

CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES –
EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Ana Vreni Hafner

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO
DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:

Prof. José Paulo Soares de Azevedo, Ph.D.

Prof. Otto Corrêa Rotunno Filho, Ph.D.

Prof. Luiz Rafael Palmier, Ph.D.

Prof. Isaac Volschan Jr, D.Sc.

Dr. Jander Duarte Campos, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
SETEMBRO DE 2007

HAFNER, ANA VRENI

Conservação e Reúso de Água em Edificações – experiências nacionais e internacionais [Rio de Janeiro] 2007

XVI, 161 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Civil, 2007)

Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Conservação de água
2. Uso racional de água
3. Reúso de água

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

“Há água no mundo para todas as necessidades da humanidade, mas não o suficiente para satisfazer a ganância de uns poucos.”

Mahatma Gandhi (1860-1948)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos e sustento em todos os momentos.

Aos meus pais e minha família, pelo amor e apoio sempre presentes.

Ao Leonardo, pela compreensão e carinho.

Ao Professor José Paulo Soares de Azevedo, pela dedicação e orientação.

Aos professores, pela sabedoria e aprendizado.

Ao Programa de Engenharia Civil/COPPE/UFRJ, pela oportunidade.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

À Deca, Rio-Águas e Cosch, pela atenção e informações disponibilizadas.

Aos amigos, pela torcida e companherismo.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES –
EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Ana Vreni Hafner

Setembro/2007

Orientador: José Paulo Soares de Azevedo

Programa: Engenharia Civil

Este trabalho caracteriza e avalia as medidas e ações para a conservação de água em edificações tanto em relação à viabilidade técnica como considerando a viabilidade econômica. Além disso, experiências, tanto nacionais como internacionais, são apresentadas como exemplos para o desenvolvimento de ações de economia de água no setor doméstico brasileiro. As medidas de combate ao desperdício de água estão divididas em dois grupos: uso racional e fontes alternativas. Entre as ações que visam o uso racional estão incluídas: a conscientização e a mudança de hábitos dos usuários; a correção de perdas e vazamentos; a troca de equipamentos obsoletos e o emprego de dispositivos economizadores em metais e peças sanitárias; e a medição individualizada. As fontes alternativas contempladas são o aproveitamento de água de chuva e o reúso das águas servidas. O presente trabalho também propõe uma hierarquização das medidas considerando a natureza da edificação, os fins de utilização da água e as características do usuário.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

WATER CONSERVATION AND REUSE IN BUILDINGS –
NATIONAL AND INTERNATIONAL EXPERIENCES

Ana Vreni Hafner

September/2007

Advisor: José Paulo Soares de Azevedo

Department: Civil Engineering

This work in such a way characterizes and evaluates the measures and actions for the water conservation in buildings in relation to the technical viability as much as the economic viability. Moreover, national as international experiences are presented as examples for the development of action of water economy in the Brazilian domestic sector. The measures of combat to wastefulness are divided in two groups: rational use and alternative sources. Among the actions that aim the rational use are enclosed: the awareness and the change of habits of the users; the correction of losses and emptyings; the obsolete equipment exchange and the use of economizers devices in metals and sanitary parts; and the individualized measurement. The contemplated alternative sources are the rain water arresting and the reuse of served waters. The present work also suggests a hierarchical order of the measures considering the nature of the construction, the ends of use of the water and the characteristics of the user.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 OBJETIVO | 8 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 8 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 8 |
| 3 RECURSO NATURAL ÁGUA | 9 |
| 3.1 DISPONIBILIDADE | 9 |
| 3.1.1 No Planeta | 9 |
| 3.1.2 No Brasil | 13 |
| 3.2 USOS DA ÁGUA | 15 |
| 3.2.1 Preliminar | 15 |
| 3.2.2 Usos e padrões | 17 |
| 3.3 SANEAMENTO | 21 |
| 3.4 ESTRESSE HÍDRICO E ESCASSEZ | 23 |
| 4 ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES | 29 |
| 4.1 CONSUMO DOMÉSTICO | 29 |
| 4.2 DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO | 31 |
| 4.2.1 Consumo residencial | 31 |
| 4.2.2 Consumo comercial e público | 33 |
| 4.3 SISTEMAS | 35 |
| 4.3.1 Sistema de abastecimento de água | 35 |
| 4.3.2 Sistema de esgotos sanitários | 36 |
| 4.3.3 Sistema de águas pluviais | 37 |
| 4.4 TARIFAS E COBRANÇA | 38 |
| 5 CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES | 40 |
| 5.1 USO RACIONAL | 43 |
| 5.1.1 Correção de vazamentos | 45 |
| 5.1.2 Dispositivos economizadores | 49 |
| 5.1.3 Medição individualizada | 71 |

| | |
|---|------------|
| 5.1.4 Conscientização | 75 |
| 5.2 FONTES ALTERNATIVAS | 85 |
| 5.2.1 Reúso | 90 |
| 5.2.2 Aproveitamento de água de chuva | 104 |
| 6 PROPOSTA DE HIERARQUIZAÇÃO DAS AÇÕES | 113 |
| 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 121 |
| 8 REFERÊNCIAS | 127 |
| ANEXO 1 – Legislação pertinente | 134 |
| ANEXO 2 – Padrão de potabilidade | 136 |
| ANEXO 3 – Padrões e parâmetros para água de reúso | 155 |
| ANEXO 4 – Declaração Universal dos Direitos da Água | 157 |
| ANEXO 5 – Catálogo de produtos economizadores | 158 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tabela 3.1 | Distribuição da disponibilidade hídrica mundial _____ | 12 |
| Tabela 3.2 | Distribuição mundial da população e dos recursos hídricos _____ | 12 |
| Tabela 3.3 | Disponibilidade hídrica brasileira _____ | 14 |
| Tabela 3.4 | Consumo de água <i>per capita</i> _____ | 16 |
| Tabela 3.5 | Consumo de água <i>per capita</i> e a renda _____ | 17 |
| Tabela 3.6 | Cobertura dos serviços de saneamento no mundo _____ | 21 |
| Tabela 3.7 | Cobertura dos serviços de saneamento no Brasil _____ | 22 |
| Tabela 4.1 | Consumo doméstico em diferentes países _____ | 30 |
| Tabela 4.2 | Distribuição do consumo de água residencial _____ | 32 |
| Tabela 4.3 | Valores do consumo estimado e tarifa mínima _____ | 39 |
| Tabela 4.4 | Cobrança progressiva _____ | 39 |
| Tabela 5.1 | Perdas no faturamento pelas concessionárias _____ | 44 |
| Tabela 5.2 | Avaliação de tecnologias e produtos: bacias sanitárias _____ | 64 |
| Tabela 5.3 | Avaliação de tecnologias e produtos: torneiras _____ | 64 |
| Tabela 5.4 | Avaliação de tecnologias e produtos: mictórios _____ | 65 |
| Tabela 5.5 | Comparação do consumo de equipamentos com e sem dispositivos economizadores de água _____ | 66 |
| Tabela 5.6 | Economia decorrente da utilização de arejadores em torneiras e misturadores _____ | 67 |
| Tabela 5.7 | Economia decorrente da aplicação de dispositivos economizadores em todos os pontos de uma residência _____ | 68 |
| Tabela 5.8 | Custo de aquisição dos dispositivos economizadores _____ | 69 |
| Tabela 5.9 | Retorno do investimento na troca da bacia e descarga sanitária _____ | 70 |
| Tabela 5.10 | Evolução do consumo em Nova Iorque _____ | 82 |
| Tabela 5.11 | Medidas para evitar que o problema da água no Brasil se agrave _____ | 84 |
| Tabela 5.12 | Padrão de qualidade de água de reúso no Japão _____ | 94 |
| Tabela 5.13 | Padrões de qualidade da água de reúso nos EUA _____ | 95 |
| Tabela 5.14 | Diferentes recomendações para a qualidade de água para utilização em descargas sanitárias _____ | 96 |
| Tabela 5.15 | Custo e tarifa do metro cúbico de água potável e de água de reúso _____ | 100 |
| Tabela 5.16 | Aceitação pública do reúso por finalidade _____ | 101 |

Tabela 5.17 Parâmetros de qualidade de água para usos não potável
restritivos _____108

LISTA DE QUADROS

| | | |
|------------|--|----|
| Quadro 3.1 | Principais parâmetros de qualidade da água _____ | 18 |
| Quadro 3.2 | Classificação de corpos de água doce _____ | 19 |
| Quadro 3.3 | Classificação de água de reúso em edificações _____ | 20 |
| Quadro 5.1 | Recomendações para reduzir o consumo residencial _____ | 80 |
| Quadro 5.2 | Exigências mínimas da água em função do uso _____ | 88 |
| Quadro 5.3 | Tratamentos para o reúso de águas cinzas _____ | 97 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 3.1 | Distribuição de água no planeta Terra | 9 |
| Figura 3.2 | Ciclo hidrológico | 11 |
| Figura 3.3 | Escassez no mundo | 24 |
| Figura 3.4 | Distribuição da população urbana mundial (anos 1950 e 2000) | 26 |
| Figura 4.1 | Distribuição do consumo de água residencial | 33 |
| Figura 5.1 | Dados do levantamento sobre vazamentos | 47 |
| Figura 5.2 | Redução do consumo de água em unidades da Unicamp | 48 |
| Figura 5.3 | Redução do consumo de água de uma escola em Campinas | 49 |
| Figura 5.4 | Dispositivos para a redução do consumo de água | 50 |
| Figura 5.5 | Arejadores coloridos e temáticos | 51 |
| Figura 5.6 | Arejador de vazão constante | 53 |
| Figura 5.7 | Regulador de vazão para torneiras | 54 |
| Figura 5.8 | Torneiras de fechamento automático | 55 |
| Figura 5.9 | Bacias sanitárias VDR | 56 |
| Figura 5.10 | Válvula de descarga com duplo acionamento | 57 |
| Figura 5.11 | Válvula de mictório com fechamento automático | 59 |
| Figura 5.12 | Mictório sem água | 60 |
| Figura 5.13 | Restritores de vazão para chuveiro | 61 |
| Figura 5.14 | Ábaco de restritores de vazão para chuveiro | 62 |
| Figura 5.15 | Válvula de fechamento automático para chuveiro | 62 |
| Figura 5.16 | Misturador para chuveiro | 63 |
| Figura 5.17 | Selo do inmetro de uma lavadora de roupa | 78 |
| Figura 5.18 | Ampulheta e cronômetro para o banho | 80 |
| Figura 5.19 | Identificação para sistemas hidráulicos não convencionais | 87 |
| Figura 5.20 | Bacia sanitária com reúso direto | 93 |
| Figura 5.21 | Esquema de reúso de águas cinzas | 98 |
| Figura 5.22 | Fachada do Hotel Arabella-Sheraton | 102 |
| Figura 5.23 | Distribuição temporal da oferta e da demanda de água cinza | 103 |
| Figura 5.24 | Tempo de retorno do investimento | 104 |
| Figura 5.25 | Esquema de aproveitamento das águas pluviais | 105 |
| Figura 5.26 | Filtros residenciais para águas pluviais | 107 |
| Figura 5.27 | Sistema alemão para o aproveitamento de águas pluviais | 109 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 5.28 | Cidade do Samba _____ | 111 |
| Figura 5.29 | Tubulação de descida das águas pluviais _____ | 112 |
| Figura 5.30 | Tubulações de distribuição da água de reúso _____ | 112 |
| Figura 5.31 | Filtro VF6 _____ | 112 |
| Figura 5.21 | Caixa de incêndio (água de aproveitamento pluvial) _____ | 112 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ABES | Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ADQE | Departamento Ambiental do Estado do Arizona * |
| ANA | Agencia Nacional de Águas |
| AQUASTAT | Sistema de informação global sobre água e agricultura (FAO) |
| CE | Condutividade Elétrica |
| CEDAE | Companhia Estadual de Águas e Esgotos |
| CIRRA | Centro Internacional de Referência em Reúso de Água |
| CNRH | Conselho Nacional de Recursos Hídricos |
| Conama | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| DBO | Demanda Biológica de Oxigênio |
| DTA | Documento Técnico de Apoio |
| ETA | Estação de Tratamento de Água |
| ETE | Estação de Tratamento de Esgotos |
| EUA | Estados Unidos da América |
| FAO | Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação * |
| FEEMA | Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ICMS | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços |
| Inmetro | Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial |
| IPH | Programa Internacional de Hidrologia das Nações Unidas * |
| IPT | Instituto de Pesquisa Tecnológica |
| mca | metros de coluna d'água |
| NBR | Norma Brasileira |
| NMP | Número Mais Provável |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PBQP-H | Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat |
| PCA | Programa de Conservação de Água |
| PNCDA | Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água |

| | |
|------------|---|
| PNUD | Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento |
| Procel | Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica |
| PURA | Programa de Uso Racional da Água |
| PURAE | Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações |
| PURA-USP | Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo |
| Sabesp | Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo |
| SAR | Relação de Adsorção de Sódio |
| SDT | Sólidos Dissolvidos Totais |
| SMAC | Secretaria Municipal de Meio Ambiente |
| SMO | Secretaria Municipal de Obras |
| SNIS | Sistema Nacional de Saneamento |
| SST | Sólidos Suspensos Totais |
| SVGW | Associação Técnica de Gás e Água Suíça ** |
| UNESCO | Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura* |
| UN-HABITAT | Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos * |
| UNICAMP | Universidade Estadual de Campinas |
| USEPA | Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos * |
| USP | Universidade de São Paulo |
| VDR | Volume de Descarga Reduzido |
| WHO | Organização Mundial de Saúde * |
| WWAP | Programa Mundial de Avaliação dos Recursos Hídricos * |
| WWDR1 | 1º Relatório Mundial do Desenvolvimento da Água * |
| WWDR2 | 2º Relatório Mundial do Desenvolvimento da Água * |

* sigla em inglês

** sigla em alemão

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-----------------|-----------------------------------|
| % | porcentagem |
| R\$ | unidade monetária Real |
| US\$ | unidade monetária Dólar Americano |
| DM | unidade monetária Marco Alemão |
| Q | vazão |
| hab | habitante |
| m ² | metro quadrado |
| m ³ | metro cúbico |
| km ³ | quilometro cúbico |
| mm ³ | milímetro cúbico |
| l | litro |
| ml | mililitro |
| gal | galão americano |
| min | minuto |
| s | segundo |
| mg | milígrama |
| µg | micrograma |
| pH | potencial hidrogeniônico |
| uT | unidade de Turbidez |
| uH | unidade Hazen |
| Bq | Becquerel |
| UV | ultravioleta |

1 INTRODUÇÃO

A nossa sociedade de consumo é marcada pelo forte desperdício e pela idéia de que os recursos são infinitos. Tudo pode e deve ser comprado, o descartável é palavra-chave de um mundo que caminha para a saturação na exploração dos recursos naturais. Felizmente, cada vez mais, a conscientização ambiental substitui a idéia do usou e jogou fora por atitudes de uso racional, promovendo a sustentabilidade, como na reciclagem de materiais por exemplo.

Igualmente, a pressão sobre os recursos hídricos beira o insustentável. A baixa disponibilidade física do recurso é agravada pela alta degradação de sua qualidade e riscos de escassez e desabastecimento são considerados por todas as nações. O crescimento populacional mundial e, também, as mudanças no padrão de vida moderno geram demandas crescentes incompatíveis com a capacidade natural de renovação e restituição das águas nos mananciais. Diante de tal situação é imprescindível a busca por novas alternativas que minimizem o consumo de água.

O direito universal de todo indivíduo ao acesso a água limpa é indiscutível. A Constituição Federal garante esse direito no Artigo 225 – *“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”*

Mas a sociedade nem sempre percebe o paradoxo existente entre a necessidade de utilização de um recurso natural e a garantia da sustentabilidade desse mesmo recurso. O crescimento das atividades econômicas e o bem estar social dependem do suprimento e da qualidade dos recursos hídricos e, por sua vez, a distribuição e a oferta hídrica são funções geográficas, uma mescla da natureza e os usos da água. Em outras palavras, a garantia do futuro hídrico está além da simples existência física da água, mas da sua utilização consciente e racional.

A água sempre foi uma prioridade para o homem e há milênios sua disponibilidade é um fator importante na fixação e crescimento da sociedade em um determinado local. As antigas civilizações situavam-se às beiras dos rios para

disponem de água em abundância, tanto para consumo humano quanto para a irrigação da agricultura. A região da Mesopotâmia é um bom exemplo da importância do recurso hídrico no desenvolvimento dos povos. Banhada pelos rios Tigre e Eufrates foi o local do surgimento de diversas civilizações como os sumérios, babilônicos, assírios e caldeus. Também o rio Nilo foi fundamental para o crescimento da civilização egípcia, assim como as civilizações antigas chinesas prosperaram na bacia hidrográfica do Rio Yang-tzé (WIKIPÉDIA, 2007).

Mas foi nos últimos séculos, no chamado mundo moderno, que a pressão sobre os recursos hídricos alcançou limites alarmantes. A Revolução Industrial e suas decorrentes mudanças – o aumento da produção de bens e a explosão demográfica – geraram transformações extremas no mundo. A população mundial que durante milhões de anos crescia de forma lenta, sempre inferior a 1 bilhão de pessoas, chegou ao seu segundo bilhão em um século, alcançou a marca de 3 bilhões em décadas e, atualmente, já com seus 6 bilhões, ainda, cresce a uma taxa de 1% ao ano. Segundo previsões conservadoras, considerando a atual tendência de declínio na taxa de crescimento populacional, é esperada uma população mundial de 9 bilhões em 2050. Os recursos hídricos, ao contrário, não se multiplicaram, e, como resultado, mais de um bilhão de pessoas não tem acesso à água potável. E, ainda, as projeções indicam um agravamento extremo de falta de água quando a população mundial se aproximar dos 10 bilhões de habitantes (ONU, 2005).

A urbanização, com o êxito rural e a concentração nas cidades, foi outro fenômeno marcante nas últimas décadas, principalmente nas regiões em desenvolvimento, como a Ásia e o Brasil. A crescente e concentrada utilização da água tornou-se incompatível com a capacidade de restauração e manutenção do meio ambiente. O crescimento desordenado e localizado da demanda de água nas cidades e a degradação da qualidade dos cursos de água com o lançamento de esgotos colocam em risco o abastecimento e suprimento do recurso às necessidades mínimas. Segundo projeções da ONU, em 2050, entre 2 e 7 bilhões de pessoas estarão vivendo sem garantia de uma quota diária de 50 litros de água para suas necessidades básicas (WWAP/UNESCO, 2003).

Os conflitos entre nações vizinhas devido à construção de barragens e desvios de rios são inúmeros na história da humanidade. No Oriente Médio, a

escassez de água e a disputa pelos rios é um fator antigo de agravamento dos conflitos sociais da região. Mas os problemas estão aumentando e ameaçam ultrapassar a simples rixa entre países vizinhos. Os rios de grandes volumes de descarga ou de localização estratégica, como o rio Amazonas, que despeja cerca de 12% da água doce total que chega aos oceanos, ou o rio Congo, responsável por um terço da água que escoia pelo continente africano, atraem a atenção e o interesse, principalmente, de países ricos com escassez hídrica anunciada. Uma nova possibilidade de interpretação da geografia política pode estar sendo traçada frente à importância dos recursos hídricos (RIBEIRO, 2006).

Percebendo os riscos, a Organização das Nações Unidas, em 22 de março de 1992, instituiu o Dia Mundial da Água e publicou a Declaração Universal dos Direitos da Água (Anexo 4), onde invoca a responsabilidade de cada cidadão com a conservação da água e, ainda, expande a discussão para além das questões humanistas e éticas. As preocupações com a degradação e a escassez trazem para um novo patamar os problemas relacionados à água. Desde os anos 80 do século passado, o conceito de água como dádiva inesgotável da natureza e um bem da humanidade vem sendo modificado. Atualmente, a água, em inúmeros lugares, já é considerada mercadoria, tratada como um bem escasso e com valor econômico e, ao que tudo indica, essa é uma tendência mundial.

Os problemas em relação à água já enfrentados em várias regiões do mundo, principalmente no Oriente Médio e norte da África, e a crescente preocupação com a disponibilidade no futuro de água limpa fortalece a tão anunciada crise da água. Muitas regiões do globo terrestre estão em processo de desertificação e, em tantas outras de clima árido, a disponibilidade de água é inferior à considerada mínima. Em países da Ásia e África, a falta de água já é tão extrema que não há o suficiente para ingestão, o preparo de alimentos e a higiene pessoal da população.

Em parte excluído desse cenário, o Brasil possui a vantagem de pertencer ao grupo de países ricos e abundantes em água. E, certamente por esse motivo, os problemas de abastecimento de água no país possuem características locais e ocasionais, como é o caso na grande metrópole de São Paulo ou no semi-árido nordestino. Mas tal posição privilegiada em disponibilidade hídrica não justifica o

descaso como é tratado esse insumo. Por todo o país verifica-se a corriqueira poluição dos mananciais e a degradação dos recursos hídricos em geral.

A precária cobertura do sistema de coleta e tratamento de esgotos, ocorrendo em muitos municípios a total inexistência desses serviços, acrescida da dificuldade dos órgãos ambientais de controlar a poluição industrial transformam os cursos de água em verdadeiros esgotos a céu aberto. Paralelamente, as cidades e regiões metropolitanas crescem desordenadamente com o inchaço urbano e a multiplicação de favelas. Todos esses fatores geram uma sobrecarga nos recursos hídricos, colocando em risco o abastecimento e gerando conflitos entre oferta e demanda de água em quantidade e em qualidade.

Somam-se às preocupações com abastecimento, as enormes perdas e desperdícios encontrados no setor de saneamento. As concessionárias, no Brasil, apresentam índices de perdas totais variando entre 40% e 60% da água captada. Essas enormes perdas, tanto as físicas, com o vazamento real de água pelas tubulações, quanto as não físicas, com falhas de cobrança e recolhimento das tarifas de água, aumentam os encargos dos que pagam. Segundo REBOUÇAS (2004), no Brasil, a conta de água e esgoto já compromete cerca de 1% da renda *per capita*, enquanto em países desenvolvidos os valores variam entre 0,3 e 0,8%. Segundo o mesmo autor, supondo-se a extensão para toda a população brasileira dos serviços de coleta e tratamento de esgotos, poder-se-ia chegar a 2% da renda *per capita*.

Em resumo, os problemas de abastecimento no Brasil resultam basicamente de três situações usualmente sobrepostas: concentração desordenada das demandas, grandes desperdícios e degradação da qualidade dos mananciais. A solução brasileira para contornar problemas com maiores demandas de água e escassez é o aumento da oferta com medidas estruturais, ou seja, novas captações e ampliação dos sistemas de tratamento e distribuição de água. Mas, principalmente nos centros urbanos, esse tipo de solução tem se mostrado inviável. As captações ocorrem em mananciais cada vez mais distantes dos centros, muitas vezes exigindo transposições de rios, e as ampliações das estações de tratamento exigem grandes empreendimentos, necessitando de vultosos investimentos e muitos anos de construção. Potencializando o problema na contramão desse lento processo de expansão da oferta, as demandas continuam aumentando com o crescimento acelerado da população.

A cultura tradicional de construção de grandes obras como única solução dos problemas de água precisa ser combatida e substituída por uma visão mais abrangente com diferentes focos, tanto na ampliação da oferta - de forma tradicional ou alternativa - como na gestão da demanda - reduzindo perdas e desperdícios. Assim, além de atender o objetivo inicial, também se promove a conservação e preservação da água, medida necessária ao desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade da água.

O termo desenvolvimento sustentável tornou-se especialmente popular depois da Conferência das Nações e o Desenvolvimento no Rio de Janeiro, em 1992, e pode ser definido como a condição de utilização racional dos recursos naturais para garantir a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as próprias (COMISSÃO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ONU, 1987). Assim, o uso racional e a busca por fontes alternativas de água são iniciativas para a sustentabilidade da água e formas de garantir não só o abastecimento no presente como, também, o suprimento no futuro.

A conservação de água inclui uma vasta gama de ações isoladas ou inseridas em um programa, voltadas para diferentes agentes. Entre eles o usuário ou consumidor é um ator importante, apesar de suas expectativas em relação ao abastecimento serem claras - ele espera o fornecimento regular e sem interrupção de água limpa, sem riscos à sua saúde e por um preço justo; nem sempre, suas responsabilidades com a utilização racional e o combate ao desperdício são entendidas. Campanhas de mudança de hábitos – como fechar a torneira enquanto se escova os dentes, lavar carros com balde e não varrer calçadas com mangueiras – são bastante divulgadas. Mas outros pontos comuns de grandes desperdícios, normalmente, são deixados de lado, como vazamentos, vedações desgastadas e equipamentos obsoletos.

Igualmente desprezadas, as fontes não convencionais - captação de água de chuva e reúso de água – são importantes práticas no combate a escassez. A gestão de recursos hídricos em relação ao abastecimento pode ser dividida em duas vertentes: controle da demanda e busca de recursos complementares. Nesse sentido, o reúso atende os dois lados, atuando como um instrumento de redução do consumo de

água, enquanto é um recurso hídrico complementar para usos menos nobres. O preconceito e a relutância na aceitação do uso dessas águas para fins não potáveis é simplesmente inaceitável.

A gestão dos recursos hídricos é, indiscutivelmente, o meio para se encontrar as soluções dos conflitos relacionados à água. A gestão da demanda, com o uso racional da água e a minimização de perdas e desperdícios, assim como a gestão da oferta, com as fontes alternativas de abastecimento e o reúso, são essenciais e complementares para a conservação da água. Ambas as vertentes estão enfatizadas nas diretrizes para o desenvolvimento sustentável expressos pela Agenda 21, capítulo 18, especificamente nas atividades a serem empregadas para melhorar o manejo integrado dos recursos hídricos, como disposto a seguir:

- “Promover planos de uso racional da água por meio de conscientização pública, programas educacionais e imposição de tarifas sobre o consumo de água e outros instrumentos econômicos”
- “Desenvolver fontes novas e alternativas de abastecimento de água, tais como dessalinização da água do mar, reposição artificial de águas subterrâneas, uso de água de pouca qualidade, aproveitamento de águas residuais e reciclagem da água”
- “Promover a conservação da água por meio de planos melhores e mais eficientes de aproveitamento da água e de minimização do desperdício para todos os usuários, incluindo o desenvolvimento de mecanismos de poupança de água”

Nessa conjuntura de conscientização e mudança das relações e concepções no suprimento de água, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de descrever e caracterizar ações economizadoras de água em edificações residenciais, públicas e comerciais. Através das informações no âmbito técnico e avaliações do lado financeiro, essa pesquisa, aqui representada em texto, soma-se a tantos outros esforços na nobre causa de incentivar uma genuína mudança na sociedade e, talvez assim, garantir um futuro mais promissor às próximas gerações.

Após essa introdução, no capítulo dois, encontram-se os objetivos geral e específicos da pesquisa e no capítulo seguinte, de número três, apresenta-se um resumo geral sobre disponibilidade, usos e escassez do recurso natural em estudo - a água. No capítulo quatro, um segundo elemento importante é introduzido, e a pesquisa é focada para a edificação (residencial, pública ou comercial) e sua relação com a água, analisando parâmetros de consumo e distribuição e, também, descrevendo os sistemas físicos constituintes dessa relação. O capítulo seguinte, de número cinco, trata propriamente das ações de conservação de água, apresentando as alternativas de uso racional e de fontes de abastecimento. Nesse capítulo, cada ação ou elemento é caracterizado, analisado e avaliado economicamente, tanto isolado, como em comparação com alternativas compatíveis. Ainda nesse capítulo, são apresentados dois estudos de caso exemplificando a avaliação financeira para as alternativas de reúso. No capítulo seis do trabalho está sintetizada uma comparação entre todas as possibilidades de conservação de água consideradas pelo estudo, permitindo uma apresentação geral dos resultados da pesquisa. Ao final, ainda encontram-se as conclusões e referências bibliográficas nos capítulos sete e oito, respectivamente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo dessa pesquisa é levantar ações e elementos economizadores de água em edificações, compará-los entre si e avaliar suas aplicabilidades, em diferentes realidades, propondo uma hierarquização de ações que visam o uso racional da água levando em conta aspectos econômicos e de educação ambiental.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir objetivo geral da pesquisa apresentado acima, os seguintes objetivos específicos foram formulados:

- ✓ apresentar e analisar o consumo de água em edificações;
- ✓ apresentar e caracterizar as ações de economia de água;
- ✓ avaliar o custo de implementação dos dispositivos economizadores de água; e
- ✓ avaliar as experiências de aplicação de diversas ações com os respectivos custos;
- ✓ ordenar as ações considerando aplicabilidade, investimento necessário e seu tempo de amortização.

3 RECURSO NATURAL ÁGUA

3.1 DISPONIBILIDADE

3.1.1 No Planeta

Resumida pela frase célebre do astronauta russo Iúri Gagarin “A Terra é azul!”, a água é um dos recursos naturais mais abundante no planeta, com um volume total estimado em 1.386 milhões km³. Esse gigantesco volume está distribuído como mostrado na Figura 3.1 da seguinte forma: 97,5% de toda água na Terra estão nos mares e oceanos, 1,7% nas geleiras e calotas polares, 0,7% está nos aquíferos subterrâneos, menos que 0,01% formam os rios, lagos e reservatórios e, ainda, uma porcentagem ínfima da água está distribuída em forma de vapor na atmosfera (SHIKLOMANOV, 1999).

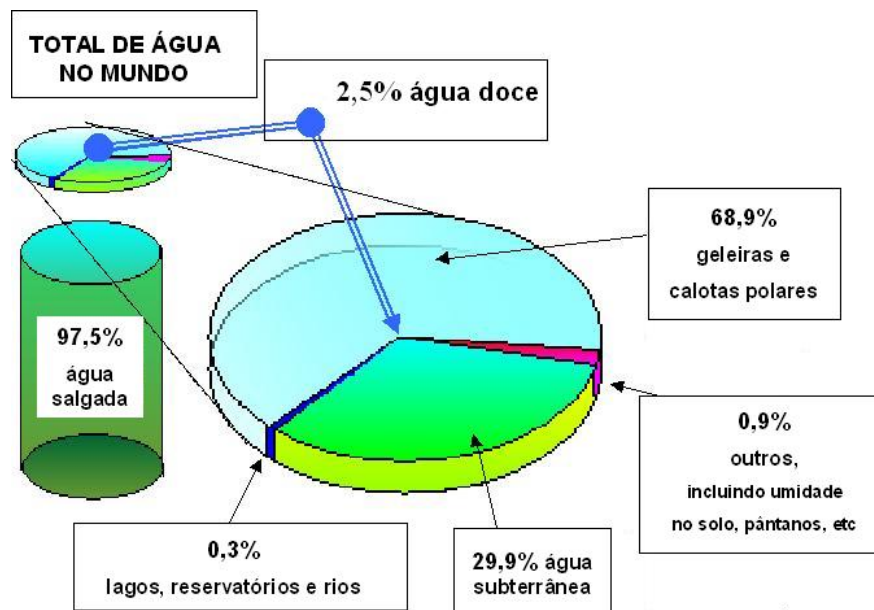


Figura 3.1 – Distribuição da água no planeta Terra (fonte: UNESCO/IPH, 1999)

Mas, infelizmente, essa abundância de água no nosso planeta não corresponde a uma igual, nem sequer próxima, abundância de água para consumo humano. Enquanto processos de dessalinização da água do mar ainda forem extremamente dispendiosos, a água doce permanecerá como a única parcela de real possibilidade de uso e consumo. Representando apenas 2,5% da totalidade de água no mundo, a água doce está dividida, segundo SHIKLOMANOV (1999), em: 68,9% nas calotas polares e geleiras, 29,9% em água subterrânea, 0,3% em água superficial e 0,9% em outras formas.

Apesar da possibilidade física de uso, ainda existe mais uma limitação: a totalidade de água doce no mundo não é economicamente viável a exploração. Na prática, somente as águas superficiais e uma parcela das águas subterrâneas são utilizadas como mananciais, o que reduz, ainda mais, a disponibilidade de recursos hídricos no planeta. Assim, apenas 0,006% da água doce do mundo, cerca de 21.200 km³, são de fácil acesso, escoando em corpos de água.

Ainda, deve-se lembrar que os valores e porcentagens apresentados anteriormente demonstram apenas uma distribuição estatística, uma vez que a água não é um elemento estático na natureza; ela está sempre em transformações e movimento. O processo de circulação da água no planeta chama-se ciclo hidrológico e pode ser resumidamente explicado da seguinte forma: o calor da radiação solar faz com que a água dos rios, lagos e oceanos evapore e nas plantas, ocorra a transpiração. A água, em forma de vapor, acumula-se na atmosfera até que precipita sobre a superfície terrestre e os oceanos. Então a água de chuva que cai sobre a terra infiltra abastecendo os lençóis freáticos ou escorre formando os rios, que, eventualmente, acabam por desaguar em lagos ou nos oceanos, voltando a evaporar. Todo o processo está esquematizado na Figura 3.2.

O ciclo hidrológico proporciona a reposição e a renovação do fluxo da água nos rios, lagos e aquíferos subterrâneos, fontes essenciais para abastecimento de água doce no mundo. Mas o processo é influenciado por fatores climáticos, geológicos e outros relativos ao uso do solo, tornando a distribuição das chuvas desigual pelo globo terrestre e, também, irregular ao longo do ano. Como é o caso da Índia, onde 90% das precipitações são concentradas na estação das monções, que

ocorre de junho a setembro, restando pouquíssima chuva para os outros oito meses do ano.

