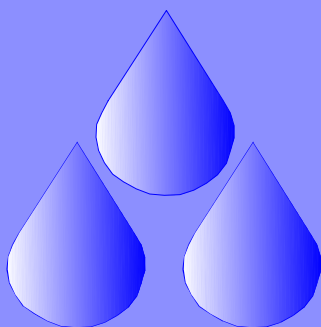
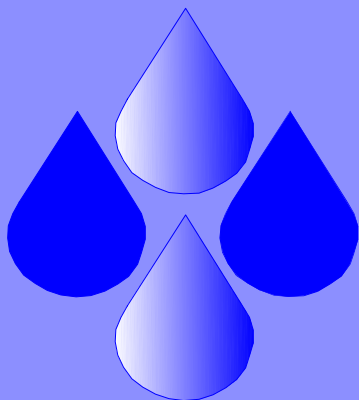


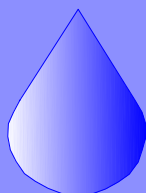
PNCDA

PROGRAMA NACIONAL DE
COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE APOIO



TECNOLOGIAS POUPADORAS DE ÁGUA
NOS SISTEMAS PREDIAIS



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



F1

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

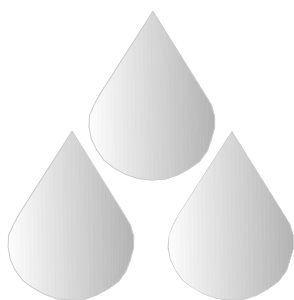
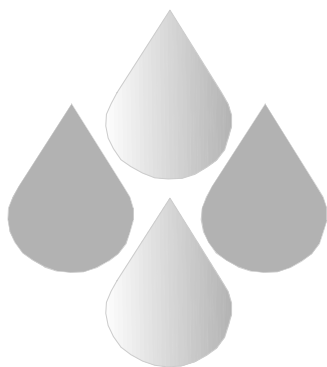
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA – MME
Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético
Eletrobrás/Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL

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



TECNOLOGIAS POUPADORAS DE ÁGUA
NOS SISTEMAS PREDIAIS



Orestes Marracini Gonçalves
Eduardo Ioshimoto
Lúcia Helena de Oliveira

Presidência da República
Secretaria Especial de
Desenvolvimento Urbano
Secretaria de Política Urbana
Brasília - 1999

D TA
DOCUMENTOS
TÉCNICOS
DE APOIO

•

F1

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.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCDA	7
INTRODUÇÃO	11
1 CONCEITUAÇÃO GERAL – PRINCIPAIS PRODUTOS E PROCESSOS	12
1.1 Medidas de Racionalização do Uso da Água	12
2 AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS NO SETOR DE SISTEMAS PREDIAIS	15
2.1 Tecnologia de Processos Aplicada ao Uso Racional da Água	16
2.2 Tecnologia de Produtos Aplicada ao Uso Racional da Água	25
2.3 Tecnologia de Instrumentação	31
3 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS	33
3.1 Avaliação das Tecnologias de Processos	33
3.2 Avaliação das Tecnologias de Produtos	35
4 PROPOSTAS DE LINHAS DE AÇÃO	38
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCD

Informações Gerais

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 instituiu 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.

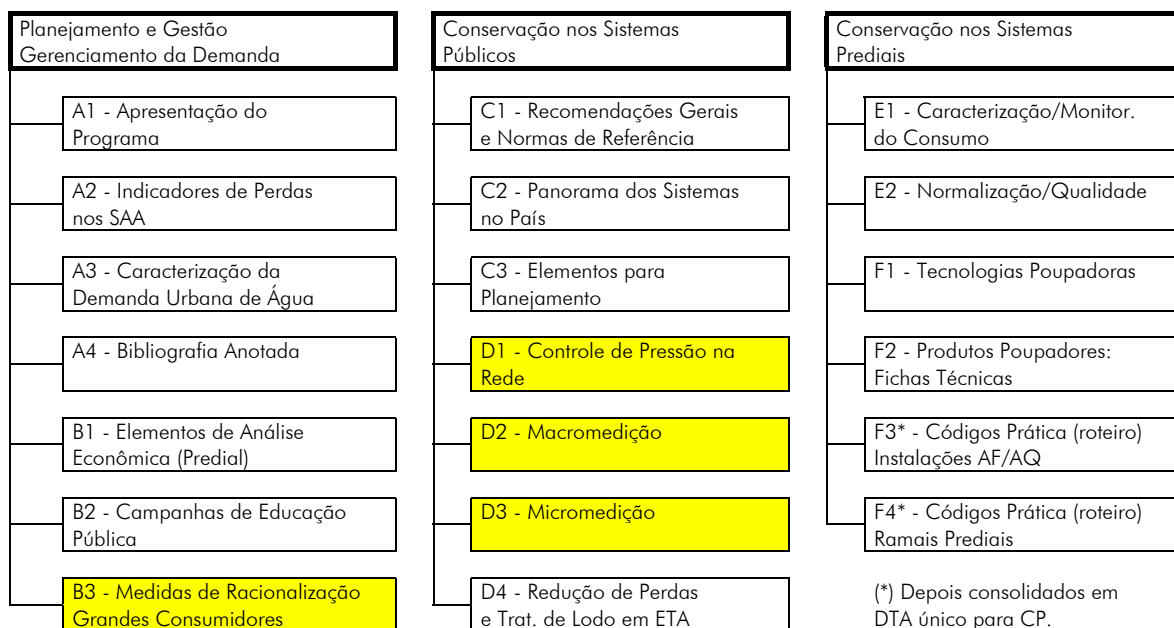
Na ocasião foram firmados protocolos de cooperação com entidades civis alinhadas com os objetivos do Programa e em setembro do mesmo ano foi celebrado um primeiro convênio com a Fundação para Pesquisa Ambiental – FUPAM, vinculada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. O 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.

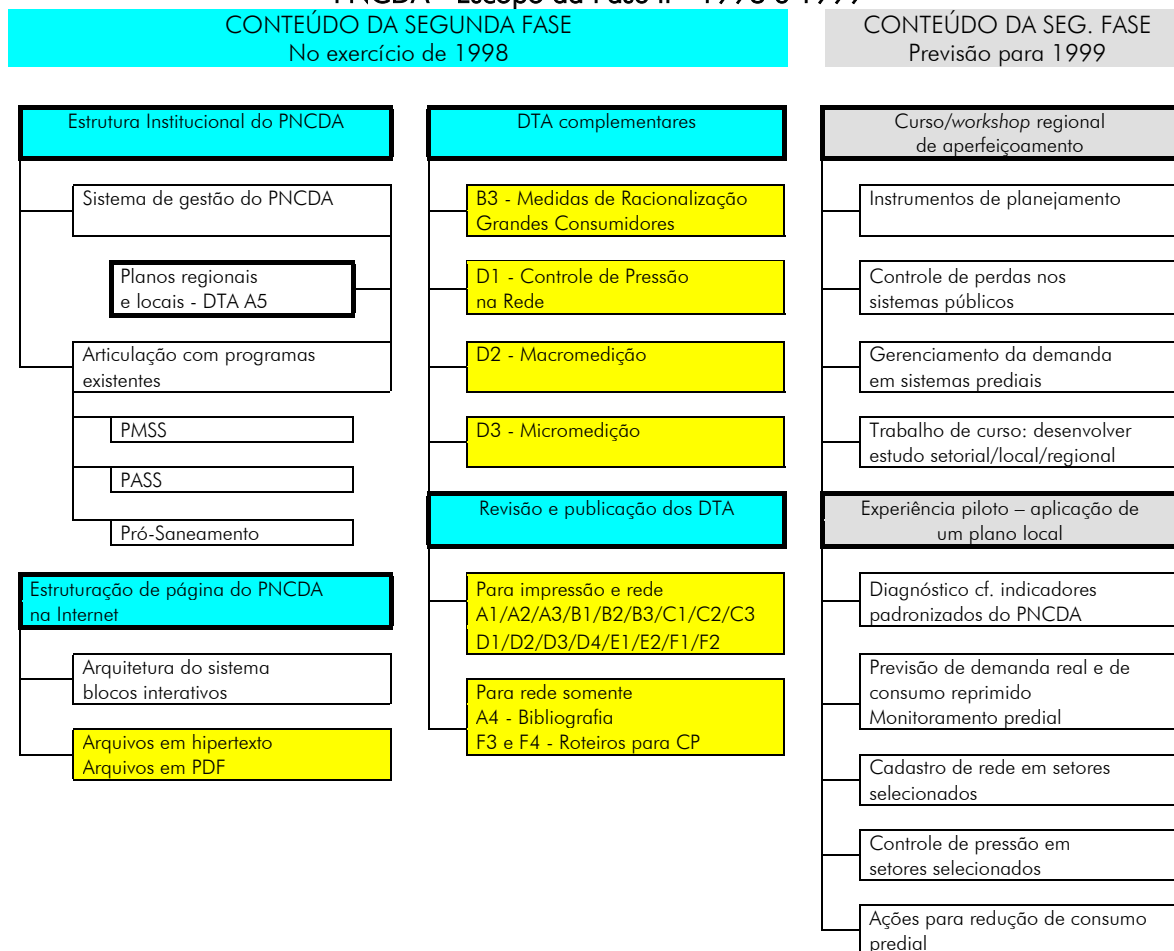
A Fase II do Programa, em 1998, inclui a produção de mais 4 DTA's, sua publicação e a implantação de um sistema de acesso via Internet. Os escopos das fases até agora definidas como objetos de convênio são esquematizados nas figuras 1 e 2, a seguir.

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



Ovídio de Angelis
 Secretário Especial de Desenvolvimento Urbano/PR

DTA – DOCUMENTO TÉCNICO DE APOIO F1

TECNOLOGIAS POUPADORAS DE ÁGUA NOS SISTEMAS PREDIAIS

INTRODUÇÃO

Este DTA apresenta um panorama das tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais disponíveis mundialmente. Propõe também linhas de ação alternativas para alcançar a racionalização do uso da água nos edifícios baseadas nas experiências internacionais, científicas e tecnológicas do setor, passíveis de aplicação à realidade nacional.

