicado por 2 para considerar o volume de esgoto, quando este estiver incluso no custo do metro cúbico de água;

1. calcular os fluxos atualizados e *payback* conforme a equação 2.11 como referência sugere-se a utilização do Quadro 3.



Quadro 3 – Fluxos atualizados e *payback* da intervenção do sistema hidráulico.

Período (t)	Custo total da intervenção no sistema hidráulico - VT	Fluxos de benefício atualizados - AF
0	- VT (R\$)	---
1	---	+ AF <sub>1</sub>
2	---	+ AF <sub>2</sub>
3	---	+ AF <sub>3</sub>
4	---	+ AF <sub>4</sub>
5	---	+ AF <sub>5</sub>
6	---	+ AF <sub>6</sub>
...	---	...
T	---	+ Af <sub>t</sub>

onde:

VT = valor total do investimento;

AF<sub>1</sub> ... Af<sub>t</sub> = fluxo atualizado, acumulado, nos períodos 1, 2, 3, ... t;

t = período em análise (ano, mês, dia);

○ sinal (-) indica o dispêndio líquido de recursos;

○ sinal (+) mostra os benefícios ou receitas líquidas;

• Payback atualizado = número de períodos necessários para retornar o investimento.

## 7. AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE REDUÇÃO

A avaliação da redução do consumo de água pode ser feita após a implementação de cada uma das ações fazendo-se a leitura no hidrômetro diariamente e observando-se a redução do consumo diário, ou então mensalmente, fazendo-se a leitura no primeiro dia de cada mês. É importante conferir o consumo apresentado na conta de água, que provavelmente apresentará alguma diferença em relação àquele levantado no edifício, devido às datas das leituras.

Na avaliação é fundamental a consideração da população ou do agente consumidor. Caso a análise seja realizada somente através do valor de consumo, corre-se o risco de se obter resultados enganosos, exceto, quando a população é a mesma antes e durante a implementação do PRUA. O impacto de redução do consumo é calculado conforme a equação 2.13.

$$IR = \frac{CI - CF}{CI} \times 100 (\%) \quad (2.13)$$

onde:

IR = índice de redução do consumo de água após o PRUA;

CI = consumo de água antes do PRUA;

CF= consumo de água após o PRUA

Esta informação de redução do consumo deve ser sempre repassada aos usuários do edifício por meio da campanha de conscientização, que tem a função de informar e incentivar o usuário a economizar água.

Através da implementação das ações do PRUA poder-se-á reduzir o consumo de água e evitar desperdícios sem alterar a qualidade do produto final ou reduzir o grau de satisfação do usuário quando do uso da água.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BERENHAUSER, CARLOS J.B.; PULICI CLOVIS. Previsão de consumo de água por tipo de ocupação do imóvel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12º, Camboriú, 1983. Anais. Camboriú, SC, Brasil. 34p.

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E. OLIVEIRA, L.H. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA - F2, São Paulo, Outubro, 1998.

PLOESER, J.H.; PIKE, C.W.; KOBRICK, J. D. Nonresidential water conservation: a good investment. Journal AWWA, v.84, p.65-73, October 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE REFEIÇÕES COLETIVAS. Manual ABERC. São Paulo, 4.ed., 1998.

SÃO PAULO. Decreto nº 7206 de 3/12/75. Normas técnicas especiais relativas à higienização dos utensílios e recipientes em estabelecimentos onde se consumam alimentos. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 4/12/75.