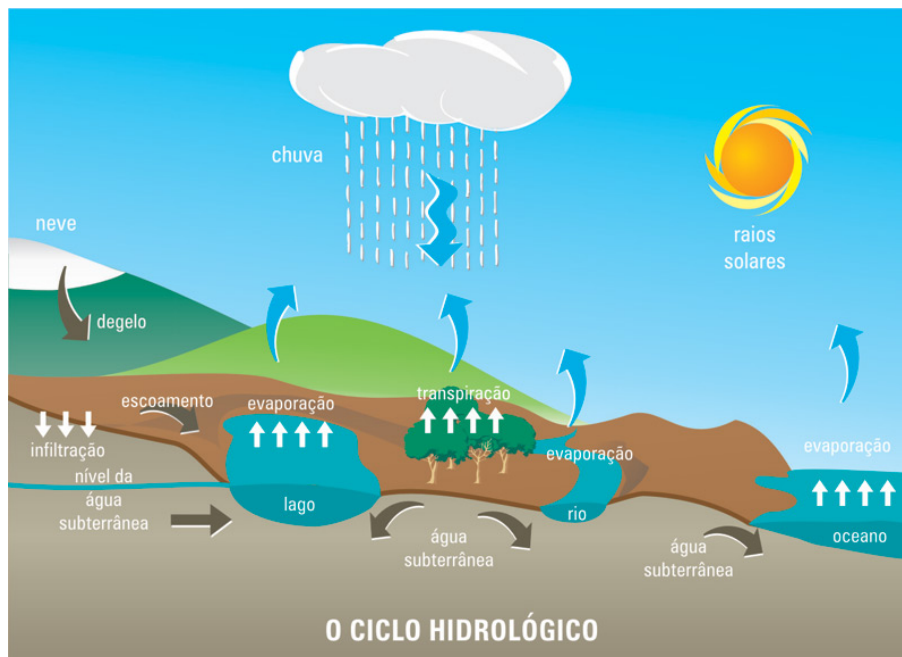


Figura 3.2 – Ciclo hidrológico
fonte: SILVA, 2007

A distribuição da água mostra-se ainda mais injusta quando analisada em comparação com a distribuição populacional do mundo, uma vez que a população também está distribuída de forma bastante heterogênea pelos continentes e, não necessariamente, de acordo com a disponibilidade hídrica. A última coluna da Tabela 3.1 representa a disponibilidade hídrica *per capita*, ou seja, a quantidade de água disponível para cada habitante da região considerada. Pode ser verificada uma variação de 700%, por exemplo, entre a disponibilidade hídrica de um norte-americano e um habitante de uma ilha no Caribe, apesar da proximidade espacial dessas duas regiões.

Tabela 3.1 – Distribuição da disponibilidade hídrica mundial

| Continente / Região | Disponibilidade hídrica | | |
|---------------------|--|---|---|
| | Volume anual (km ³ ou 10 ⁹ m ³) | % da disponibilidade hídrica mundial | por habitante no ano de 2003 (m ³) |
| Mundo | 43 659 | 100,0 | 6 900 |
| África | 3 936 | 9,0 | 4 600 |
| Ásia | 11 594 | 26,6 | 3 000 |
| América Latina | 13 477 | 30,9 | 26 700 |
| Caribe | 93 | 0,2 | 2 400 |
| América do Norte | 6 253 | 14,3 | 19 300 |
| Oceania | 1 703 | 3,9 | 54 800 |
| Europa | 6 603 | 15,1 | 9 100 |

fonte: FAO, 2006a (AQUASTAT DATABASE)

A discrepância entre população e disponibilidade de água fica mais clara na Tabela 3.2, que apresenta a distribuição mundial desse recurso. A cada continente estão vinculadas a proporção da população mundial vivendo na região e a proporção dos recursos hídricos mundiais existentes na área. Comparando as proporções fica claro que continentes extremamente populosos, como a Ásia, que possui 60% da população mundial, detêm proporções menores dos recursos hídricos (36% no caso da Ásia). Enquanto isso, outras regiões possuem populações menores e relativamente mais recursos hídricos disponíveis, como a América do Sul, com uma população de 10% em relação à asiática e uma taxa de 72% comparando a relação dos recursos hídricos dos dois continentes.

Tabela 3.2 – Distribuição mundial da população e dos recursos hídricos

| Continente | % da pop. mundial | % dos rec. hid. mundiais |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|
| América do Norte e Central | 8 % | 15 % |
| América do Sul | 6 % | 26 % |
| Europa | 13 % | 8 % |
| África | 13 % | 11 % |
| Ásia | 60 % | 36 % |
| Austrália e Oceania | < 1 % | 5 % |

fonte: WWAP/UNESCO, 2003

3.1.2 No Brasil

O Brasil é o país que apresenta maior disponibilidade de água, sendo a vazão média anual dos rios em território nacional estimada em 180 mil metros cúbicos por segundo, representando 12% dos recursos hídricos mundiais. Se forem consideradas as vazões oriundas dos países vizinhos, que ingressam no Brasil transportadas por rios como Amazonas, Uruguai e Paraguai, essa vazão média totalizam 18% da disponibilidade hídrica mundial. As descargas das principais bacias hidrográficas brasileiras encontram-se na Tabela 3.3.

Essa vantagem quantitativa não representa uma segurança de abastecimento à população, uma vez que a distribuição dos mananciais é bastante heterogênea. A grande extensão territorial do país permite que ocorram diferentes regimes climatológicos e hidrológicos, o que pode ser exemplificado com a abundância do rio Amazonas, o maior em descarga fluvial no mundo, em contrapartida tem-se o semi-árido nordestino, com sérios problemas de secas e estiagens.

Há uma grande diversidade de situações no Brasil. As regiões norte e centro-oeste possuem abundância de água, com 89% da potencialidade das águas superficiais do país, mas nestas regiões vivem apenas 14,5% dos brasileiros, que possuem uma demanda hídrica de 9,2% do total nacional. Enquanto isso, os restantes 11% do potencial hídrico estão espalhados nas regiões nordeste, sul e sudeste, onde estão localizados 85,5% da população e 90,8% da demanda de água do país (IBAMA, 2002).

Além das águas superficiais, deve ser comentada a questão das águas subterrâneas, que também possuem enormes volumes e grande potencial de utilização no Brasil. As reservas permanentes de água subterrânea são de 112.000 km³ (IBAMA, 2002) e estudos da UNESCO estimam a existência em território nacional de cerca de 10% dos 250 milhões de poços em operação no mundo (REBOUÇAS, 2004).

Segundo REBOUÇAS (2004), a contribuição dos fluxos subterrâneos ao escoamento básico dos rios do Brasil é de 3.144 km³/ano, o que representa 60% da vazão dos rios. Se fossem utilizados apenas 25% dessa taxa de recarga, a oferta de

água seria superior a 4.000 m³/ano *per capita* (considerando a população brasileira de 170 milhões de habitantes - IBGE, 2000). Tal oferta é superior à faixa de 1000 a 2000 m³/ano *per capita* recomendada pelas Nações Unidas para garantir o conforto moderno e o desenvolvimento sustentável.

Tabela 3.3 – Disponibilidade hídrica brasileira

| Bacia Hidrográfica | descarga média (m ³ /s) |
|---------------------------|------------------------------------|
| Amazonas | 209.000 |
| Paraná (inclusive Iguaçu) | 11.000 |
| Paraguai | 1.290 |
| Uruguai | 4.150 |
| São Francisco | 2.850 |
| Paraíba do Sul/Guandu | 900 |

fonte: IBAMA, 2002

3.2 USOS DA ÁGUA

3.2.1 Preliminar

A utilização mais nobre e primordial da água é, sem dúvida, a dessedentação humana. No corpo humano a água constitui mais da metade do peso. Mas o homem também utiliza a água em diversas atividades, de várias formas, atendendo a inúmeras necessidades. A água é essencial em todos os setores da sociedade, na vida doméstica, no lazer e no bem-estar do ser humano.

Entre os muitos usos da água podem ser citados os usos consuntivos: abastecimento doméstico e industrial, irrigação e dessedentação de animais; e os não consuntivos: preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, pesca, harmonia paisagística, geração de energia elétrica, navegação e diluição de despejos (MOTA, 1997). Essas várias formas de aproveitamento da água apresentam características bem distintas, com diferentes padrões de qualidade.

Considerando as principais utilizações da água doce no mundo, os usos da água podem ser resumidos em três preponderantes: para a agricultura, no cultivo das plantas e produção de alimentos; para a indústria, como insumo na produção; e para o abastecimento doméstico, que inclui as necessidades do homem no consumo próprio e higiene.

A quantidade total de água utilizada em um país dividida pela sua população é chamado consumo *per capita*. Esse valor, assim como a distribuição pelos seus diferentes usos, varia significativamente em função do clima, cultura e costumes da região, grau de desenvolvimento do país, políticas econômicas e sociais, informação e conscientização da população, classe social e renda familiar, forma e preço do faturamento e, obviamente, da disponibilidade hídrica. Regiões com grande disponibilidade não temem a falta de água para o abastecimento e, assim, costumam possuir consumos *per capita* maiores que regiões que já possuem seus suprimentos limitados. Na Tabela 3.4, é possível visualizar os consumos *per capita* dos diferentes continentes.

Tabela 3.4 – Consumo de água *per capita*

| Região/Continentes | Consumo de água (m ³ / <i>per capita</i> /ano) |
|---------------------------------|--|
| Mundo | 633 |
| Europa | 581 |
| América do Norte | 1.663 |
| América Central e Caribe | 603 |
| América do Sul | 474 |
| Ásia (excluindo Oriente Médio) | 631 |
| Oriente Médio e Norte da África | 807 |
| África Subsaariana | 173 |
| Oceania | 900 |

fonte: FAO, 2006b

A renda, o índice de urbanização e o desenvolvimento apresentam uma relação direta com o aumento do consumo *per capita*. Os países ricos industrializados costumam consumir mais porque agregam em seus produtos agrícolas ou industrializados a água utilizada nos processamentos, mas, também, possuem o consumo doméstico maior que o de países de renda média e baixa (RIBEIRO, 2006).

Na Tabela 3.5, estão apresentados indicadores de consumo e a proporção de utilização das reservas em diversos países selecionados, mostrando como o uso de água entre os países é desigual. Por exemplo, os Estados Unidos possuem um consumo anual *per capita* de 1647 m³, enquanto o consumo de um brasileiro é de apenas 336 m³ ou de um sul-africano de 348 m³ (FAO, 2006a).

Também na Tabela 3.5, chama a atenção a situação de países pouco desenvolvidos e de baixa renda, como Moçambique, com consumos baixíssimos em todos os indicadores e utilização de parcelas ínfimas das suas reservas. Mas o desenvolvimento econômico desses países acarretará certamente em um aumento vertiginoso do consumo de água. Além disso, caso o padrão de consumo *per capita* norte-americano seja alcançado em outros países, como, por exemplo, a Índia, que tem tido um alto crescimento econômico e desenvolvimento, a proporção de seus recursos hídricos utilizados chegará acima dos 93%, e considerando o crescimento populacional esse índice tende a ser maior ainda.

Tabela 3.5 – Consumo de água *per capita* e a renda

| País | Consumo (m ³ /ano/per capita) (a) | % usada sobre o total de recursos hídricos (a) | classificação segundo a renda (b) |
|---------------------|--|--|---|
| Estados Unidos | 1647 | 16 | elevada |
| França | 668 | 20 | elevada |
| Japão | 694 | 21 | elevada |
| Israel | 325 | 133 | elevada |
| África do Sul | 348 | 31 | média alta |
| Argentina | 784 | 3 | média alta |
| Brasil | 336 | <1 | média baixa |
| China | 484 | 22 | média baixa |
| Índia | 615 | 35 | baixa |
| Haiti | 123 | <1 | baixa |
| Moçambique | 34 | <1 | baixa |
| Papua-Nova Guiné | 14 | <1 | baixa |

fontes: (a) FAO, 2006a e (b) BANCO MUNDIAL, 2006

Assim, as previsões alertam para um aumento significativo no uso e consumo da água nas próximas décadas. Além do aumento da população mundial, espera-se um aumento de consumo de água *per capita* graças à urbanização e à industrialização de países ainda em desenvolvimento. E o receio é que se mantido o alto padrão de consumo de água observado no estilo de vida moderno nos países desenvolvidos, em várias regiões do mundo a sustentabilidade da água será impossível.

3.2.2 Usos e padrões

A água para ser utilizada no meio antrópico precisa ter uma certa qualidade e essa qualidade é determinada por parâmetros físicos, químicos e biológicos apresentados no Quadro 3.1.

Além de garantir a qualidade requerida, esses parâmetros também servem para evitar que águas de melhor qualidade sejam utilizadas em usos menos nobres. Ou seja, que se use água com qualidade superior à necessária, desperdiçando, assim, a água de boa qualidade. Esse conceito foi formulado em 1958 pelo Conselho

Econômico e Social das Nações Unidas: "a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior".

Quadro 3.1 - Principais parâmetros de qualidade da água

| | |
|-------------------|---|
| Físicos | cor, turbidez, sabor, odor e temperatura |
| Químicos | pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, micropoluentes inorgânicos e micropoluentes orgânicos |
| Biológicos | organismos indicadores (coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais), algas e bactérias |

fonte: VON SPERLING, 1995

Os padrões de qualidade recomendados variam conforme o uso e a destinação das águas. A legislação brasileira, através da Resolução Conama nº 357 de 2005, classifica e enquadra os corpos de água em função de seus usos preponderantes, conforme o Quadro 3.2 para as águas doces.

Quadro 3.2 - Classificação de corpos de água doce

Classe Especial, águas destinadas:

ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e
à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Classe 1, águas destinadas:

ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
à proteção das comunidades aquáticas;
à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

Classe 2, águas destinadas:

ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
à proteção das comunidades aquáticas;
à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esportes e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
à aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 3, águas destinadas:

ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageira;
à pesca amadora;
à recreação de contato secundário; e
à dessedentação de animais.

Classe 4, águas destinadas:

à navegação; e
à harmonia paisagística.

fonte: RESOLUÇÃO CONAMA 357, 2005

Igualmente, a água de reúso também pode ser classificada segundo padrões de qualidade e usos preponderantes. Um exemplo de classificação é a sugestão não regulamentada da ANA que divide as águas de reúso em 4 classes referentes ao uso previsto, nível de contato com o usuário e, conseqüentemente, qualidade requerida. Cada classe apresenta uma lista de parâmetros a serem observados para garantir a qualidade e a segurança na utilização da água de reúso (Anexo 3).

Quadro 3.3 - Classificação de água de reúso em edificações

| CLASSES | USOS PREPONDERANTES |
|------------------------|--|
| Água de Reúso Classe 1 | descarga de bacias sanitárias; fontes ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.); lavagem de pisos, roupas e veículos |
| Água de Reúso Classe 2 | usos na construção: lavagem de agregado; preparação de concreto; compactação de solo e controle de poeira |
| Água de Reúso Classe 3 | irrigação de áreas verdes e rega de jardins |
| Água de Reúso Classe 4 | resfriamento de equipamentos de ar condicionado |

fonte: GONÇALVES *et al.*, 2005

Ainda no âmbito legal, o Ministério da Saúde, pela Portaria nº 518 do ano de 2004, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Toda água de abastecimento destinada ao consumo humano precisa ser potável, ou seja, obedecer ao padrão de potabilidade apresentado no documento supracitado através de Tabelas com os valores máximos permitidos para diversos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos, de tal forma a não oferecer risco à saúde humana (esse documento está reproduzido no Anexo 2).

3.3 SANEAMENTO

A infra-estrutura sanitária ou saneamento é um conjunto de obras civis e ações que visam à prevenção de doenças e à promoção do bem-estar humano. O saneamento engloba atividades como: abastecimento de água; coleta, tratamento e destino final de esgotos; coleta e destino final de resíduos sólidos; drenagem das águas pluviais; controle de poluição; controle de insetos e roedores; controle de alimentos, entre outros (MOTA, 1997). Nas cidades e aglomerações urbanas, um eficiente sistema de saneamento é vital devido à grande concentração de dejetos produzidos pelos habitantes concentrados e à baixa capacidade e velocidade do meio ambiente para depurar e assimilar esses dejetos.

Segundo a OMS (2006), as más condições do abastecimento de água é fator chave para problemas de subsistência e saúde globais. Doenças como a diarreia e a malária estão relacionadas a um sistema de saneamento precário e matam cerca de 3,1 milhões de pessoas anualmente, principalmente em países em desenvolvimento. Dessas mortes, 90% são de crianças com menos de cinco anos de idade. Ainda, segundo a mesma fonte, aproximadamente 1,6 milhão de vidas poderia ser salva anualmente com o abastecimento de água potável e esgotamento sanitário.

Observando os dados da cobertura dos serviços de saneamento mundial, apresentados na Tabela 3.6, verifica-se a situação deficitária nas ligações sanitárias na África, Ásia, América Latina, Caribe e Oceania, especialmente em relação aos esgotos.

Tabela 3.6 – Cobertura dos serviços de saneamento no mundo

| Continte/Região | abastecimento de água | esgotamento sanitário |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Mundo | 94 % | 86 % |
| África | 43 % | 18 % |
| Ásia | 77 % | 45 % |
| Europa | 92 % | 92 % |
| América Latina e Caribe | 77 % | 35 % |
| América do Norte | 100 % | 95 % |
| Oceania | 73 % | 15 % |

fonte: WWAP/UNESCO, 2003

No Brasil, o Diagnóstico de Serviços de Água e Esgotos de 2005 (SNIS, 2006) apresenta a seguinte análise geral do atendimento urbano: no abastecimento de água o índice médio é elevado com 96,3% de cobertura, mas, infelizmente, no esgotamento sanitário os índices são bastante precários, pois a coleta de esgotos atinge 47,9% dos domicílios urbanos e, ainda mais preocupante, apenas 31,7% dos esgotos coletados em áreas urbanas são tratados. A cobertura dos serviços de saneamento no Brasil e em suas regiões geográficas pode ser vista na Tabela 3.7 através dos índices de atendimento urbano com água e esgotos dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2005. A representatividade da amostra participante do SNIS 2005 é, para o abastecimento de água, de 77,8% dos municípios brasileiros e 94,9% da população urbana. E em relação aos esgotos, a pesquisa cobriu 20,7% dos municípios e 74,1% da população urbana.

Tabela 3.7 – Cobertura dos serviços de saneamento no Brasil

| Abrangência/Região | Índice de atendimento urbano | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| | Abastecimento de água | Coleta de esgotos | Tratamento dos esgotos coletados |
| Norte | 68,5 % | 6,7% | 10,0 % |
| Nordeste | 98,6 % | 26,7 % | 36,1 % |
| Sudeste | 96,8 % | 69,4 % | 32,6 % |
| Sul | 100,0 % | 33,7 % | 25,3 % |
| Centro-oeste | 100,0 % | 45,4 % | 39,7 % |
| Brasil | 96,3 % | 47,9 % | 31,7 % |

fonte: SNIS, 2006

3.4 ESTRESSE HÍDRICO E ESCASSEZ

O conceito de estresse hídrico foi postulado por Marlin Falkenmark, em 1976, para os países membros das Nações Unidas e tinha por base a análise das condições de abastecimento e a verificação de disponibilidade hídrica de cada país. Eram classificados nessa categoria, países cujos rios apresentassem disponibilidade menor que 1000 m³ de água por ano *per capita*, valor mínimo considerado suficiente para manter uma qualidade de vida adequada em regiões moderadamente desenvolvidas situadas em clima árido. Entretanto, desde então, o termo estresse hídrico vem sendo utilizado para caracterizar problemas de abastecimento de água em qualquer região, até mesmo em áreas com taxas de precipitação anuais significativas, mas insuficientes para gerar vazões compatíveis com as excessivas demandas.

Atualmente, já é bastante difundido o valor arbitrário de 1700 m³/hab/ano como a disponibilidade necessária de água para alcançar um nível de vida adequado e garantir o desenvolvimento econômico, sem prejuízo para o meio ambiente. Abaixo desse valor, a água, ou melhor, a falta dela, torna-se um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Países com disponibilidade hídrica anual inferior a 1.000 m³ por habitante são considerados em escassez de água. Atualmente, existem 700 milhões de pessoas vivendo em 43 países classificados nessa condição pela ONU e esse número tende a aumentar nas próximas décadas. Especialmente alarmante são os casos da China e Índia, países extremamente populosos, que já exercem pressão significativa sobre os seus recursos hídricos.

Nos 40 países mais secos do mundo, concentrados na Ásia e África, um cidadão tem direito, no máximo, a oito litros de água por dia para ingestão, preparo de alimentos, diluição de esgotos e higiene pessoal, muito abaixo dos 50 litros recomendados pela ONU. As previsões, utilizando os padrões atuais de consumo, atestam que, em 2050, mais de 45% da população mundial não poderá contar com a porção mínima individual de água para as necessidades básicas (PNUD, 2006).

No mapa mundi representado na Figura 3.3, os países estão classificados em diferentes níveis de escassez, com a confirmação da escassez física em dois estágios de gravidade e, também, com o diagnóstico de escassez econômica,

situação onde o desenvolvimento econômico do país é impedido pela baixa disponibilidade de água e a competição pelos usos.

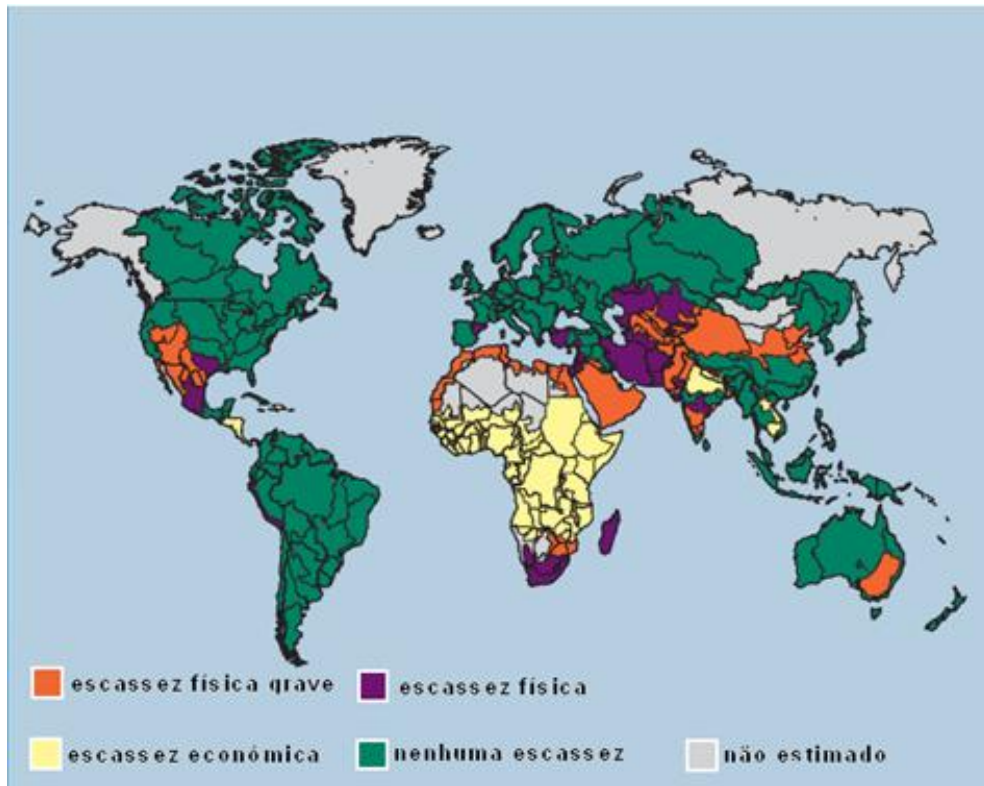


Figura 3.3 – Escassez no mundo

fonte: *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2007*

Algumas visões dramatizam a escassez exagerando nas previsões de falta de água para um futuro próximo, assim como, anunciam a “crise da água” como origem de guerras entre as nações ainda nesse século XXI. A divulgação recentemente de dados do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) confirma que, até o fim do século, a escassez de água atingirá 3,2 bilhões de pessoas. E, ainda, as anunciadas mudanças climáticas poderão acarretar alterações significativas nos padrões e distribuições atuais de chuva nos continentes, podendo agravar a situação de escassez em certas regiões que já sofrem, assim como reduzir drasticamente a disponibilidade hídrica em locais que hoje são considerados seguros em relação à quantidade de água.

Na celebração do Dia Mundial da Água em 2007, cujo tema é “A procura de solução para a escassez da água”, o documento “Carta de Princípios Cooperativos pela Água”, assinado no Brasil, descreve a escassez em três possíveis situações: “*Primeira: sob o ponto de vista do cidadão, a água de qualidade é escassa, mesmo quando o volume de água seja abundante na natureza*”, ou seja, o que ocorre de fato não é a real escassez de água, mas o déficit de saneamento, onde as comunidades não são servidas pelo sistema de abastecimento de água e nem pelo de esgotamento sanitário. “*A segunda situação de escassez ocorre quando a quantidade de água é insuficiente para atender ao consumo doméstico e à produção agrícola, industrial e energética.*”, levando à competição e a conflitos pelo uso, prejudicando o desenvolvimento econômico da região. “*E a terceira, quando a quantidade de água é suficiente, mas de má qualidade, que não pode ser utilizada.*”, situação que vem se tornando, cada vez mais, comum devido ao lançamento de efluentes não tratados e à poluição rotineira dos recursos hídricos.

O documento, ainda, ressalta a precária condição do saneamento no Brasil, onde 10% dos domicílios não são atendidos por uma rede de abastecimento de água e, pior ainda, 50% dos lares não têm seus esgotos coletados, maior parte contaminando os lençóis freáticos ou escoando por valas a céu aberto com alto risco de disseminação de doenças, especialmente entre as crianças. A outra metade dos brasileiros é servida por um precário sistema de coleta de esgotos, que apenas conduz o esgoto, em geral, bruto sem a remoção da carga orgânica para os rios, contaminando a captação de água das comunidades a jusante.

As preocupações com o abastecimento concentram-se, principalmente, nas cidades e centros urbanos, onde as demandas estão em um processo crescente no tempo e concentrada no espaço. Os habitantes dos centros urbanos passam praticamente todo o tempo em ambientes construídos, principalmente em edificações, fazendo uso da água direta ou indiretamente. As mega-cidades, com mais de 10 milhões de habitantes, já representam 4% da população mundial e a urbanização de regiões em desenvolvimento gera um crescimento desordenado da demanda localizada da água. Metade da população mundial e a maior parte da economia se encontram nas áreas urbanas, predominantemente nos países em desenvolvimento na Ásia, África e América Latina, como evidenciado na Figura 3.4. Esses países, além de

apresentarem as maiores taxas de crescimento populacional, já possuem suas reservas de água intensamente exploradas (UN-HABITAT, 2006).

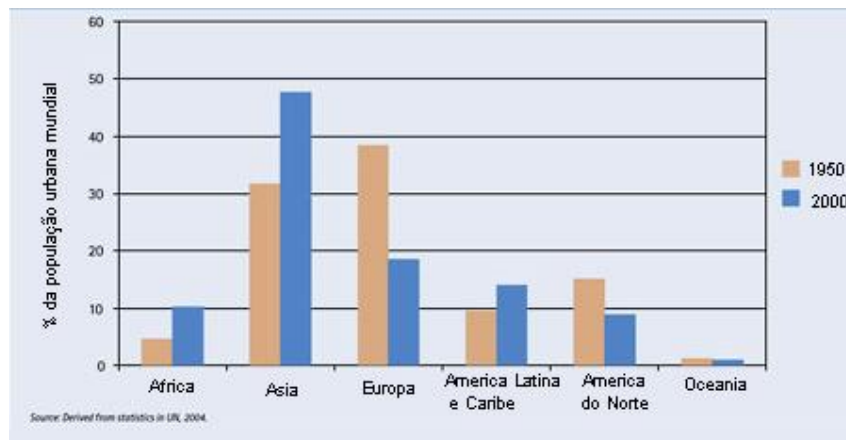


Figura 3.4 – Distribuição da população urbana mundial (anos 1950 e 2000)
fonte: UNESCO – WWAP, 2006

O Brasil, assim como o resto do mundo, está em um processo de urbanização crescente. Nos anos 60 ainda era um país agrícola com uma taxa de urbanização de apenas 44,7%, mas, em 1980, 67,6% do total da população já vivia em cidades. Em 1996, houve um acréscimo de habitantes urbanos elevando a taxa de urbanização para 78,4% e, em 2000, essa taxa alcançou 81,25%. O crescimento populacional apoiado pelo forte movimento migratório das regiões rurais, concentrou a população brasileira (81,25%) em pouco mais que 1% do território nacional, principalmente na região sudeste. Tal situação gera pressão excessiva sobre os recursos hídricos existentes nessa região (IBGE, 2000).

A insustentabilidade das principais cidades brasileiras é visível. A multiplicação das favelas é apenas um exemplo do efeito do crescimento desordenado. Desequilíbrios futuros entre demanda e oferta de água são previsíveis e medidas corretivas e mitigadoras precisam ser adotadas, principalmente no planejamento das cidades para racionalizar a distribuição de bens e serviços. O colapso do abastecimento de água já é uma realidade, sobretudo em bairros densamente povoados das periferias dos centros urbanos. Duas áreas chamam atenção

relacionada à falta de água e aos riscos futuros de abastecimento no Brasil: o semi-árido nordestino e o densamente povoado sudeste. A proximidade das duas maiores regiões metropolitanas - São Paulo e Rio de Janeiro - representa uma grande concentração da população, mais de 20% da população urbana do país. O crescente aumento da demanda por água para atender seus habitantes reforçam as preocupações de racionamento em um futuro próximo e acirram a competição entre as duas cidades pelos recursos hídricos.

A bacia do Alto Tietê, um dos principais mananciais da região metropolitana de São Paulo, já apresenta vazões insuficientes para a demanda da cidade e municípios circunvizinhos, exigindo a busca de recursos hídricos complementares em bacias hidrográficas vizinhas. Tal solução, ainda, é prática comum e acarreta em um aumento considerável nos custos, além de problemas legais e políticos associados. Devido a esses últimos dois, a tendência é que as transposições de bacias sejam, cada vez mais, restritivas e dificultadas frente à conscientização popular e ao desenvolvimento dos comitês de bacias. A grande São Paulo é a terceira maior cidade do mundo e as dúvidas com o abastecimento são constantes, inclusive com risco de racionamento e rodízio em épocas de estiagem. No final do verão de 2004, para evitar o racionamento, além das campanhas regulares de conscientização na televisão e no rádio, o governo do estado de São Paulo implantou um programa de incentivo à redução do consumo de água, que estipulava um desconto de 20% na conta para os clientes que alcançassem a meta de consumo equivalente a 80% da média registrada em 2003. O cumprimento da meta beneficiava o usuário duplamente, além dos 20% de bônus, a redução do consumo transferiria a residência para uma faixa de consumo menor, com o preço do metro cúbico mais barato (FOLHAONLINE, 2003).

No estado do Rio de Janeiro, também, existem razões para preocupação com o setor de saneamento. O rio Paraíba do Sul, principal bacia da região, proporciona o abastecimento de 12 milhões de pessoas, além de atender inúmeras indústrias e diversas usinas hidrelétricas. Na região metropolitana do Rio de Janeiro, 60 % do consumo de água provém desse rio, que recebe despejos industriais, inclusive de indústrias de grande porte, como a Companhia Siderúrgica Nacional, e esgoto *in natura* de diversos municípios. Assim, o problema no caso da cidade do Rio

de Janeiro não é só a falta de água no rio Guandu, seu principal manancial, mas o excesso de poluição nas suas águas que exigem, a cada ano, uma captação maior para atender a população. Isso se faz necessário para se manter a concentração de poluentes e se gastar menos produtos químicos na limpeza da água. Algumas vezes, inclusive, a água já apresentou características intratáveis (o tratamento é economicamente inviável), não sendo possível a captação por um dia ou mais (RIO ESTUDOS, 2001).

O aumento da demanda de água no futuro é inevitável se mantidos os padrões de consumo atual e for considerado o contínuo inchaço populacional das periferias das duas principais regiões metropolitanas, além da entrada inevitável de novos consumidores industriais. As opções de expansão dos mananciais consideradas até o momento incluem: represamentos, captações em rios distantes, reversão de rios, desmatamento de reservas de Mata Atlântica e disputas com estados vizinhos. Todas essas são alternativas dispendiosas e com sérias contestações ambientais. Assim, a melhor forma de retardar o uso de novos mananciais é investir na recuperação e conservação dos mananciais já existentes e em medidas de economia de água e redução de perdas, diminuindo os padrões de consumo.

É nesse cenário que se destaca o papel gestor dos comitês de bacias hidrográficas, como parte de políticas estaduais e nacional de recursos hídricos. Entre outros instrumentos, a outorga e a cobrança aos usuários, pelo uso dos recursos hídricos, representam uma forma de gestão e integração entre os diversos usos das águas dos mananciais e, além disso, a cobrança funciona, junto ao usuário, como incentivo a racionalização do uso e a conservação da água. Ainda a respeito da atuação dos comitês de bacias no uso racional da água, recomenda-se a essas entidades que promovam debates e palestras relativos a racionalização da água e a divulgação de ações economizadoras de água.

4 ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES

4.1 CONSUMO DOMÉSTICO

O ser humano moderno vive em ambientes construídos e, na sua vida cotidiana, necessita da água para uma séria de atividades, chamado de consumo doméstico. Além da ingestão, o homem utiliza a água para outros fins, como preparo alimentos, lavagem de utensílios, higiene corporal, lavagem de roupas, afastamento de dejetos e higiene do ambiente (MOTA, 1997).

Os usos domésticos usualmente são classificados em duas categorias:

- uso potável, e
- uso não potável.

O uso potável é aquele em que ocorre o consumo humano, através da ingestão, e, por isso, existe a necessidade da qualidade dessa água estar nos padrões de potabilidade (Anexo 2) para evitar riscos à saúde. A água potável é utilizada nos chuveiros, nas bacias sanitárias e nas pias das residências, hotéis, escolas, hospitais, restaurantes, escritórios, e outras edificações em geral.

Mas, tanto em edificações residenciais, como nas edificações comerciais ou públicas, uma grande parcela da água é utilizada na realização de atividades que não exigem água potável, como irrigação e rega dos jardins, lavagem de pisos e calçadas, sistemas de resfriamento de ar condicionados, lavagem de veículos e usos ornamentais em fontes. E ainda, atualmente, devido à grande preocupação de uma possível falta de água potável, até mesmo a utilização de água não-potável para a descarga das bacias sanitárias começa a ser questionada e aceita por vários sistemas já em operação por todo o mundo.