Na abordagem específica relativa aos sistemas prediais são utilizados os conceitos de tecnologia de processos, de produto e de instrumentação às vezes ligeiramente diferentes do sentido em que são empregados na gestão dos sistemas públicos de abastecimento, para o que se define a seguir os mais utilizados neste documento:

- ⇒ **Tecnologia de processo:** produz alterações nos sistemas prediais hidráulicos ou exige interfaces ou acréscimos em outros sistemas prediais;
- ⇒ **Tecnologia de produto:** aplicável a qualquer ponto do sistema predial hidráulico, sem que seja obrigatória qualquer modificação;
- ⇒ **Tecnologia de instrumentação:** tecnologia de medição, extensível ao monitoramento e gerenciamento do uso de água para levantamento de dados por medição contínua ou temporária de vazões, correlacionando-as aos dispositivos e populações de usuários e respectivas frequências e durações de utilização.

Citam-se, também, perdas, vazamentos e desperdício de água, cujo significado para efeito do presente trabalho, expõe-se a seguir:

- ⇒ **Perda** (em sentido amplo): é toda a água perdida ao longo das redes de distribuição e em ligações clandestinas, pela qual a concessionária não recebe quaisquer tarifas, assim como a utilizada nos processos de produção e distribuição, ainda que – em sentido mais estrito – as águas de processo não sejam consideradas perdas (ver DTA A2).
- ⇒ **Vazamento** (nos sistemas prediais): são as perdas de água ocorridas nos sistemas prediais hidráulicos dos edifícios, verificadas após os dispositivos de medição. Neste caso, a concessionária recebe suas tarifas normalmente.
- ⇒ **Desperdícios:** é a água perdida pelo uso excessivo, devido ao descaso dos usuários quanto à necessidade de sua preservação.

1. CONCEITUAÇÃO GERAL – PRINCIPAIS PRODUTOS E PROCESSOS

Neste capítulo são expostos os conceitos básicos relativos aos principais produtos e processos empregados nos sistemas prediais de água, assim como novas tecnologias de instrumentação que possam contribuir para o uso racional da água.

Além das medidas imediatas de racionalização no uso da água, como as de prevenção de desperdícios, o objetivo deste trabalho é o de fornecer subsídios para uma análise de produtos e processos que ofereçam economia com conforto e higiene, através de soluções de desempenho superior ou que considerem melhor as condições de uso.

1.1 Medidas de Racionalização do Uso da Água

A consciência sobre a importância crescente do uso racional da água tem aberto campo para o desenvolvimento de diversos estudos objetivando ações práticas que levem à economia de água. Essas medidas, relativamente aos sistemas prediais, podem ser tanto de controle de vazamentos, como de redução do consumo.

1.1.1 Medidas de controle de vazamento

As medidas de controle de vazamento visam evitar não somente o desperdício da água, mas também os prejuízos ocasionados pela presença de água nos componentes dos edifícios. São enfocadas neste capítulo as medidas relativas ao controle de desperdício por vazamentos, as quais podem se concentrar na correta especificação e aplicação do sistema, bem como na detecção e no controle de vazamentos decorrentes do desgaste normal dos componentes.

ANDERSSON (1986) levantou os seguintes dados para as possíveis causas de danos nas construções unifamiliares na Suécia em razão de vazamentos:

- ⇒ 50% devido a tubulações;
 - ⇒ 15% devido a sistemas de expansão abertos;
 - ⇒ 15% devido a máquinas de lavar louça e roupa; e
 - ⇒ 20% devido ao fator humano.
- a) Garantia da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos

As principais ações podem ocorrer sobre:

- ⇒ componentes e sistemas;
- ⇒ qualidade do projeto;
- ⇒ qualidade da execução;
- ⇒ aplicação correta; e
- ⇒ manutenção adequada.

As ações relacionadas ocorrem em etapas sequenciais do processo de implantação de um sistema predial hidráulico, envolvendo diferentes agentes da cadeia produtiva, e devem ser consideradas no mesmo nível de prioridade.

Diversos autores têm sugerido práticas para a Garantia da Qualidade como OVESEN (1985), ROSRUD (1986) e ANDERSSON (1986).

b) Detecção e controle de vazamentos

Os vazamentos são freqüentes e podem ocorrer por desgaste normal dos componentes em uso, principalmente devido ao fato de que a vida útil das tubulações em geral é menor do que a do edifício.

As instalações de difícil vistoria podem encerrar vazamentos não visíveis por longos períodos, causando grandes desperdícios e danos à construção.

São indícios de vazamentos não visíveis:

- aumento do consumo de água sem causa justificada;
- manchas de umidade em paredes, lajes e pisos;
- acionamento contínuo do sistema de recalque; e
- crescimento de vegetação em juntas de pavimentação.

Como medidas preventivas aos vazamentos visíveis e não visíveis recomendam-se:

- projetos hidráulicos que contemplem a acessibilidade do sistema, facilitando a realização de manutenções preventiva e corretiva, como por exemplo em barriletes e reservatórios;
- controle de pressão hidráulica estática no sistema, não ultrapassando o valor recomendado pela NBR 5626 (1998), que é de 400 KPa; e
- monitoração do consumo de água, através de leituras no hidômetro, no mínimo mensalmente e sempre no mesmo horário. Caso seja verificado um aumento do consumo de água sem causa justificada há um forte indício de vazamento e que, dessa maneira, pode ser detectado rapidamente.

Os procedimentos utilizados para a detecção de vazamentos são apresentados no item 2.1.3.

1.1.2 Medidas de redução do consumo

A economia de água através de seu uso racional pode ser classificada em: controle do desperdício e redução do volume consumido.

a) a) Controle do desperdício

O desperdício refere-se à água utilizada sem que desta se obtenha nenhum benefício relativo à sua função. Dispositivos como torneiras com sensores infravermelhos são exemplo de produtos com controle automático de tempo por uso, cuja principal finalidade é a de se evitarem os desperdícios que ocorrem em banheiros públicos, quando a torneira é deliberadamente deixada aberta.

Medições individuais em condomínios podem também contribuir como medida de controle do desperdício. A responsabilidade individual sobre o consumo com influência direta na conta de água tem impacto na redução do volume de água consumido.

b) Redução do volume consumido

Partindo da definição de vazão, referente ao volume de água consumido, tem-se:

$$V = \int q(t)dt$$

onde:

V = volume de água consumida; e

q(t) = vazão de água.

As medidas de redução do volume de água consumido envolvem os parâmetros de projeto de produtos e processos sobre dois aspectos: controle da vazão e controle do tempo. De uma forma diferente, alguns sistemas utilizam o recurso de reuso da água.

⇒ **Controle da vazão:** a vazão é basicamente função da área de uma determinada seção do volume de controle, da carga hidráulica e do regime de escoamento. No projeto dos produtos e dos processos, essas grandezas físicas são analisadas em relação à geometria dos componentes, à forma do jato de água e à otimização da distribuição de velocidades e pressões.

⇒ **Controle do tempo de uso:** o controle do tempo de uso tem como princípio a redução do tempo de uso, mantendo o nível de serviço dos dispositivos hidráulicos adequado à finalidade a que se destina, reduzindo o consumo.

KONEN (1991), realizou estudos com bacias sanitárias de volume de descarga reduzido — VDR, os quais permitem uma economia de aproximadamente 50% do volume de água por ciclo, mantendo-se os níveis aceitáveis de performance do aparelho.

O gráfico da figura 2 mostra como a vazão e o tempo são trabalhados para se obter uma economia de água. Vazões iniciais maiores são obtidas para uma distribuição da descarga por período de tempo menor, conforme princípios aplicados no caso dos VDR de 6 litros por descarga.

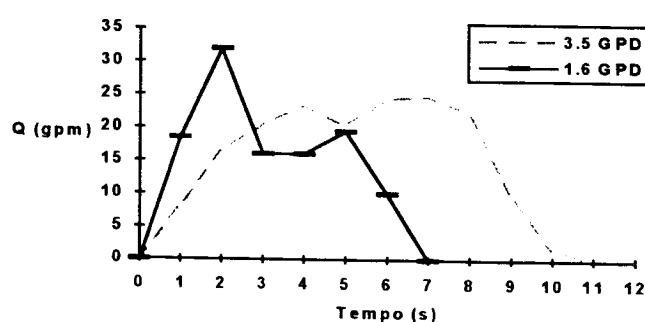


Figura 1 – Curvas de vazão x tempo de bacias sanitárias de 6 e 13 litros de descarga.

⇒ **Reuso da água:** a água servida pode ser reutilizada diretamente no sistema ou após o tratamento. O reuso considera o fato de que grande parte da água consumida nos edifícios não necessita ser potável. Desta forma, a água que seria lançada ao sistema de esgoto pode ser reutilizada, diminuindo o consumo de água tratada.

2 AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS NO SETOR DE SISTEMAS PREDIAIS

As pesquisas no setor de sistemas prediais, com o objetivo de diminuir o consumo de água, trabalham basicamente sobre o controle da vazão de componentes hidráulicos e sobre o tempo de utilização dos mesmos. Os componentes de nova geração têm sido desenvolvidos e otimizados com base na combinação dessas duas variáveis.

Trabalhos estatísticos vêm sendo elaborados com o objetivo de se obterem dados com relação à quantidade de água empregada em unidades habitacionais, por meio de análises confiáveis, levando-se em conta a duração dos banhos, a temperatura normalmente escolhida, a frequência da utilização de bacias sanitárias, lavadoras de roupa/louça e demais equipamentos residenciais que precisam de água para seu desempenho. Também é levado em consideração o nível social das habitações e o número de pontos de utilização nas unidades. Através de pesquisas, têm sido desenvolvidas novas bacias sanitárias cujo consumo de água é, relativamente aos usuais, significativamente inferior (sistema a vácuo, sistema dual etc.), novas torneiras, arejadores e registros reguladores de vazão, utilizados em lavatórios e pias de cozinha (peças com controle de vazão e melhor distribuição de água), chuveiros (restritores de vazão) e mictórios (válvulas com temporizador de descarga), dentre outros.