O consumo de água no uso doméstico é influenciado por fatores como cultura, costumes, clima, educação e conscientização ambiental, nível social e poder aquisitivo. Países ricos, em geral, costumam dispor de maior acesso à informação e às tecnologias mais avançadas, que permitem a utilização mais eficiente dos recursos hídricos. Ao mesmo tempo, o elevado padrão de vida desses países estimula a

utilização de máquinas com consumo intensivo de água, como lavadoras de roupa e louça.

Assim, se torna muito difícil determinar o valor de consumo ideal. A Tabela 4.1 mostra o consumo em diferentes culturas do mundo. O delta entre os consumos apresentados chega ao extremo de nos Estados Unidos, país onde os habitantes mais gastam água, um cidadão utilizar no seu uso doméstico quase 200 vezes mais água que um habitante da miserável Somália.

Tabela 4.1 – Consumo doméstico em diferentes países

| País | Consumo doméstico (litros/dia)/pessoa |
|----------------|--|
| Estados Unidos | 573 |
| Austrália | 493 |
| Japão | 374 |
| México | 365 |
| Noruega | 304 |
| França | 287 |
| Israel | 273 |
| Brasil | 187 |
| Índia | 136 |
| China | 87 |
| Uganda | 14 |
| Somália | 3 |

fonte: FAO, 2006a (AQUASTAT database)

4.2 DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO

4.2.1 Consumo residencial

No consumo residencial, os hábitos de seus moradores são determinantes, tanto para quantificar o volume de água utilizado, quanto para distribuir o consumo entre os usos comuns das residências.

Na Suíça, por exemplo, um habitante consome em média 180 litros por dia distribuídos nas seguintes atividades: 60 litros na descarga do vaso sanitário; 57 litros tomando banho; 18 litros lavando roupa; 11 litros lavando a louça; 11 litros lavando as mãos, escovando os dentes e fazendo a barba; 5 litros bebendo e cozinhando; 9 litros limpando piso e lavando carros; e 9 litros regando o jardim. Essa distribuição é praticamente uniforme por toda a população (SVGW, 1997).

Já no Brasil, devido ao seu tamanho continental, é difícil determinar um valor e a distribuição do consumo *per capita* que corresponda à água consumida por uma população tão heterogênea e de costumes tão variados. O valor médio de consumo brasileiro é de 150 litros por dia por habitante, mas, exatamente, nas regiões com maior concentração populacional, como São Paulo e Rio de Janeiro, o consumo diário *per capita* é ainda maior chegando aos 180 litros e superando os 200 litros, respectivamente. A situação de desequilíbrio também ocorre dentro das cidades, as variações entre o consumo de água de famílias ricas e famílias pobres não é diferente do desequilíbrio entre os países mostrado na Tabela 4.1. O consumo residencial nos centros urbanos varia significativamente com o nível social e a renda familiar. Usualmente, as empresas de saneamento planejam nos projetos de infra-estrutura sanitária um consumo médio de 300 litros por habitante por dia. Mas esse valor não é o que ocorre na realidade. Os sistemas estão sobrecarregados e costumam atender mais consumidores que o previsto, ocasionando faltas e racionamentos de água em várias periferias urbanas.

Analisando a distribuição do consumo de água em unidades residenciais de vários estudos e trabalhos, verifica-se que os valores são bastante divergentes entre si. Na Tabela 4.2, estão apresentadas essas diferenças no consumo

por local e tipo de uso e, também, é possível perceber algumas tendências gerais. O maior consumo ocorre no banho (chuveiro) e nas descargas das bacias sanitárias, a exceção da distribuição apresentada pelo PNCDA (DTA), que alocou apenas 5% do consumo na bacia sanitária possivelmente porque o documento considera uma bacia de alta eficiência hídrica. O terceiro na lista geral de consumo de água é a pia da cozinha. Vale ressaltar que nem todos os trabalhos contemplam a máquina de lavar louça, o que é totalmente compreensível, uma vez que nem todos os lares a possuem. Mas, considerando que, na falta de uma máquina, a louça é lavada na pia da cozinha, esses dois locais devem ser analisados juntos. Seguindo a ordem dos consumos tem-se a máquina de lavar roupa, o lavatório e o tanque. Nesse ponto faz-se necessário comentar a falta de dados do tanque na pesquisa alemã (D) e suíça (CH), tendo em vista que, na Europa, a utilização de tal peça sanitária não é difundida. Por fim, está o consumo com a rega do jardim e lavagem de carros. Esses usos, em metade das distribuições, foram desconsiderados, já que, apesar de ser um uso residencial, não ocorre no interior da residência, como é o caso na pesquisa em um prédio de moradia da Universidade de São Paulo (USP).

Tabela 4.2 - Distribuição do consumo de água residencial

| | DECA (a) | USP (b) | D (c) | DTA (d) | Mieli (e) | CH (f) |
|-------------------|----------|---------|-------|---------|-----------|--------|
| bacia sanitária | 14 % | 29% | 30% | 5% | 35% | 33% |
| Lavatório | 12% | 6% | 4% | 8% | 6% | 6% |
| Chuveiro | 46% | 28% | 35% | 55% | 27% | 32% |
| pia cozinha | 15% | 17% | 4% | 18% | 18% | 3% |
| maq. lav roupa | 8% | 9% | 13% | 11% | 7% | 10% |
| Tanque | 5% | 6% | - | 3% | 4% | - |
| maq. lavar louça | - | 5% | 7% | - | - | 6% |
| jardim/lav.carros | - | - | 7% | - | 3% | 5% |

fontes: (a) DECA, 2006; (b) PURA-USP, 2006; (c) RUDOLPH e BLOCK, 2001; (d) ROCHA *et al.*, 1998; (e) MIELI, 2001; (f) SVGW, 1997

Assim, considerando os variados fatores influentes e a dificuldade de se padronizar o consumo de água em residências e ainda, correndo o risco da generalização, é apresentada na Figura 4.1 o que pode ser considerada uma distribuição padrão do consumo residencial no Brasil. Essa distribuição foi estipulada

pela média aritmética dos valores na Tabela 4.2, considerando apenas os trabalhos realizados no Brasil.

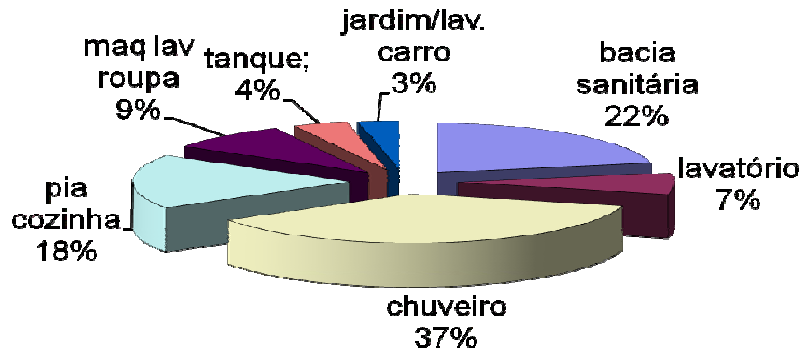


Figura 4.1 – Distribuição do consumo de água residencial

4.2.2 Consumo comercial e público

Nos prédios comerciais e públicos não é possível determinar uma distribuição média, como foi feito para o consumo residencial, devido à grande variedade na natureza das atividades exercidas nas edificações. As comerciais, por exemplo, podem ser escritórios, hotéis, restaurantes, lojas e shoppings, e, entre as públicas, tem-se as escolas, universidades, hospitais e repartições, todas essas edificações com critérios e valores de consumo e distribuição muito diferentes entre si. Na literatura específica, é possível encontrar alguns valores representativos, como no caso do consumo de hospitais de 250 litros por leito por dia, mas esses valores não apresentam a caracterização do consumo.

Assim, a única forma de conhecer o consumo e a distribuição de água nessas edificações é através do monitoramento, que pode ser feito por leituras sistemáticas do hidrômetro de entrada; aplicação de questionários e entrevistas com usuários e operadores; busca do consumo nas especificações técnicas de aparelhos hidro-sanitários e, no caso da inexistência dessa informação, realização de testes em laboratório para a determinação do consumo; instalação de sensores de fluxo nos

loais de utilização e outras técnicas de levantamento que, normalmente, resultam em uma caracterização confiável, mas demorada e específica para o caso em estudo.

4.3 SISTEMAS

Os sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de águas pluviais são importantes elementos de interface das edificações com a água e essenciais para o funcionamento adequado das edificações. Tais sistemas são universais e possuem os mesmos objetivos em todos os lugares do mundo. Para facilitar a compreensão de algumas medidas economizadoras de água, descreve-se, a seguir e de forma sucinta, o funcionamento usual desses três sistemas no Brasil.

4.3.1 Sistema de abastecimento de água

O suprimento de água de uma edificação pode ser feito a partir de duas fontes: o sistema público de abastecimento de água ou através de uma fonte particular de alimentação, como poços artesianos. Nas cidades recomendam-se as formas coletivas de abastecimento de água, mas, mesmo assim, soluções individuais ainda são encontradas devido à intermitência e ineficiência da cobertura do sistema público.

A função do sistema público de abastecimento de água é fornecer à população água em quantidade suficiente, de forma contínua e com qualidade que atenda aos padrões de potabilidade. Esse sistema pode ser gerido por uma concessionária regional ou por uma companhia privada, no caso do estado do Rio de Janeiro, o abastecimento é gerido pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE).

O sistema público inicia-se no ponto de captação da água bruta no manancial, que pode ser um rio, um lago ou o lençol subterrâneo. Essa água costuma apresentar uma qualidade que não se enquadra no padrão de potabilidade, necessitando de tratamento. Esse tratamento ocorre em uma Estação de Tratamento de Água e pode abranger várias fases e processos físicos e químicos.

A água tratada é distribuída pela rede de distribuição e chega à edificação através de um ramal predial. Nesse trecho do encanamento está instalado o aparelho medidor de consumo ou hidrômetro, dividindo a parte pública do sistema (parte externa) da parte privada (interna), que é a própria instalação predial.

O abastecimento do prédio pode ocorrer por um sistema direto, por um sistema indireto ou por um sistema misto. No sistema direto a alimentação da rede interna de distribuição é feita diretamente pelo ramal predial, com ou sem bombeamento. No sistema indireto adotam-se um ou mais reservatórios e cisternas de acumulação antes da distribuição pela rede interna. No sistema misto, parte da rede de distribuição interna é alimentada de forma direta e parte de forma indireta (MACINTYRE, 1982).

O sistema indireto é o mais utilizado no Brasil, com bombeamento e reservatório superior ou com bombeamento e reservatórios superior e inferior. Em ambos os casos, a água é distribuída pela rede interna por gravidade, atingindo os pontos de consumo e alimentando equipamentos e aparelhos sanitários.

A cobertura do sistema de abastecimento público urbano no Brasil é bastante eficiente na maioria das bacias, com índices acima de 90%. Mas ainda existem déficits, principalmente na região norte, região que possui um índice médio de 68,5% (SNIS, 2006).

4.3.2 Sistema de esgotos sanitários

Grande parte da água distribuída nas edificações torna-se esgoto e a função do sistema de esgotos sanitários é coletar, tratar e dispor adequadamente essas águas residuais, garantindo a saúde do homem e a proteção do meio ambiente.

Ao contrário do sistema de abastecimento de água, o sistema de esgotamento se inicia dentro da edificação, especificamente no ponto de utilização. Após a utilização da água pelo usuário, as águas residuais domésticas são recolhidas por ralos e ramais e transportadas pelos tubos de queda e subcoletores, sendo progressivamente concentradas até uma única tubulação de saída da edificação – o coletor predial. O esgoto sanitário, então, é lançado pelo coletor predial na rede coletora pública que transporta o esgoto bruto até uma estação de tratamento de esgotos. Após processos físicos, químicos e biológicos, os esgotos tratados são lançados no corpo receptor que pode ser um rio, lago ou o mar.

Os lançamentos de esgotos devem respeitar os padrões estabelecidos pela Resolução Conama nº 357 de 2005 e, no estado do Rio de Janeiro, também devem respeitar as exigências estabelecidas pela FEEMA na norma DZ 215.

Os esgotos sanitários residenciais não são homogêneos, possuindo características específicas relacionadas ao ponto de utilização. Assim essas águas residuais podem ser divididas em 2 grupos:

- águas negras ou águas provenientes dos vasos sanitários; e
- águas cinzas ou águas provenientes de chuveiros, lavatórios, bidês, tanques e máquinas de lavar roupa.

É importante observar que as águas provenientes da cozinha e da máquina de lavar louça estão excluídas das águas cinzas. Visto que os esgotos desses pontos de utilização podem conter muitos produtos químicos devido aos detergentes, além de muita matéria orgânica e microorganismos devido aos restos de comida.

4.3.3 Sistema de águas pluviais

O objetivo do sistema de águas pluviais é garantir o adequado escoamento das águas de chuva, ou seja, recolher e dar destinação à água que cai sobre os telhados, pátios e ruas. A drenagem das águas pluviais torna-se importantíssima nas cidades devido à forma de ocupação do solo; os desmatamentos, a pavimentação e impermeabilização do solo provocam uma drástica diminuição da infiltração da água de chuva e, conseqüentemente, empoçamentos e enchentes. (MOTA, 1997).

Nas edificações, a água pluvial é recolhida das áreas descobertas, como telhados, pátios e outros, chamadas áreas de contribuição, por calhas e transportada por dentro da edificação, quando necessário, por tubulações e condutores e, finalmente, por caixas de areia no térreo da edificação. Após, a água recolhida é lançada nas galerias de águas pluviais, pelas quais são transportadas até um corpo de água próximo, podendo ser um riacho, rio, lago ou outro.

4.4 TARIFAS E COBRANÇA

A tarifa e a cobrança pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário visam atender às despesas de operação, manutenção, ampliação e melhoria dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. No Brasil, as diretrizes para o saneamento básico são estabelecidas Lei Federal nº 11.445 de 2007.

As companhias estaduais de saneamento básico são empresas de economia mista que, mediante concessão municipal, possuem o monopólio da administração, inspeção, manutenção, construção e comercialização dos serviços de água e esgoto. No estado do Rio de Janeiro, os serviços de água e esgoto estão a cargo da CEDAE, que tem, no seu regulamento dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário do estado do Rio de Janeiro, o consumo de água classificado em 3 categorias:

1. consumo domiciliar (ou residencial), quando a água é usada para fins domésticos em prédios de uso exclusivamente residencial;
2. consumo comercial, quando a água é utilizada em estabelecimentos comerciais ou industriais; e
3. consumo industrial, quando a água é usada como elemento essencial à natureza da indústria.

Ainda são incluídos na categoria de consumo domiciliar os imóveis ocupados pelos órgãos do Estado, dos Municípios e da União; os estabelecimentos hospitalares e os de educação; e os templos e prédios ocupados por congregações religiosas e por associações desportivas, sociais ou recreativas, sem fins lucrativos.

O consumo, ainda, é classificado como consumo medido (apurado por hidrômetro) ou consumo estimado (regulado por limitador ou pena de água). No caso das unidades residenciais, o consumo é estimado de acordo com o número de dormitórios do imóvel e, no caso de unidades comerciais ou industriais, em função da área construída. Quando não há qualquer consumo de água, no caso do imóvel estar

desocupado, é feita a cobrança da tarifa mínima. Os valores para ambos os casos estão na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Valores do consumo estimado e tarifa mínima

| Categoria | consumo estimado | tarifa mínima |
|------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Domiciliar | 500 litros / dia / quarto | 500 litros / dia |
| comercial / industrial | 666 litros / dia / m ² | 666 litros / dia |

fonte: CEDAE, 2006

Para estimular o consumo moderado de água foi instituída a cobrança com fatores de multiplicação por faixas de consumo, como apresentado na Tabela 4.4. Assim, os maiores consumidores pagam mais caro, desencorajando o desperdício e o uso abusivo e irracional (CEDAE, 2006).

Tabela 4.4 – Cobrança progressiva

Faixa Residencial

| Faixas de consumo | Fator de multiplicação |
|---|------------------------|
| 1 ^a . faixa: 0-15 m ³ | 1,00 |
| 2 ^a . faixa: 16-30 m ³ | 2,20 |
| 3 ^a . faixa: 31-45 m ³ | 3,00 |
| 4 ^a . faixa: 46-60 m ³ | 6,00 |
| 5 ^a . faixa: maior que 60 m ³ | 8,00 |

fonte: CEDAE, 2006

Para esse trabalho, utilizou-se a tarifa de água em vigor no ano de 2006 no Rio de Janeiro, representada pelo valor de R\$ 1,28/m³ de água, que, somados os impostos (ICMS), alcança o valor de R\$ 1,47/m³. Para o serviço de esgotamento sanitário, utilizou-se o mesmo critério da companhia de saneamento, ou seja, valor igual a 100% da tarifa de água sem ICMS, ou R\$ 1,28/m³.

Tradicionalmente, no Brasil, as águas pluviais não eram taxadas, mas em 1997, no município de Santo André, criou-se, pela lei n^o 7.606, uma taxa de drenagem em função da área coberta para manutenção da drenagem urbana e resolver problemas com inundações e enchentes. Tal experiência resultou em bons resultados na redução de enchentes, recebendo reconhecimento e respaldo dos habitantes locais (SEMASA, 2007). A iniciativa, provavelmente, será seguida em outras localidades, em vista dos muitos problemas de drenagem urbana existentes em várias cidades brasileiras, com ocorrência de inundações freqüentes.

5 CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

Normalmente, a expressão conservação de água está relacionada a grandes conceitos e obras de preservação das bacias hidrográficas e do meio ambiente, bem como a proteção da fauna e da flora. Nesse trabalho, a conservação de água é admitida como a redução do consumo doméstico de água, ou seja, qualquer medida que diminua o volume de água utilizada ou que diminua as perdas de água dentro das edificações. Mesmo atuando em um universo pequeno - o consumidor final -, a economia de água em uma edificação é transmitida pelos sistemas de abastecimento e coleta de esgotos até a bacia hidrográfica, atingindo a conservação no seu conceito geral.

Assim, ao se implantar medidas economizadoras em uma edificação, há uma redução da demanda, evitando a sobrecarga do sistema de abastecimento de água e, conseqüentemente, diminuindo a captação necessária no manancial. Igualmente, há uma redução dos esgotos a serem tratados, o que aumenta a eficiência no tratamento e diminui a poluição dos corpos receptores. Ambos os lados mitigam a degradação dos recursos hídricos e dos sistemas ambientais.

A redução do consumo de água, além das vantagens ambientais, também proporciona vantagens econômicas. A mais direta é a óbvia economia do usuário no faturamento da água, mas a redução no consumo de energia elétrica e na manutenção dos equipamentos, bombas e aquecedores também representa uma vantagem econômica. Já a sociedade é beneficiada com a redução nos custos de operação dos sistemas de suprimento de água e de esgotamento sanitário, uma vez que, com uma menor demanda de água, há uma redução dos produtos químicos necessários para o tratamento nas ETA's. Além disso, os sistemas de saneamento, incluídas as elevatórias e as estações de tratamento de água e esgotos, têm sua vida útil e capacidade aumentadas, prorrogando as expansões e evitando a construção de novas infra-estruturas hidráulicas.

Entendendo a importância e as conseqüências da utilização tradicional e, usualmente, pouco adequada da água, desde 2000, muitos municípios brasileiros instituíram programas visando a conservação e o uso racional da água. Entre eles, em

2003, o município de Curitiba instituiu por lei o PURAE – programa de conservação e uso racional de água nas edificações, cujo objetivo está definido no primeiro artigo transcrito abaixo:

Art. 1º. O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

Essa iniciativa foi repetida em muitas prefeituras municipais, como o município de São Paulo, que criou um programa similar em 2005, ou no município de Campinas em 2006 e municípios da região conhecida como ABC Paulista. Todos esses programas de conservação de água possuem em comum um conjunto de ações que podem ser divididas conceitualmente em dois grupos, os quais serão guias nesse trabalho:

- uso racional da água; e
- fontes alternativas.

As ações para o uso racional de água abrangem a correção de vazamentos, a redução de perdas, a realização de campanhas educativas de sensibilização e a instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água. Já as de fontes alternativas incluem o aproveitamento de água de chuva e de águas servidas, a captação individualizada de águas subterrâneas, entre outras.

A implantação de um programa de conservação de água (PCA) possui, como motivador principal, a economia financeira. Essa economia costuma ser gerada em vários e diferentes gastos da edificação, como a redução do consumo de água e conseqüente redução dos efluentes gerados; redução dos insumos de energia nos sistemas de recalque e bombas; redução dos insumos de produtos químicos, no caso da edificação promover algum tipo de tratamento de água ou esgoto; redução dos custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e equipamentos da edificação; e redução da cobrança pelo uso da água.

No caso da indústria, outra grande vantagem pode ser acrescentada: o aumento da disponibilidade de água, proporcionando o aumento da produção sem a necessidade de incremento na captação e tratamento da água. Normalmente, só a agregação de valor ao produto pela economia de água no processo já seria vantajosa, mas se torna essencial em situações de conflitos pelo uso e de outorgas restritas. No caso de organizações de caráter industrial ou comercial, a divulgação do PCA torna-se uma estratégia interessante para melhorar a visão da organização na sociedade e promover sua responsabilidade social (GONÇALVES *et al.*, 2005).

A concessionária responsável pelo saneamento da cidade de São Paulo (Sabesp) é uma das instituições no país com maior atuação na área de uso racional de água. Seu programa, chamado PURA, promove campanhas educativas e, em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, desenvolve projetos-piloto e consultorias em edificações públicas e privadas. Lembrando os receios e problemas de abastecimento da cidade de São Paulo, o interesse no uso racional, além da questão ambiental, gera um retorno direto para a companhia de saneamento. Os benefícios decorrentes do programa são: maior oferta de água para atender a um número maior de usuários; redução dos investimentos na captação da água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas; diminuição dos investimentos para atender às demandas em picos horários; maior oferta de água para áreas deficientes de abastecimento; redução do volume de água a ser captada e tratada; diminuição do volume de esgotos a serem coletados e tratados; diminuição do consumo de energia elétrica; e garantia do fornecimento ininterrupto de água ao usuário (SABESP, 2006a).

5.1 USO RACIONAL

Racionalizar ou promover o uso racional da água significa estimular o uso da gota de água disponível para se obter, cada vez mais, benefícios com menos água. Na prática, representa um grupo de ações importantes e relativamente simples na conservação da água, como reparo de vazamentos, troca de equipamentos hidro-sanitários e mudança de hábitos. Entre as ações, o combate ao desperdício é fundamental para o sucesso de um programa de conservação de água. Define-se desperdício como a junção de perdas e uso excessivo, sendo que ambos podem ser decorrentes do mau desempenho do sistema ou negligência e procedimentos inadequados do usuário (GONÇALVES *et al.*, 2005).

No caso do sistema de abastecimento existem duas classificações para as perdas. As perdas físicas representam a parcela da água retirada do manancial, mas não consumida pelo cliente final. Isso ocorre devido a vazamentos em tubulações e equipamentos do sistema e a extravasamentos em reservatórios. Também estão contabilizadas nessa classificação de perda, a água utilizada para a lavagem de filtros e limpeza de decantadores nas estações de tratamento de água. Já as perdas chamadas não-físicas são relacionadas a ligações clandestinas, ausência ou deficiência na micromedição e falha no gerenciamento e no faturamento dos clientes, ou seja, nessas perdas existe o fornecimento da água, mas ele não é faturado (LOBATO, 2005).

No Brasil, as perdas são uma gigantesca fonte de desperdício. Segundo o último diagnóstico nacional do setor de saneamento, as perdas de faturamento - ou seja, a relação entre os volumes de água faturados e os disponibilizados para a distribuição pelas prestadoras de serviço - representam um índice médio de 39% e, mais preocupante ainda, apesar dos investimentos, há alguns anos esse índice está estagnado em torno dos 40%. A situação gravíssima na eficiência das concessionárias por região geográfica brasileira está representada na Tabela 5.1. A análise dos resultados segundo a concessionária de serviço de abrangência regional, apresentou também uma situação interessante. Na região sudeste encontram-se atuando duas realidades opostas, em Minas Gerais a COPASA apresenta o menor índice de perdas de faturamento no Brasil, inferior a 25%; enquanto, no Rio de Janeiro, observa-se que

a CEDAE apresenta o alarmante índice de quase 52%, comparando-se às prestadoras das regiões norte e nordeste com as maiores perdas nacionais (SNIS, 2006).

Tabela 5.1 - Perdas no faturamento pelas concessionárias

| Região | Índice de perdas |
|---------------|-------------------------|
| Norte | 59,1% |
| Nordeste | 44,4% |
| Sudeste | 37,3% |
| Sul | 30,9% |
| Centro-oeste | 36,5% |
| Brasil | 39,0% |

fonte: SNIS, 2006

O governo federal, com o objetivo geral de promover o uso racional, instituiu, em 1997, o programa nacional de combate ao desperdício da água – PNCDA, que inclui entre os seus objetivos específicos um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, como o apoio ao desenvolvimento, à transferência e à disseminação de tecnologia; inúmeros documentos técnicos de apoio (DTAs); grupos de trabalho e fóruns de especialistas; a capacitação em combate ao desperdício do pessoal de prestadoras de serviços sanitários em várias cidades brasileiras; e um trabalho integrado com programa nacional de conservação de energia elétrica.

Dentro das edificações, o combate ao desperdício quantitativo de água segue por três vertentes complementares. A primeira, através da detecção e correção de perdas e vazamentos no sistema predial de água; a segunda, pela sensibilização e conscientização do usuário, seja por campanhas educativas, seja por micromedição e medição individualizada; e a terceira e última, independentemente da vontade do usuário, com a substituição dos aparelhos sanitários convencionais por aparelhos economizadores.

5.1.1 Correção de vazamentos

A detecção e o reparo de vazamentos são as primeiras ações indispensáveis para qualquer implantação de um programa de redução de consumo de água. Os vazamentos ocorrem por diversos fatores, entre eles destacam-se, principalmente, o desgaste natural de sistemas hidráulicos antigos e instalações hidráulicas mal feitas. Existem vazamentos de fácil detecção, percebidos através de testes rápidos ou da simples inspeção nos produtos, e vazamentos mais difíceis de serem detectados e de grande desperdício de água, cujos custos de reparo são, geralmente, mais altos.

As concessionárias prestadoras dos serviços de saneamento costumam divulgar e distribuir folhetos e brochuras explicando, de forma detalhada, vários procedimentos para verificar a existência de vazamentos. Esses testes podem ser feitos pelo próprio usuário, simplesmente fechando registros e verificando equipamentos, como o relógio do hidrômetro e o nível na caixa de água. A maior parte dos vazamentos, pelo menos em vazões, ocorre no ramal interno entre o hidrômetro e a cisterna. Nesse trecho de tubulação enterrada, a água que vaza costuma infiltrar no terreno nunca aflorando e dificultando sua percepção visual. Mas técnicos e empresas especializados em detecção de vazamentos utilizam equipamentos, trabalhando com o sonar e termografia, que são extremamente eficientes e precisos na determinação do local de pontos de vazamento. Entretanto, provavelmente, mais difícil que detectar os vazamentos é conscientizar o usuário do quanto esses vazamentos são prejudiciais e representativos no consumo de água.

Os vazamentos visíveis, como torneiras pingando e marcas de umidade nas paredes, são de fácil detecção, mas não costumam provocar uma reação rápida no usuário, que, muitas vezes, acostuma-se ao vazamento, não dando a devida importância. Estudos mostram que o gotejamento de uma torneira pode representar uma perda de 400 a 6.500 litros por mês, o que é quase o volume de água consumido por uma pessoa no mesmo período. E, por exemplo, vazamentos nos furos de lavagem na bacia sanitária correspondem a uma perda mensal de 4.300 a 21.600 litros, dependendo do número de furos com o defeito. Assim, fica óbvia a fundamental

participação nas contas dessas fugas de água, que os clientes, muitas vezes, preferem ignorar e postergar suas correções.

Na contramão dessa situação, um excelente exemplo de sucesso de PCA no Brasil foi o convênio entre a USP e a Sabesp, em 1998, que desenvolveu o programa PURA-USP e conseguiu reduzir significativamente o consumo de água da instituição, a maior consumidora da empresa de saneamento. Antes do programa, o consumo de água no campus era de 150 mil m³/mês e representava um custo com água de R\$ 1,46 milhões por mês para a USP, que, assim como muitas outras instituições públicas, não conseguia pagar. Pelo convênio, a USP comprometeu-se a pagar sua conta de água/esgoto em dia, enquanto a Sabesp implementava o programa de uso racional de água em 5 etapas, entre elas a correção de vazamentos e a manutenção dos equipamentos hidro-sanitários que estavam em sua maioria obsoletos e abandonados sem qualquer reparo. O resultado, após nove anos de trabalho contínuo, é claramente visualizado pela redução no valor do gasto anual com água (1997/2005): queda de R\$ 17,57 milhões para R\$ 14,66 milhões, apesar do aumento de 96% na tarifa no período (PURA-USP, 2006). Assim, pode-se constatar um índice de economia financeira em torno dos 17% e um índice de economia de água de 57%.

Na Figura 5.1 estão os dados relativos à detecção e ao reparo dos vazamentos na USP durante o período de implantação do PURA-USP entre os meses de agosto de 2001 e junho de 2004. Através desses dados é possível fazer as seguintes análises: a maior parte dos vazamentos é de responsabilidade do cliente para o reparo, no caso, 80% dos vazamentos eram de responsabilidade da USP ou de outros usuários/clientes e apenas 20% da concessionária de abastecimento (Sabesp); os vazamentos ocorrem, em especial, no alimentador predial (33%), como já comentado anteriormente, e na rede interna (31%); e, pelo último gráfico da Figura 5.1, pode-se afirmar que uma grande parte dos vazamentos (39%) podem ser corrigidos em poucos dias e a grande maioria (63%) exigem menos que uma semana de trabalho para o conserto.

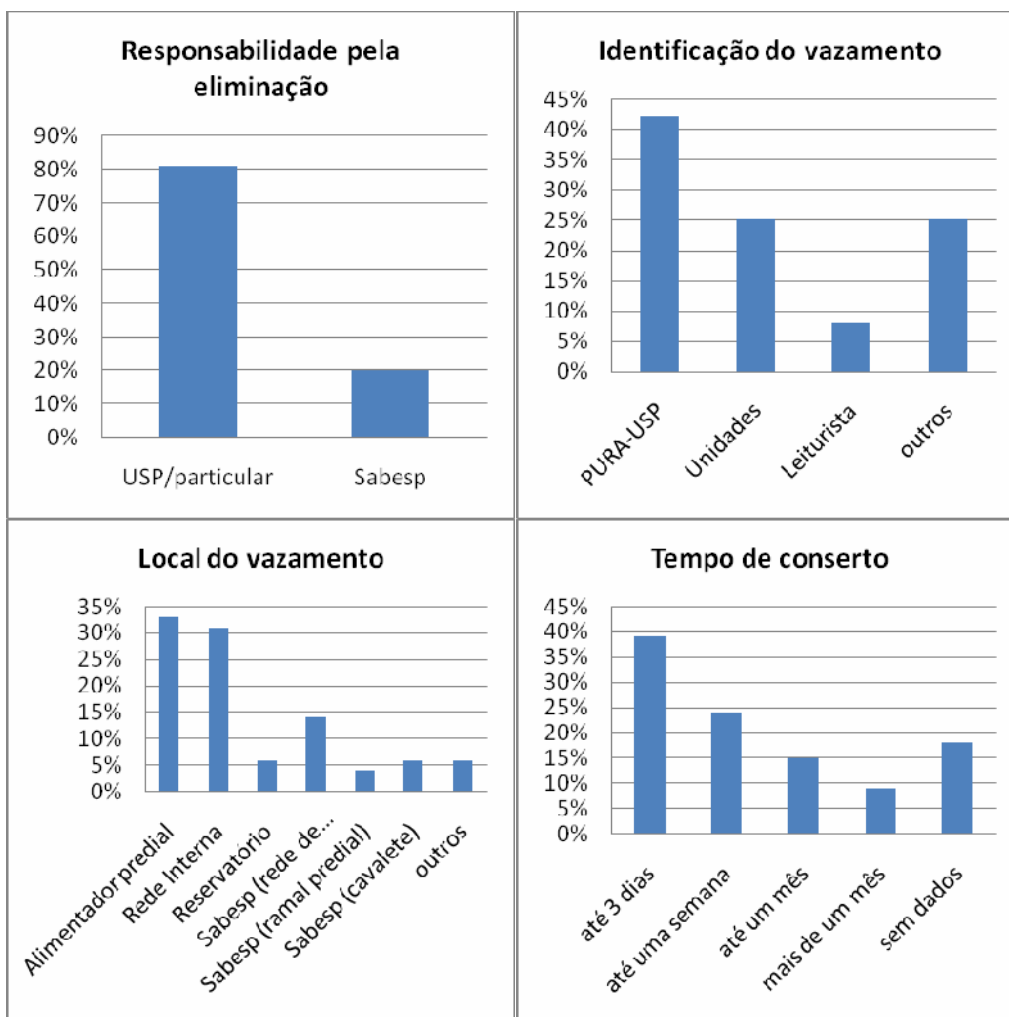


Figura 5.1 – Dados do levantamento sobre vazamentos
 fonte: PURA-USP, 2006

Além desse, muitos outros exemplos de redução do consumo resultante do conserto de vazamentos podem ser encontrados na literatura e documentos relacionados ao tema, como os divulgados pela ANA no Manual de Conservação e Reuso de Água em Edificações (GONÇALVES *et al.*, 2005). As Figuras 5.2 e 5.3 foram reproduzidas do manual supracitado e demonstram a redução do consumo após um programa de correção de vazamentos feito pela prefeitura em edificações públicas de Campinas. Na figura 5.2, estão apresentados os consumos de diversas unidades (blocos) de uma universidade, comparando-se os valores antes e após o conserto de

vazamentos para cada uma das 12 unidades verifica-se uma redução média de 22% no consumo de água.