Nesta linha de pesquisa citam-se os trabalhos desenvolvidos por GONÇALVES (1986); KONEN (1980) e KONEN (1993).

Outra linha de pesquisa de interesse para a racionalização é a reutilização da água para descarga de bacias sanitárias e para irrigação. Registram-se experiências de áreas residenciais em que as águas pluviais são coletadas através de sistemas bastante simplificados e armazenadas para posterior utilização. Estas medidas, entretanto, não integram de forma sistemática as ações previstas no âmbito do PNCD. Eventualmente poderão ser consideradas em casos excepcionais.

Uma medida inibitória do desperdício no uso da água é a manutenção de uma micromedição associada à cobrança de volume por unidade habitacional (aplicada a condomínios), que apontam valores de redução na ordem de 40%, explicada por um esforço dos usuários na conservação das instalações, nos reparos em vazamentos e na alteração de hábitos, tal como a torneira permanentemente aberta durante a lavagem de louças.

Outro fator importante na conservação de água é o controle de perdas por vazamentos. Os vazamentos mais significativos ocorrem, comumente, em caixas ou válvulas de descarga, torneiras de bóia, torneiras, registros de pressão e tubulações em geral, sendo necessários detecção e reparos dos mesmos.

Uma abordagem econômica relativa à redução de consumos prediais pode ser vista no DTA B1. Este DTA compõe-se de dois estudos: um que aborda os limites e potencialidades da tarifa como instrumento de controle da demanda, e outro que analisa a viabilidade econômica de medidas de contenção do consumo, do ponto de vista do usuário.

2.1 Tecnologia de Processos Aplicada ao Uso Racional da Água

Como resultado de ação conjunta de órgãos governamentais, institutos de pesquisas e indústrias fornecedoras da construção civil, têm-se obtido novos processos, produtos e componentes de sistemas hidráulicos prediais, destinados à racionalização do uso da água.

Muitas soluções têm sido implementadas e apesar de serem direcionadas aos respectivos mercados, poderiam ser adaptadas para uso em outros países, incluindo o Brasil.

2.1.1. Sistema predial de esgoto a vácuo

Considerando-se que a redução de vazões no sistema de esgoto sanitário, decorrente de volumes de descarga de bacias sanitárias inferiores a 6 litros provocam problemas de auto-limpeza em coletores prediais devido a menor altura de lâmina d'água, bem como a geração reduzida de ondas, responsáveis pelo transporte de sólidos, vários sistemas de esgoto foram desenvolvidos para tais situações, conforme apresentados a seguir. Ressalta-se que a adoção indiscriminada de sistemas prediais de consumo reduzido de água sem uma prévia análise global - sistema predial e sistema público - podem ocasionar o mesmo problema nos sistemas públicos de esgotos sanitários.

Tendo-se em vista a necessidade de verificar o comportamento do sistema de esgoto sanitário como consequência da redução da demanda de água no sistema hidráulico alguns trabalhos foram desenvolvidos, dentre eles citam-se SWAFFIELD (1993), OLIVEIRA (1991) e SANTOS (1998).

Um sistema bastante utilizado nos EUA desde 1973 é o de descargas a vácuo, o qual pode ser subdividido em três tipos básicos:

- ⇒ sistema de bomba a vácuo/ tanque a vácuo;
- ⇒ sistema de coluna a vácuo; e
- ⇒ sistema ejetor de esgotos/tanque atmosférico.

Cada um dos sistemas possui suas particularidades e fornecem benefícios dependendo do tipo de aplicação, conforme ilustram as figuras 2 a 4.

O uso do sistema de bacias a vácuo proporciona benefícios como: redução de água/volume de esgoto; redução de água/cargas mensais de esgoto e redução dos custos das tubulações de água (menores diâmetros).

2.1.1.1. Sistema de bomba de vácuo/tanque de vácuo

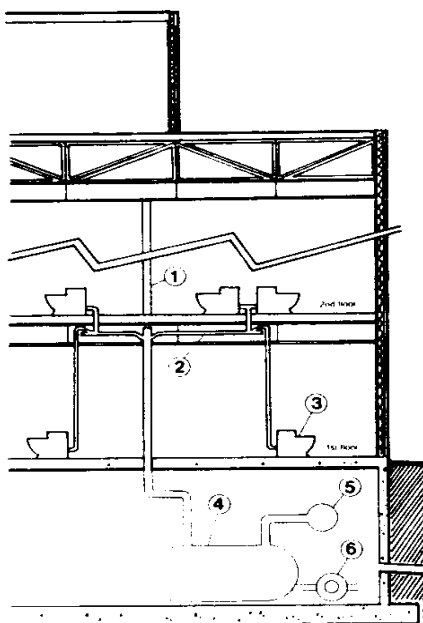


Figura 2 – Croquis de instalação com bomba e tanque de vácuo.

Este é o primeiro e mais básico sistema a vácuo. Neste sistema (1) é chamado de coluna elevatória de vácuo e é utilizada usualmente com diâmetro de 50mm podendo alcançar 75mm em sistemas onde o número de bacias conectadas é bastante elevado. Geralmente pode-se conectar acima de 80 bacias em uma coluna elevatória de 50mm. A linha de 38mm (2) de cada bacia sanitária é conectada lateralmente à coluna vertical (1) elevatória de vácuo, sendo a última conectada ao tanque de vácuo que tem duas funções básicas:

- ⇒ coletar os dejetos provenientes das bacias componentes dos sistema; e
- ⇒ prover reserva de vácuo.

Aproximadamente 50% do tanque é destinado à reserva de esgoto e 50% à reserva de vácuo. Quando o vácuo diminui a bomba de vácuo (5) é acionada automaticamente restabelecendo o sistema.

Quando o esgoto coletado pelo tanque de vácuo atinge determinado nível (estabelecido e verificado por controles flutuadores), o esgoto é automaticamente descarregado através de bombas de esgoto (6).

2.1.1.2. Sistema de coluna de vácuo

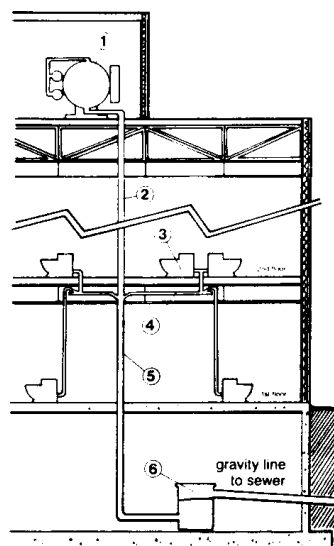


Figura 3 – Croquis de instalação com coluna de vácuo.

Este sistema é uma variação do sistema apresentado no item 2.1.1.1 em que o tanque de vácuo (1) está localizado no topo da coluna (2) enquanto no primeiro o tanque de vácuo está localizado na base da coluna de vácuo. O vácuo através do sistema é mantido por uma coluna de esgoto barométrica (5) localizada a uma altura de aproximadamente 6m. Uma caixa de esgoto (6) é instalada no pavimento mais inferior. Não existe bombas de esgoto para descarga da caixa de armazenagem do mesmo para fora do edifício sendo este sistema excelente para locais onde a elevação entre a caixa de esgoto do edifício e a rede de esgoto da rua sejam apropriadas.

2.1.1.3. Ejetor de esgoto/ tanque atmosférico

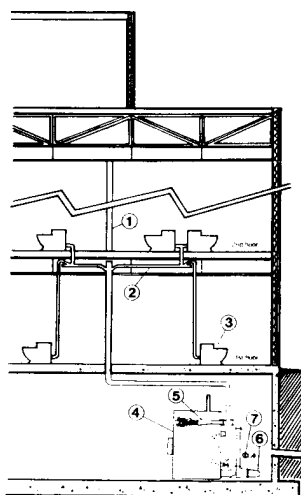


Figura 4 – Croquis de instalação com ejetor e tanque atmosférico.

Esse terceiro sistema consiste em um dos mais inovadores sistemas de ejetores de esgoto. Similar ao sistema apresentado no item b), utiliza uma coluna elevatória a vácuo (1) com 50mm, para mais de oitenta bacias e, 75mm para sistemas maiores. Um tanque atmosférico (4) é localizado no piso inferior e tem como função ser o ponto central de captação de todo esgoto das bacias sanitárias (geralmente deve ser utilizada uma estação de elevação de esgoto para sua remoção). O ejetor de esgoto (5) localiza-se dentro do tanque e o vácuo é gerado através de uma bomba recirculadora (6) que remove o esgoto através do ejetor e retorna ao tanque.

Quando o nível predeterminado de esgoto no tanque é atingido, uma válvula de descarga (7) é aberta e parcela do esgoto despejada no sistema coletor geral. Quando o nível de esgoto abaixa e atinge um nível predeterminado, equipamentos de flutuação emitem sinais fazendo com que a válvula se feche.

2.1.2 Sistemas de sifonagem para bacias sanitárias e rede de esgotos

Tendo como preocupação o desempenho ideal do fluxo de esgoto nas tubulações prediais com a adoção de equipamentos sanitários que utilizem volume de água reduzido (bacias sanitárias de 3,0 litros a 3,5 litros), OLSSON (1985) estudou comportamentos do esgoto nos sistemas prediais, gerando novos processos e equipamentos sanitários patenteados pela Gustavsberg.

2.1.2.1. Bacias sanitárias com membranas reticuladas

Este tipo de bacia possui uma membrana reticulada que tem como finalidade produzir um fluxo mais intenso, aumentando a velocidade de esgoto na tubulação, evitando a sedimentação de sólidos. As figuras 5 a 7 ilustram a três fases do sistema.