No gráfico da figura 5.3, tem-se o consumo mensal de água de uma escola municipal e, analisando esse gráfico, é clara a redução do consumo de água após o serviço de correção do vazamento no ramal predial no mês de agosto. O consumo mensal de água típico anterior a correção é de 550 m³, é foi determinado com a média dos 6 meses anteriores ao mês de implementação do programa. Já o consumo mensal típico após a correção é de, aproximadamente, 130 m³ e foi determinado pela média dos 4 meses após de implantação excluindo-se os valores de dezembro e janeiro, por serem meses de férias escolares, com redução natural do consumo de água. Comparando-se esses dois consumos verifica-se a redução de mais de 75% no consumo.

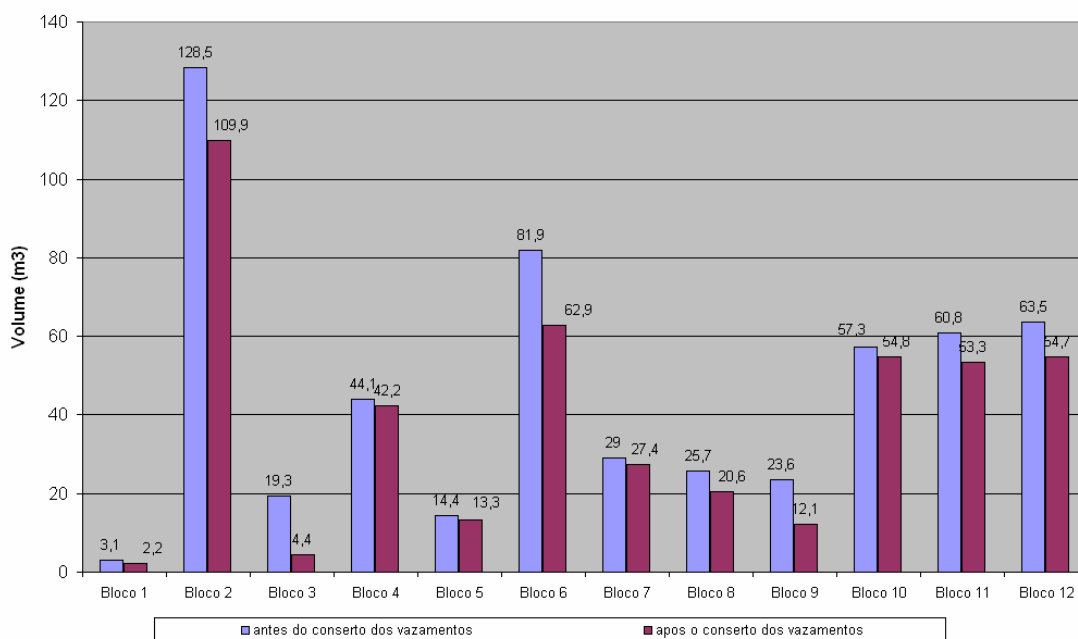


Figura 5.2 – Redução do consumo de água em unidades da Unicamp
 fonte: GONÇALVES *et al.*, 2005



Figura 5.3 – Redução do consumo de água em uma escola em Campinas
 fonte: GONÇALVES *et al.*, 2005

5.1.2 Dispositivos economizadores

Dispositivos economizadores de água são equipamentos e acessórios hidro-sanitários que apresentam, na utilização, uma maior eficiência hídrica quando comparados aos equipamentos convencionais. Da mesma forma, como já há alguns anos, motores e lâmpadas são escolhidos buscando os de maior eficiência e menor consumo de energia, também nas instalações sanitárias deve-se buscar os de menor consumo de água.

A ampla discussão em torno dos conceitos do desenvolvimento sustentável tem se mostrando benéfica para o desenvolvimento de tecnologias economizadoras de água. Essas tecnologias adaptadas às atividades consumidoras são, juntamente com a conscientização e a gestão dos sistemas hidráulicos, importantes na redução de perdas e desperdício, diminuindo os índices de consumo de água. Quando analisado o consumo de água em edificações, os equipamentos sanitários têm função central e participação direta nos índices de consumo.

Em todo o mundo, a troca de equipamentos convencionais para equipamentos com menor consumo de água tem sido estimulada pelos governos.

Como exemplos na década passada na cidade de Nova Iorque e na cidade do México promoveu-se o “*reposition cost*”, ou seja, a troca de bacias sanitárias de alto consumo de água por de baixo consumo através de um depósito financeiro na entrega das bacias antigas.

Atualmente, no estado da Califórnia nos Estados Unidos, a companhia de saneamento reembolsa entre 50 e 75 dólares americanos o morador que comprovar a troca por uma bacia de baixo consumo e entre 50 e 200 dólares americanos para a troca da máquina de lavar roupa por uma de maior eficiência hídrica. Apenas com a troca da bacia sanitária, o consumo diminui de até 7 galões americanos para 1,6 galão por descarga ou de 26 litros para 6 litros por descarga, o que, segundo a companhia, representa uma economia de 20% no uso dentro das residências. Também são fornecidos gratuitamente os equipamentos expostos na Figura 5.4, como arejadores e outros dispositivos para mangueiras e chuveiros que visam a economia de água, assim como assistência técnica para a detecção de vazamentos (CALIFORNIA WATER SERVICE GROUP, 2007).



Figura 5.4 – Dispositivos para a redução do consumo de água
fonte: CALIFORNIA WATER SERVICE COMPANY, 2007

Na Europa, a questão estética, além da questão ecológica e econômica, vem sendo explorada na tentativa de aumentar o estímulo à utilização desses dispositivos, como é o caso dos arejadores desenhados com inúmeras cores e temas. Na Figura 5.5, estão alguns exemplos dos mais de 150 modelos de arejadores de uma empresa especializada da Suíça.



Figura 5.5 – Arejadores coloridos e temáticos
fonte: AQUACLIC, 2005

O emprego de dispositivos é um importante meio de reduzir o consumo de água e costuma ter grande aceitação devido à fácil visualização do funcionamento e à confiabilidade nesses produtos pelo público geral. A ênfase na adoção de equipamentos economizadores ainda recebe respaldo graças a uma característica adicional: a economia de água ocorre independente da consciência do usuário. Ou seja, tais equipamentos proporcionam a economia de água automatizada sem a necessidade da colaboração contínua do usuário, o que os torna especialmente recomendados para instalações sanitárias públicas, como banheiros públicos.

No mercado nacional, a oferta de equipamentos detentores de artifícios de economia, como fechamento automático e sensores de presença, cresce expressivamente e diferentes modelos vêm sendo desenvolvidos pelos fabricantes a fim de atender às diversas características e exigências do usuário. Os equipamentos, além da redução do consumo de água, precisam atender às expectativas do usuário, trazendo conforto e satisfação na utilização. Logo, as linhas de produtos estão se multiplicando considerando, também, o desenho e a estética (*design*) das peças. Igualmente importante, em outro viés, está a questão do desempenho, que é definido como a durabilidade e a capacidade de exercer a função prevista. Assim, para atender as exigências de durabilidade, nos últimos anos foram desenvolvidas as tecnologias

anti-vandalismo que apresentam peças cada vez mais resistentes e sistemas protegidos no interior de paredes.

A seguir, estão descritos alguns dos principais dispositivos economizadores e estão apresentadas as suas características técnicas e as taxas de economia de água. Os dados técnicos foram fornecidos por um conceituado fabricante de equipamentos hidro-sanitários (DECA, 2005) e mostram-se bastante consistentes com outras fontes pesquisadas, como institutos de pesquisas e outros fabricantes, com exceção de algumas taxas de economia de água proporcionadas pelos equipamentos. Essas taxas apresentaram, em alguns casos, divergências entre os valores encontrados e, para garantir a confiabilidade dos dados apresentados, preferiu-se adotar, somente nesses casos, uma faixa de valores considerando também os registros mais conservadores da Sabesp (SABESP, 2006b).

As tecnologias “microflush”, vaso sanitário a vácuo e bacia sanitária com caixa acoplada e alimentação do lavabo, apesar de apresentadas nessa lista, não são comercializadas no mercado nacional, mas servem de exemplos para futuras possibilidades e as informações constam em documentos técnicos do PNCD do Ministério das Cidades (IOSHIMOTO *et al.*, 2004 e GONÇALVES *et al.*, 1999).

- arejador de vazão constante

O arejador é um pequeno acessório instalado na saída da água da torneira e tem a função de misturar ar com a água, proporcionando economia de água e conforto na utilização. O equipamento direciona o fluxo de água, evitando a dispersão do jato e diminuindo os espirros e respingos de água. Pode ser rosqueado em torneiras convencionais, sendo já bastante utilizado nas torneiras residenciais. Os arejadores possuem vazão constante e, por isso, criam um fluxo contínuo e limitado ao valor de 6 litros/min, mesmo com o registro aberto ao máximo, resultando, assim, em economia de água. O arejador é um dispositivo simplório e bastante eficiente, sua aquisição representa um custo muito baixo, sua instalação é simples e não necessita de manutenção. Na Figura 5.6 está apresentado o arejador e seu local de instalação na torneira.

- pulverizador de vazão constante

Assim como o arejador, o pulverizador é um pequeno acessório instalado na saída da torneira. Sua função é transformar 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 e 0,12 l/s.



Figura 5.6 – Arejador de vazão constante
Fonte: FABRIMAR, 2006a

- regulador de vazão para torneiras

Os reguladores de vazão (Figura 5.7) permitem diminuir a vazão de torneiras e são especialmente úteis, proporcionando maior economia, em locais com altas pressões nas tubulações de água. O regulador de vazão pode ser conectado a tubulação de alimentação da torneira ou substituir o “flexível” ou “rabicho” localizado abaixo da torneira de mesa e apresenta um registro que permite regular a vazão da torneira.



Figura 5.7 – Regulador de vazão para torneiras
Fonte: DOCOL, 2006 e FABRIMAR, 2006a

- torneiras de fechamento automático

As torneiras de fechamento automático são recomendadas para os banheiros públicos e, basicamente, são representadas por dois tipos: a torneira de pressão e a torneira com sensor. Exemplos dos dois tipos podem ser vistos na Figura 5.8. Fabricadas por diversas empresas do ramo, podem ser facilmente encontradas no Brasil. A torneira de pressão é acionada manualmente liberando o fluxo de água e, após alguns segundos, ocorre o fechamento automaticamente. A simples limitação do tempo de utilização proporciona economia de água. Além disso, é normal a co-utilização de dispositivos reguladores e redutores de vazão, como arejadores. Assim, a economia pode ser de 20% até 55%, considerando que o consumo de uma torneira convencional é de 2,2 litros por utilização e as torneiras de pressão utilizam 1,0 litro cada vez.

Na torneira de sensor ou eletrônica o fluxo é acionado com a aproximação das mãos do usuário, reconhecida por um sensor eletrônico de movimento. O fechamento ocorre, automaticamente, com o afastamento do usuário. Nessas torneiras, reguladores de vazão também são utilizados, proporcionando uma economia de 40% até 70% em relação à convencional e um consumo de 0,7 litro por utilização. Apesar de elétricas, possuem baixo consumo de energia, podendo inclusive funcionar a pilhas.

As torneiras de fechamento automático costumam apresentar outras características interessantes para o uso público, principalmente ao mau uso, como botões e sistemas anti-vandalismo (Figura 5.8) onde o sistema de acionamento fica interno na parede. O sistema de fechamento automático também evita que a torneira seja “esquecida” aberta, trazendo ainda mais economia de água.



Figura 5.8 – Torneiras de fechamento automático
Fonte: DECA, 2006 e DOCOL, 2006

- bacia sanitária de volume de descarga reduzido

As bacias sanitárias projetadas a partir de 2003, no Brasil, consomem, no máximo, 6,8 litros de água por descarga em comparação aos 12 ou até 20 litros consumidos por bacias mais antigas, isso graças a uma norma do Ministério do Interior através do PBQP-H. As bacias sanitárias são classificadas em função do volume de descarga conforme a NBR 15097 (2004)

em 3 grupos: convencional (9 a 12 litros); de baixo consumo (6 a 9 litros); e com volume de descarga reduzido - VDR (até 6 litros). O consumo de um sistema de descarga é estipulado pelo tamanho da bacia sanitária, independentemente do sistema de descarga adotado ser bacia acoplada ou válvula de descarga na parede. Assim, a troca da bacia sanitária convencional por uma VDR seguida pela regulagem do sistema de descarga proporciona uma redução de 50% no consumo de água. Na Figura 5.9 estão apresentadas duas bacias VDR, consumo de 6 litros por descarga, com sistemas de descarga diferentes.



Figura 5.9 – Bacias sanitárias VDR
Fonte: CELITE, 2006

- válvula de descarga com duplo acionamento

Recomendada para residências, a válvula de descarga com duplo acionamento, também conhecida como *dual* (Figura 5.10), pode ser utilizada de duas formas: com menor volume de água (em trono de 3,5 litros) para dejetos líquidos e com descarga completa para dejetos sólidos. A escolha pelo tipo de descarga ocorre no momento do acionamento através de um botão duplo que permite essa diferenciação. Atualmente, apenas alguns fabricantes brasileiros disponibilizam esse tipo de descarga, mas ela é amplamente utilizada na Europa. E pode

gerar uma economia média entre 50 e 75% em relação à descarga convencional.

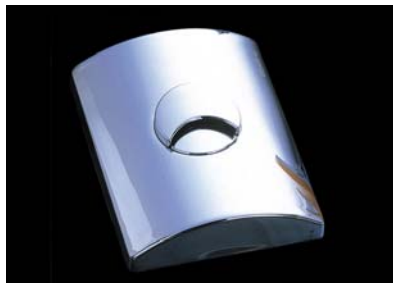


Figura 5.10 – Válvula de descarga com duplo acionamento
Fonte: DECA, 2006

- “Microflush”

No sistema “microflush”, utilizado nos Estados Unidos, a bacia sanitária possui um alçapão no fundo que é aberto no momento do acionamento da válvula de descarga, potencializando o fluxo e a limpeza da bacia. O ciclo é de 12 segundos e o consumo de água para a descarga é de 2 litros. Esse sistema foi desenvolvido especialmente 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, esse índice fica em torno de 40%.

- vaso sanitário a vácuo

Assim como os sanitários dos aviões, o vaso sanitário a vácuo funciona com uma central de vácuo automatizada, que coleta os dejetos através de uma rede de tubulações. Quando a descarga é acionada, a diferença de pressão suga o efluente em direção à central e, ao mesmo tempo, um jato de água limpa o vaso sanitário. O sistema, inclusive já premiado pela Eletrobrás, possui consumo extremamente baixo de 1,2 litro por descarga,

mas o alto consumo de energia elétrica, o custo do sistema e a manutenção necessária com a central de vácuo inviabilizam sua utilização em situações ordinárias.

- bacia sanitária com caixa acoplada e alimentação do lavabo

Utilizado em banheiros públicos do Japão, esse tipo de bacia sanitária utiliza água de reúso para a descarga. O sistema, ao ser acionado, libera a água reservada na caixa para a limpeza da bacia e, em seguida, a água limpa escoar em um pequeno lavabo montado sobre a própria caixa, onde o usuário lava as mãos. A água recolhida no fundo do lavabo cai diretamente dentro da caixa, sendo reservada para o próximo uso da descarga. O sistema, além de aproveitar a água do lavabo para a descarga, economizando água e reduzindo o volume de esgoto gerado, também possui uma vantagem do ponto de vista econômico. O conjunto lavabo/vaso sanitário torna desnecessária a instalação de pias e lavatórios e, ainda, sendo uma peça compacta, amplia o espaço, podendo ser instalado em banheiros compactos, como em trens e outros meios de transporte.

Algumas desvantagens de operação e manutenção podem ser citadas, como o risco de entupimento ou o risco de proliferação de bactérias, uma vez que o conjunto não contempla qualquer sistema de tratamento do efluente do lavabo. Tal problema pode ocorrer, principalmente, no caso de períodos longos de não utilização, onde a água, possivelmente contaminada, fica armazenada dentro da caixa por longo período de tempo. Uma análise mais detalhada dos riscos do reúso direto para fins não-potáveis está apresentada no tópico 5.3 sobre fontes alternativas.

- válvula de mictório temporizada

As válvulas de descarga temporizadas em mictórios funcionam com acionamento programado para um determinado tempo. Possuem a desvantagem, em vista à economia de água, de possibilitar o desperdício, já que a válvula é acionada independente do mictório estar sendo usado ou não.

- válvula de mictório com fechamento automático

A troca do registro de pressão para lavagem de mictórios por válvulas de fechamento automático pode gerar uma economia de até 70% em locais onde o registro de pressão permanece aberto o dia todo. Os tipos de acionamento podem ser hidromecânico (de pressão) ou por válvulas eletrônicas com sensores de presença infra-vermelho ou ultra som. A Figura 5.11 mostra dois exemplos. O menor consumo de água é garantido com uso acoplado de um redutor ou regulador de vazão para 6 litros/min.



Figura 5.11 – Válvula de mictório com fechamento automático
Fonte: FABRIMAR, 2006a e DOCOL, 2006

- mictório sem água

Mictórios que não possuem ligação de água para a lavagem são empregados na Europa e nos Estados Unidos. Segundo Schmidt (2004) em seu trabalho na USP sobre a aplicação desse tipo de mictório, a eliminação da água no processo de coleta da urina

não afeta negativamente o desempenho. Salvo algumas deficiências oriundas de má instalação e manutenção, o sistema é perfeitamente passível de aplicação em banheiros públicos. A louça sanitária possui um desenho e um tratamento que impede a aderência da urina à superfície e apresenta um cartucho que, juntamente com um líquido selante, impede o retorno de odores para o ambiente. A peça, apresentada na Figura 5.12, requer a mesma infra-estrutura de esgoto sanitário que o mictório convencional, o que torna a sua instalação mais simples e sem a necessidade de grandes reformas no caso de edificações já em operação.

O custo de aquisição do equipamento não difere muito do preço de mictórios convencionais e é mais barato do que aqueles providos de válvulas eletrônicas. A manutenção e a operação requerem pouquíssimos investimentos, apenas a troca periódica do cartucho a cada 7000 usos. Esse é um exemplo de maximização da utilização de tecnologia no uso racional da água, representando uma economia de 100%.



Figura 5.12 – Mictório sem água
Fonte: IDEAL STANDFORD, 2006

- restritor ou regulador de vazão para chuveiro

Os chuveiros são os aparelhos mais difíceis nas adequações à redução do consumo, já que o usuário possui uma grande sensibilidade na alteração da vazão desses. Os chuveiros elétricos, vilões no consumo de energia, são opções econômicas

em relação ao consumo de água. Tais chuveiros costumam ter vazões constantes entre 3 e 5 litros por minuto, bem abaixo dos 15 litros/minuto de um chuveiro comum. Mas, não são a única opção, pois existem outros dispositivos para chuveiros, como os restritores de vazão. Existem no mercado nacional restritores de vazão para 8, 14 e 16 litros/minuto que podem ser acoplados a qualquer chuveiro. Alguns exemplos de restritores e seu local de instalação podem ser visto na Figura 5.13.



Figura 5.13 – Restritores de vazão para chuveiro
Fonte: FABRIMAR, 2006a

A economia de água dos dispositivos acoplados ao chuveiro depende da pressão da água. Em locais com pressão até 6 mca, a utilização de uma válvula de fechamento automático com restritor de vazão de 8 litros/minuto reduz o consumo em 32%, e se o mesmo equipamento for utilizado em locais de pressão entre 15 e 20 mca, a economia de água representa 62%. Assim, percebe-se que o consumo do chuveiro varia consideravelmente com a pressão do local de instalação. Com o objetivo de esclarecer a população sobre o consumo de água dos chuveiros, empresas fabricantes já apresentam em suas embalagens um ábaco (Figura 5.14) onde é possível verificar a vazão e, conseqüentemente, o consumo de água. Nessa Figura 5.14, as duas curvas representam as vazões com um crivo (= restritor de vazão) de baixa pressão e outro de alta pressão no chuveiro, ou seja, com maior ou menor consumo, ficando ao usuário a escolha de qual restritor utilizar.



Figura 5.14 - Ábaco de restritores de vazão para chuveiro
 fonte: FABRIMAR, 2006b

- chuveiros com fechamento automático

As válvulas de fechamento automático nos chuveiros, assim como nas torneiras, são indicadas para locais públicos, como centros esportivos, piscinas públicas, rodoviárias, clubes e escolas. Funcionam com tempo de abertura programado sendo necessário novo acionamento a cada 30 segundos. Na Figura 5.15 estão alguns exemplos de dispositivos de fechamento automático para chuveiros, inclusive um dos exemplos com sistema anti-vandalismo, isto é, com o acionamento ocorrendo dentro da parede.



Figura 5.15 – Válvula de fechamento automático para chuveiros
 Fonte: DOCOL, 2006

- misturadores para chuveiro

Outro dispositivo para os chuveiros são os misturadores apresentados na Figura 5.16. Esses dispositivos evitam o desperdício de água na regulação da temperatura no momento em que se abrem os registros do chuveiro. A proporção da mistura de água quente e fria, ou seja, a temperatura da água é mantida de uma utilização até a próxima. Assim, não sendo mais necessária a regulação da temperatura, evita-se o desperdício de água.



Figura 5.16 – Misturadores para chuveiro

Fonte: DECA, 2006 e DOCOL, 2006

Como apresentados e descritos, existem muitos equipamentos e inúmeras opções que estimulem o uso racional da água. A escolha do equipamento economizador entre as diferentes tecnologias considera diversos fatores. Além da própria economia de água, o custo de implementação e a viabilidade econômica influenciam na decisão de qual dispositivo utilizar, assim como questões culturais e psicológicas do usuário. Nas Tabelas 5.2 a 5.4, apresenta-se uma detalhada comparação entre as principais tecnologias vigentes no mundo visando o uso racional de água na utilização de bacias sanitária, torneiras e mictórios.

Tabela 5.2 - Avaliação de tecnologias e produtos: bacias sanitárias

| Fatores | Tecnologias e produtos | | | | |
|--|------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Bacia VDR 3 litros | Bacia VDR 6 litros | Microflush | caixa de alimentação do lavabo | descarga com duplo acionamento |
| Procedência | Suécia França | Brasil EUA Europa Japão | EUA | Japão | Brasil Europa Japão EUA |
| Nível tecnológico | Alto | Baixo | Alto | Baixo | Médio |
| Impacto cultural | Baixo | Baixo | Baixo | Médio | Baixo |
| Dificuldade de implantação em edifícios a construir | Baixo | Baixo | Baixo | Baixo | Baixo |
| Dificuldade de implantação em edifícios existentes | Baixo | Baixo | Baixo | Médio | Baixo |
| Dificuldade de operação | ---- | ---- | ---- | Baixo | Baixo |
| Dificuldade de manutenção | Baixo | Baixo | Médio | Baixo | Baixo |
| Atuação na vazão, no tempo ou no reuso | vazão e tempo | vazão e tempo | vazão e tempo | Reúso | Vazão |
| consumo médio de água (litros/descarga) | 3,0 | 6,0 | 2,0 | Sem informação | 4,5/3,0 |

fonte: GONÇALVES *et al.*, 1999

Tabela 5.3 - Avaliação de tecnologias e produtos: torneiras

| Fatores | Tecnologias e produtos | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------------|
| | Torneira com arejador | Torneira com pulverizador | Torneira de fechamento automático | Torneira com sensor eletrônico |
| Procedência | Brasil EUA Europa Japão | Brasil EUA Europa Japão | Brasil EUA Europa Japão | Brasil Europa Japão EUA |
| Nível tecnológico | Baixo | Baixo | Baixo | Médio |
| Impacto cultural | Baixo | Baixo | Baixo | Médio |
| Dificuldade de implantação em edifícios a construir | Baixo | Baixo | Baixo | Médio |
| Dificuldade de implantação em edifícios existentes | Baixo | Baixo | Médio | Médio |
| Dificuldade de operação | ---- | ---- | Baixo | Baixo |
| Dificuldade de manutenção | Baixo | Baixo | Baixo | Médio |
| Atuação na vazão, no tempo ou no reuso | vazão | Vazão | Tempo | Tempo |
| consumo médio de água (litros/utilização) | 1,5 | 0,9 a 1,8 | 0,2 a 1,4 | 0,2 a 1,4 |

fonte: GONÇALVES *et al.*, 1999

Tabela 5.4 - Avaliação de tecnologias e produtos: mictórios

| MICTÓRIOS | Tecnologias e produtos | | | |
|---|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Mictório com fechamento automático | Mictório com temporizador | Mictório com sensor eletrônico | Mictório sem água |
| Fatores | | | | |
| Procedência | Brasil EUA Europa Japão | Brasil EUA Europa Japão | Brasil Europa Japão EUA | Brasil Europa Japão EUA |
| Nível tecnológico | Baixo | Baixo | Médio | Médio |
| Impacto cultural | Baixo | Baixo | Médio | Alto |
| Dificuldade de implantação em edifícios a construir | Baixo | Baixo | Médio | Baixo |
| Dificuldade de implantação em edifícios existentes | Baixo | Baixo | Médio | Baixo |
| Dificuldade de operação | Baixo | Baixo | ---- | ---- |
| Dificuldade de manutenção | Baixo | Baixo | Médio | Médio |
| Atuação na vazão, no tempo ou no reuso | tempo | tempo | Tempo | vazão |
| consumo médio de água (litros/descarga) | 0,5 a 1,0 | 0,5 a 1,0 | 0,8 | ---- |

fonte: GONÇALVES *et al*, 1999

Como já mencionado, o consumo de água por um equipamento sanitário está relacionado, primordialmente, ao seu local de instalação e à pressão na tubulação de água. Nos equipamentos convencionais não há qualquer dispositivo para restringir a vazão e, assim, os equipamentos consomem grandes volumes de água, principalmente em locais de alta pressão, ou seja, nos primeiros andares dos edifícios. Já com a utilização de dispositivos economizadores, são empregados reguladores e restritores de vazão que mantêm a vazão constante independente da pressão. Esses dispositivos são componentes internos das peças e metais e, por esse motivo, muitas vezes passam despercebidos pelo usuário mesmo sendo notórios na redução do consumo. A redução de consumo dos equipamentos em diferentes situações pode ser vista na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Comparação do consumo de equipamentos com e sem dispositivos economizadores de água

| Equipamento | Baixa pressão 2 a 10 mca | Alta pressão 10 a 40 mca | Aplicando Dispositivos Economizadores de Água |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| Torneira de lavatório | 10 l/min | 20 l/min | 8 l/min |
| Misturador de cozinha | 12 l/min | 20 l/min | 6 l/min |
| Torneira de jardim/tanque | 12 l/min | 20 l/min | 8 l/min |
| Mictório com registro | 10 l/min | 15 l/min | 8 l/min |
| Chuveiro | 15 l/min | 20 l/min | 14 l/min |

fonte: SMAC, 2002

A economia advinda desses dispositivos pode ser facilmente calculada multiplicando-se a frequência e o tempo de utilização pela vazão e pelo custo da água, como apresentado na Tabela 5.5. Assim, por exemplo, em uma residência onde moram quatro pessoas que tomam banho no chuveiro duas vezes ao dia (cada uma), a economia com a utilização de um restritor de vazão no chuveiro pode ser de 30%, ou R\$ 39,60, se considerada a tarifa de água/esgoto cobrada pela CEDAE. Os cálculos estão apresentados a seguir.

Chuveiro

| número de pessoas | tempo de utilização diária | vazão de utilização | número de dias de utilização | consumo mensal |
|-------------------|----------------------------|---------------------|------------------------------|----------------|
| 4 | 2 x 10 = 20 min | 20 litros/min | 30 | 48.000 litros |

| Consumo mensal | custo do m ³ | Gasto mensal |
|-------------------|-------------------------|--------------|
| 48 m ³ | R\$ 2,75 | R\$ 132,00 |

Chuveiro com restritor de vazão

| número de pessoas | tempo de utilização diária | vazão de utilização | número de dias de utilização | consumo mensal |
|-------------------|----------------------------|---------------------|------------------------------|----------------|
| 4 | 2 x 10 = 20 min | 14 litros/min | 30 | 33.600 litros |

| Consumo mensal | custo do m ³ | Gasto mensal |
|---------------------|-------------------------|--------------|
| 33,6 m ³ | R\$ 2,75 | R\$ 92,40 |

Economia: R\$ 132,00 - R\$ 92,40 = R\$ 39,60

Igualmente com cálculos análogos, podem ser calculadas as expressivas economias com a utilização de arejadores em torneiras de lavatórios, misturadores de cozinha e torneiras de jardim ou tanque (ver Tabela 5.6).

Tabela 5.6 – Economia decorrente da utilização de arejadores em torneiras e misturadores

| Produto | tempo de uso/ descarga | consumo mensal (baixa pressão) | custo mensal (R\$) | consumo mensal (alta pressão) | custo mensal (R\$) | consumo mensal com dispositivo | custo mensal (R\$) | redução |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------|
| Torneira de lavatório | 5 min | 1.800 l | 4,95 | 3.750 l | 10,31 | 1.200 | 3,30 | 68% |
| Misturador de cozinha | 30 min | 12.600 l | 34,65 | 27.000 l | 74,25 | 5.400 l | 14,85 | 80% |
| Torneira de jardim/tanque | 15 min | 5.400 l | 14,85 | 11.250 l | 30,94 | 3.600 l | 9,90 | 68% |

Seguindo na análise da economia dos dispositivos economizadores, apresenta-se na Tabela 5.7 uma avaliação do potencial índice de redução no consumo de água residencial, considerando a aplicação de dispositivos economizadores em todos os pontos de utilização de água. Para essa análise e cálculos decorrentes foram utilizados a distribuição padrão do consumo residencial apresentada na Figura 4.1; o índice de redução apresentado e utilizado nos cálculos anteriores; e a redução resultantes da Tabela 5.6. Para a máquina de lavar roupa, por falta de informações foi mantida o mesmo consumo. O índice de redução foi calculado através da soma das reduções relativas dos pontos de utilização. Essa redução relativa representa a multiplicação da participação do local de utilização na distribuição (coluna distribuição) pela redução potencial no local com o dispositivo (coluna redução). O resultado encontrado é de uma redução total de 46% no consumo de água.

Tabela 5.7 – Economia decorrente da aplicação de dispositivos economizadores em todos os pontos de uma residência

| local de utilização | distribuição | redução | redução relativa |
|---------------------|--------------|----------|------------------|
| bacia sanitária | 22 % | 50% | 11,00% |
| Lavatório | 7% | 68% | 4,76% |
| Chuveiro | 37% | 30% | 11,10% |
| pia cozinha | 18% | 80% | 14,40% |
| maq. lav roupa | 9% | 0% | 0,00% |
| Tanque | 4% | 68% | 2,72% |
| jardim/lav.carros | 3% | 68% | 2,04% |
| Total | 100% | - | 46,02% |

Inicialmente voltadas apenas para banheiros públicos de grande circulação, as tecnologias de equipamento sanitário têm encontrando espaço no ramo hoteleiro e até residencial. Infelizmente, o custo de aquisição das tecnologias mais eficientes ainda representa valor superior ao do equipamento convencional em uma proporção de duas vezes no caso do mecanismo de fechamento automático mecânico, ou da válvula de descarga de duplo acionamento. E no caso de dispositivos com sensor eletrônico, o preço é sete vezes mais caro, sendo proibitivo em muitas situações e representando um forte desestímulo ao seu uso. O custo extra das tecnologias economizadoras de água afeta principalmente a população de baixa renda, que certamente obterá dupla vantagem no combate ao desperdício: conservação do recurso natural e melhoria da qualidade de vida, uma vez que os gastos com água poderiam ser usados em outros fins.

Porém, através da informação e de uma análise minuciosa dos custos e dos benefícios da aplicação dos equipamentos, estes podem se mostrar viáveis e até bastante vantajosos para o cliente/usuário. Na Tabela 5.8, estão apresentados alguns equipamentos economizadores de um conhecido fabricante nacional e os seus custos de aquisição no mercado varejista.

Tabela 5.8 - Custo de aquisição dos dispositivos economizadores

| Equipamento | Modelo | fabricante | preço * |
|------------------------------------|---------------------|------------|------------|
| Torneiras | | | |
| Torneira de pressão mesa | Decamatic Eco 1172C | Deca | R\$ 148,00 |
| Torneira de pressão parede | Decamatic Eco 1173C | Deca | R\$ 163,00 |
| Torneira de sensor eletrônico | Deecalux 1180C | Deca | R\$ 525,00 |
| Bacia Sanitária | | | |
| Válvula desc. c/ duplo acionamento | Hydra DUOflex | Deca | R\$ 209,00 |
| Mictórios | | | |
| válvula de fechamento automático | Decamatic | Deca | R\$ 148,00 |
| válvula com sensor eletrônico | Decalux | Deca | R\$ 525,00 |

* preços pesquisados na rede de material para construção Amoedo em 25/10/2006

Para analisar as vantagens e a viabilidade da troca dos equipamentos sanitários, é necessário fazer a correspondência entre a economia de água proporcionada e o custo da troca. Considerando apenas o lado financeiro da ação, a relação custo-benefício é estipulada através do tempo para o retorno do investimento, ou seja, o tempo necessário para que o custo com a troca do equipamento seja compensado e recuperado pela redução na cobrança, devido à economia de água gerada pelo novo equipamento.

No cálculo do tempo para o retorno do investimento são considerados: o uso e o consumo do equipamento antigo (convencional), o custo de aquisição e o consumo do equipamento novo (economizador), o custo de possíveis adaptações necessárias, o custo da mão-de-obra para efetuar a troca, a economia de água gerada pela troca, a tarifa de água/esgoto e a taxa de juros. Um exemplo de cálculo de retorno está apresentado a seguir e foi aplicado na planilha da Tabela 5.9, que analisa as diversas possibilidades de arranjos na troca da bacia sanitária e válvula de descarga em uma residência.