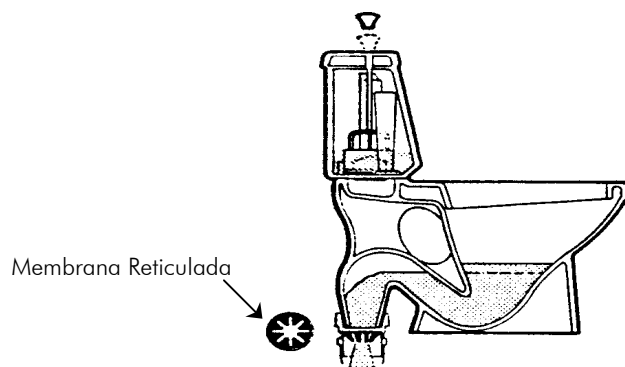


Figura 5 – 1ª fase: ação de estrangulamento da tubulação de saída do sifão.

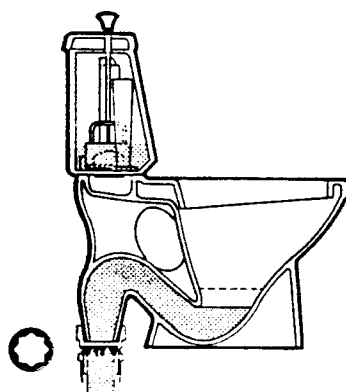


Figura 6 – 2ª fase: descarga com efeito de sifonagem acentuada.

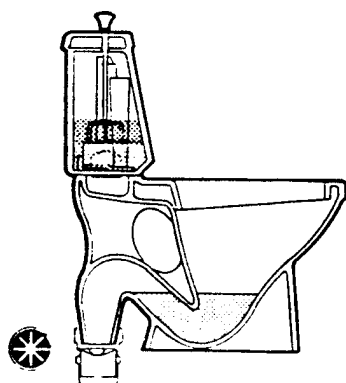


Figura 7 – 3ª fase: restabelecimento da membrana reticulada e formação do selo hídrico.

2.1.2.2. Sistema de sifão central para rede de esgotos

Este tipo de sifão tem capacidade para aproximadamente 20 litros de esgoto sanitário. Quando são ejetados volumes extras ocorre o efeito de sifonamento, expurgando o esgoto armazenado para a rede pública, realizando uma auto-limpeza na tubulação de esgoto predial.

As figuras 8 a 10 ilustram os princípios de funcionamento do sistema.

1ª fase: o esgoto dos aparelhos sanitários (bacias, chuveiros, banheiras, pias e lavatórios) são coletados e conduzidos para o sifão central, extravasando o nível (a) indicado.

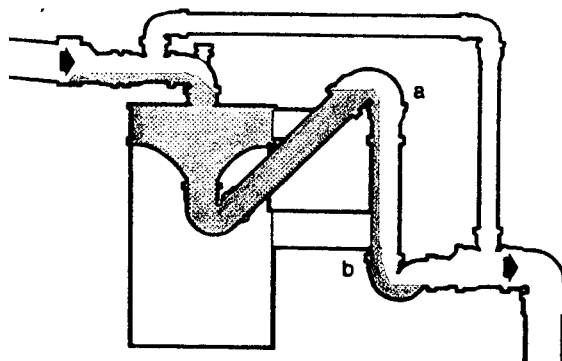


Figura 8 – Esquema de funcionamento da 1ª fase.

2ª fase: com uma próxima descarga um vácuo parcial é gerado na tubulação vertical, em conjunto com um preenchimento de água em b). À medida que o esgoto vai sendo acrescentado, o sifão (b) entra em ação desencadeando o sifonamento geral, expurgando todo o esgoto do sifão central.

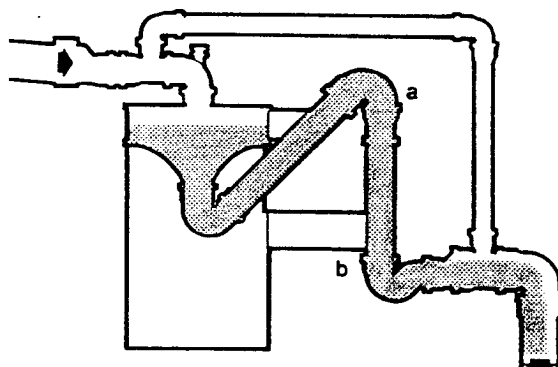


Figura 9 – Esquema de funcionamento da 2ª fase.

3ª fase: o sifão central apresenta-se vazio para um próximo ciclo.

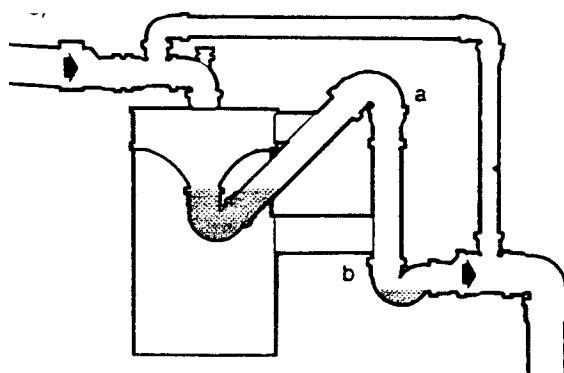


Figura 10 – Esquema de funcionamento da 3ª fase.

2.1.3 Vazamentos no sistema hidráulico predial

Alguns procedimentos para controle de vazamentos devem ser adotados, visto que os mesmos são significativos fatores de aumento do consumo de água.

Apresentamos a seguir alguns procedimentos relacionados aos vazamentos mais frequentes dentre os diversos dispositivos hidráulicos.

Vazamentos em caixas ou válvulas de descarga: dependendo da magnitude do vazamento nos dispositivos que alimentam as bacias sanitárias, o mesmo pode ser considerado invisível para o usuário, porém se não houver reparo ao longo do tempo o volume de água consumido atingirá valores significativos. A concessionária da região metropolitana de São Paulo tem orientado a população a identificar tais vazamentos através da realização de teste da cinza do cigarro, teste do papel higiênico, dentre outros.

Vazamento nas válvulas de admissão de caixa de descarga e reservatório: o vazamento nessas válvulas pode, em determinado momento, atingir o extravasor. O extravasor, na caixa de descarga, geralmente está conectado diretamente à bacia e, em reservatórios domiciliares, junto ao piso do box ou mesmo sobre o telhado. Desse modo, o vazamento pode ocorrer durante um grande período antes que seja detectado, ocasionando um aumento no consumo de água.

Como solução, sugere-se que os extravasores dos reservatórios prediais situem-se em locais de passagem, de modo a alertar o usuário. No caso das válvulas de admissão de caixa de descarga, identificar tais vazamentos através da realização do teste do corante.

Vazamento em tubulações de sistemas hidráulicos: tais vazamentos surgem, geralmente, nas junções, podendo também ocorrer nas fissuras ao longo das próprias tubulações. Portanto recomenda-se que, nas construções em geral, antes da aplicação do revestimento sobre as alvenarias, seja realizado o teste de estanqueidade através da pressurização da rede. O usuário sempre deve estar alerta à formação de manchas, bolhas e bolor nos revestimentos de paredes que contenham tubulações embutidas, pois tais eventos podem caracterizar a existência de vazamentos, devendo ser reparados com rapidez, evitando-se um aumento do consumo de água e danos à edificação.

Com o objetivo de detectar vazamentos GONÇALVES & OLIVEIRA (1998) desenvolveram metodologia para a detecção de vazamentos não visíveis. Alguns dos métodos propostos são a seguir citados:

- teste do hidrômetro – utilizado em alimentador predial;
- teste da sucção - utilizado em alimentador predial, quando da dificuldade de acesso ao reservatório;
- teste do reservatório – utilizado para a verificação de infiltração no reservatório;
- teste do corante – utilizado em bacias sanitárias;
- geofonia eletrônica, haste de escuta e correlação de ruídos para a detecção de vazamento em sistema hidráulico, sendo necessária uma pressão hidráulica mínima no sistema de 103 KPa.

Como exemplo da utilização desta metodologia e da importância da detecção e correção de vazamentos nos sistemas prediais apresentam-se a seguir os resultados de um estudo de caso realizado no sistema hidráulico da EEPSPG Fernão Dias Paes, localizada à Av. Pedroso de Moraes, 420 – São Paulo e apresentado em EPUSP (1998). A detecção e correção de vazamentos nesta escola ocorreu no período de novembro e dezembro/97.

Após a correção dos vazamentos, nos sistemas hidráulicos externo e interno da E.E.P.S.G. Fernão Dias Paes, observou-se uma redução no consumo de água de, aproximadamente, 92% em relação ao consumo médio mensal de ago/96 a out/97, ou seja, uma economia média mensal de 3.832 m³, conforme mostrado na tabela 1 e nos gráficos das figuras 11 e 12.

Tabela 1 - Consumo mensal de água da E.E.P.S.G. Fernão Dias Paes no período de agosto/96 a outubro/98.