Cálculo do tempo para o retorno do investimento:

$$T_r = \frac{G}{(C \times E \times p - G \times r)}$$

sendo que:

T_r – tempo em anos;

G – custos em reais;

$G = G_{eq} + m. o.$, na qual

G_{eq} – custo de aquisição do equipamento novo;

m. o. – custo da mão-de-obra (bombeiro) para efetuar a troca.

C – consumo em litros;

$C = 365 \times uso \times Cc$, na qual

uso – número de acionamentos por dia;

Cc – consumo do equipamento convencional (antigo) em litros/acionamento.

E – taxa de economia de água gerada pela troca;

$E = 1 - (Ce / Cc)$, na qual

Ce – consumo do equipamento econômico (novo) em litros/acionamento;

Cc – consumo de equipamento convencional (antigo) em litros/acionamento.

p - custo do consumo de um litro de água

$p = (\text{tarifa água} + \text{tarifa esgoto}) \times \text{fator de multiplicação} / 1000$

r – taxa de juros simples

Tabela 5.9 – Retorno do investimento na troca da bacia e descarga sanitária

Troca da Bacia Sanitária (caso residencial)

| dispositivo | uso | C_{eq} | m.o. | C_e | C_c | E | T_r |
|---------------------|-----|------------|-----------|---------|-------|-----|------------|
| Bacia sanitária | 8 | R\$ 41,00 | R\$ 80,00 | 6 | 12 | 50% | 1,2 |
| Bacia san. Acoplada | 8 | R\$ 178,00 | R\$ 80,00 | 6 | 12 | 50% | 2,9 |
| Descarga | 8 | R\$ 99,80 | R\$ 80,00 | 6 | 12 | 50% | 1,9 |
| Bacia + descarga | 8 | R\$ 140,80 | R\$ 80,00 | 6 | 12 | 50% | 2,4 |
| Duplo acionamento | 8 | R\$ 209,00 | R\$ 80,00 | 3,5 / 6 | 12 | 65% | 2,4 |
| Bacia + duplo ac. | 8 | R\$ 250,00 | R\$ 80,00 | 3,5 / 6 | 12 | 65% | 2,8 |

obs: tarifa de água/esgoto utilizada: R\$ 1,47/m³ e R\$ 1,28m³ (CEDAE) e fator de multiplicação: 2,20 (2ª Faixa) consumos dados em litros; retorno dado em anos; juros simples de 6% ao ano

Os valores da última coluna na planilha (Tabela 5.7) indicam tempos para o retorno relativamente altos. Porém, em muitos casos, esses tempos não representam fielmente a realidade, já que não é normal as trocas serem isoladas. Usualmente, as trocas são feitas em grandes escalas nas edificações comerciais com substanciais descontos nos custos e retorno em poucos meses. Mesmo em residências as trocas costumam ser complementares a reformas e ocorrem, por exemplo, em mais de um banheiro da residência, dividindo o custo da mão-de-obra.

Entre muitos, um ilustrativo exemplo das vantagens da troca de equipamentos para os grandes consumidores é o caso da rede de hotéis Íbis, que em uma de suas edificações substituiu 391 vasos sanitários para os de volume de descarga reduzido e, ainda, instalou 391 arejadores para torneiras e 391 reguladores de vazão para chuveiros. O custo total com as melhorias foi de R\$ 19.941,00 e a rede obteve o retorno do investimento em apenas dois meses. Outro exemplo que também obteve o retorno em dois meses foi o do condomínio Jardim Cidade em Moema, na cidade de São Paulo; no início de 1999, foram investidos R\$ 4.000,00 em correção de vazamentos e substituição de equipamentos hidráulicos obsoletos e, dessa forma, alcançou-se uma redução de 29% no consumo de água (SABESP, 2006c).

5.1.3 Medição individualizada

A micromedição do consumo de água é uma das formas de combater o desperdício e promover o uso eficiente, além de ser o meio mais aceito de se quantificar a cobrança. Mas não é assim em todo o mundo. Na Inglaterra, por exemplo, o usuário pode escolher se deseja a instalação do medidor e, tradicionalmente, esse é recusado. Segundo a WATER UK (2007), associação das companhias do setor de saneamento do país, a maioria dos consumidores domésticos não tem seu consumo medido, com apenas 26% da população possuindo um medidor em casa. Essa situação deve mudar nos próximos anos, já que o ministro do meio ambiente inglês anunciou estudos para a expansão do sistema de medição, principalmente em áreas de estresse hídrico. O anúncio foi baseado em pesquisas preliminares divulgadas por organizações ligadas ao governo inglês, que indicam uma redução de 10% no consumo quando esse é medido.

No Brasil, é comum a medição, mas nas edificações residências multifamiliares a cobrança de água/esgoto pela concessionária é feita, geralmente, sobre o condomínio com o consumo total do prédio. A medição é feita no hidrômetro na entrada da edificação e a cobrança é rateada entre os condôminos. Dessa forma a medição influencia pouco na conservação da água, uma vez que os usuários não sentem a direta relação entre sua ação pessoal de economia de água e a redução do consumo na conta. A divisão com os vizinhos desmotiva ações economizadoras e dificulta o controle do uso, podendo ser resumida no pensamento: “Por que eu vou economizar água se o meu vizinho desperdiça?”.

Como uma solução para o impasse, surge a medição individualizada que consiste na instalação de um hidrômetro para cada economia, permitindo a medição do consumo e correspondente cobrança de cada apartamento em separado. O simples conhecimento por parte do morador do seu exato consumo e do correspondente custo é uma forma de conscientização e um grande estímulo ao uso racional e a economia de água.

Algumas cidades, como Recife, Campinas e o Distrito Federal, já possuem legislação específica tratando da individualização da medição de consumo de água em unidades habitacionais, prevendo instalação de hidrômetros individuais nos prédios a serem construídos e fornecendo um período de 5 ou 10 anos para adaptação dos condomínios antigos. Outras localidades, como São Paulo, possuem a medição individual inserida juntamente com os equipamentos hidro-sanitários economizadores em seus Programas de Conservação e Uso Racional da Água em Edificações.

Segundo COELHO e MAYNARD (1999), a medição individualizada possui como objetivos: a redução do desperdício de água, a redução do consumo de energia elétrica pela redução do volume de água bombeada para o reservatório superior, a identificação de vazamentos de difícil percepção, a maior satisfação do usuário, a redução do volume efluente de esgoto e a redução das contas de água/esgoto dos apartamentos.

Atualmente, a parcela referente à conta da água encarece de forma significativa as taxas de condomínio, pesando, muitas vezes, no orçamento familiar.

Essa situação pode ser resolvida com a medição individualizada que é, sem dúvida, uma distribuição mais justa dos custos das contas de água, onde cada morador tem a certeza de estar pagando realmente pelo quanto gastou de água e não pelo desperdício de outros. Ainda, como citado anteriormente, vazamentos em tubulações e ramais são mais rapidamente percebidos e mais facilmente encontrados com o auxílio dos hidrômetros individuais.

Disponibilizando o conhecimento a cada morador do exato volume de seu consumo de água, o sistema de medição individualizada se mostra um agente eficiente no estímulo ao uso racional e, segundo GONÇALVES *et al.* (2005), após a implantação do sistema a economia nas contas varia de 17% a 25%. Exatamente por isso a ANA promove cursos com o objetivo de capacitar projetistas, engenheiros, síndicos e gestores públicos na concepção de projetos de medição por habitação, tanto em edifícios a construir como na adaptação dos já existentes.

No caso dos prédios novos, a medição individualizada é prevista no projeto, não exigindo expressivos investimentos ou acarretando ônus na construção. Mas, em edifícios antigos, é necessário um estudo de viabilidade econômica para garantir que a implantação do sistema de medição individualizada é vantajosa. O projeto deve considerar basicamente quatro pontos: menor custo, menor transtorno aos usuários, melhor estética e menor perda de carga (COELHO e MAYNARD, 1999).

Nas edificações já construídas, as adaptações necessárias são determinadas a partir das plantas e vistas das tubulações e é indispensável a confirmação dessas informações no local. A modificação das tubulações visa concentrar a distribuição do apartamento em uma coluna através de novos caminhamentos de tubulação, ramais e interligações, anulando-se as outras colunas alimentadoras. Os caminhamentos, muitas vezes, são feitos por fora das paredes, utilizando-se um revestimento por questões estéticas, e as interligações são feitas sobre o gesso ou outro revestimento existente nas cozinhas e banheiros. Ainda, uma atenção especial deve ser dada ao último andar, devido aos possíveis problemas decorrentes da pequena altura de coluna de água. Os hidrômetros são instalados do lado de fora dos apartamentos, em um local que facilite as leituras, ou seja, com fácil acesso e boa iluminação. Algumas sugestões são: o *hall* de entrada, áreas comuns,

shaft de descida das tubulações ou, dependendo da forma de distribuição da água, podem ser diretamente ligados ao barrilete.

A experiência nacional com a medição individualizada tem crescido muito nos últimos anos, tanto em prédios recém construídos como em adaptações em apartamentos antigos. Um bom exemplo é a região metropolitana do Recife com a medição individualizada em mais de 1500 edifícios antigos adaptados. Alguns dos resultados dessa experiência acabaram sendo surpreendentes e desmentiram algumas desvantagens previstas, como a perda de carga. Na prática, após a execução das citadas modificações, houve um aumento da pressão nos pontos de utilização. Isso ocorreu porque os edifícios com mais de 10 anos possuíam tubos e/ou conexões de ferro galvanizado que estavam parcialmente obstruídos. Reforçando os benefícios da medição individualizada, são listadas a seguir as conclusões do trabalho de COELHO (1999) com o emprego da medição individualizada na região metropolitana do Recife:

1. A medição individualizada em apartamentos de prédios antigos é possível desde que o estudo de viabilidade econômica o justifique;
2. Para edifícios do tipo populares que utilizam nas instalações hidro-sanitárias caixas de descarga, a modificação dessas instalações pode ser feita a baixo custo;
3. A nova sistemática foi plenamente aprovada pelos clientes, já que não houve uma só solicitação de retornar ao sistema anterior de faturamento;
4. O índice de inadimplência para os prédios individualizados é inferior a 10%;
5. A redução de consumo dos edifícios que aderiram a medição individualizada foi de 25%; e
6. Houve um aumento de faturamento nos citados edifícios superior a 21%.

Uma observação precisa ser acrescentada para melhor entendimento dos resultados apresentados da experiência do Recife: de fato, apesar de ter havido uma queda no consumo, o faturamento cresceu. Essa aparente contradição explica-se devido aos altos índices de inadimplência existentes antes da mudança e a sua expressiva redução após. A medição individualizada mostra, então, mais uma vantagem surpreendente, qual seja, ocorre um aumento na aceitação pública e na confiabilidade no sistema de cobrança.

5.1.4 Conscientização

A informação e a conscientização da sociedade são condições importantes para a aceitação e o sucesso de qualquer programa de conservação de água. Desde as ações mais simples, como fechar a torneira enquanto se escova os dentes, até nos sistemas mais complexos de tratamento e reúso de esgotos, a participação e apoio público são essenciais para se alcançar os objetivos.

Antigamente, as ações relacionadas à economia de água se baseavam total ou parcialmente em uma mudança de hábitos do usuário. Desde os anos 90, houve uma mudança no enfoque das ações, valorizando-se menos as soluções que dependiam da colaboração contínua dos cidadãos, ou seja, a mudança de hábitos, e provendo os equipamentos de alta eficiência em substituição aos equipamentos obsoletos e ineficientes para assegurar uma redução automática e duradoura do consumo de água.

Os Estados Unidos são um dos países com maior experiência em campanhas de redução do consumo de água. Isso porque, já na década de 70, o país, principalmente a região do estado da Califórnia, sofria com a escassez de água e problemas de abastecimento devido ao clima desértico do oeste norte-americano e do crescimento de cidades como Los Angeles e São Francisco. Apesar dos inúmeros esforços e da volumosa quantia investida, as primeiras campanhas não surtiram o efeito desejado. O público era bem informado e as campanhas possuíam altos índices de lembrança (*recall*), mas não obtinham sucesso em mudar o comportamento do consumidor. Psicólogos e estudiosos sociais das universidades norte-americanas chamados para avaliar o problema das campanhas concluíram que, grosso modo, os programas de conservação baseados unicamente em pressupostos de racionalidade econômica do consumidor tendem ao fracasso. A principal razão do insucesso das campanhas das décadas de 70 e 80 do século passado foi não terem sido considerados os aspectos psicológicos que afetam o processo de tomada de decisão de pessoas, como a busca de maximização de status, segurança e conforto.

Assim, campanhas unicamente apoiadas em incentivos e desincentivos econômicos, como subsídios para aquisição de equipamentos de menor consumo, redução de impostos no financiamento de imóveis que possuam equipamentos

economizadores, tarifas progressivas e multas não são suficientes para mudar o hábito do consumidor. Mas, sem dúvida, são partes integrantes de uma campanha que, também, precisa considerar outros fatores como a confiabilidade no promotor da campanha, relação dos clientes com a prestadora de serviços, entendimento da responsabilidade pela situação de escassez - a população reage com maior sensibilização se percebe que os problemas de escassez são de origem climática e não de má administração ou do consumo excessivo de alguns (CARDIA e ALUCCI, 1998).

No Brasil, infelizmente, muitos desses fatores pesam contra as campanhas, como é o caso do descrédito das companhias prestadoras de serviços com inúmeras reclamações de seus clientes e índices de ineficiência absurdos. As campanhas educativas costumam ter caráter provisório. Somente são promovidas em períodos de crise e, assim, perde-se grande parte da potencialidade do esforço no esquecimento da população. Ainda soma-se a falta de participação efetiva do governo com incentivos econômicos na troca de equipamentos. Apesar dos excelentes trabalhos técnicos DTA's do PNCDA, assim como se descobriu na Califórnia, apenas o conhecimento técnico não é suficiente para mudança no comportamento.

Entretanto, alguns passos em direção a um futuro mais promissor estão sendo feitos, como a inclusão, por parte do governo federal, da bacia sanitária VDR no PBQPH (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Habitação), tornando o consumo máximo de 6,8 litros como meta obrigatória para todos os equipamentos do tipo comercializados no Brasil. Ou o governo estadual do Rio de Janeiro e tantos outros, que, através da lei nº 4397 de 2004 e outras leis equivalentes a respeito dos programas de conservação e uso racional de água, obrigam a utilização de dispositivos economizadores, como torneiras de fechamento automático, em empreendimentos imobiliários destinados ao serviços públicos a serem construídos. O setor público também tem incentivado o reconhecimento social através de concursos e prêmios relacionados ao uso racional de energia e água. Além disso, a criatividade nacional mostra seus frutos, já que, em inúmeras bacias sanitárias em utilização pelo país, é possível encontrar, dentro das caixas acopladas, garrafas PET, as dos refrigerantes dois litros, cheias de água e tampadas, assim, diminuindo o volume útil da caixa e o consumo da descarga em 2 litros.

A campanha de combate ao desperdício, assim como a própria conservação da água em edificações, apresenta-se como um sinergismo da área técnica e humana. Na área técnica - as medições, as tecnologias e as decorrentes vantagens econômicas- e no campo humano - o comportamento e expectativas do usuário/consumidor (GONÇALVES *et al.*, 2005). Não bastam equipamentos eficientes e com bom desempenho. É necessário convencer o usuário da melhoria na qualidade de sua vida e do meio ambiente.

O comportamento do usuário é dito como um dos desafios mais complicados de serem mudados, pela simples dificuldade que os seres humanos têm de alterar suas rotinas e pela relação única de bem estar que têm com a água. Contra a primeira premissa, o “apagão” ou racionamento de energia elétrica ocorrido em 2001 serviu para mostrar que a mudança de hábitos da sociedade, em geral, é uma alternativa perfeitamente viável, desde que as razões, conseqüências e riscos sejam claramente expostos. Obviamente, no início, a ameaça no corte de fornecimento foi um fator importante para chamar a atenção necessária ao problema, mas depois houve um engajamento da população que, mesmo após o fim do racionamento, manteve costumes de economia de luz.

De uma certa forma, pode-se creditar ao racionamento no setor elétrico um sucesso relativo, o que não significa dizer que seria positivo promover um “apagão” na água. Cortes e rodízios no abastecimento de água são inaceitáveis e não só atrasam o desenvolvimento econômico, como ocorreu no apagão elétrico, como, também, colocam em risco a população, comprometendo sua saúde e higiene. Mas, existem outros exemplos que poderiam ser imitados. Assim como existe a classificação dos eletrodomésticos pelo seu consumo de energia, também deveria existir a classificação de equipamentos hidráulicos pelo consumo de água. Em muitos países da Europa, as máquinas de lavar roupa e louça possuem essa classificação, e organizações ambientais reconhecidas desses países, inclusive, disponibilizam pela internet um *ranking* (ordenamento) com todas as máquinas no mercado e seus correspondentes consumos de água e energia para consulta da população na escolha de uma nova lavadora. No Brasil, o selo da Inmetro/Procel (Figura 5.17) até fornece o consumo de água, mas de forma discreta, apenas o valor em fonte pequena e, mais prejudicial ainda, não há classificação da eficiência hídrica do eletrodoméstico como é

feito com eficiência energética, demonstrada claramente em uma classificação por letras.

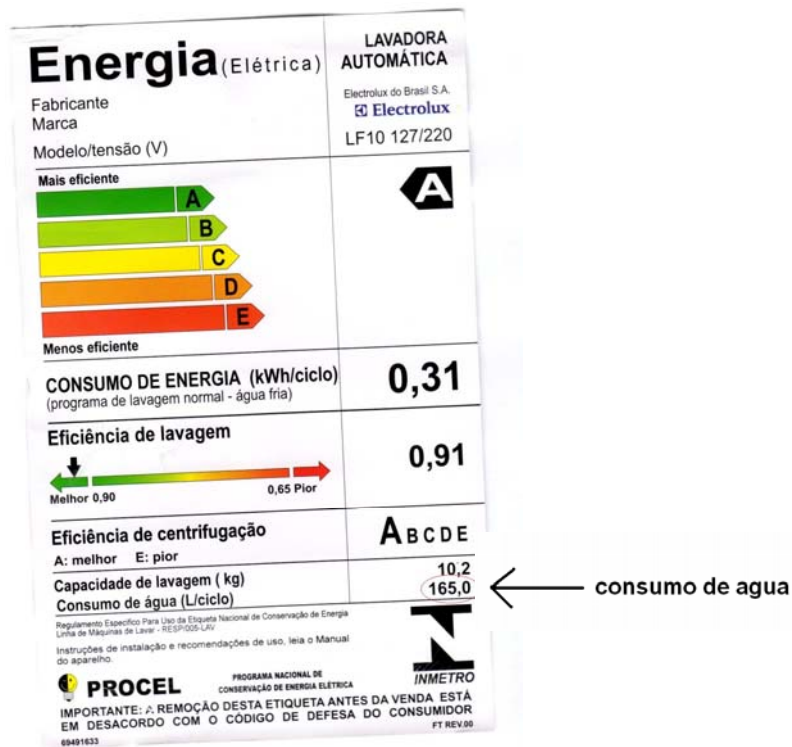


Figura 5.17 – Selo do Inmetro de uma lavadora de roupa

As campanhas educativas são voltadas para toda população e, por isso mesmo, precisam apresentar características universais, embora a melhor forma de alcançar o público-alvo e obter uma maior participação voluntária da sociedade seja através da segmentação de acordo com os perfis da população para atingir públicos diferenciados pelo grau de escolaridade, faixa etária, renda, condição social e, em um país com nossas dimensões, questões regionais e culturais. Os materiais publicitários precisam atender diferentes apelos e serem concebidos para prender a atenção do desinteressado tanto quanto do interessado. Deve-se lembrar sempre que atitude pró-conservação não é a mesma coisa que comportamento de conservação (CARDIA e ALUCCI, 1998).

Os programas devem ser monitorados e avaliados constantemente pelos grupos responsáveis e pela pesquisa com a população, possibilitando os ajustes e mudanças para enfoques mais eficientes. O retorno à população (*feedback*) através da divulgação dos resultados do programa pela mídia também é um ponto importante para garantir a continuidade na mudança de comportamento.

O programa de sensibilização deve ter um especial cuidado promovendo palestras com funcionários de cozinhas, de lanchonetes, de laboratórios e aqueles responsáveis pela manutenção dos sistemas prediais no intuito de informá-los dos procedimentos corretos para a realização de seus serviços, bem como a forma correta da utilização dos aparelhos hidro-sanitários (GONÇALVES *et al.*, 1999).

Os exemplos de sucesso dos programas que visam racionalizar o uso de água nas cidades provam a importância de campanhas permanentes de informação através dos meios de comunicação e pela inclusão nos programas escolares de tópicos relacionados à escassez de água e ao uso eficiente da água. A educação ambiental já faz parte da grade escolar de várias escolas particulares e públicas brasileiras. A conscientização do aluno desde novo, quando criança, é fundamental para uma real educação e mudança comportamental de toda a sociedade. Tais programas são amplamente apoiados pelas instituições do setor de saneamento, como é o caso da ABES, que promove um curso para qualificação de professores fundamentais em Educação Ambiental incluindo a discussão sobre o desperdício de água e os usos racionais.

Para estimular a adoção de atitudes conscientes, principalmente para obter o apoio das crianças, uma organização não governamental inglesa de proteção à água fornece gratuitamente aos interessados acessórios, uma ampulheta e um cronômetro (timer) coloridos e divertidos (Figura 5.18) para serem colados junto ao local do chuveiro e reduzir o tempo do banho.



Figura 5.18 – Ampulheta e cronômetro para o banho
fonte: WATERWISE, 2007

Cartilhas educativas de conservação de água, em sua maioria, apresentam as mesmas informações e recomendações no mundo inteiro e estão resumidas no Quadro 5.1 segundo o local de utilização.

Quadro 5.1 – Recomendações para reduzir o consumo residencial

Como reduzir o consumo de água em casa:

no banheiro:

- reduza o tempo de banho
- encha a banheira só até a metade
- feche a torneira enquanto faz a barba ou escova os dentes
- não utilize o vaso sanitário como lixo
- instale arejador na torneira
- instale restritor de vazão no chuveiro
- troque a bacia sanitária por uma de VDR e regule a válvula descarga

na cozinha:

- ensaboe a louça toda e só depois abra a torneira para enxaguá-la
- compre modelos de lava-louça e lava-roupa que consomem pouca água
- só utilize esses equipamentos quando cheios
- prefira usar ciclos mais curtos
- junte bastante roupa suja e não lave a roupa no tanque com a torneira aberta
- instale arejadores nas torneiras

no jardim, quintal e calçada:

- molhe as plantas pela manhã ou no final da tarde (prefira um regador)
- lave o carro ou o quintal com balde
- use a vassoura para varrer a calçada, não o jato de mangueira
- instale arejadores nas torneiras

fonte: SABESP e CEDAE, 2007 (adaptadas)

Igualmente na busca do uso racional, a divulgação de eletrodomésticos e equipamentos hidro-sanitários mais eficientes hidricamente é encontrada em inúmeros sites oficiais de agências e departamentos ambientais de países desenvolvidos. Essa propaganda, longe de tentar favorecer a venda de certas marcas e produtos, visa estimular o desenvolvimento da tecnologia dos equipamentos e divulgar à população a disponibilidade no mercado desses produtos.

A participação efetiva e ativa do usuário também é lembrada e solicitada nos adesivos e placas em banheiros públicos em muitos países. Inscrições como: *“Essa descarga gasta apenas 1,4 galão”* (corresponde a 5,3 litros) ou *“Esse dispositivo economiza água”* podem ser vistas sobre inúmeros vasos sanitários dos Estados Unidos, lembrando ao usuário a importância da conservação de água. E sobre vários lavatórios públicos da Europa pode-se ler: *“Caso perceba algum tipo de vazamento nesse lavatório, favor contatar (seguido por um número de telefone)”*, pedindo uma ação participativa do usuário no combate ao desperdício.

Além de exortar a importância da conservação da água, é preciso informar, constantemente e de forma permanente, a população de como e por que evitar os grandes desperdícios no meio doméstico. Na linha de quanto maior for o conhecimento e entendimento da população, maior será a participação e interesse desta: as companhias de abastecimento dos Estados Unidos têm por praxe a divulgação diária dos níveis de água nos reservatórios e alertas à população sobre os riscos de racionamentos, assim como também divulgam regras específicas sobre o uso de água em cada estágio de emergência. Ou seja, dependendo da intensidade e período de estiagem e dos riscos no abastecimento, existem, por exemplo, na cidade de Nova Iorque, três estágios de emergência, cada um com restrições e proibições - em relação a usos, como rega de jardins, lavagem de calçadas, piscinas, fontes - passíveis de penalidade e multas no não cumprimento.

O trabalho realizado na cidade de Nova Iorque alcançou sucessos impressionantes nas últimas décadas, superando inclusive a péssima visão que os nova-iorquinos possuíam da prestadora de serviços de saneamento. Apesar do crescimento populacional contínuo da cidade, desde 2002, não houve qualquer alerta de emergência, situação oposta aos anos 80, quando eram inúmeros os alertas até de estágios mais graves. O histórico do consumo *per capita*, apresentado na Tabela 5.10,

também demonstra o importante trabalho de conscientização e redução do consumo alcançado em uma das principais metrópoles do mundo. Na análise dos valores verifica-se uma redução de 26% no consumo total da cidade e uma redução de 34% no consumo *per capita*, ou seja, a utilização racional da gota de água apresenta a sua consequência mais benéfica: uma mesma quantidade de água é capaz de atender cada vez mais pessoas.

Tabela 5.10 - Evolução do consumo de água em Nova Iorque

| Ano | Consumo total (milhões de litros/dia) | per capita (litros/dia) | Ano | Consumo total (milhões de litros/dia) | per capita (litros/dia) |
|------------|---|-----------------------------------|------------|---|-----------------------------------|
| 2006 | 282.32 | 35.27 | 1996 | 342.87 | 46.81 |
| 2005 | 292.55 | 36.54 | 1995 | 350.21 | 47.82 |
| 2004 | 290.46 | 36.27 | 1994 | 358.67 | 48.98 |
| 2003 | 288.93 | 36.09 | 1993 | 361.52 | 49.37 |
| 2002 | 299.99 | 37.46 | 1992 | 361.55 | 49.37 |
| 2001 | 312.78 | 40.84 | 1991 | 395.28 | 53.92 |
| 2000 | 327.68 | 44.75 | 1990 | 376.13 | 53.18 |
| 1999 | 326.83 | 44.62 | 1989 | 370.29 | 52.36 |
| 1998 | 322.16 | 43.98 | 1988 | 392.01 | 55.03 |

fonte: NEW YORK CITY DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2007 (adaptado)

Na Europa e EUA, o elevado nível de responsabilidade ambiental das empresas está contribuindo para uma maior conscientização, inclusive em outros continentes através da globalização e das filiais instaladas em outros países. Exemplificando, a multinacional Accor, com sede na França, estabeleceu um documento chamado *Carta Ambiental* para todos os seus empreendimentos em 140 países. Essa cartilha apresenta 65 ações em favor do meio ambiente e todos os hotéis da rede precisam cumprir um número mínimo de ações, que, para a América Latina, é de 30. Entre as ações, 14 são relacionadas a recursos hídricos, tais como: propor a reutilização de toalhas e lençóis aos hóspedes ou a reciclagem de águas residuais (ACCOR, 2007).

Uma pesquisa de opinião pública feita pela prefeitura do município do Rio de Janeiro com habitantes da cidade, em 1999, mostra que, segundo a própria opinião dos entrevistados, os problemas ambientais não figuram entre os problemas públicos que mais afetam a população da cidade. A afirmativa comprova o grau de desinformação da população e pode ser explicada pela concepção errônea de meio ambiente, que para a maioria significa, fundamentalmente, fauna e flora. Poucos são aqueles que incluem as cidades e os seres humanos como elementos constituintes do meio ambiente. Além disso, os valores e objetivos do ambientalismo clássico só recentemente incorporaram a problemática urbana e as camadas mais pobres como pertencentes à agenda ambiental (RIO ESTUDOS, 2001).

A pesquisa também revelou que, para cada grupo de 100 cariocas, pelo menos 20 conhecem alguma organização/instituição que trabalha pela proteção do meio ambiente na cidade; 70 têm forte simpatia por elas e 65 trabalhariam voluntariamente nelas, em ações coletivas para alguma melhoria ambiental. O potencial de participação pode ser aferido com base na disposição que os cariocas mostraram de se envolver pessoalmente na resolução dos problemas ambientais, já que mais de 2/3 dos entrevistados afirmaram estarem dispostos a fazer alguma coisa. A disposição em trabalhar voluntariamente em mutirões ou grupos de trabalho na comunidade, de 63%, é bastante expressiva (RIO ESTUDOS, 2001). Assim, a partir dessa pesquisa, conclui-se que o potencial de engajamento e participação existe e só precisa ser estimulado e transformado em ações.

Outra pesquisa de opinião pública, mais recente, desenvolvida pela Ibope em parceria com a WWF-Brasil, em 2006, divulgou o que o brasileiro pensa e faz em relação à conservação e o uso da água. A pesquisa foi realizada em 207 municípios brasileiros, entrevistando mais de mil pessoas. A poluição das águas foi indicada pelos entrevistados como o principal problema ambiental do país, e 90% acreditam que haverá problemas com o abastecimento de água, levando em conta a forma de utilização e disponibilidade de água. Quando questionados sobre fatores de agravamento da situação, 47% citaram o desperdício; 12%, o consumo exagerado; e 4% a falta de políticas públicas. Apenas 4% e 1% comentaram o esgotamento das reservas e a escassez de fontes, respectivamente.

A conscientização mostra ainda maiores resultados quando solicitados a listar ações de conservação de água em casa: diminuir o tempo de banho; fechar as torneiras enquanto se escova os dentes ou faz-se a barba; consertar vazamentos; lavar a roupa de uma só vez, utilizando a máquina de lavar com carga máxima; não lavar calçadas com mangueira; lavar a louça em uma bacia com água e sabão; utilizar equipamentos que economizem água; além de aproveitar a água usada na torneira para outros fins e água de chuva; foram lembrados. Mesmo assim, 55% avaliou que o consumo de água na sua própria residência poderia ser menor, esse índice é maior entre os mais jovens e entre os de maior poder aquisitivo.

Finalmente, assim como na outra pesquisa comentada, comprova-se, também nessa, que a vontade de participação e disposição de mudar a situação ambiental no país, nesse caso, principalmente dos recursos hídricos é uma característica da população brasileira. Na Tabela 5.11, estão apresentadas as medidas que os entrevistados estariam dispostos a adotar para evitar que o problema da água no Brasil se agravasse. Entre elas destaca-se a disposição em pagar uma taxa a mais para garantir a qualidade da água, apoiada por 44% do universo entrevistado. E, quando, mais diretamente, sugerida a cobrança de uma taxa para quem polui e desperdiça, 78% se mostraram favoráveis (IBOPE, 2006).

Tabela 5.11 – Medidas para evitar que o problema da água no Brasil se agrave

| medida | apoio |
|---|--------------|
| Utilizar uma quantidade de água menor na sua casa | 85% |
| Participar de campanhas, abaixo-assinados para recuperação de mananciais e uso mais responsável da água | 82% |
| Participar de um grupo para decidir sobre o uso da água no local onde mora ou fazer trabalho voluntário para a proteção da água | 65% |
| Pagar uma pequena quantia (além do que já paga hoje) pela conservação da água, para garantir uma água de melhor qualidade | 44% |

fonte: IBOPE, 2006

5.2 FONTES ALTERNATIVAS

As fontes alternativas, ou seja, a utilização de água não proveniente dos tradicionais mananciais, representam a segunda linha de ação na conservação de água, ainda pouco utilizadas no Brasil, mas de grande potencial. Visando o uso inteligente e eficiente da água, os recursos hídricos não convencionais devem ser aproveitados como complemento, principalmente para os usos menos nobres, substituindo o uso da água convencional e, assim, reduzindo o consumo de água potável.

REBOUÇAS (2004) define como águas não convencionais aquelas não inseridas no sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, tais como água do solo, águas subterrâneas, água de chuva e reúso das águas. Entre essas, a captação de água de chuva e o reúso de água são as práticas mais promissoras para a conservação em edificações. Os volumes de água dessas origens costumam ser expressivos e encontram utilização em várias atividades, principalmente nas não potáveis, já que os usos potáveis, geralmente, sofrem com a dificuldade na aceitação pública e devido às características de qualidade da água e custo de tratamento da mesma.

Assim, as águas de fontes não convencionais são, normalmente, aceitas e utilizadas em usos como: irrigação; sistemas de ar condicionado; resfriamento de caldeiras; processos industriais; recarga de aquíferos; compactação de concreto; rega de jardins, parques e campos esportivos; lavagem de ruas, praças, calçadas, pisos e veículos; descarga de bacias sanitárias; e tantas outras atividades que não necessitam de água de excelente qualidade, como é o caso da água potável.

Mesmo sendo recomendável usar águas de pior qualidade, as atividades não potáveis possuem exigências mínimas de qualidade de água correspondentes e específicas para cada tipo de uso. Esses padrões precisam ser respeitados para a segurança do usuário, e para que a qualidade da água não interfira com os objetivos, funções e equipamentos envolvidos na atividade em questão. As características de qualidade exigidas para utilização de água não potável em atividades dentro das edificações estão apresentadas no Quadro 5.2.

A utilização de fontes não potáveis de água esbarra em inúmeros problemas. Além do preconceito e da repulsa que, em geral, ocorre no advento da implantação de fontes alternativas na sociedade, os aspectos técnicos, também, representam empecilhos. Na prática, qualificar e garantir o cumprimento das exigências de qualidade da água pode ser muito oneroso e dispendioso. Por exemplo: como garantir que a água de uma fonte não convencional, como o reúso ou a água de chuva, não está contaminada por alguma bactéria ou vírus que possa trazer risco à saúde humana? Essas e outras questões relativas à segurança do usuário podem ser levantadas e a única maneira de se garantir a segura utilização de uma fonte alternativa é através do controle constante, necessitando de grande e contínuo investimento em operação e monitoramento da fonte.