Mês	Consumo (m ³)		
	1996	1997	1998
Jan		4.232	120
Fev		4.232	176
Mar		4.130	274
Abr		4.130	514
Mai		4.501	302
Jun		3.987	176
Jul		3.922	127
Ago	3.869	4.130	242
Set	3.764	3.928	280
Out	4.315	3.769	232
Nov	4.130	519	---
Dez	4.510	135	---
TOTAL	20.588	41.615	2.443
MÉDIA	4.118	3.468	244

Nota: Novembro/97 foi o primeiro mês após a correção dos vazamentos

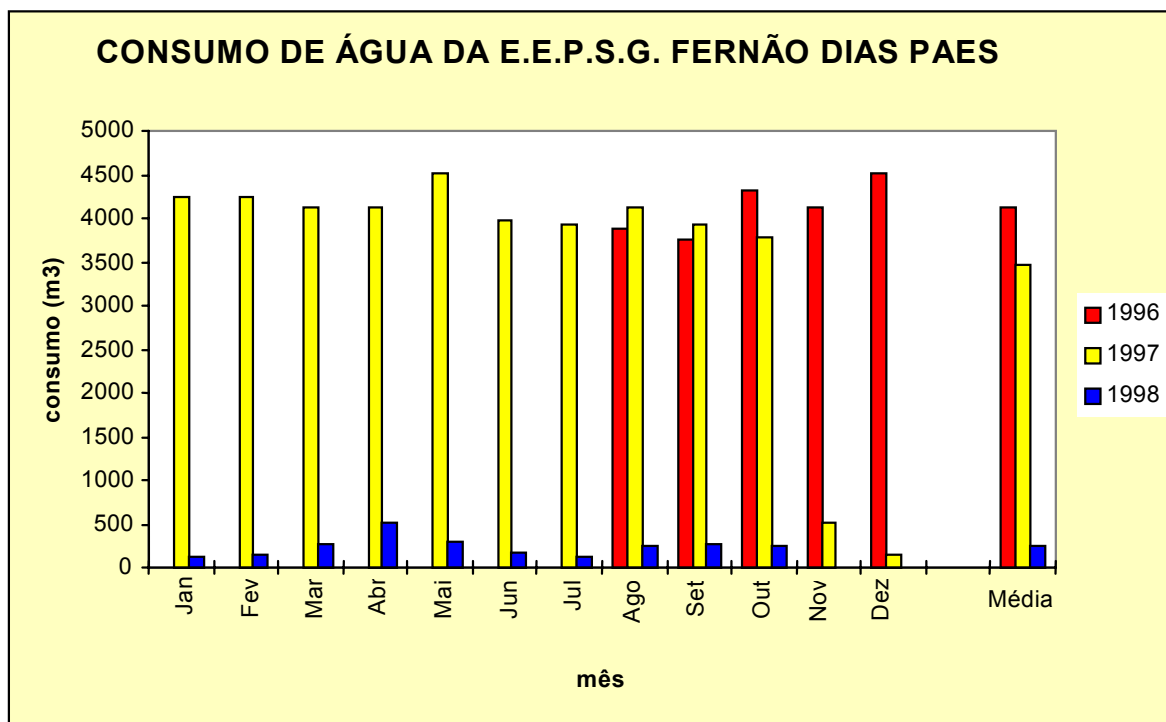


Figura 11 - Consumo mensal de água da E.E.P.S.G. Fernão Dias Paes no de agosto/96 a outubro/98.

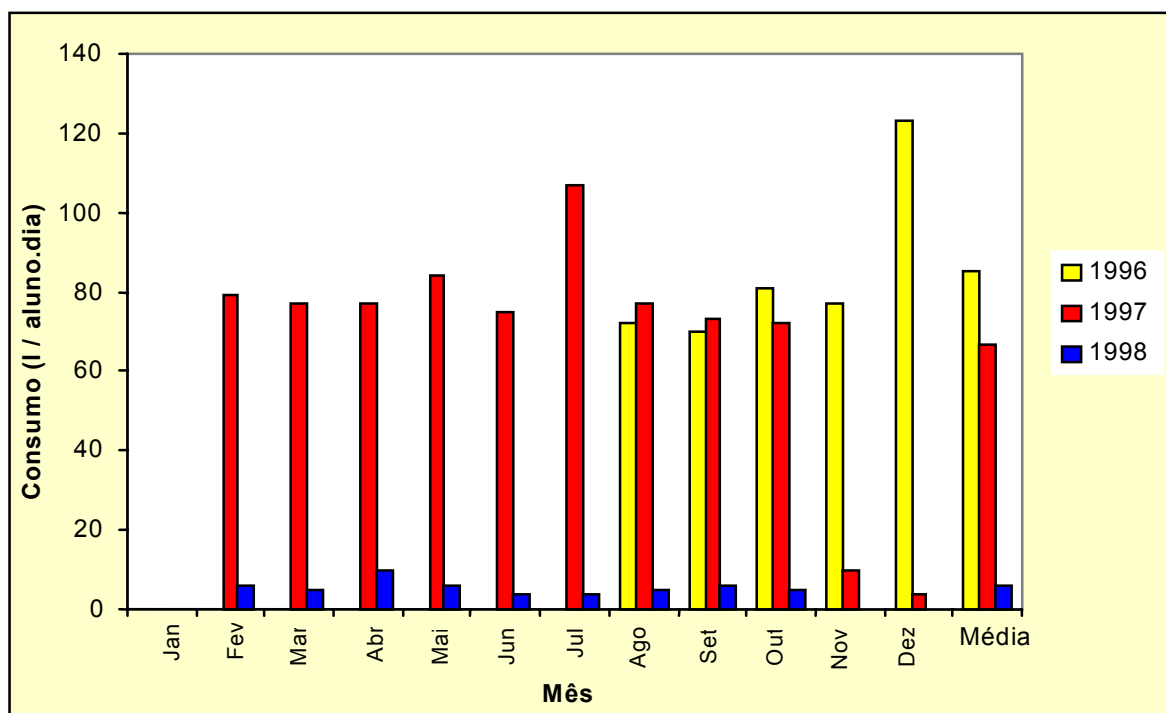


Figura 12 – Consumo diário por aluno da E.E.P.S.G. Fernão Dias Paes no período de agosto/96 a outubro/98.

Considerando-se o consumo médio mensal após o início da correção de vazamentos, de 276 m³ (valor médio dos consumos mensais de nov/97, dez/97, fev/98 e mar/98) e o número de alunos de 2.445, obtém-se um consumo diário “per capita” de 6 l/aluno/dia, considerando-se 22 dias mensais. Este valor representa uma redução de aproximadamente 92% do consumo médio “per capita” de agosto/96 a outubro/97, que foi de 77 l/aluno/dia.

2.2 Tecnologia de Produtos Aplicada ao Uso Racional da Água

Buscando soluções técnicas para reduzir o consumo de água e evitar os desperdícios, muitas empresas em todo o mundo pesquisam novos sistemas e produtos que se tornam cada vez mais eficientes. Apresentam-se, neste item, os principais tipos de produtos destinados à racionalização do uso da água nos edifícios. No DTA F2 podem ser vistas as fichas técnicas padronizadas de diversos desses produtos, disponíveis no mercado nacional e internacional.

2.2.1. Bacias sanitárias e dispositivos de descarga

Atualmente, no Brasil, alguns fabricantes de louça sanitária estão em fase de aperfeiçoamento e/ou início da comercialização de bacias com caixa acoplada com capacidade para 6 litros. Outros produzem e comercializam bacias VDR para serem utilizadas em conjunto com caixas de descarga com volume reduzido (6 litros), fixada na parede.

Normalmente comercializadas em países da Europa e nos EUA, as bacias de volume de descarga reduzido (VDR) são conjuntos de bacia sanitária com caixa acoplada que trabalha com volume reduzido de água por descarga, o qual varia de fabricante para fabricante e de país ou região, mas cujos valores estão em torno de 9 a 6 litros nos EUA e entre 9 e 3 litros na Europa.

Na BATIMAT-95, foi apresentada uma bacia com caixa acoplada com capacidade para 3 litros, sendo a água descarregada a grande velocidade, em movimento circular, na forma de ciclone, que passa por um sifão de curvas alongadas, eliminando resistências.

2.2.1.1. Flushmate

Trata-se de uma bacia com caixa acoplada e cujo reservatório possui uma câmara que utiliza a própria pressão da água para controlar seu volume de água da descarga. A capacidade do tanque é de 6 litros de água por descarga.

O princípio de funcionamento do sistema é um equipamento denominado *flushmeter/ tank*, uma câmara onde a água entra por pressão do próprio sistema de abastecimento local e comprime o ar chamado de *turbo-charged*. As etapas são as seguintes:

1. o tanque completamente carregado e pronto para ser acionado, pressões da água e do ar iguais;
2. a água da válvula do cartucho descarrega quando o botão de descarga é acionado;
3. a válvula principal abre e o fluxo de água escoar para a bacia;
4. a água escoar em 4 segundos e o dejetor é levado para a tubulação de esgoto. Neste momento, no topo do “turbo-charged”, a válvula de descarga se fecha começando a recarregar novamente.

A figura 13 ilustra o princípio de funcionamento.

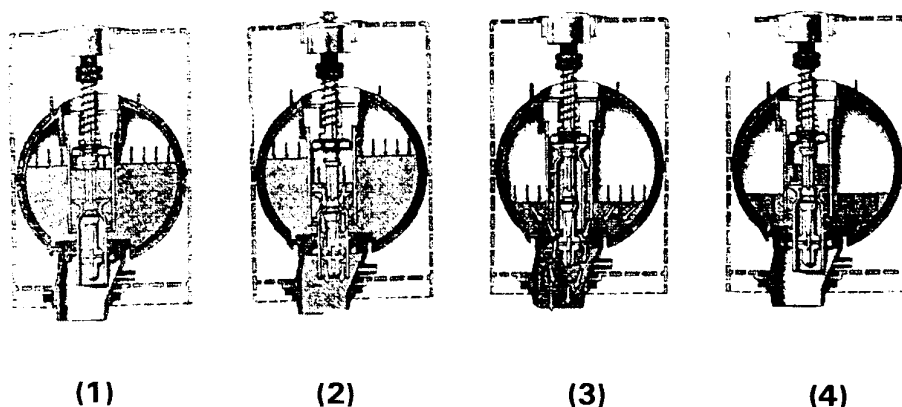


Figura 13 – Flushmate – princípio de funcionamento.

Comparando-se com outros produtos/sistemas que utilizam a gravidade, o *flushmeter* apresenta maior eficiência.

2.2.1.2. Microflush

Este sistema foi desenvolvido principalmente para instalações comerciais e públicas possuindo a capacidade de reduzir, segundo o catálogo do fabricante, até 90% do consumo de água se comparado aos sistemas convencionais. Em uso doméstico, este índice fica em torno de 40%.

O sistema é constituído de 2 fases conforme ilustra a figura 14. Na primeira fase, após o acionamento do botão de descarga, um alçapão se abre automaticamente no fundo da bacia levando o dejetos para uma câmara interna.

Numa segunda etapa, na câmara interna é despejada uma quantidade de água limpa a uma vazão de 19,3 litros/min a 327 KPa, lavando a câmara e eliminando os dejetos para o sistema de esgoto.

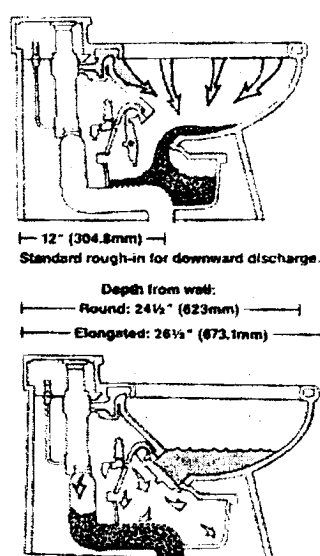


Figura 14 – Microflush – princípio de funcionamento.

O ciclo é de 12 segundos e a capacidade do reservatório de água para a descarga é de 2 litros. Este produto pode ser encontrado em louça sanitária e aço inoxidável.

2.1.1.3. Bacia com caixa acoplada e alimentação lateral

Um dos sistemas largamente utilizado no Japão está ilustrado na figura 15, denominado de caixa do tipo de alimentação pelo fundo. A figura 16 ilustra o tipo com alimentação lateral.

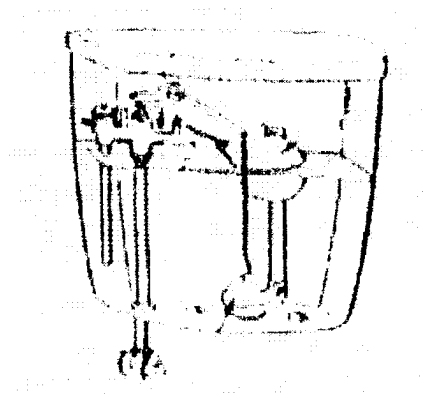


Figura 15 – Caixa acoplada com alimentação pelo fundo.

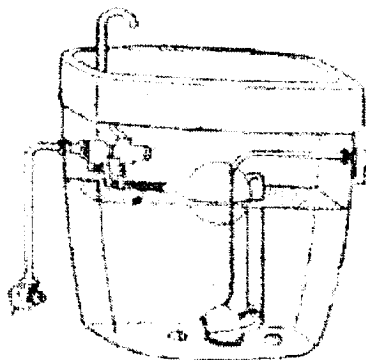


Figura 16 – Caixa acoplada com alimentação lateral.

Na caixa de descarga com alimentação lateral é aplicado um sistema de reutilização de água: a água de alimentação, com a liberação da válvula pela boca, antes de ir à caixa, é jogada por um tubo em um pequeno lavabo montado na própria caixa, para a lavagem das mãos. A água usada cai direto na caixa por um orifício no fundo do lavabo. O benefício direto desse sistema é a utilização da água de alimentação da caixa, para lavagem das mãos, sendo aproveitada na próxima descarga da bacia sanitária.

No Japão este sistema é largamente utilizado em sanitários públicos, por exemplo nas estações de trem, embora haja modelos domésticos. Além da economia de água em reutilização após a lavagem das mãos, este sistema reduz a necessidade de instalação de pias sobressalentes que atenderiam a esta finalidade. Tal solução requer uma análise cuidadosa da concepção de toda instalação, uma vez que implica na mudança de hábito do usuário. Vale ressaltar que, em todos os sistemas, são

importantes os cuidados de manutenção. Devemos estar abertos aos mesmos, em qualquer análise, tanto quanto estamos abertos aos benefícios que o sistema oferece.

2.2.1.4 Bacia com caixa acoplada dual

Esse tipo de componente é projetado de modo a permitir ao usuário a possibilidade de escolha entre dois volumes de água de descarga, um maior, igual ao volume útil da caixa, e outro menor, igual a 50% deste volume, que pode ser utilizado quando houver na bacia somente dejetos líquidos.

O mecanismo de descarga nesse tipo de caixa ocorre integralmente por ação sifônica, sendo a descarga com volume reduzido acionada por dispositivo que permite a entrada de ar, o que interrompe a sifonagem. Esse sistema impede ainda que ocorram vazamentos pela saída da caixa quando esta não estiver sendo utilizada. O conjunto de bacia com caixa acoplada dual pode ser encontrado com volume de 9 litros, e capacidade diferenciada de descarga de 4,5 litros, e com volume de 6 litros, sendo a capacidade reduzida de 3 litros, como é o caso do produto comercializado por empresas francesas.

2.2.2 Torneiras de lavatórios e cozinhas

A utilização de pequenos artefatos adaptados a torneiras, têm como finalidade uma melhor distribuição do jato de água. Além da uniformização deste, tais peças agem como reguladoras de vazão e redutoras de pressão principalmente em locais destinados a lavagens com manuseio das peças, como, por exemplo, cozinhas e lavabos (já não fazem sentido em torneiras de jardim ou de máquinas de lavar). Tais peças podem significar economia de água, pois permitem um melhor controle de vazão e uma melhor distribuição de água. Efeitos hídricos com peças na forma de turbina aumentam a aceitação das mesmas.

A instalação de telas e filtros tem efeito semelhante. Ambos necessitam apenas de cuidados de limpeza.

Pode-se encontrar no mercado diversos tipos e modelos de torneiras destinadas à higiene pessoal, inclusive as torneiras misturadoras com monocomando. O funcionamento básico de todas é semelhante.

Do ponto de vista da conservação da água, nessas torneiras o que interessa é a forma do jato, sua vazão e o tempo de duração do uso.

Nesse sentido, é importante que às torneiras sejam incorporados dispositivos que controlem a dispersão do jato e reduzam a vazão e o tempo de duração do uso a um valor mínimo.

Para controlar a dispersão do jato e reduzir a vazão, existem dispositivos desenvolvidos com esta finalidade, tais como o arejador, o pulverizador (*spray-tap*), o atomizador (*atomised spray*) e o prolongador.

Descreve-se, a seguir, cada um dos quatro tipos de dispositivos e sua aplicação:

a) Arejador

É um dispositivo fixado na saída da torneira, que reduz a seção da passagem da água, por meio de peças perfuradas ou telas finas, e que possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento da água.

O arejador funciona como controlador da dispersão do jato e como elemento de perda de carga, reduzindo a vazão.

Os arejadores diminuem cerca de 50% o jato das torneiras, resultando em vazões entre 0,13 l/s e 0,76 l/s. Podem ser encontrados no mercado novos arejadores que reduzem a vazão a aproximadamente 0,05 l/s para pressões de alimentação entre 140 KPa e 640 KPa.

Este dispositivo é também encontrado no mercado nacional com dupla função: arejador e chuveirinho destinado a torneiras de pias.

b) Pulverizador

O pulverizador é também um dispositivo fixado na saída da torneira, porém não tem orifícios laterais para a introdução de ar. Ele transforma o jato de água em um feixe de pequenos jatos semelhante a um chuveirinho.

Os pulverizadores reduzem a vazão para valores entre 0,06 l/s a 0,12 l/s, podendo chegar até a 0,03 l/s.

c) Atomizador

Geralmente utilizado em edifícios públicos e comerciais, o atomizador fornece uma vazão da ordem de 0,01 l/s com pressão de alimentação de 350 KPa.

d) Prolongador

Prolongamentos, desde que bem projetados, também podem representar economia de água, aproximando e direcionando melhor o jato ao objeto a ser lavado. Os cuidados principais devem ser tomados com a correta vedação da conexão à torneira. A figura 17 ilustra torneiras equipadas com prolongadores.

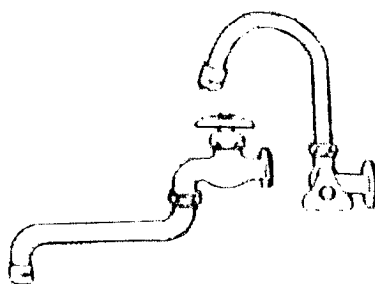


Figura 17 - Torneiras equipadas com prolongadores.

2.2.3 Torneiras acionadas por sensor infravermelho

Nesse caso, a torneira é dotada de sensor infravermelho, o qual funciona com um conjunto de emissor e receptor. O receptor detecta a reflexão emitida pelo anteparo colocado à frente – as mãos e aciona a válvula solenóide que libera a água para o uso. O fluxo cessa quando as mãos são retiradas do campo de ação do sensor.

O sensor infravermelho pode estar localizado na própria torneira ou logo acima, na parede.

O sistema é alimentado por transformador de baixa voltagem (24V). Alguns modelos são dotados de baterias auxiliares que são acionadas quando falta energia.

O sistema controla o tempo de uso da água, evitando assim o desperdício. A figura 18 ilustra uma torneira acionada por infravermelho.



Figura 18- Torneira acionada por infravermelho.

2.2.4 Torneiras com tempo de fluxo determinado

Esse tipo de torneira é dotado de um dispositivo mecânico que, uma vez acionado, libera o fluxo de água, fechando-se automaticamente após um tempo determinado.

Geralmente, encontram-se no mercado essas torneiras dotadas de arejador, melhorando ainda mais o seu desempenho em relação à economia de água. A figura 19 ilustra uma torneira com tempo de fluxo determinado.

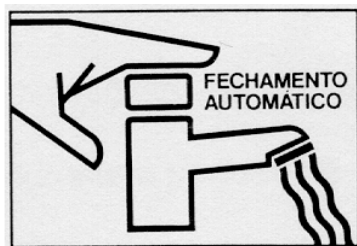


Figura 19 -Torneira com tempo de fluxo determinado.

Encontram-se também no mercado nacional este tipo de torneira também para deficientes físicos.

2.2.5 Mictórios

Mesmo sendo utilizados em usos restritos (áreas de lazer, edifícios comerciais, de escritórios, públicos, etc.) podem ser responsáveis por uma significativa parcela de água desperdiçada.

Os mictórios podem ser divididos em dois grupos: individuais e coletivos, sendo o primeiro geralmente fabricado em louça sanitária, com pedestal ou suspenso, e o segundo feito em chapa de aço ou alvenaria, constituído por uma calha coletora, podendo ser utilizado simultaneamente por várias pessoas.