O projeto de um sistema alternativo precisa ser elaborado cuidadosamente, considerando aspectos técnicos na concepção, como volumes de demanda, volumes de armazenamento, tratamento necessário da água, sistema de monitoramento da qualidade e muitos outros que, resumidamente, podem parecer ao usuário não compensar sua utilização a final. Exatamente por isso um plano de ações se torna essencial e deve ser elaborado, preferencialmente com auxílio de um profissional da área para uma melhor avaliação dos benefícios e custos decorrentes do uso de fontes alternativas (GONÇALVES *et al.*, 2005).

Mesmo após a decisão pela adoção de uma fonte alternativa, durante a implantação e operação, outros cuidados são indispensáveis para diminuir os riscos na utilização. Entre eles, os mais importantes são: sistemas hidráulicos e reservatórios independentes e identificados, como os exemplos da Figura 5.19. Além disso, as torneiras de água não potável devem possuir acesso restrito, programas de informação e capacitação das equipes e usuários devem ser feitos para promover a correta utilização da água não potável e, o já citado, monitoramento constante.



Figura 5.19 – Identificação para sistemas hidráulicos não convencionais

A demanda por sistemas alternativos tem crescido drasticamente graças à urbanização e à desertificação que já afeta muitas regiões do mundo, criando cenários onde os sistemas convencionais de abastecimento são inviáveis, seja pelo custo ou pela escassez natural da água. Entre as regiões com maior fama de uso eficiente da água e com intenso desenvolvimento de tecnologias alternativas, inclusive exportando as técnicas, estão o Japão, Israel e o centro-oeste Americano. As duas últimas áreas sofrem com escassez histórica de água sem outra opção, a não ser pela busca de soluções alternativas para o suprimento de água (LOBATO, 2005).

Por outro lado, o contínuo desenvolvimento das tecnologias de tratamento e dos sistemas alcançou um estágio em que os serviços descentralizados e suprimentos autônomos passaram a ser suficientemente competitivos para se tornarem opções viáveis em inúmeras situações, inclusive em regiões onde não há escassez grave de água. A vantagem de independência dos serviços públicos e a autonomia de suprimento também reforçam a escolha por sistemas alternativos e aumentam o desenvolvimento do setor.

Quadro 5.2 - Exigências mínimas da água em função do uso

- a- Água para irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos:**
 - não deve apresentar mau-cheiro;
 - não deve conter componentes que agredam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;
 - não deve ser abrasiva;
 - não deve manchar superfícies;
 - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
- b- Água para descarga em bacias sanitárias:**
 - não deve apresentar mau-cheiro;
 - não deve ser abrasiva;
 - não deve manchar superfícies;
 - não deve deteriorar os metais sanitários;
 - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
- c- Água para refrigeração e sistema de ar condicionado:**
 - não deve apresentar mau-cheiro;
 - não deve ser abrasiva;
 - não deve manchar superfícies;
 - não deve deteriorar máquinas;
 - não deve formar incrustações.
- d- Água para lavagem de veículos:**
 - não deve apresentar mau-cheiro;
 - não deve ser abrasiva;
 - não deve manchar superfícies;
 - não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem;
 - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
- e- Água para lavagem de roupa:**
 - deve ser incolor;
 - não deve ser turva;
 - não deve apresentar mau-cheiro;
 - deve ser livre de algas;
 - deve ser livre de partículas sólidas;
 - deve ser livre de metais;
 - não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos;
 - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
- f- Água para uso ornamental:**
 - deve ser incolor;
 - não deve ser turva;
 - não deve apresentar mau-cheiro;
 - não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos;
 - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

fonte: GONÇALVES *et al.*, 2005

Apesar de vantajoso para o meio ambiente, o uso das fontes alternativas nem sempre representa uma vantagem ao usuário. Não só pelos riscos e custos no tratamento, como também por possíveis conflitos com as companhias de saneamento. O sistema público de saneamento possui custos fixos que não variam com a redução do consumo e, no caso de uma eventual redução de demanda, precisam ser repassados ao usuário através de ônus na tarifação. Um exemplo disso ocorreu na Alemanha, logo após a reunificação, quando os muitos investimentos feitos para a proteção do meio ambiente e a redução do consumo de água potável inflacionaram as tarifas de saneamento na antiga Alemanha Oriental. O consumo na região passou de 400 litros para 70 litros *per capita* em um período muito rápido, exigindo a redução de diâmetros e outras adaptações nas tubulações para garantir o escoamento, o que gerou custos extras repassados para população através da tarifa de água/esgoto. Assim, nem sempre a economia de água representa uma economia financeira, podendo até, ao contrário, aumentar os custos. Também as estações de tratamento possuem um volume mínimo para funcionarem e, abaixo desse, começam a enfrentar problemas técnicos e dificuldades de operação (RUDOLPH e BLOCK, 2001).

A falta de uma regulação completa é um grande entrave no desenvolvimento e aplicação das fontes alternativas. Apenas em 2005, o reúso direto não potável foi regulamentado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e, ainda, falta uma legislação que defina padrões de qualidade para utilização de água de reúso. A utilização de água de chuva, apesar de mais difundida, igualmente sofre com a falta de legislação e critérios.

5.2.1 Reúso

Por definição, reúso é o processo de utilização da água por mais de uma vez, tratada ou não, para o mesmo ou outro fim. A reutilização da água pode ser resultado de ações planejadas ou não. Segundo HESPANHOL (2003), o potencial de reúso de efluentes é muito amplo e diversificado no setor urbano. Entretanto, aplicações que demandam água com qualidade elevada exigem sistemas de tratamento e de controle avançados, podendo levar a custos incompatíveis com os benefícios correspondentes.

A literatura sobre o assunto costuma dividir as atividades que utilizam os esgotos tratados em fins potáveis e não potáveis. O reúso para fins potáveis é associado a riscos muito elevados, principalmente em relação à saúde pública. Os sistemas de tratamento necessários costumam levar à inviabilidade econômico-financeira da alternativa, mesmo sem a garantia de proteção adequada dos consumidores. Até mesmo a OMS (2006) desencoraja o reúso direto, ou seja, a conexão direta dos efluentes de uma estação de tratamento de esgoto a uma estação de tratamento de água e, em seguida, ao sistema de distribuição pública.

Então, sem desencorajar por completo o reúso de efluentes, insere-se o conceito de substituição de fontes, termo utilizado por HESPANHOL (2003) para recomendar a utilização do reúso entre outras alternativas para satisfazer demandas menos restritivas, liberando a água de melhor qualidade para usos nobres, como o abastecimento doméstico. Segundo o mesmo autor, a solução de conflitos em relação ao uso da água inevitavelmente passa pela hierarquização dos usos e conseqüente utilização de fontes hídricas correspondentes e compatíveis aos seus usos previstos.

Apesar de o reúso ser uma realidade em muitos países, preferencialmente é aplicado para fins agrícolas e não para o abastecimento doméstico. Esse é o caso de Israel, um dos países mais pobres de água que aproveita cerca de 70% dos esgotos domésticos na agricultura e no controle da interface marinha nos aquíferos (REBOUÇAS, 2004). Uma famosa exceção é o sistema de Windhoek, na República da Namíbia, que há décadas inclui o reúso potável em seu sistema de suprimento e, dependendo das condições quantitativas e qualitativas dos

reservatórios superficiais, utiliza uma parcela de até 35% do total de abastecimento proveniente de esgotos domésticos tratados (LAHNSTEINER *et al.*, 2005).

Considerando os fins urbanos, o reúso já faz parte da rotina em algumas companhias do setor de saneamento brasileiro que utilizam a água proveniente das estações de tratamento de esgotos (ETE Penha/CEDAE e ETE ABC/Sabesp), principalmente no consumo interno, na lavagem de centrífugas das próprias estações de tratamento ou na desobstrução e desentupimento de redes de esgotos sanitários e galerias pluviais (SANTOS, 2003).

Em São Paulo, estima-se que 40% da água potável é utilizada em fins menos nobres, como lavagem de ruas e praças, rega de jardins e parques, controle de poeira pela aspersão de água, resfriamento de caldeiras de indústrias e outras atividades em que poderiam ser facilmente usadas águas de reúso (BIO 38, 2006).

Especificamente para a utilização interna nas edificações, o reúso das águas cinzas é o mais recomendável, já que essas águas possuem qualidade superior aos esgotos comuns. As águas cinzas, como já citado anteriormente, são os efluentes provenientes do uso de chuveiros, lavatórios, bidês, tanques e máquinas de lavar roupas, excluindo os esgotos da cozinha e as águas negras, que são os efluentes das descargas dos vasos sanitários. Assim, no âmbito doméstico, as águas cinzas representam uma expressiva parcela, mais de 50% do consumo médio diário de uma residência, o que reforça a potencialidade do seu uso.

Em alguns países, como a Austrália, os sistemas de reaproveitamento das águas cinzas também abrangem os esgotos provenientes das pias das cozinhas e máquinas de lavar louça, dependendo das características e do grau de poluição desses. Mas, normalmente, é recomendada a exclusão desses efluentes por serem densamente poluídos por substâncias químicas dos detergentes e produtos de limpeza e, também, por conterem grandes cargas orgânicas e gorduras, que atrapalham a estabilização e encarecem demasiadamente o tratamento das águas.

As águas cinzas podem ser aproveitadas de duas formas, com ou sem tratamento, o que envolve concepções distintas do reúso. Em uma utilização residencial, por assim dizer, privada, os moradores de uma residência utilizam de forma direta, sem tratamento, as águas cinzas para irrigação dos jardins de sua própria

propriedade. Essa irrigação ocorre sem qualquer contato da água com pessoas, através de sistemas de irrigação enterrados. Tal utilização é difundida e aceita, por exemplo, na Austrália, onde as residências utilizam a expressiva parcela de 47% do consumo de água para a irrigação dos gramados e jardins no entorno das casas. O reúso das águas cinzas, dessa forma, exige poucos investimentos, normalmente sem necessidade de licença e autorização de entidades governamentais e representa uma economia importante de água tanto para o proprietário da residência como para todo o sistema de abastecimento público, que sofre com períodos longos de seca (AUSTRALIA, 2002).

A segunda utilização possível das águas cinzas envolve sistemas mais complexos de tratamento e distribuição da água que normalmente é utilizada em várias atividades não potáveis. As águas cinzas são recolhidas separadamente dos esgotos e levadas para estações de tratamento onde, através de filtros, processos biológicos e desinfecção, a qualidade da água é modificada a padrões aceitáveis, conforme legislação local. A água, então tratada, é distribuída por redes independentes até os pontos de utilização como descargas sanitárias e outros. Assim, o sistema exige dupla tubulação para o abastecimento tanto dentro das edificações como fora delas, com conexões às estações de tratamento, além, também, da tubulação dupla na coleta do esgoto e das águas cinzas.

Exatamente pela complexidade e quantidade de elementos constituintes, esse último sistema de reúso descrito é mais utilizado nos densamente ocupados centros metropolitanos, onde podem atender a uma ou a um grupo de edificações, dependendo do tamanho das edificações e dos volumes gerados e de demanda de água cinza. Assim, as estações de tratamento e os sistemas de água de reúso podem ser privados ou públicos, individuais ou coletivos.

No Japão, apesar das taxas de precipitação anuais significativas (maiores que 1.700 mm), a grande densidade populacional nos centros urbanos do país e o rápido crescimento econômico exigiram o aproveitamento mais eficiente possível dos recursos hídricos disponíveis. Assim, as grandes cidades de Tóquio, Chiba, Yokohama e Kobe aproveitam os efluentes de suas estações de tratamento de esgotos para fins urbanos não potáveis, como descarga de sanitários; irrigação de parques e praças; derretimento de neve; e fins recreacionais. Também os grandes

edifícios e arranha-céus dos centros metropolitanos possuem sistemas individuais de aproveitamento das águas cinzas para a descarga sanitária. Em 1996, já existiam 2100 edifícios abastecidos por água de reúso, representando quase 1% de todo o consumo doméstico japonês, e, a cada ano, mais usuários optam pelo sistema duplo de abastecimento, aumentando o reúso no país. O tratamento dos esgotos para o reúso, em grande parte, não ultrapassa o tratamento secundário seguido ou não de filtro de areia. Mas outros processos também são utilizados, como bioreatores seguidos por desinfecção, carbono ativo ou osmose reversa entre outros, dependendo da qualidade desejada para a água. Os critérios de qualidade para utilização de água de reúso adotados conforme a atividade final podem ser vistos na Tabela 5.12 (SUZUKI, 2002).

Além dos sistemas descritos, nos banheiros públicos japoneses, ocorre um outro exemplo de reúso, nesse caso, direto de água cinza. O equipamento da Figura 5.20, descrito no tópico 5.1.2, serve para o aproveitamento direto da água utilizada no lavatório para a descarga da bacia sanitária. A invenção, apesar de inovadora, possui a desvantagem de não possibilitar o uso de sabão na lavagem das mãos, já que os detergentes do sabão prejudicariam o funcionamento do equipamento (SUZUKI, 2002).



Figura 5.20 – Bacia sanitária com reúso direto
fonte: <http://makinglifeeasy.org/tag/greenissues>

Tabela 5.12 – Padrão de qualidade da água de reúso no Japão

| categorias | itens | descarga sanitária | irrigação e lavagem de ruas | atividades recreativas |
|------------|--------------------------------------|---|---|---|
| básica | coliformes fecais cloro residual | ≤ 10 CFU/ml Detectável | não detectável $\geq 0,4$ mg/l | não detectável - |
| adicional | cor turbidez DBO odor pH | não desagradável - - não desagradável 5,8 – 8,6 | não desagradável - - não desagradável 5,8 – 8,6 | não desagradável ≤ 10 uT ≤ 10 mg/l não desagradável 5,8 – 8,6 |

fonte: SUZUKI, 2002

Nos Estados Unidos, o reúso urbano não potável é aceito para as atividades já citadas, como irrigação de parques, campos esportivos, jardins, usos ornamentais, lavagem de pisos, vidraças, ruas e entorno das edificações, mas também é utilizado em atividades comerciais de lavagem de carros e lavanderias, na proteção contra incêndio e nas descargas sanitárias de edificações comerciais e industriais sendo, geralmente, proibida a utilização para esse uso em residências. Algumas cidades da Califórnia e Flórida já possuem sistemas duplos de distribuição de água, um de água potável e outro para água de reúso, mas a implantação desse sistema representa um custo elevado e muitas vezes proibitivo para regiões já ocupadas, sendo melhor recomendado para áreas de expansão urbana em desenvolvimento e crescimento (USEPA, 2004).

A legislação americana para padrões de qualidade de água de reúso é descentralizada, com cada estado possuindo sua norma (ver Tabela 5.13), o que permite uma grande agilidade na modernização das técnicas e conceitos utilizados. Por exemplo, no Arizona, um dos estados americanos da região árida do Centro-Oeste, o departamento ambiental, vendo que a exigência de apresentação e aprovação de projetos de reúso residencial desencorajava o uso de águas cinzas, afrouxou o controle. E, atualmente, o proprietário interessado em utilizar esse tipo de reúso só precisa seguir uma lista de 13 recomendações práticas para o manejo do sistema que unicamente pode atender atividades como rega de jardins e irrigação de sua própria propriedade (ADEQ, 2003).

Tabela 5.13 – Padrões de qualidade da água de reúso nos EUA

| | Arizona | Califórnia | Flórida | Hawai | Nevada | Texas | Washington |
|-------------------------|--|--|--|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------|--|
| Tratamento | Tratamento secundário, filtração e desinfecção | Oxidado, coagulado, filtrado e desinfetado | Tratamento secundário, filtração e desinfecção | Oxidado, filtrado e desinfetado | Tratamento secundário e desinfecção | NS | Oxidado, coagulado, filtrado e desinfetado |
| DBO | NS | NS | 20 mg/l DBO5 | NS | 30 mg/l | 5 mg/l | 30 mg/l |
| SST | NS | NS | 5,0 mg/l | NS | NS | NS | 30 mg/l |
| Turbi- dez | 2 uT (med) | 2 uT (med) | NS | 2 uT (max) | NS | 3 uT | 2 uT (med) |
| | 5 uT (max) | 5 uT (max) | | | | | 5 uT (max) |
| Coli- formes | Fecais | Totais | Fecais | Fecais | Fecais | Fecais | Totais |
| | não detectável (med) | 2,2/100 ml (med) | 75% das amostras não detectável | 2,2/100 ml (med) | 2,2/100 ml (med) | 20/100 ml (med) | 2,2/100 ml (med) |
| | 23/100 ml (max) | 23/100 ml (max em 30 dias) | 25/100 ml (max) | 23/100 ml (max em 30 dias) | 23/100 ml (max) | 75/100 ml (max) | 23/100 ml (max) |

NS – não especificado pela legislação estadual

fonte: USEPA, 2004

Já na Califórnia, outro estado com problema milenar de escassez de água, em todas as novas edificações a serem construídas com mais de 17 metros de altura é obrigatória a instalação de sistemas duplos de abastecimento para a descarga sanitária, desde que inseridas em áreas onde exista disponibilidade de água de reúso (USEPA, 2004).

No Brasil, o uso de águas servidas em descargas é promovido por alguns programas municipais de conservação e uso racional da água, como é o caso em Curitiba cuja Lei Municipal nº 10.785 Art. 8º estabelece que “*As Águas Servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos.*” Infelizmente, soluções como essa são desaconselháveis e estão fadadas, como tantas outras determinações da legislação brasileira, a não serem cumpridas. Sem o devido planejamento do sistema e tratamento da água, existem sérios riscos de contaminação do usuário.

Um trabalho realizado em edificações residenciais da própria Curitiba conclui que a utilização de águas cinzas em usos menos nobres, como descarga de bacias sanitárias e a lavagem de pisos e automóveis, poderia contribuir com uma

redução no consumo de água de 53 litros por morador por dia, representando 17% de economia no consumo de água potável (BORGES, 2003). Mas, o mesmo autor destaca que os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas cinzas não apresentam qualidade adequada para sua utilização imediata, visto que as concentrações de impurezas se assemelham a um esgoto bruto fraco.

No Quadro 3.3 foi apresentada uma recomendação da ANA que consta em seu manual sobre reúso de água em edificações. Essa recomendação enquadra a utilização da água em descargas sanitárias como classe 1. Já o Prosab, um programa de pesquisas em saneamento desenvolvido através de uma rede de cooperação de pesquisadores de diversas instituições do país, apresenta parâmetros menos restritivos a esse uso, baseando-se na norma 13.969 de 1997 (GONÇALVES *et al.*, 2006). Pelo Prosab a utilização em descargas é enquadrada em classe 3, o que significa que o padrão de qualidade exigido para essas águas é menos restritivo, aumentando as possibilidades do emprego das águas de reúso nesse fim. Na Tabela 5.14 estão apresentados os valores das duas recomendações para o parâmetro coliformes fecais.

Tabela 5.14 – Diferentes recomendações brasileiras para a qualidade de água para utilização em descargas sanitárias

| recomendação | Parâmetro | Valor |
|--------------|-------------------|----------------|
| ANA (1) | coliformes fecais | não detectável |
| PROSAB (2) | coliformes fecais | ≤ 500NMP/100ml |

fonte: (1) GONÇALVES *et al.*, 2005 e (2) GONÇALVES *et al.*, 2006

Os tratamentos utilizados para adequação das águas cinzas aos padrões internacionais de reúso são os mais variados e dependem de fatores locais, como a qualidade dos efluentes, a capacitação e tradição tecnológica e a disponibilidade de investimentos. A OMS (WHO, 1989) recomenda, para a irrigação de campos esportivos e parques, a estabilização dos efluentes, ou tratamento equivalente, até atingir a qualidade microbiológica de menor ou igual a 1000 coliformes fecais em 100 ml. Mas outros parâmetros, além da contaminação fecal, precisam ser considerados, como a DBO e os sólidos em suspensão. Em geral, é utilizado um sistema de tratamento secundário, seguido por filtro de areia e desinfecção por raios UV. A

cloração não é recomendada no caso de posterior utilização para irrigação, visto que o cloro é prejudicial às plantas.

Segundo MANCUSO (2003a), o sistema de tratamento, do ponto de vista tecnológico, é uma seqüência de operações e processos unitários definidos em razão de três requisitos: das características do líquido a ser tratado; dos objetivos pretendidos com o tratamento; e da capacidade de remoção de cada processo unitário.

Mas, segundo GONÇALVES (2006) e considerando todas as recomendações, o processo completo de tratamento das águas cinzas é composto por três etapas. Na primeira, no tratamento preliminar o objetivo é remover sólidos grosseiros, para isso, pode-se utilizar um processo físico de gradeamento. Na segunda etapa, o tratamento secundário engloba processos biológicos em reatores aeróbicos ou anaeróbicos, seguido pela sedimentação e filtração, quando necessário. Os filtros são importantes para a produção de efluentes de alta qualidade, assim como o tratamento terciário, que é a desinfecção na terceira etapa, visando a eliminação de possíveis microorganismos patogênicos, podendo ser feita pela cloração, radiação UV ou ozonização. Em alguns casos uma quarta etapa é acrescida - a correção do pH. Essa correção é recomendada para a proteção das tubulação, equipamentos hidráulicos e peças sanitárias e é feita pela adição de ácidos ou bases, dependendo do caso. As etapas e principais processos no tratamento de águas cinzas estão esquematizadas no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 - Tratamentos para o reúso de águas cinzas

| | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|---|
| Sistema físico constituído por gradeamento | + | Sistema anaeróbico de tratamento biológico | + | Sistema físico constituído por sedimentação e filtração simples através de decantador e filtros de areia | + | d e s i n f e c ç ã o |
| | | Ou | | | | |
| | | Sistema aeróbico de tratamento biológico de lodos ativados | | | | |

fonte: GONÇALVES *et al.*, 2006

Segundo GONÇALVES *et al.* (2005), os principais elementos associados ao projeto de sistemas de reúso direto de águas cinzas são os seguintes: pontos de usos e pontos de coleta de águas cinzas; determinação de vazões disponíveis (vazões de águas cinzas); dimensionamento do sistema de coleta e transporte das águas cinzas brutas; determinação do volume de água a ser armazenado (em função das vazões de águas cinzas e de água de reúso); estabelecimento dos usos das águas cinzas tratadas (água de reúso); determinação dos parâmetros de qualidade da água em função dos usos estabelecidos; tratamento da água; e dimensionamento do sistema de distribuição de água tratada aos pontos de consumo. Assim, o dimensionamento do sistema será fundamentado por duas vazões distintas, a de água cinza bruta, ou seja, os esgotos passíveis de serem aproveitados, e a de água cinza tratada, ou seja, a demanda de água de reúso para as atividades estabelecidas.

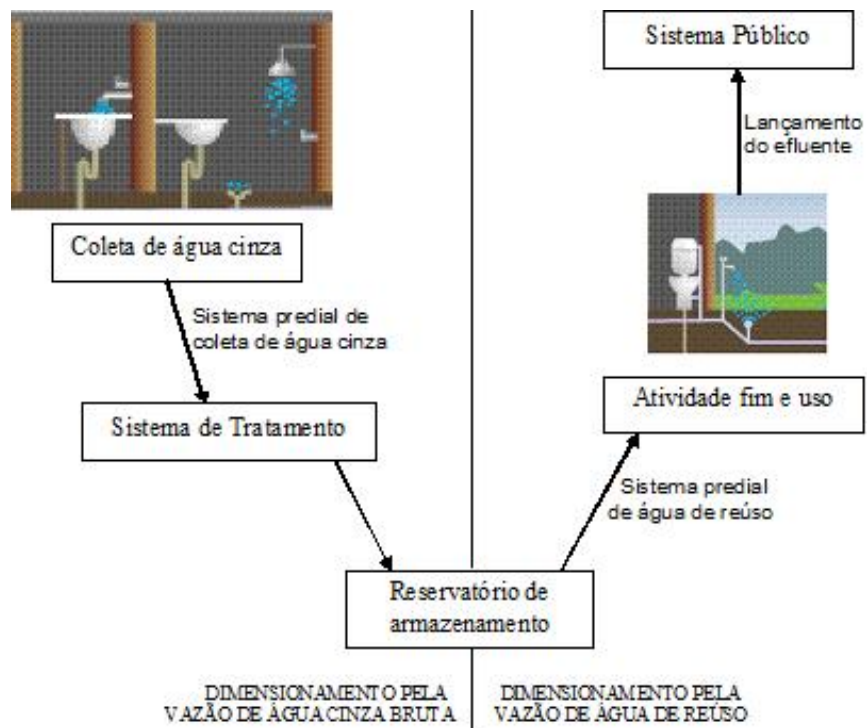


Figura 5.21 – Esquema de reúso de águas cinzas

Um sistema, como o descrito e apresentado na Figura 5.21, exige investimentos financeiros volumosos, normalmente não condizentes com a maioria

das edificações, mas em um caso particular cresce sua aplicação tanto no Brasil como no mundo. Os hotéis com grandes consumos de água, não só nos quartos, mas, também nas cozinhas e lavanderias, têm encontrado no reúso das águas cinzas uma solução interessante. A rede Accor, uma das grandes no ramo hoteleiro, com mais de quatro mil hotéis, em seus novos empreendimentos já inclui sistemas de reúso. Atualmente são 20 hotéis da rede onde os efluentes dos chuveiros e lavatórios dos quartos são reutilizados, levando a uma economia de aproximadamente 15% no volume de água consumido (ACCOR, 2005). Outro exemplo, um grande hotel nas redondezas de São Paulo investiu R\$ 500 mil em tratamento de esgotos e, com o reúso dos efluentes, alcançou a economia de R\$ 40 mil por mês e, assim, o retorno dos investimentos em 15 meses (HOTELIÉR NEWS, 2007).

Também bastante conhecido no Brasil é o sistema para descarga zero de efluentes do parque temático Hopi Hari, em Campinas. O empreendimento localizado junto a um córrego, devido a um dispositivo legal, não poderia utilizá-lo como corpo receptor, ou seja, para o lançamento dos efluentes. Por isso, o projeto incluiu um sistema de reúso que coleta todo o esgoto gerado e, após tratamento, o aproveita na irrigação da área de 150.000 m² de gramados e jardins e, dependendo do volume de água disponível para reúso, também é utilizado nas descargas de vasos sanitários. A vazão média de efluentes tratados é de 600 m³ ao dia, mas como esse valor oscila com o público visitante, pode chegar ao pico de 1000 m³ ao dia, quando o parque está com sua lotação máxima de 30.000 visitantes. O tratamento do tipo não convencional é feito por uma estação de lodos ativados com membranas de microfiltração imersas e posterior desinfecção por hipoclorito de sódio e correção do pH. A irrigação com água de reúso é feita por aspersores e, por isso, foi considerado o risco de ingestão da água, principalmente pelas crianças. Mas o monitoramento exaustivo e as análises feitas durante o período entre 1999 e 2001 comprovaram que não existe risco algum para os visitantes e usuários, uma vez que os efluentes tratados apresentaram ausência de coliformes fecais, totais ou qualquer outro elemento patogênico (GRULL *et al.*, 2003).

A análise de retorno de um sistema de reúso, seja autônomo ou coletivo, é bastante complicada. Os custos e investimentos, assim como o retorno em economia ou venda da água, no caso de agentes de saneamento, precisam ser

comparados sob uma ótica diferente da analisada anteriormente nesse trabalho. Devido à qualidade inferior da água, não é aceitável que se aplique sobre o usuário a mesma tarifa da água potável, devendo ser no máximo 80% desta (USEPA, 2004). Por outro lado, o custo de tratamento para as companhias de saneamento de um metro cúbico de água de reúso é maior que o da água convencional tratada, como exemplificado na Tabela 5.15. Tal fato é realidade até mesmo no Japão, país de grande desenvolvimento tecnológico e com tradição em reúso. A questão financeira precisa ser bem estudada para incentivar a adoção e a utilização de água de reúso, sem inviabilizar e prejudicar o próprio sistema de reúso e o agente de abastecimento ou produtor da água de reúso.

Tabela 5.15 – Custo e tarifa do metro cúbico de água potável e de água de reúso

| Localidade | água tratada (potável) | | água de reúso | |
|------------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | custo (US\$) | tarifa (US\$) | custo (US\$) | tarifa (US\$) |
| Japão | 1,88 | 3,73 | 2,01 | 2,99 |
| São Paulo | 0,36 | 5,17 | 1,47 | 0,52 |

fonte: PADULA FILHO, 2003

A aceitação pública é o mais crucial dos elementos na determinação do sucesso ou insucesso de um programa de reúso. A experiência internacional tem mostrado que projetos podem ser tecnicamente viáveis (a água produzida comprovadamente segura), podem ser aceitos pelas agências oficiais do meio ambiente e de saúde pública e, ainda assim, não serem aceitos pelo público (MANCUSO, 2003b). A aceitação ao reúso é proporcional à proximidade ou contato com a água na utilização, havendo maior rejeição natural ao reúso potável. Em geral, os níveis de educação e de renda da população também influenciam, sendo a aceitação crescente quanto maiores forem esses índices. Novamente os programas de informação pública mostram-se importantes, servindo tanto na divulgação de tecnologias como aumentando o grau de confiança do usuário.

Uma pesquisa da opinião pública norte-americana realizada na década de 80, cujos resultados estão reproduzidos na Tabela 5.16, concluiu que o reúso urbano não potável possui a maior aceitação, principalmente na irrigação, limpeza de

ruas, produção de concreto, controle de poeira, recreação aquática, proteção a incêndio e descarga de bacias sanitárias. As utilizações com finalidades potáveis, como esperado, são as menos aceitas e, curiosamente, o reúso potável indireto, ou seja, a utilização de um manancial que possui águas já utilizadas misturadas às suas também é reprovado pela maioria dos entrevistados. O extraordinário, nesse caso, é que o reúso potável indireto é uma situação comum e rotineira em sistemas de saneamento do mundo inteiro, como, por exemplo, quando se faz a captação em um rio ou lago que recebe efluentes das estações de tratamento de esgoto de outra cidade a montante. Possivelmente, a rejeição seja pela simples menção dos termos reúso e potável juntos (USEPA, 2004).

Tabela 5.16 – Aceitação pública do reúso por finalidade

| Uso | sim (%) | não (%) |
|--------------------------------------|----------------|----------------|
| Irrigação de campos esportivos | 84 | 16 |
| Irrigação de parques | 82 | 18 |
| Irrigação de jardins residenciais | 85 | 15 |
| Irrigação de campos de golfe | 89 | 11 |
| Irrigação de grãos | 82 | 18 |
| Irrigação de grãos para cons. humano | 30 | 70 |
| Lavagem de veículos | 76 | 24 |
| Produção de concreto | 90 | 10 |
| Controle de poeira | 82 | 18 |
| Descarga de banheiros | 80 | 20 |
| Proteção a incêndio | 84 | 16 |
| Fontes ornamentais | 56 | 44 |
| Limpeza de ruas | 87 | 13 |
| Processos industriais | 78 | 22 |
| Recreação aquática | 84 | 16 |
| Piscinas | 15 | 85 |
| Reúso potável direto | 18 | 82 |
| Reúso potável indireto | 40 | 60 |

fonte: USEPA, 2004

Apresento, a seguir, um estudo de caso que se tornou uma referência do reúso de águas cinzas na Alemanha. O Arabella-Sheraton-Hotel, caso em questão, pode ser visualizado na Figura 5.22 e está localizado na cidade de Offenbach no rio Main. O rio Main é um afluente do rio Reno, cuja bacia ocupa uma área extremamente industrializada da Alemanha com intensiva utilização dos recursos

hídricos e sérios problemas de poluição no passado. Atualmente, graças aos intensivos investimentos do governo alemão em estações de tratamento de esgotos e controle de poluição, houve uma melhora na situação ambiental do rio, ainda considerada preocupante.

Classificado como um grande hotel de luxo - quatro estrelas, o empreendimento, em 1996, foi o primeiro de sua categoria a utilizar o reciclo de água e o reúso não potável. As águas cinzas, nesse caso os efluentes de duchas e banheiras, são coletadas segregadas das outras utilizações de água e transportadas para uma estação de tratamento. Depois de tratada, a água de reúso é conduzida para a descarga dos vasos sanitários dos 200 quartos do hotel. Dessa forma, diariamente são reutilizados 20 m³ de água (NOLDE, 2000).



Figura 5.22 – Fachada do Hotel Arabella-Sheraton
fonte: NOLDE, 2000

Na Figura 5.23, está representada a distribuição temporal da geração e da captação do efluente nas duchas e banheiras (captação de AC). Verifica-se a maior disponibilização de água cinza na parte da manhã, entre sete e nove horas, e na parte da noite, entre oito e onze horas, períodos em que a maioria dos hóspedes toma banho. O consumo da água de reúso (consumo AR), também representado no gráfico, possui uma distribuição temporal mais regular, apesar de, também, haver uma elevação do consumo nos períodos citados anteriormente. Porém, o acionamento das descargas

dos vasos sanitários ocorre durante todo o dia, tornando a demanda de água de reúso mais próximo de uma constante (NOLDE, 2000).