Para o controle de suprimento de água dos mictórios, geralmente são utilizados registro de pressão, instalado na tubulação para controlar a água que vai para um único mictório ou para um grupo; e válvula de descarga de ciclo variável, podendo ser de grande porte ou de uso específico para a

limpeza de um único mictório. Alternativamente à válvula, pode ser usada a caixa de descarga com funcionamento periódico e automático, instalada para um ou mais mictórios.

Nos mictórios com registro de pressão sem vazão contínua ou com válvula de descarga, o consumo é difícil de ser controlado, pois depende do comportamento do usuário. Para verificação do consumo são necessárias medições de campo para a obtenção de dados adequados.

As caixas de descarga de funcionamento periódico e automático, por serem acionadas através de níveis de água preestabelecidos, e serem alimentadas por válvulas de pressão com ajuste de vazão, resolvem os problemas acima citados. Contudo, deve-se destacar funcionários para a abertura e o fechamento do sistema nos horários de uso e não-uso dos edifícios, a menos que a alimentação seja dotada de solenóide e temporizador, programáveis para os períodos de ociosidade de usuários (noturno e finais de semana).

Atualmente, o mercado dispõe de dispositivos e sensores que acionam a descarga automaticamente. Estes podem ser do tipo mecânico de pressão, similares aos utilizados em torneiras, que após seu acionamento, permitem a vazão da água por um determinado tempo, fechando-se a seguir. Encontram-se também no mercado nacional mictório com válvula de acionamento por pé.

Os sensores infravermelhos são também utilizados para o acionamento automático da descarga, que é acionada quando o usuário deixa seu campo de ação.

Mais recentemente, foi lançado (BATIMAT-95) um mictório que aciona a descarga automaticamente de 15 a 20 segundos após a sua utilização, através de um sensor que capta a acidez da urina no sifão.

2.2.6 Chuveiros

Uma alternativa para a redução do consumo de água nos chuveiros, sejam eles de aquecimento integrado ou não, são dispositivos limitadores de vazão, instalados a montante do chuveiro, que, a partir de certa pressão, estrangulam progressivamente a seção da passagem de água, de modo a limitar a vazão em um determinado volume.

2.3 Tecnologia de Instrumentação

A utilização dos recursos oferecidos pela instrumentação pode ser muito útil para definir com maior precisão o impacto obtido pelo uso de aparelhos de reduzido consumo de água. Com a instrumentação é possível a avaliação tanto do comportamento do usuário com relação ao ambiente sanitário, quanto do desempenho cotidiano das louças e metais sanitários desenvolvidos para operarem com volumes reduzidos de água.

Para a aplicação de modelos estatísticos, faz-se necessário um correto levantamento de dados representativos do comportamento dos usuários, bem como dos equipamentos sanitários disponíveis no ambiente. Através deles, é possível a obtenção de parâmetros de projeto que, quando aplicados ao modelo, geram resultados, definindo um dimensionamento ideal do sistema hidráulico a ser executado.

A instrumentação depende do tipo do equipamento sanitário a ser analisado. Para a determinação do intervalo de tempo entre descargas e a duração das mesmas, KORN (1995) sugere que na instrumentação de bacias sanitárias sejam utilizados contadores de descarga, que têm como função básica a totalização do número de descargas ocorridas durante a medição.

KIYA (1979) utilizou um transdutor de pressão no fundo de um reservatório, o qual coletava continuamente a variação da altura da lâmina d'água, possibilitando a determinação do consumo de água pelos aparelhos abastecidos pelo reservatório.

HOLMBERG & OLSSON (1979) monitoraram o consumo diário de água de vinte apartamentos, através da instalação de sensores de fluxo, de pressão e de temperatura e, ainda, de hidrômetros instrumentados nos pontos de utilização. Os sensores foram conectados a um equipamento de aquisição de dados, o qual registrava os eventos em um disquete para posterior análise. Esses dados possibilitaram a elaboração de gráficos da distribuição do consumo diário de água dos apartamentos em estudo.

MURAKAWA (1985) monitorou o consumo de água em dois edifícios de apartamentos instalando sensores de presença nos aparelhos sanitários, sensores de fluxo com a função de medir a vazão, e hidrômetros instrumentados, conectados a um registrador – armazenador de dados. Após a análise dos dados foram gerados gráficos da variação do consumo médio de água por hora e por tipo de aparelho sanitário.

Podem, também, ser empregados medidores de nível aplicados no interior da caixa de descarga ou mesmo um *microswitch* instalado no sistema de acionamento da descarga, como, por exemplo, um equipamento utilizado em larga escala, o *datalogger*, capaz de registrar o tempo de ocorrência de determinado evento, bem como os valores de variáveis associadas a esse evento, no mesmo instante. Os dados recebidos pelo *datalogger* podem ser transferidos para um microcomputador para posterior processamento.

A avaliação do desempenho de louças e metais sanitários desenvolvidos para usar racionalmente a água pode ser realizada através da averiguação dos dados de campo referentes a diversas variáveis de interesse.

Nesse sentido, a instrumentação dos sistemas prediais de água fria possibilita a obtenção de diversos dados relativos a pressão, vazão, temperatura, velocidade, dentre outros, do escoamento. A aquisição efetiva de tais dados pode ser concretizada através do gerenciamento de sistemas de instrumentação e automação. Estes são compostos por unidades gerenciadoras, diversas delas remotas, e sensores, condicionadores de sinais, placas de aquisição de dados e de interface, um programa (*software*) de monitoramento, microcomputador, dentre outros equipamentos. A tipologia de sensores disponíveis no mercado é extensa, como os transdutores de pressão, hidrômetros, termopares, etc.

Os transdutores de pressão, por exemplo, têm a finalidade de converter a magnitude das pressões hidráulicas, desenvolvidas no interior das tubulações, em sinais elétricos. Estes são recebidos por condicionadores de sinais, os quais estão acoplados à placa de aquisição de dados. A partir desta placa e através de uma placa de interface, os sinais são transmitidos a um microcomputador no qual está instalado um programa específico de monitoramento de dados. Esse programa é compatível com diversas planilhas eletrônicas disponíveis no mercado, as quais viabilizam os tratamentos estatísticos necessários.

O comportamento do usuário pode ser avaliado através da definição dos intervalos de tempo entre descarga e duração das mesmas, para cada aparelho sanitário. A averiguação da taxa de chegada do usuário no ambiente sanitário também é possível ser estabelecida. Esse conjunto de dados, uma vez coletados, torna aplicáveis os métodos probabilísticos e a teoria das filas para a obtenção da vazão de projeto.

3. ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

3.1 Avaliação das Tecnologias de Processos

A tabela 2 apresenta uma avaliação das tecnologias de processo abordadas no presente trabalho. Tal avaliação foi concebida levando-se em consideração os seguintes fatores (tendo como referência as condições brasileiras):

- ⇒ procedência: país com domínio tecnológico efetivo do processo;
- ⇒ nível tecnológico: complexidade e inovação tecnológicas do processo;
- ⇒ impacto cultural: influência nos hábitos dos usuários;
- ⇒ dificuldade de implantação: referente ao grau de dificuldade de elaboração do projeto e da instalação do sistema;
- ⇒ dificuldade de operação: dificuldade na operação pelos usuários;
- ⇒ dificuldade de manutenção: necessidade de manutenção periódica com mão-de-obra especializada;
- ⇒ atuação: parâmetros atuantes, como medidas de redução do volume consumido (vazão, tempo de utilização e reuso da água);
- ⇒ grau de influência sobre o sistema predial hidráulico: necessidade de alterações do sistema hidráulico para adequação ao processo aplicado;
- ⇒ grau de influência sobre os demais sistemas prediais: necessidade de acréscimo e utilização de outros sistemas prediais; e
- ⇒ consumo médio: valores obtidos em pesquisas.

Tabela 2 - Avaliação das tecnologias de processo.

<div> <div>Processo</div> <div>Fatores Considerados</div> </div>	Sistema a Vácuo				Sistema Gustavsberg	
	Bomba de vácuo/ Tanque de vácuo	Coluna de vácuo	Ejetor de esgoto/ Tanque atmosférico	Misto: vácuo/ Grey Water	Membrana reticulada	Sifão central
Procedência	Europa EUA	Europa EUA	Europa EUA	Europa EUA	Suécia	Suécia
Nível tecnológico	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo
Impacto cultural	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Dificuldade de implantação em edifícios existentes	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo
Dificuldade de operação	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Dificuldade de manutenção	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
Atuação na vazão (q), no tempo (t) ou no reúso (r)	q,t	q,t	q,t	q,t,r	q	q
Grau de influência no sistema predial hidráulico a construir	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
Grau de influência no sistema predial hidráulico existente	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo
Grau de influência nos demais sistemas prediais	Alto	Alto	Alto	Alto	---	---
Consumo médio de água (litros/descarga)	1,2	1,2	1,2	1,2	3,0 a 3,5	requer estudo

3.2 Avaliação das Tecnologias de Produtos

Nas tabelas 3 a 5, a avaliação considera os mesmos fatores citados em 3.1, exceto os relativos ao grau de influência.

Tabela 3 - Avaliação de tecnologias de produtos: bacias sanitárias.

<div> <div>Produto</div> <div>Fatores Considerados</div> </div>	Bacia VDR (3 litros)	Bacia VDR (6 litros)	Flushmate	Microflush	Bacia c/ caixa de descarga de alimentação lateral com lavabo	Bacia com caixa de descarga dual
Procedência	Suécia França	Brasil EUA Europa Japão	EUA	EUA	Japão	Europa* Japão EUA
Nível tecnológico	Alto	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Médio
Impacto cultural	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Dificuldade de implantação em edifícios a construir	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Dificuldade de implantação em edifícios existentes	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Dificuldade de operação	---	---	---	---	Baixo	Baixo
Dificuldade de manutenção	Baixo	Baixo	Médio	Médio	Baixo	Baixo
Atuação na vazão (q), no tempo (t) ou no reúso (r)	q,t	q,t	q,t	q,t	r	q
Consumo médio de água (litros/des-carga)	3,0	6,0	6,0	2,0	requer estudo	4,5/3,0

* Não permitida no Reino Unido.