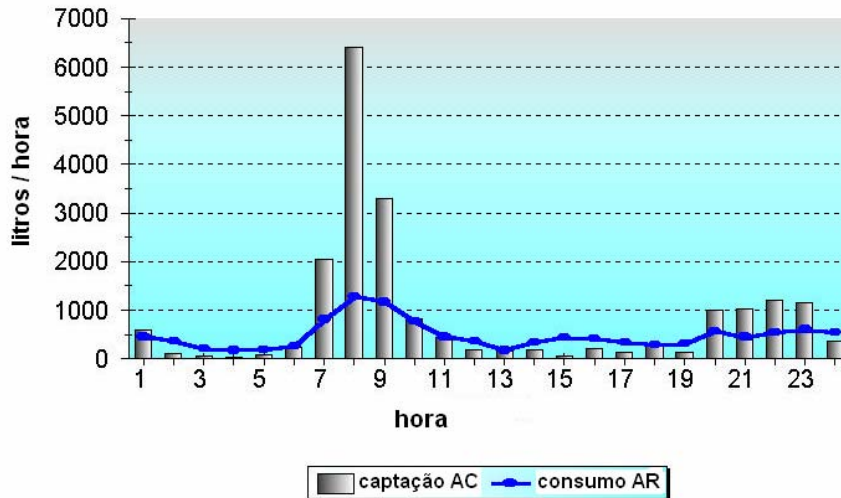


Figura 5.23 – Distribuição temporal da oferta e da demanda de água cinza
fonte: NOLDE, 2000

O sistema de reúso conta com tratamento biológico sem qualquer adição de produtos químicos seguido pela desinfecção por raios-UV. A adaptação nos banheiros e a instalação da segunda tubulação para a água de reúso custou 100 mil Marcos Alemães (em 1996 o Marco era a unidade monetária na Alemanha) e as outras instalações necessárias para o tratamento e reserva da água custaram 170 mil DM. Além dos custos de implantação, somam-se os custos de operação, como o gasto de energia de 1,5 kWh por metro cúbico de água disponibilizada para o reúso; a estação de controle e monitoramento, que funciona em média uma hora por semana; e gastos com manutenção e reparos (NOLDE, 2000).

O tempo de amortização do investimento de 270 mil Marcos foi de aproximadamente cinco anos e meio, determinado pelo gráfico da Figura 5.24. Para o cálculo, considerou-se a economia teórica anual com água proveniente da redução do consumo (despesa anual com água) e a economia real (“ganho anual”) subtraindo os custos de operação e manutenção do sistema. Para o investimento inicial e o balanço foi considerada uma taxa anual de juros de 6%, e os seguintes custos foram

considerados: tarifa água/esgoto de oito Marcos por metro cúbico, com reajuste de 7% ao ano, despesas de custo da energia elétrica de 3.280 Marcos ao ano, com reajuste de 7% ao ano, despesas com o operador para o monitoramento e controle de 2.080 Marcos ao ano, com reajuste de 3% ao ano, e custo com material e reparos de 5.250 Marcos ao ano, com reajuste de 3% ao ano (NOLDE, 2000).

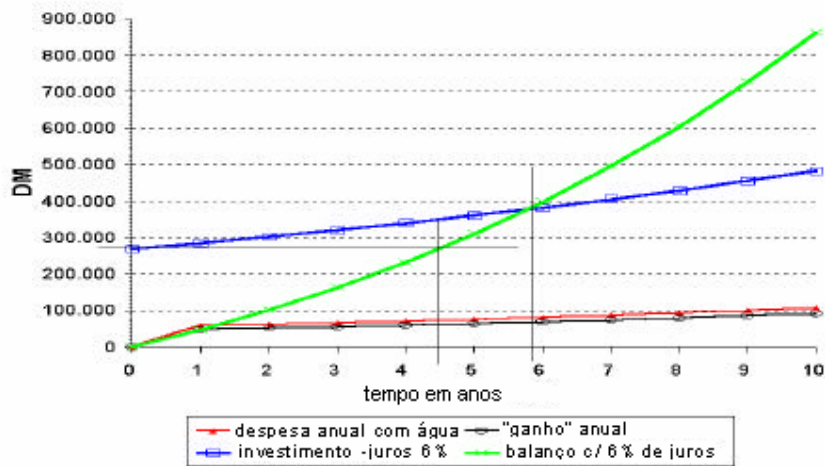


Figura 5.24 – Tempo de retorno do investimento
fonte: NOLDE, 2000

5.2.2 Aproveitamento da água de chuva

A água da chuva é um grande potencial entre as fontes alternativas, principalmente para fins não potáveis. As edificações possuem grandes áreas impermeabilizadas, como telhados, coberturas, pátios e áreas de estacionamento, expostas ao ar livre e que servem como receptoras e coletoras da água que cai do céu. O potencial de economia de água depende da precipitação no local, mas em regiões tropicais, como na maior parte do Brasil, as chuvas são frequentes e as médias de precipitação anuais altas proporcionam grandes benefícios de conservação de água.

Além da questão ambiental, nos centros urbanos, a coleta e o aproveitamento das águas pluviais possuem outra vantagem interessante: a redução

dos escoamentos superficiais, com conseqüente redução da carga nos sistemas de coleta de águas pluviais e o amortecimento dos picos de enchentes, contribuindo para a prevenção de inundações.

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais, em sua maioria, são simples e necessitam de baixos investimentos. Um esquema de aproveitamento com coleta, descarte inicial, tratamento, reserva e uso pode ser visto na Figura 5.25. Na concepção, as seguintes etapas precisam ser contempladas: determinação da precipitação média local, determinação da área de coleta, determinação do escoamento superficial, caracterização da qualidade da água pluvial, caracterização dos usos previstos (em quantidade e qualidade), determinação do sistema de tratamento (quando necessário), projeto do reservatório de descarte e do reservatório de armazenamento, projeto dos sistemas complementares, como grades, tubulações, entre outras (GONÇALVES *et al.*, 2005).

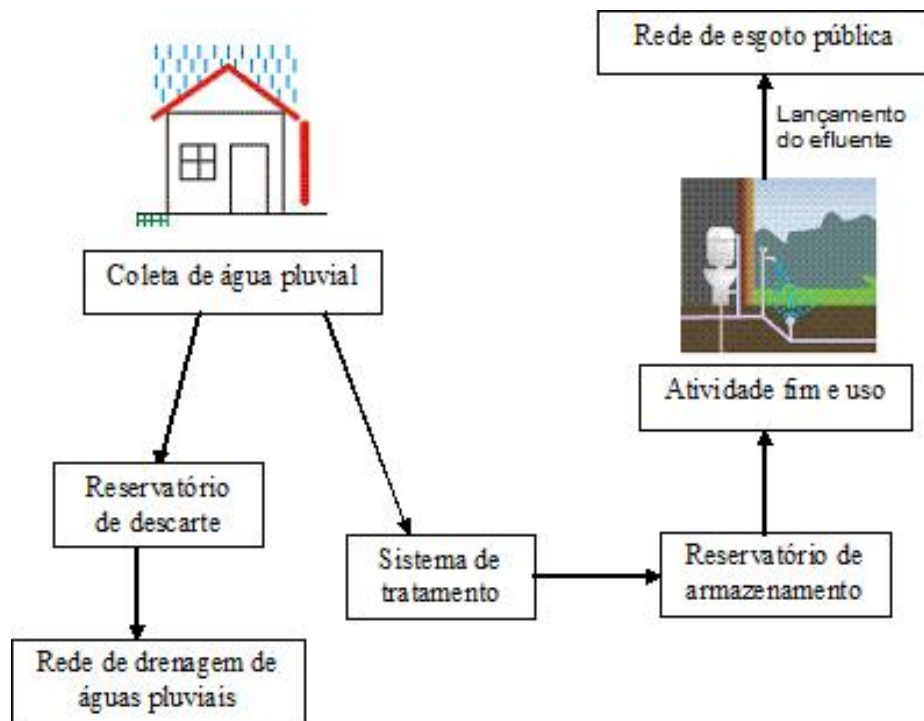


Figura 5.25 – Esquema de aproveitamento das águas pluviais

As águas pluviais possuem, normalmente, qualidade bastante superior à das águas cinzas. Assim, para atividades como rega de jardins ou lavagem de pisos e carros, não necessitam de tratamento complementar, exigindo apenas a remoção de impurezas pelo sistema de descarte. O sistema de descarte é principalmente importante na primeira chuva, ou melhor, nos instantes iniciais de chuva, quando as águas coletadas costumam conter excesso de matéria orgânica como folhas, poeira, insetos, excrementos de pássaros e outras substâncias sólidas depositadas pelo vento. Essa sujeira é varrida pelas primeiras águas a escoarem pelas superfícies de coleta e, por isso, devem ser descartadas e lançadas na rede de drenagem pluvial da via pública (PINHEIRO *et al.*, 2005). Após algum tempo, a água captada torna-se visivelmente de melhor qualidade podendo ser armazenada diretamente no reservatório.

O descarte da chuva inicial é essencial para melhorar a qualidade da água coletada, mas o volume de descarte necessário é discutido, e diferentes metodologias são utilizadas para a sua determinação. Algumas metodologias consideram o tempo como determinante do volume, assim, por exemplo, os primeiros 10 minutos de chuva são descartados. Na metodologia adotada por TOMAZ (1998) é considerada a quantidade de chuva e, por isso, descarta-se a chuva inicial compreendida entre 0,4 e 1,5 milímetros por metro quadrado de área de captação.

Ao invés do descarte, podem ser utilizados filtros para remoção dos sólidos, como os representados na Figura 5.26. No mercado nacional já existem sistemas de filtração prontos para instalação em calhas de coleta e em tubulações de descida das águas pluviais. Esses dispositivos retiram a sujeira e a encaminham para o descarte na galeria pluvial ou por infiltração, enquanto, do outro lado, a água (sem as impurezas) escoam para o reservatório de armazenamento.



Figura 5.26 – Filtros residenciais para águas pluviais
 fonte: 3P TECHNIK

Os reservatórios de armazenamento, normalmente enterrados, devem ser protegidos do calor e da luz para evitar a proliferação de bactérias e algas. Muitos métodos são utilizados no seu dimensionamento, sendo alguns teóricos, como o Método de Rippl ou o Método da simulação, que consideram o coeficiente de escoamento superficial e analisam o volume de água no reservatório em uma relação da chuva e da demanda em função do tempo. Já os métodos práticos alemão e inglês

são empíricos e consideram uma porcentagem (5 ou 6%) do volume total anual de chuva aproveitável (ABNT, 2007).

Os padrões de qualidade e o tratamento da água de chuva dependerão dos usos previstos. Para usos não potáveis restritivos são recomendados aqueles mostrados na Tabela 5.16. Isso significa que para as atividades não potáveis em edificações, como rega de jardins e limpeza de pisos, não é necessário melhor tratamento que o descarte inicial ou filtros. Já para a utilização em descargas de banheiros, é recomendável um maior cuidado com a qualidade da água devido ao risco de contaminação. O período de armazenamento pode favorecer a proliferação de microorganismos, como coliformes e outras bactérias. Mesmo assim, o tratamento necessário é primário e de baixo custo, composto apenas por um sistema físico com gradeamento e filtros de areia, seguido de desinfecção por pastilhas de cloro ou passagem por um reator de raios UV. Também é desejável a correção do pH, principalmente para proteger os metais das tubulações e peças sanitárias (GONÇALVES *et al.*, 2005).

Tabela 5.16 – Parâmetros de qualidade de água para usos não potável restritivos

| Parâmetro | Análise | Valor |
|--|----------------|---|
| Coliformes totais | Semestral | Ausência em 100mL |
| Coliformes termotolerantes | Semestral | Ausência em 100mL |
| Cloro residual | Mensal | 0,5 a 3,0 mg/L |
| Turbidez | Mensal | < 2,0 uT < 5,0 uT(para usos menos restritivos) |
| Cor aparente * | Mensal | < 15 Uh |
| pH | Mensal | 6,0 a 8,0 ** |
| Nota 1: Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raios ultravioleta e aplicação de ozônio. | | |
| * caso não seja utilizado nenhum corante ou antes da sua utilização | | |
| ** no caso de tubulações de aço carbono ou galvanizado | | |

fonte: ABNT, 2007

A captação da água de chuva é bastante difundida em países como Japão e Austrália. Mas, na Alemanha, o sucesso dessa fonte alternativa é tão intenso que até pesquisadores alemães têm dificuldades para explicar. Mesmo com opções convencionais de abastecimento, sem escassez, anualmente 50 mil sistemas profissionais de tratamento de água de chuva são instalados no país. Isso porque, os

anos de pesquisa e desenvolvimento de técnicas para tratamento alcançaram um patamar em que os investimentos necessários para a instalação de um sistema de águas pluviais em uma edificação unifamiliar, como o sistema visto na Figura 5.27, são extremamente baixos e a redução pode chegar a 40% no consumo de água potável. Além disso, em comparação com outras opções ambientais, como o aquecimento solar, o reúso da água pluvial proporciona maior economia financeira e retorno mais rápido. Mesmo em cidades como Berlim, com baixas taxas pluviométricas, as instalações para aproveitamento da água de chuva são comuns nas edificações, até nas multi-familiares que se beneficiam de pouca economia de água devido à redução drástica da área disponível para coleta por morador (área de coleta por morador de 8m² ou menos). Esse é um exemplo de como o franco desenvolvimento tecnológico pode contribuir para enraizar idéias de conservação ambiental na sociedade (VANSBOTTER e NOLDE, 2000).

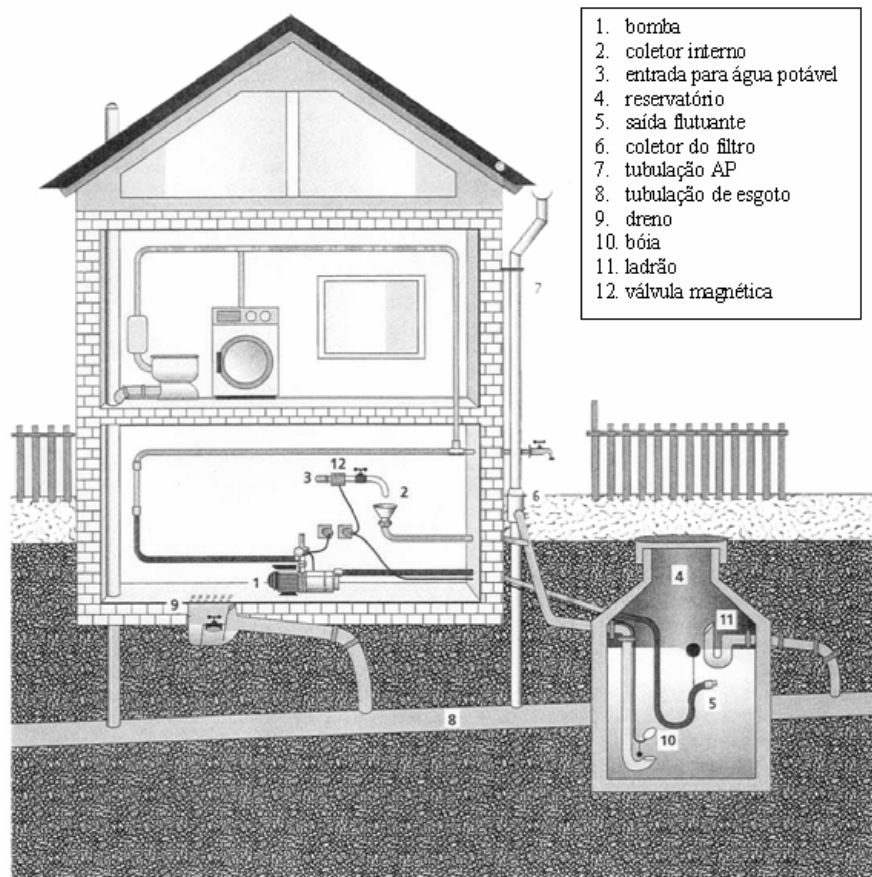


Figura 5.27 – Sistema alemão para o aproveitamento de águas pluviais
 fonte: RUDOLPH e BLOCK, 2001

No Brasil, o aproveitamento da água pluvial já é razoavelmente divulgado, com muitos estudos de caracterização e qualificação das águas pluviais de várias regiões, sempre comparadas e reprovadas pela norma de potabilidade. Mesmo assim, a utilização não potável pode representar uma importante forma de economia e de autonomia, além de aliviar as pressões sobre o meio ambiente. A validade da utilização de um sistema de aproveitamento vai depender das condições, disponibilidade e custo dos equipamentos necessários e dos índices de pluviometria do local.

Em muitas cidades brasileiras, como São Paulo, a captação e o armazenamento da chuva nos novos edifícios com grandes áreas impermeabilizadas já são obrigatórios por lei conhecida como “lei das piscininhas” (Lei Municipal 13.276). O armazenamento em reservatórios próprios para posterior descarte na rede pluvial reduz o escoamento rápido causador de enchentes e enxurradas. Mas, também, apesar de não citado pela lei, estimula o reaproveitamento das águas. O reservatório de armazenamento costuma ser o componente mais dispendioso do sistema de aproveitamento de águas pluviais e, nesses casos, já está construído.

Além do monitoramento programado da qualidade da água, alguns cuidados gerais e características construtivas são requeridos para a operação adequada e econômica do sistema pluvial, permitindo a segurança do abastecimento e manutenção da qualidade da água. Em relação ao reservatório de armazenamento as seguintes recomendações são pertinentes: manter a tampa de inspeção fechada e gradear o tubo extravasor para evitar entrada de pequenos animais; evitar a entrada de luz solar para diminuir a proliferação de algas e microorganismos; limpar e remover os depósitos de sedimentos anualmente; e prever a conexão para alimentação (sem possibilidade de contaminação) de água potável e, assim, assegurar o abastecimento na ocasião de estiagens prolongadas. Já nas tubulações e pontos de utilização a maior preocupação é o risco de conexão cruzada com o sistema de distribuição de água potável e o uso indevido da água não potável. Por isso, é recomendada a diferenciação das tubulações por cor e avisos e placas indicativa, também nas torneiras (GONÇALVES *et al.*, 2005).

A aceitação pública para a utilização da água de chuva não costuma ser entrave para os projetos, inclusive havendo uma grande confiança na pureza dessas

águas, fato que vem sendo questionado por algumas pesquisas sobre qualidade da água de chuva (PINHEIRO *et al.*, 2005). No caso de utilização para rega de jardins e hortas, a água natural da chuva sem tratamento adicional é recomendada, inclusive preferível, em comparação com a água potável, devido ao cloro utilizado no tratamento da água potável ser prejudicial às plantas. Em outras utilizações não potáveis, normalmente, o emprego de filtros é suficiente para garantir a aprovação do usuário.

A Cidade do Samba, vista na Figura 5.28, é um complexo na região portuária da cidade do Rio de Janeiro inaugurado em 2006 para as escolas de samba do Grupo Especial. Na área de 72 mil metros quadrados existem 14 galpões de 4 andares, que servem como barracão para as escolas prepararem e montarem carros alegóricos, fantasias e adereços utilizados no desfile durante o carnaval. Além da visitação aos barracões, shows e exposições atraem a visitação turística durante todo o ano (RIO-ÁGUAS, 2007).



Figura 5.28 – Cidade do Samba
fonte: SMO, 2006

Por se tratar de uma área de telhado tão grande (21.000 m²) o coordenador do projeto decidiu adotar o reaproveitamento da água pluvial para o uso geral e para o combate a incêndios, precaução de extrema importância dentro dos barracões devido à grande quantidade de materiais inflamáveis utilizados nas alegorias, como espumas, isopor, tintas e solventes (RIO-ÁGUAS, 2007).

Assim foram gastos R\$ 700 mil no sistema alternativo, que conta com duplo sistema de tubulações (Figura 5.29 e 5.30), duas cisternas inferiores de 300 mil litros cada, 14 caixas de água superiores de 5 mil litros cada, 14 filtros autolimpantes VF6 (Figura 5.31) e 30 bombas, que servem para abastecer descargas, chuveiros, pias e torneiras, além das caixas de incêndio (Figura 5.32) e dos 7.500 sprinkles de incêndios distribuídos pelos barracões (COSCH, 2007).

O índice pluviométrico anual no local é de 900mm, o que representa um potencial de quase dois mil metros cúbicos por mês para o reaproveitamento. Destes, são efetivamente utilizados diariamente 70 m³, que representam uma economia de 36% do volume de água potável consumido(RIO-ÁGUAS, 2007).



Figura 5.29 – Tubulações de descida das águas pluviais
Figura 5.30 – Tubulações de distribuição da água de reúso
fonte: RIOURBE, 2004



Figura 5.31 – Filtro VF6
fonte: 3P TECHNIK, 2007



Figura 5.32 – Caixa de incêndio (água de aproveitamento pluvial)
fonte: SMO, 2006

6 PROPOSTA DE HIERARQUIZAÇÃO DAS AÇÕES

Como resultado do trabalho de pesquisa realizado, depois de comparar as diferentes ações visando a conservação e o reúso de água em edificações, propõe-se a seguinte hierarquização das ações economizadoras em edificações, especialmente para o Brasil. As ações estão apresentadas em ordem decrescente de importância e grau de conservação de água, considerando os benefícios e custos associados. Ressalta-se que a ordem hierárquica apresentada não é universal ou absoluta, visto que a conservação de água, por si só, é um tema abrangente e, especificamente nas edificações, inúmeros fatores influenciam a implantação e o sucesso das ações de conservação.

Assim, na justificativa e sucinta explicação das ações, estão citados aspectos relevantes da natureza e caracterização das edificações e das localidades onde estas estão inseridas. Por exemplo, os custos de implementação de uma ação podem variar conforme o tipo de edificação, como no caso dos dispositivos economizadores. Para os usos em banheiros públicos e em edificações comerciais, devido ao, normalmente, grande número de dispositivos e peças sanitárias, a aquisição desses é feita no atacado e costuma apresentar um custo por peça menor que o custo para as edificações residenciais com compras isoladas. Além disso, soluções de alta eficiência na conservação de água e com expressiva economia de água em edificações comerciais podem não apresentar o mesmo efeito em edificações residenciais, onde outras soluções e opções são mais recomendáveis.

A localização das edificações também é um aspecto importante na análise de benefícios das ações de conservação de água. Lembrando-se das diferenças existentes entre as regiões brasileiras, com características sociais e ambientais tão dispare, percebe-se que esta hierarquia, apresentada a seguir, considera, principalmente o universo urbano do sudeste brasileiro, deixando a parte casos como o sertão nordestino, onde a captação da água de chuva em cisternas, mais que um programa de conservação de água para economia financeira e ambiental, é a única fonte de abastecimento para o período de estiagem.

I - CONSCIENTIZAÇÃO E INFORMAÇÃO

A educação ambiental e sua conseqüente conscientização do problema de escassez de água é a origem justificadora de toda e qualquer ação economizadora de água. Mas, também, pode ser a própria ação quando proporciona uma mudança no comportamento e na relação das pessoas com os recursos hídricos. A informação é uma ferramenta importante para mudar a concepção e os conceitos do usuário sobre as características e a utilização da água e, ainda, é um meio de disseminação das técnicas e tecnologias de redução de consumo de água. A conscientização, a informação e a educação são essenciais para o uso racional e a conservação de água e devem fazer parte de qualquer programa de conservação de água. É recomendável que ocorram campanhas de conscientização antes, durante e após a implantação de toda e qualquer ação de conservação de água. Nesses casos, as campanhas atuam com o objetivo específico de estimular o contínuo comprometimento e possuem importância primordial no sucesso do programa de conservação de água.

No Brasil, país com tantas carências na área de educação, as campanhas de conscientização e educação ambiental são necessárias e imprescindíveis. Apenas através da conscientização do usuário, que é a população em geral, as ações de conservação terão respaldo e serão capazes de gerar os efeitos de conservação e economia de água desejáveis. Os benefícios e custos das campanhas vão depender das abordagens adotadas e abrangência das mesmas; as despesas com um programa de conscientização e informação podem variar de uma soma pequena, com cartilhas e avisos em banheiros e locais de utilização da água, até valores extraordinariamente elevados, com programas mais refinados e de maior duração, como o trabalho com as crianças.

Devido a importância dessa ação economizadora e da necessidade e recomendação de sua aplicação sempre que outra ação economizadora ou programa de conservação de água forem considerados e implantados, ela figura como a mais importante e mais benéfica para a economia e conservação de água em edificações.

II - ELIMINAÇÃO DE PERDAS E VAZAMENTOS

Após a conscientização, a correção de vazamentos é a ação mais importante dentro de uma edificação, seja pelos elevados índices de economia de água que proporcionam ou pelos baixos investimentos necessários a implantação da ação. Os vazamentos e perdas são considerados a principal fonte de desperdício em todo o mundo, e, no Brasil, a situação é igualmente preocupante. Os índices de economia em inúmeros exemplos apresentou superou os 50%, como foi o caso na programa na USP e na escola em Campinas.

A correção dessas falhas nos sistemas, tubulações e equipamentos não deveria constar como uma real ação de conservação, uma vez que são erros, defeitos e falhas não projetados e que, obviamente, precisam ser corrigidos. A maioria dos consertos é de baixo custo e rápida de ser efetuada, como visto no caso do PURA-USP, onde grande parte dos vazamentos foi corrigida em menos de uma semana. E, como também visto no exemplo da escola, essa correção dos vazamentos traz grandes benefícios para a conservação da água e reduz sensivelmente as despesas com água.

A mentalidade de desperdício e irresponsabilidade que impera no país é traduzida no descaso que as perdas são tratadas, sempre se postergando as correções e consertos. Essa ação está intimamente ligada à educação ambiental e à conscientização da importância e grande dimensão que um pequeno vazamento pode gerar em perdas. O combate ao desperdício através das perdas deve ser constante e vistorias periódicas devem ser feitas em todos os tipos de edificações para resultados duradouros na conservação de água.

III - TROCA DE EQUIPAMENTOS HIDRO-SANITÁRIOS

O desenvolvimento constante de tecnologias e equipamentos hidro-sanitários cada vez mais eficientes tem, nos últimos anos, disponibilizado ao mercado instrumentos de redução de consumo cada vez mais eficientes e a custos competitivos. Conforme avaliado no capítulo 5, o índice de economia de água pode chegar a 50% no consumo de uma residência quando aplicados dispositivos economizadores em todos os pontos de utilização.

As vantagens financeiras na troca dos equipamentos obsoletos são maximizadas nos banheiros públicos e nos grandes consumidores, como hotéis e shoppings, mas, também, mostram suficiente retorno no caso residencial, adequando as atividades consumidoras e contribuindo na gestão da demanda. Como visto nos vários exemplos de hotéis e condomínio e nas análises econômicas da troca da bacia sanitária no setor residencial, a amortização do investimento é mais rápida nas edificações comerciais. Mas, em ambos os casos, nas edificações comerciais e residenciais, a eficiência hídrica dos dispositivos, principalmente nos chuveiros e bacias sanitárias, locais de maior consumo de água, reduzem significativamente o consumo mensal de água, repercutindo em redução na conta de água e amortecendo o investimento, mesmo que em longo prazo.

A principal vantagem técnica dessa estratégia para as edificações comerciais é o fato da economia de água não necessitar da colaboração do usuário. Ela, muitas vezes, ocorre independentemente do grau de conscientização desse e de sua vontade em preservar a água, uma vez que os equipamentos de maior eficiência hídrica economizam água naturalmente em utilizações normais. Mesmo assim, a conscientização é necessária para garantir essa chamada utilização normal. Por exemplo, de nada adianta a bacia sanitária ser de baixo consumo, se ela é utilizada inapropriadamente como lixeira. Também no caso das edificações residenciais, a conscientização e a informação são determinantes na aplicação e escolha do equipamento sanitário econômico ou dispositivo economizador. Em paralelo, o desenvolvimento do desenho e estética das peças e a variedade de opções e materiais contribuem para sua maior utilização, juntando à decoração e à beleza arquitetônica a conservação da água.

Os dispositivos surgem, nesta hierarquia, antes das outras ações ainda não apresentadas por possuírem altos índices de economia de água e pela facilidade de instalação e relativo baixo investimento. Os dispositivos não necessitam de nenhuma adaptação ou infra-estrutura especial além das instalações sanitárias convencionais. Ao contrário, a medição individualizada exige adaptações nas tubulações, e o aproveitamento pluvial e o reúso exigem reservatórios, tratamentos tubulações independentes.

IV - APROVEITAMENTO PLUVIAL

O aproveitamento pluvial é constituído por um sistema simples, de fácil implantação e que requer baixos investimentos, o que o torna a melhor opção entre as fontes alternativas. Essa ação mostrou índices de economia de água potável da ordem de 40% nos exemplos estudados, como o caso residencial alemão ou a Cidade do Samba.

No Rio de Janeiro, a potencialidade de economia e conservação é grande devido aos altos índices e à regularidade das precipitações. Mas esta realidade não é verdadeira em todo o Brasil. A precipitação local é um fator importante na avaliação econômica do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

O aproveitamento pluvial em cidades e centros urbanos com grande impermeabilização tem sua utilização ainda mais incentivada pela questão do combate às inundações e enchentes. Assim, os benefícios ultrapassam a simples economia de água, trazendo segurança e diminuindo os prejuízos com inundações.

São muitas as atividades fins que podem utilizar a água das chuvas, mas em edificações residenciais as mais recomendadas são aquelas que não exigem tratamento fora o descarte inicial ou filtro, como a rega de jardins e lavagem de pisos e calçadas. Nos prédios comerciais e industriais, pelas áreas de contribuição e pelos volumes disponíveis serem maiores, como o caso da Cidade do Samba, as águas do aproveitamento pluvial também são comumente utilizadas em outros usos, como descargas dos vasos sanitários e chuveiros, mas, para isso, precisam ser tratadas e desinfetadas. Através de pequenos cuidados relativos a segurança da saúde do usuário, esse tipo de reuso não traz riscos e, quando inserido juntamente com um programa de conscientização e educação, possui grande aceitação pública.

Em edificações já construídas e com utilização da água pluvial em atividades não potáveis, como rega de jardins e lavagem de calçadas e automóveis, as adaptações e modificações das tubulações e os investimentos necessários, normalmente, são menores que na medição individualizada. Para edificações ainda em projeto, essas duas ações podem ser equiparadas.

V - MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

A medição individualizada é a ação que mais diretamente relaciona o consumo e o custo que o mesmo representa. Assim, principalmente no setor residencial, os benefícios da conservação e economia de água são facilmente entendidos pelo consumidor/usuário no lugar dito como o mais sensível – seu bolso. Incentivos econômicos diretos através da cobrança sempre resultam em bons resultados em relação à conservação de água, principalmente em edificações residenciais, como foi apresentada a experiência em Recife com redução de 25% do consumo.

Mas as adaptações necessárias para a instalação dos hidrômetros em edificações já existentes dificultam sua ampla aplicação, exigindo projetos e análises de viabilidade, que muitas vezes desestimulam e inviabilizam sua aplicação através da iniciativa do usuário, no caso proprietário do imóvel. Assim, a utilização de hidrômetros individuais é mais recomendada em novas edificações, já que os prédios podem ser construídos com a inclusão dos hidrômetros e, principalmente, com as modificações das tubulações ainda no projeto, sem grandes ônus no custo final do imóvel. Dessa forma, facilita-se a implantação e garante-se a viabilidade econômica da ação.

VI - REÚSO DE ÁGUAS SERVIDAS

Essa ação de economia de água para edificações se mostrou a última recomendável das seis ações consideradas, principalmente para edificações residenciais. O reúso de esgotos, ou mesmo das águas cinzas, exige tratamentos dispendiosos e controles constantes de monitoramento da qualidade da água, que só são viáveis em situações com grande demanda e altos níveis econômicos.

Apesar do reúso das águas cinzas ser internacionalmente o principal foco no desenvolvimento de tecnologias de conservação de água, os sistemas duplos de abastecimento são uma realidade distante para as edificações no Brasil, especialmente nas residenciais. Mesmo nas edificações industriais e comerciais, só se aplicam em casos isolados de real necessidade com extrema escassez de água.

No exemplo do hotel na Alemanha, em uma realidade tão diferente do Brasil, com alta conscientização e educação ambiental da população e tecnologias e controle sanitário modernos e relativamente baratos, o empreendimento se justificou devido às altíssimas tarifas de água praticadas no país. E, mesmo assim, o amortecimento do investimento que demorou cinco anos foi muito mais longo que todos os exemplos das outras ações, como a troca de equipamentos também no setor hoteleiro de São Paulo que obteve retorno do investimento inicial em menos de um ano.

No ponto de vista financeiro, o usuário só utiliza a água de reúso se essa for mais barata que a água potável. E, pelo menos no caso do uso residencial, atualmente no Brasil é impossível se criar a infra-estrutura necessária por um custo menor que o da água potável.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho realizado alcançou os objetivos propostos, tanto o geral, com o levantamento e a hierarquização dos 6 (seis) principais grupos de ações e elementos economizadores em edificações, como os objetivos específicos, que auxiliaram na análise crítica necessária para estabelecer essa ordem. A hierarquização das ações de conservação de água em edificações foi baseada na importância das ações, levando em conta, para os diferentes tipos de edificações considerados, a aplicabilidade, os investimentos necessários e o tempo de amortecimento .

O consumo de água em edificações foi caracterizado e analisado no capítulo 4, considerando dois grupos de edificações: edificações residenciais e edificações comerciais e públicas, deve-se ressaltar que este último grupo inclui os consumos das edificações industriais, quando o consumo dos processos industriais estão excluídos, ou seja, nessas edificações só são considerados os consumos de água dos banheiros, vestiários e cozinhas dos funcionários. O trabalho enfocou o consumo residencial e, como um dos resultados, tem a seguinte distribuição do consumo de água residencial: 37% nos chuveiros, 22% nas bacias sanitárias, 18% na pia da cozinha, 9% na máquina de lavar roupa, 7% nos lavatórios, 4% no tanque e 3% no jardim e lavagem de carros. Assim como o esperado, verifica-se os maiores consumos nos chuveiros e bacias sanitárias.

As ações de economia de água levantadas foram: correção de vazamentos, troca de equipamentos hidro-sanitários e dispositivos economizadores, medição individualizada, conscientização, reúso e aproveitamento da água de chuva. Cada uma foi detalhadamente descrita e caracterizada; seu potencial de economia e conservação de água foi qualitativamente e, sempre que possível, quantitativamente avaliado; os custos de implementação dos dispositivos foram apresentados e avaliados; e inúmeras experiências, tanto nacionais como internacionais, foram apresentadas, juntamente com os respectivos custos e economia de água alcançada.

A partir de todas essas informações a seguinte hierarquização das ações foi proposta:

- I. conscientização e informação;
- II. correção de vazamentos;
- III. troca de equipamentos hidro-sanitários;
- IV. aproveitamento de água de chuva;
- V. medição individualizada; e
- VI. reúso de águas servidas.