Tabela 4 - Avaliação de tecnologias de produtos: torneiras.

Produto Fatores Considerados	Torneira com arejador	Torneira com pulverizador	Torneira com atomizador	Torneira acionada por sensor infravermelho	Torneira de fluxo determinado
Procedência	Brasil EUA Europa Japão	Brasil EUA Europa Japão	Brasil EUA Europa Japão	Brasil EUA Europa Japão	Brasil EUA Europa Japão
Nível tecnológico	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Impacto cultural	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Dificuldade de implantação em edifícios a construir	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Dificuldade de implantação em edifícios existentes	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Dificuldade de operação	---	---	---	Baixo	Baixo
Dificuldade de manutenção	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Atuação na vazão (q), no tempo (t) ou no reúso (r)	q	q	q	t	t
Vazão média de água litros/descarga	0,13 a 0,76	0,13 a 0,76	0,13 a 0,76	0,2 a 1,4	0,2 a 1,4

Tabela 5 - Avaliação de tecnologias de produtos: mictórios.

Produto Fatores Considerados	Mictório com válvula de fluxo determinado	Mictório com descarga temporizada	Mictório com descarga acionada por sensor infravermelho	Mictório com descarga acionada por sensor de acidez de urina
Procedência	Brasil EUA Europa Japão	Brasil EUA Europa Japão	EUA Europa Japão	França
Nível tecnológico	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Impacto cultural	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Dificuldade de implantação em edifícios a construir	Baixo	Baixo	Médio	Médio
Dificuldade de implantação em edifícios existentes	Baixo	Baixo	Médio	Médio
Dificuldade de operação	Baixo	Baixo	---	---
Dificuldade de manutenção	Baixo	Baixo	Médio	Médio
Atuação na vazão (q), no tempo (t) ou no reúso (r)	t	t	t	t
Vazão média de água (litros/descarga)	0,02	0,02	0,02	0,02

4 PROPOSTAS DE LINHAS DE AÇÃO

Da análise das tabelas de avaliação de processos e produtos apresentadas no item anterior, foram selecionadas linhas de ação que reúnem as melhores possibilidades de aplicação, a curto e médio prazos, de alguns desses processos e produtos, conforme mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Processos e produtos com possibilidades de aplicação.

Edifícios Privados e Públicos		
Processo Produto	Edifícios a construir	Edifícios existentes
Bacia VDR de 3 a 3,5 l/descarga (sistema Gustavberg)	Recomendável	Não recomendável no momento
Bacia VDR (6 l/descarga)	Recomendável	Recomendável
Bacia VDR com lavabo*	Recomendável	Não recomendável sem estudo prévio
Torneiras com dispositivos controladores de jato	Recomendável	Recomendável
Torneiras de fluxo determinado*	Recomendável	Recomendável
Mictórios com válvula de fluxo determinado*	Recomendável	Recomendável

* Itens recomendáveis para sanitários públicos.

Os edifícios privados englobam os residenciais, os comerciais e os industriais, enquanto os públicos são os que abrigam órgãos e entidades governamentais, bem como locais de grande concentração de usuários, tais como estádios, estações de metrô, ônibus e trens, aeroportos etc.

Os produtos e os processos acima, conforme citado, reúnem condições de aplicação, porém alguns se destacam pela maior contribuição à conservação efetiva da água, os quais serão alvo de atenção na elaboração da proposta.

Apresentam-se, a seguir, algumas propostas de linhas de ação, concebidas em caráter preliminar, com o objetivo de chamar a atenção para as possibilidades de programas de ação voltados para a conservação da água nas instalações prediais. Evidentemente que, tais programas, pela sua abrangência, requerem estudos mais aprofundados, de caráter técnico e econômico/financeiro, além de amplos debates com representantes dos diversos segmentos envolvidos na questão.

Os autores entendem que, o caráter preliminar das propostas não é impeditivo da sua apresentação, haja vista que as publicações do PNCD, inclusive este documento, não se constituem em obra acabada, estando sujeitas a críticas e sugestões, que serão sempre bem vindas ao Programa.

a) Proposta de linha de ação - I

Tem como objetivo a conservação de água em bacias sanitárias, pela utilização de bacia VDR (6 l/descarga), torneiras hidromecânicas, torneiras eletrônicas, mictórios com acionamento hidromecânico ou eletrônico em edifícios públicos ou privados, existentes e a construir.

Nos edifícios a construir, propõe-se que seja elaborada recomendação, aliada a incentivo por parte dos órgãos competentes, no sentido da aplicação integral de tais produtos.

Para as edificações já existentes, sugere-se a substituição gradual das bacias instaladas, limitando-se as atuais, em prazo definido, até a cessação da produção, junto aos fabricantes.

Existe ainda a possibilidade de substituição das bacias atuais por bacias VDR de forma mais contundente, isto é, pela substituição a curto prazo, por regiões, embasada em estudos comparativos entre custos de aumento de produção de água de abastecimento e o fornecimento de bacias VDR para a população, subsidiando, assim, integralmente todo o processo.

Experiências feitas nos EUA demonstram a viabilidade de projeto dessa envergadura.

b) Proposta de linha de ação - II

Promover medição individual de água em condomínios, obtendo-se redução do consumo por unidade habitacional.

Nos edifícios, propõe-se que sejam instalados medidores individuais, por meio de hidrômetros ou sensores de vazão com totalizadores remotos ou não.

A utilização de hidrômetros implica a execução de rede individual de alimentação de água fria, podendo onerar os custos de execução, além de apresentar outros entraves com relação à localização dos medidores e a sua leitura, considerando-se que devem ser instalados junto ao reservatório superior, ou nos respectivos andares.

Os sensores de vazão podem ser dispostos diretamente nas derivações de entrada de cada unidade. São dispositivos de grandes alterações no sistema e possuem o recurso de leitura e localização remotas, o que é extremamente desejável.

c) Proposta de linha de ação - III

Tem como objetivo a conservação de água através de implantação de membrana reticulada (Gustavsberg) viabilizando o uso de bacia de 3,0 a 3,5 l/descarga, de forma adequada.

Tal processo pode ser implantado em edifícios a construir, privados ou públicos, e o sistema de implantação é semelhante àquele da bacia VDR (6,0 l/descarga), sendo necessário haver disponibilidade e viabilidade econômicas, no mercado nacional.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Instalações Prediais de Água Fria. NBR 5626. Rio de Janeiro, 1998.
- ANDERSSON, J. Leak – safe buildings installations – methods, test procedures and maintenance – results from swedish building research installations. In: SEMINAR INTERNATIONAL CIB W62, São Paulo, 1987. **Anais**. São Paulo. 13 p.
- ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Programa de economia de água de consumo doméstico – uso racional da água**. São Paulo, Laboratório de Sistemas Prediais, EPUSP, 1998. (Relatório Final).
- GONÇALVES, O.M. **Formulação de modelo para o estabelecimento de vazões de projeto em sistemas prediais de distribuição de água fria**. São Paulo. 1986. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- GONÇALVES, O.M.; OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a detecção e correção de perdas por vazamentos em sistemas hidráulicos prediais**. São Paulo, Laboratório de Sistemas Prediais, EPUSP, 1998. (Relatório Final de 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 nº F2.
- HOLMBERG, S. & OLSSON, E. **Water consumption and design requirements**. 1979.
- KONEN, T.P.; ANDERSON, D.L. **The impact of water conserving plumbing fixtures on residential water use characteristics: a case study in Tampa, Florida**. Stevens Institute of Technology. February 1993.
- KONEN, T.P. Critical review and proposed modifications of Hunt's model for water distribution system design. In: ASPE SEVENTH BIENNIAL PLUMBING CONVENTION, Atlanta, Georgia. October 1980.
- KONEN, T.P.; KANNAN, R. **Low flush water closets in public restrooms, what to expect**. Plumbing Engineer. August 1991. p. 32-38.
- KIYA, F. **Water consumption in various types of buildings in Japan**. 1979.
- MURAKAWA, S. **Study on the method for calculating water consumption and water uses in multistorey flats**. 1985.
- OLIVEIRA, L.H. **Estudo do escoamento em condutores horizontais de sistemas de coleta de esgotos sanitários de edifícios residenciais**. São Paulo. 1991. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- OLSSON, E. Especial drainage equipment for saving water. In: CIB W62 SEMINAR, Tokio, Japan. **Proceedings**. 1985. 33p.
- OVESSEN, K. Prevention of water damages due to plumbing systems. In: CIB 2 SEMINAR, Tokio, Japan. **Proceedings**. 1985. 33p.

- ROSRUD, T. Assurance of quality to prevent water leakage damage. In: CIB W62 SEMINAR, Copenhagen. **Proceedings**. May 1985. 33p.
- SANTOS, D.C. **Contribuições para a estruturação de modelo aberto para o dimensionamento otimizado dos sistemas prediais de esgotos sanitários**. São Paulo. 1998. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SILVA. R.T.; CONEJO, J.G.L. **Definições de perdas nos sistemas públicos de abastecimento**. São Paulo, outubro 1998. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA - Documento Técnico de Apoio nº A2.

² Gibson, E. "Water demand in various buildings types". 1972.

³ Webster, C.D.J. "An investigation of the use of water outlets in multi-storey flats". 1972.

⁴ Kiya, F. "Water consumption in various types of buildings in Japan". 1979.

⁵ Holmberg, S. & Olsson, E. "Water consumption and design requirements". 1979.

⁶ Murakawa, S. "Study on the method for calculating water consumption and water uses in multi-storey flats". 1985

⁷ DeOreo, W.B. et al. "Flow trace analysis to assess water use". 1986.

⁸ Relatório IPT Nº 15.181.1981

⁹ Relatório IPT Nº 27.236.1989

¹⁰ Barreto, D. "Water conservation and the monitoring of sanitary appliances". Dissertação de mestrado, 1990.

¹¹ Relatório Final do projeto Sabesp. 1996 Trabalho em conjunto com o DECC-LSP da EPUSP.

¹² Ver referência 7