Além da hierarquia de ações apresentada, algumas observações merecem destaque. Cada usuário, de acordo com as suas características, o uso que faz da água, a tecnologia empregada, a eficiência de seu sistema, o local em que está instalado, entre outras, demanda uma determinada quantidade do recurso natural água. E a distribuição da pequena parcela explorável de água não é justa, nem regular, ocasionando a exclusão de parte da população mundial ao acesso à água potável em quantidades esperadas e suficientes para atender todas as suas necessidades. Assim, em um cenário de escassez, cada usuário deve buscar a minimização de seu consumo, através da implantação de programas de conservação. E, depois de esgotadas as possibilidades de minimização do consumo, pode, havendo necessidade, buscar novas fontes do recurso água, a fim de se dar continuidade ao seu uso, principalmente para atender usos menos nobres.

Enquanto nos países desenvolvidos o uso cada vez mais eficiente da gota de água disponível tem sido a alternativa mais plausível para superar períodos de escassez relativa ou demandas futuras crescentes, perdura no mundo subdesenvolvido a idéia de aumentar a oferta de água como única solução. No Brasil, não diferentemente, há um grande desafio, tanto da sociedade, quanto do seu meio técnico, em mudar a idéia tradicional, historicamente adquirida, de que a solução para os problemas locais e ocasionais de escassez de água é aumentar sua oferta, mediante a construção de obras extraordinárias para captação das águas dos rios.

Este trabalho focou-se em edificações inseridas nos centros urbanos, onde graças ao processo mundial de aglomeração da população, intensificado nos últimos 50 anos, as demandas de água tendem a tornar-se ainda maiores com o tempo e mais concentradas no espaço. E como resultado, as expectativas para essas regiões são que os conflitos entre demanda e oferta de água sejam em quantidade e/ou qualidade intensificados. Como solução o setor doméstico brasileiro, finalmente, começa a enfocar sua atenção no estímulo ao uso racional da água, que compreende as ações estudadas e recomendadas a seguir: correção de vazamentos; mudança de hábitos; troca de equipamentos obsoletos; utilização de dispositivos economizadores nos metais e peças hidro-sanitárias; desenvolvimento de máquinas de lavar com maior eficiência hídrica; estímulo ao uso parcimonioso de água através da medição individualizada e a cobrança; e promoção de programas de conscientização e educação ambiental. Em resumo, promover a redução do desperdício seja pela substituição de equipamentos ineficiente ou pela mudança de hábitos e conscientização.

Vale ressaltar que a esperada mudança de hábitos envolve atividades cotidianas já bastante divulgadas, como os banhos serem cada vez mais rápidos; o fechamento das torneiras enquanto escovam-se os dentes, faz-se a barba ou lava-se a louça, não varrer calçadas e pátios ou lavar carros com jato de mangueira de água potável. Mas, também, inclui uma mudança em situações constantemente ignoradas, como a rápida correção de vazamentos ou a escolha de ciclos de lavagem nas máquinas com menor consumo de água.

O mercado nacional já apresenta inúmeras opções de dispositivos economizadores e equipamentos de alta eficiência hídrica. E já é expressivo o número de edificações comerciais e industriais que, nos últimos anos, nas quais houve investimento em correção de perdas, troca de equipamentos e conscientização dos usuários, obtendo respostas rápidas e retorno financeiro em intervalos pequenos de tempo. Já o setor residencial necessita de maior apoio governamental, como acontece em muitos países, e recomenda-se a implantação das seguintes medidas: melhor divulgação e promoção das tecnologias economizadoras disponíveis, inclusive com a criação do selo proposto no capítulo 5 para os equipamentos, classificando-os segundo suas eficiências hídricas; incentivos fiscais, abonos e depósitos associados a

utilização de ações economizadoras de água em edificações; e programas contínuos de conscientização e educação ambiental. Por exemplo, é inaceitável que não haja um programa oficial do governo para a troca das bacias sanitárias antigas, que exigem até 18 litros por descarga, quando já existem no mercado modelos que necessitam apenas de 6 litros.

A informação e o conhecimento são pontos fundamentais para todas as ações de conservação de água. Enfatiza-se a importância dessa ação, já ordenada como a primeira em importância, porque apenas com a genuína motivação e contínuo estímulo é possível alcançar o sucesso, ou seja, o uso sustentável do recurso hídrico. O usuário/consumidor é o protagonista desse processo e o seu comportamento é determinante, por isso suas expectativas não podem ser desprezadas na busca pelo uso inteligente da água. As campanhas possuem o desafio de transformar as posições pró-conservação em atitudes pró-conservação de água. Igualmente a conscientização é a origem de toda e qualquer tentativa de redução do consumo de água, e por isso recomenda-se o seu estímulo através da ênfase na problemática de escassez e riscos futuros nos mananciais de abastecimento, na divulgação de técnicas, equipamentos e outras formas de economia de água; e no incentivo ao uso racional e o combate ao desperdício. Igualmente, a informação deve gerenciar os programas de conservação, assimilando as novidades técnicas na área e atualizando as mudanças no comportamento dos usuários.

Em nosso país, a conscientização ambiental está em pleno desenvolvimento e em sintonia com a boa vontade de participação da sociedade, como mostrou a pesquisa Ibope. Mas ainda há uma carência de estímulos e meios práticos de inclusão do usuário no processo de economia de água, incluindo novas abordagens às campanhas, entre elas uma interessante recomendação é a listagem na internet da classificação das máquinas de lavar pelo consumo de água.

A aumento da tarifação e cobrança pelo uso da água, apesar de não abordada no trabalho, também é uma forma de incentivo ao uso racional de água e pode ser considerada entre as ações economizadoras de água. Neste trabalho, preferiu-se excluí-la por causa da problemática questão social no Brasil. Entendeu-se que os riscos à saúde pública que o aumento da tarifa de água poderiam gerar, principalmente nas classes mais pobres da população, não seriam justificados pelos benefícios de

economia de água e, por essa razão, tal medida não é recomendável em um país como o Brasil.

Em relação ao uso de fontes alternativas, recomenda-se que essas só sejam consideradas após a minimização do consumo. Por isso, potencialmente, o reúso é um grande aliado na conservação, podendo ser considerado em ambos os momentos, visto que tem condição de ser implantado visando à redução do consumo ou de forma a trazer recursos alternativos para usos que exigem qualidade menos restritiva. Na prática, proporcionalmente aos benefícios e à abrangência de utilização crescem os custos e os riscos à saúde pública do reúso. O projeto precisa ser detalhadamente elaborado e sua viabilidade cuidadosamente analisada para atestar a validade de sua aplicação e garantir a segurança do usuário. Não se quer economizar água a qualquer custo, é preciso pensar nos riscos de saúde e utilizar as boas técnicas da engenharia para garantir a qualidade dessa água de reúso.

Em todo mundo, o reúso, principalmente das águas cinzas, é considerado a mais importante e promissora forma de economia de água para o futuro. A recuperação das águas servidas possui um enorme potencial de utilização e preservação, diminuindo as pressões sobre os mananciais convencionais. Mas os sistemas de reúso de águas cinzas são constituídos por dupla tubulação, tanto na coleta quanto na distribuição, no caso de um tratamento mais simplificado e uso não potável. Assim, as edificações recebem e distribuem o suprimento de água por duas canalizações independentes - uma de alta qualidade para utilização potável, com origem em fontes naturais de água, e outra para todos os outros usos, recuperada através do sistema de reúso. Naturalmente, toda essa infra-estrutura exige investimentos altos que podem representar um custo excessivo. E assim, essa ação de conservação deixa de ser recomendável em comparação com as outras ações apresentadas.

Já o reúso ou aproveitamento das águas pluviais necessita de investimentos mais modestos, sendo recomendado a utilização em usos não potáveis, como rega de jardins e lavagem de pisos e calçadas. No Brasil, assim como em tantos países de média ou baixa renda, a maioria dos consumidores não pode arcar com custos extras, limitando as utilizações de fontes alternativas e confinando os tratamentos ao mínimo de higiene necessário para o bem da saúde pública. Em

oposição, nos países ricos é cada vez mais comum os consumidores pagarem mais caro por sistemas alternativos de abastecimento, seja pelo alto grau de consciência ecológica, seja pela garantia de autonomia e independência no suprimento de água.

A inexistência de uma definição de critérios de qualidade para o reúso e outros usos não potáveis também é um entrave à sua aplicação no Brasil. Adicionalmente, faltam incentivos e experiências que provem o quanto essas opções são economicamente viáveis e tecnologicamente confiáveis. O conhecimento de casos e critérios internacionais contribui para a divulgação, aceitação e aplicação do reúso, mas ainda são necessárias adaptações às condições da realidade brasileira. Em tempo, constatou-se que a norma NBR15527 sobre o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis foi publicada em 24/09/2007 com o nome “Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”.

Apesar da hierarquização apresentada, as ações de economia de água devem ser avaliadas pelo usuário considerando a sua viabilidade técnica e econômica, o que significa comparar o seu custo de implantação e o retorno que proporciona, com os benefícios de economia de água e, normalmente, conseguinte economia financeira. Entre as ações recomendadas, especificamente para as edificações já existentes, destacam-se a inspeção de encanamentos e equipamentos para detecção e correção de vazamentos, a troca de equipamentos hidro-sanitários para modelos com menor consumo de água e a captação e o aproveitamento da água de chuva. Nas edificações em construção os programas de conservação de água as recomendações incluem a escolha de equipamentos hidro-sanitários de alta eficiência hídrica, a instalação de sistema de micromedição independente por economia (medição individualizada) e o reúso de efluentes, principalmente com o aproveitamento das águas pluviais.

Diferente de outros recursos naturais, a água é um recurso renovável, mas que precisa ser usado com eficiência cada vez maior, evitando-se o desperdício e a degradação da sua qualidade. É necessária uma mudança na abordagem da “Questão da Água”. A simples ostentação de abundância ou escassez precisa ser substituída pela avaliação das formas de uso. A busca por práticas de uso inteligente da água disponível deve nortear tanto setores públicos como os privados. Investir na conservação e no uso racional da água é indispensável para o desenvolvimento sustentável.

8 REFERÊNCIAS

3P TECHNIK, 2007, desenvolvido por 3P Technik do Brasil Ltda, disponível em <http://www.agua-de-chuva.com>, acessado em 05/06/2007.

ABICALIL, M. T., 2002, *O pensamento do setor de saneamento no Brasil: perspectivas futuras*. Brasília, DF.

ABNT, 2007, *Projeto de Norma: Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos*. ABNT/CEET – 00.001.77, 2º Projeto, maio 2007. Disponível em www.abntnet.com.br, acessado em 05/06/2007.

ACCOR, 2005, *Anual Report 2004*. Corporate Directory Accor, disponível em www.accor.com, acessado em 28/05/2007.

ACCOR, 2007, *Carta Ambiental*. disponível em www.accor.com, acessado em 28/05/2007.

ADQE, 2003, *Using Gray Water at Home - The Arizona Department of Environmental Quality's Guide to Complying with the New, Simplified Type 1 General Permit*. Arizona Department of Environmental Quality's, update march 2003, publication no. C01-06, Phoenix, Arizona.

AGENDA 21, *Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento 1992*. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/RelatorioGestao/Agenda21/iniciar.html>, acessado em 20/10/2006.

AQUACLIC, 2005, catálogo de produtos 2005 *The fine art of saving*. Aquaclieco lifestyle. Também disponível em www.aquaclieco.ch.

AUSTRALIA, 2002, *Draft Guidelines for the Reuse of Greywater in Western Australia*. Environmental Health Service, Department of Health, Department of Environment Water and Catchment Protection, Government of Western Australia, Perth, Australia.

BANCO MUNDIAL, 2006, *World Bank list of economies 2006*. Disponível em <http://siteresources.worldbank.org/DATASTATISTICS/Resources/CLASS.XLS>, acessado em 08/02/2007.

BIO 38, 2006, “Reúso”. *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*, ano XV no. 38 — ISSN 0103-5134, pp. 16-29, Abril/Junho 2006.

BORGES, L., 2003, *Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos*. Dissertação M.Sc. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

BRASIL, 2007, *Carta de Princípios Cooperativos pela Água*, assinada em 23 de março de 2007, Foz do Iguaçu, Brasil.

_____, CONAMA, Resolução CONAMA no. 357 de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União de 18 de março de 2005, Brasília, DF.

_____, CNRH, resolução no. 54 de 28 de novembro de 2005. Diário Oficial da União de 09 de março 2006, Brasília, DF.

_____, *Constituição da República Federativa do Brasil*, 1988, Assembléia Nacional Constituinte Senado Federal, disponível em <http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/const/>, acessado em 18/10/2006.

_____, Portaria do Ministério da Saúde no. 518/GM de 25 de março de 2004, *Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*, publicada no Diário Oficial da União de 26 de março de 2004.

CALIFORNIA WATER SERVICE COMPANY. Desenvolvido pela California Water Service Company, disponível em www.calwater.com, acessado em 07/03/2007.

CEDAE, 2006, *Guia do Usuário*, Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

CEDAE. Desenvolvido pela Companhia Estadual de Água e Esgotos do Rio de Janeiro disponível em www.cedae.com.br, acessado em 07/03/2007.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF WATER MANAGEMENT IN AGRICULTURE, 2007, *Water for Food, Water for Life*, International Water Management Institute, London, UK.

CARDIA, N., ALUCCI, M. P., 1998, *Campanhas de educação pública voltadas à economia de água*. – Documento Técnico de Apoio no. B2, PNCDA, Ministério do Planejamento e Orçamento, Brasília, DF.

CELITE, 2006, desenvolvido pela Celite, disponível em www.celite.com.br, acessado em 12/07/2006.

COELHO, A. C., MAYNARD, J. C. B., 1999, *Medição individualizada de água em apartamentos*, 1. ed. Recife, PE, Comunicarte.

COELHO, A. C., 1999, “Experiência de medição individualizada de apartamento em edifícios antigos” *20º Congresso Nacional de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, RJ.

COMISSÃO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ONU, 1987, *Nosso futuro comum*, Organização das Nações Unidas, New York, USA.

COSCH, 2007, fornecido por meio digital em 27/07/2007.

DECA, 2006, desenvolvido pela DECA, disponível em www.deca.com.br, acessado em 12/07/2006.

DECA, 2005, *Como economizar água em condomínios residenciais e comerciais?*, fornecido pela Deca em meio digital em outubro 2005.

DOCOL, 2006, desenvolvido pela DOCOL, disponível em www.docol.com.br, acessado em 12/07/2006.

FABRIMAR, 2006a, desenvolvido pela Fabrimar, disponível em www.fabrimar.com.br, acessado em 12/07/2006.

FABRIMAR, 2006b, Álbum “Gráfico de Vazão” vinculado na embalagem do chuveiro “Piccolo Light” do fabricante Fabrimar.

FAO, 2006a, AQUASTAT database disponível em <http://www.fao.org/ag/aquastat>, acessado em 08/02/2007.

FAO, 2006b, *Freshwater Resources 2006*, World Resources Institute disponível em http://earthtrends.wri.org/pdf_library/data_tables/wat2_2005.pdf, acessado em 08/02/2007.

FEEMA, 1994, Diretriz no. 215, *DZ.215.R-1 - Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem não industrial*. Fundação Estadual de Engenharia do Meio, publicada no Diário Oficial do estado do Rio de Janeiro de 18 de maio de 1994.

FOLHAONLINE, 2003, 12 de outubro de 2003, desenvolvido pelo Jornal Folha de São Paulo disponível em www.folha.com.br, acessado em 07/03/2007.

GEO BRASIL RH, 2007, *GEO Brasil: Recursos Hídricos*. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, Brasília, DF.

GONÇALVES, O. M., IOSHIMOTO, E., OLIVEIRA, L. H., 1999, *Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais*. Documento Técnico de Apoio no. F1, PNCD, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Brasília, DF.

GONÇALVES, O. M., HESPANHOL, I., OLIVEIRA, L. H. *et al.*, 2005. *Conservação e Reúso de água em edificações*. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, SindusCon-SP, FIESP, São Paulo, SP, Prol Editora Gráfica.

GONÇALVES, R. F., BAZZARELLA, B. B., PETERS, M. R. *et al.*, 2006, “Gerenciamento de águas cinzas”. In: GONÇALVES, R. F., PROSAB, *Tecnologia de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e de infra-estrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas*, 1.ed., capítulo 4, Rio de Janeiro, RJ, ABES.

GRULL, D., MANCUSO, P. C. S., EIGER, S., 2003, “Sistema de reúso de água: projetos e estudos de casos”. In: Mancuso, P.C.S., Santos, H.F, *Reúso de Água*, 1.ed. cap. 14, pp. 491-500, Barueri, SP, Editora Manole.

HESPANHOL, I., 2003, “Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos”. In: Mancuso, P.C.S., Santos, H.F, *Reúso de Água*, 1.ed, cap. 3, Barueri, SP, Editora Manole.

HOTELIÉR NEWS, 2007, *Hotel Villa Santo Agostinho* Disponível em www.hoteliernews.com.br, acessado em 28/05/2007.

IBAMA, 2002, *Geo Brasil – Perspectivas do meio ambiente no Brasil*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.

IBGE, 2000, *Censo Demográfico 2000*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasília, DF.

IBOPE, 2006, *Águas no Brasil: a visão dos brasileiros*. Disponível em www.wwf.org.br acessado em 19/10/2007.

IDEAL STANDFORD, 2006, desenvolvido pela Ideal Standford, disponível em www.idealstandford.com.br, acessado em 12/07/2006.

IOSHIMOTO, E., OLIVEIRA, L. H., GONÇALVES, O. M., 2004, *Produtos economizadores de água nos sistemas prediais*. Documento Técnico de Apoio no. F2 revisão 2004, PNCDA, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades, Brasília, DF.

IPCC, 2007, “Working Group II Report Impacts, Adaptation and Vulnerability”. In: *Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas*, World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme.

LAHNSTEINER, J., SEVITZ, D., LEMPERT, G., 2005, *Potable Reuse in Windhoek/Namibia*. VA TECH WABAG, Vienna, Austria. Disponível em <http://www.vatech.at>, acessado em 05/09/2005.

LOBATO, M. B., 2005, *Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método Electre III*. Dissertação M.Sc. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

MACINTYRE, A. J. 1982, *Instalações hidráulicas*. 1.ed. Rio de Janeiro, RJ, Editora Guanabara Dois S.A.

MANCUSO, P.C.S., 2003a, “Participação comunitária e aceitabilidade da água de reúso”. In: Mancuso, P.C.S., Santos, H.F, *Reúso de Água*, 1.ed. cap. 14, Barueri, SP, Editora Manole.

MANCUSO, P.C.S., 2003b, “Tecnologia de reúso de água”. In: Mancuso, P.C.S., Santos, H.F, *Reúso de Água*, 1.ed. cap. 9, Barueri, SP, Editora Manole.

MIELI, J., 2001, *Reúso de água domiciliar*. Dissertação M.Sc. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração: Produção Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

MOTA, S., 1997, *Introdução à Engenharia Ambiental*. 1.ed. Rio de Janeiro, RJ, ABES.

OMS, 2006, desenvolvido pela Organização Mundial de Saúde disponível em http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/en/index.html, acessado em 17/10/2006.

NEW YORK CITY DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2007, disponível em <http://www.nyc.gov/html/dep/html/about.html>, acessado em 29.04.2007.

NOLDE, E., 2000, *Grauwasserrecycling-Ökologische, technische und wirtschaftliche Aspekte mit Beispielen aus der Praxis*. Technologieberatung für innovative Wasserkonzepte, Technische Universität Berlin, Berlin, Deutschland.

ONU, 1992, *Declaração Universal dos Direitos da Água*. Organização das Nações Unidas, New York, USA.

ONU, 2005, *World Population Prospects: The 2004 Revision Population Database*. Disponível em <http://esa.un.org/unpp/p2k0data.asp>, acessado em 02/01/2007.

PADULA FILHO, H., 2003, “Sistema de reúso de água: projetos e estudos de casos”. In: Mancuso, P.C.S., Santos, H.F, *Reúso de Água*, 1.ed. cap. 14, Barueri, SP, Editora Manole, pp. 479-490.

PINHEIRO, A., VALLE, J., TORDO, O. *et al.*, 2005, “Efeito da abstração inicial no aproveitamento da água de chuva”. *23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Campo Grande, MS.

PNCDA, 2006, desenvolvido pelo Ministério das Cidades disponível em www.cidades.gov.br/pncda acessado em 09/12/2006.

PNUD, 2006, *Relatório do Desenvolvimento Humano 2006*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, New York, USA.

PURA-USP, 2006, *Apresentação do Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo*. São Paulo, SP. Disponível pelo Ministério das Cidades em www.cidades.gov.br/pncda/Exemplos/Arqs/PURAUASP_110406.pdf, acessado em 25/04/2007.

REBOUÇAS, A., 2004, *Uso Inteligente da água*. 1.ed. São Paulo, SP, Editora Escrituras.

RIBEIRO, W. C., 2006, *Distribuição política da água*. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

RIO-ÁGUAS, 2007, *Cidade do Samba*. Subsecretaria de Águas Municipais (Fundação Rio-Águas) fornecido em meio digital em 08/01/2007.

RIO ESTUDOS, 2001. “Coleção de Estudos da Cidade: Meio Ambiente e sustentabilidade”. In: *Rio Estudos no. 9*, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos, Rio de Janeiro, RJ.

RIOURBE, 2004, *Acompanhamento das Obras Públicas Cidade do Samba 3ª Visita dia 20/09/2004*. Empresa Municipal de Urbanização, Rio de Janeiro, RJ.

ROCHA, A. L., BARRETO, D., IOSHIMOTO, E., 1998, *Caracterização e monitoramento do consumo predial de água*. Documento Técnico de Apoio nº E1, PNCDA, Ministério do Planejamento e Orçamento, Brasília, DF.

RUDOLPH, K., BLOCK, T., 2001, *Der Wassersektor in Deutschland - Methoden und Erfahrungen*. Umweltbundesamt, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn, Deutschland.

SABESP, 2006a, desenvolvido pela Sabesp disponível em www.sabesp.com.br/pura/o_que_e_pura/beneficios.htm, acessado em 22/08/2006.

SABESP, 2006b, desenvolvido pela Sabesp disponível em http://200.144.74.11/pura/equipamentos_economizadores/equipamentos.htm, acessado em 22/08/2006.

SABESP, 2006c, desenvolvido pela Sabesp disponível em <http://200.144.74.11/pura/cases/default.htm>, acessado em 22/08/2006.

SANTOS, G. J., 2003, “Sistema de reúso de água: projetos e estudos de casos”. In: Mancuso, P.C.S., Santos, H.F, *Reúso de Água*, 1.ed. cap. 14, Barueri, SP, Editora Manole, pp.501-511.

SCHMIDT, W., 2004, *Metodologia para avaliação e implantação de novas tecnologias de mictórios - o caso do mictório sem água*. Boletim Técnico-Série BT/PCC, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

SEMASA, 2007, desenvolvido pela Semasa disponível em <http://www.semasa.sp.gov.br>, acessado em 22/10/2007

SHIKLOMANOV, I. A., 1999, *World water resources at the beginning of the 21st century*. UNESCO/IPH disponível em <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/summary.html>, acessado em 05/10/2006.

SILVA, R. G., 2007. Desenvolvido pela própria, disponível em http://www.sg-guarani.org/microsite/pages/pt/info_aguas.php acessado em 04/05/2007.

SMAC, 2002, *Caderno de Encargos para Eficiência Energética em Prédios Públicos*. Secretaria Municipal de Meio Ambiente / CITELUZ Ltda, Prefeitura do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

SMO, 2006, desenvolvido pela Secretaria Municipal de Obras, disponível em http://obras.rio.rj.gov.br/index.cfm?sqncl_publicacao=413, acessado em 30/01/2006.

SNIS, 2005. “Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento: visão geral da prestação dos serviços de água e esgotos – 2004”. In: *Programa de Modernização do Setor Saneamento – Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*, volume 10, Ministério das Cidades, Brasília, DF.

SNIS, 2006. “Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento: visão geral da prestação dos serviços de água e esgotos – 2005”. In: *Programa de Modernização do Setor Saneamento – Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*, volume 11, Ministério das Cidades, Brasília, DF.

SUZUKI, Y., OGOSHI, M, ASANO, T. *et al.*, 2002, “Large-area and on-site water reuse in Japan”. In: *World Water Day Seminar*, Kuantan, Malaysia, 25-26 March.

SVGW, 1997, *Wasser sorgsam nutzen*. Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches, Atelier Fischer, Hittnau, Schweiz.

TOMAZ, P., 1998, *Conservação de água*. 1.ed. Rio de Janeiro, RJ, Fundo Editorial.

UNESCO/IPH, 1999, *World water resources at the beginning of the 21st century*. http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/figure_1.html, acessado em 05/10/2006.

UN-HABITAT, 2006, “Water and human settlements in an urbanizing world”. In: *World Water Development Report 2 - ‘Water, a shared responsibility’*, WWAP – UNESCO, New York, USA.

USEPA, 2004, *Guidelines for Water Reuse*. U.S. Environmental Protection Agency, disponível em www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r04108/625r04108.pdf, acessado em 18/05/2006.

VANSBOTTER, B., NOLDE, E., 2000, *Regenwassernutzung von Dach-, Hof- und Straßenabläufen*. Technologieberatung für innovative Wasserkonzepte, Technische Universität Berlin, Berlin, Deutschland.

VON SPERLING, M., 1995. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2.ed. Belo Horizonte, MG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG.

WATER UK, 2007. Desenvolvido pela Associação Inglesa Water UK, disponível em www.water.org.uk, acessado em 23/01/2007.

WATERWISE, 2007. Desenvolvido pela Organização não-governamental inglesa Waterwise, disponível em www.waterwise.org.uk, acessado em 23/01/2007.

WHO, 1989, “Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture”. In: *Technical Report Series*, World Health and Organization, Geneva, Suisse.

WIKIPÉDIA, 2007, *a enciclopédia livre*. Desenvolvido pela Fundação Wikimedia, disponível em <http://pt.wikipedia.org>, acessado em 03.01.2007.

WWAP/UNESCO, 2003, *World Water Development Report 1 - ‘Water for People, Water for Life’*. WWAP – UNESCO, New York, USA.

WWAP/UNESCO, 2006, *World Water Development Report 2 - ‘Water, a shared responsibility’*. WWAP – UNESCO, New York, USA.

ANEXO 1

Legislação Pertinente

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Lei Estadual no. 4.397/04 – Dispõe sobre a instalação de dispositivos hidráulicos visando o controle e a redução do consumo de água e adota outras providências.

Lei Estadual no. 4.393/04 – Dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva e dá outras providências.

Município do Rio de Janeiro

Decreto Municipal no. 23.940/04 – Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem.

Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001/05 – Disciplina os procedimentos a serem observados no âmbito dessas secretarias para o cumprimento do Decreto nº 23.940 de 30 de janeiro de 2004.

ESTADO DE SÃO PAULO

Decreto Estadual no. 48.138/03 – Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo.

Decreto Estadual no. 45.805/01 – Institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável e dá providências correlatas.

Município de São Paulo

Lei Municipal no. 14.018/05 – Institui o programa municipal de conservação e uso racional de água em edificações e dá outras providências

Lei Municipal no. 13309/02 – Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências.

Decreto no. 44.128/03 – Regulamenta a utilização, pela Prefeitura do Município de São Paulo, de água de reúso, não potável, a que se refere a lei nº 13.309, de 31 de janeiro de 2002.

Lei Municipal no. 13.276/02 – Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m².

Decreto no. 41.814/02 – Regulamenta a lei nº 13.276, de 4 de janeiro de 2002, que torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00 m².

Município de Campinas

Lei Municipal no. 12.474/06 – Cria o programa de conservação, uso racional e reutilização de água em edificações e dá outras providências.

Lei Complementar no. 13/06 – Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de hidrômetros em cada unidade autônoma dos condomínios em geral e dá outras providências.

Lei Municipal no. 12.532/06 – Dispõe sobre a reutilização de água não potável e dá outras providências.

ESTADO DO PARANÁ

Município de Curitiba

Lei Municipal no. 10.785/03 – Cria no município de Curitiba o programa de conservação e uso racional de água nas edificações – PURAE.

ESTADO DE PERNAMBUCO

Lei Estadual no. 12.609/04 – Institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios no Estado de Pernambuco.

DISTRITO FEDERAL

Decreto no. 26.535/2006 – Regulamenta a Lei nº 3.557, de 18 de janeiro de 2005, que trata da individualização da medição de consumo de água em unidades habitacionais e dá outras providências.

ANEXO 2

Padrão de Potabilidade

Portaria do Ministério da Saúde n.º 518, de 25 de março de 2004

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

O MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE, no uso de suas atribuições e considerando o disposto no Art. 2.º do Decreto n.º 79.367, de 9 de março de 1977, RESOLVE:

Art. 1.º Aprovar a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, na forma do Anexo dessa Portaria, de uso obrigatório em todo território nacional.

Art. 2.º Fica estabelecido o prazo máximo de 12 meses, contados a partir da publicação dessa Portaria, para que as instituições ou órgãos aos quais essa Norma se aplica, promovam as adequações necessárias a seu cumprimento, no que se refere ao tratamento por filtração de água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização e da obrigação do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

Art. 3.º É de responsabilidade da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal a adoção das medidas necessárias para o fiel cumprimento dessa Portaria.

Art. 4.º O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS, a revisão da Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano estabelecida nessa Portaria, no prazo de 5 anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação devidamente justificada de órgãos governamentais ou não governamentais de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto dessa regulamentação.

Art. 5.º Fica delegada competência ao Secretário de Vigilância em Saúde para editar, quando necessário, normas regulamentadoras dessa Portaria.

Art. 6.º Essa Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Anexo à Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004

NORMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

CAPÍTULO I

DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1.º Essa Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2.º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Art. 3.º Essa Norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica.

CAPÍTULO II

DAS DEFINIÇÕES

Art. 4.º Para os fins a que se destina essa Norma, são adotadas as seguintes definições:

I - água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

II - sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;

III - solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical;

IV - controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção dessa condição;

V - vigilância da qualidade da água para consumo humano – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende a essa Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;

VI - coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) – bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

VII - coliformes termotolerantes – subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

VIII - *Escherichia coli* – bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;

IX - contagem de bactérias heterotróficas – determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 48 horas;

X - cianobactérias – microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde; e

XI - cianotoxinas – toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo:

- microcistinas – hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores;
- cilindropermopsina – alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos; e
- saxitoxinas – grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio.

CAPÍTULO III

DOS DEVERES E DAS RESPONSABILIDADES

Seção I

Do Nível Federal

Art. 5.º São deveres e obrigações do Ministério da Saúde, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS:

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II - estabelecer as referências laboratoriais nacionais e regionais, para dar suporte às ações de maior complexidade na vigilância da qualidade da água para consumo humano;

III - aprovar e registrar as metodologias não contempladas nas referências citadas no artigo 17 desse Anexo;

IV - definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos Estados, Distrito Federal ou Municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS; e

V - executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação estadual, nos termos da regulamentação do SUS.

Seção II

Do Nível Estadual e Distrito Federal

Art. 6.º São deveres e obrigações das Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal:

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o nível municipal e os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II - garantir, nas atividades de vigilância da qualidade da água, a implementação de um plano de amostragem pelos municípios, observadas as diretrizes específicas a serem elaboradas pela SVS/MS;

III - estabelecer as referências laboratoriais estaduais e do Distrito Federal para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano; e

IV - executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação municipal, nos termos da regulamentação do SUS.

Seção III

Do Nível Municipal

Art. 7.º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, de acordo com as diretrizes do SUS;

II - sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos

mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;

III - estabelecer as referências laboratoriais municipais para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano;

IV - efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:

- o a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;
- o as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;
- o o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e
- o a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

V - auditar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas;

VI - garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados, nos termos do inciso VI do artigo 9 desse Anexo;

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes;

IX - informar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre anomalias e não conformidades detectadas, exigindo as providências para as correções que se fizerem necessárias;

X - aprovar o plano de amostragem apresentado pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que deve respeitar os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9;

XI - implementar um plano próprio de amostragem de vigilância da qualidade da água, consoante as diretrizes específicas elaboradas pela SVS; e

XII - definir o responsável pelo controle da qualidade da água de solução alternativa.

Seção IV

Do Responsável pela Operação de Sistema e/ou Solução Alternativa

Art. 8.º Cabe ao(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água exercer o controle da qualidade da água.

Parágrafo único. Em caso de administração, em regime de concessão ou permissão do sistema de abastecimento de água, é a concessionária ou a permissionária a responsável pelo controle da qualidade da água.

Art. 9.º Ao(s) responsável(is) pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe:

I - operar e manter sistema de abastecimento de água potável para a população consumidora, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – e com outras normas e legislações pertinentes;

II - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de:

controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição;

exigência do controle de qualidade, por parte dos fabricantes de produtos químicos utilizados no tratamento da água e de materiais empregados na produção e na distribuição que tenham contato com a água;

capacitação e atualização técnica dos profissionais encarregados da operação do sistema e do controle da qualidade da água; e

análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes que compõem o sistema de abastecimento.

III - manter avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída;

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação do atendimento a essa Norma, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade;

V - promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar controle das características das suas águas, nos termos do artigo 19 desse Anexo, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI - fornecer a todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída, mediante envio de relatório, dentre outros mecanismos, com periodicidade mínima anual e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- descrição dos mananciais de abastecimento, incluindo informações sobre sua proteção, disponibilidade e qualidade da água;

- o estatística descritiva dos valores de parâmetros de qualidade detectados na água, seu significado, origem e efeitos sobre a saúde; e
- o ocorrência de não conformidades com o padrão de potabilidade e as medidas corretivas providenciadas.

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29 desse Anexo; e

IX - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XII do artigo 7 desse Anexo, incumbe:

I - requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água apresentando laudo sobre a análise da água a ser fornecida, incluindo os parâmetros de qualidade previstos nessa Portaria, definidos por critério da referida autoridade;

II - operar e manter solução alternativa que forneça água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, publicadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas –, e com outras normas e legislações pertinentes;

III - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos dessa Portaria e, a critério da autoridade de saúde pública, de outras medidas conforme inciso II do artigo anterior;

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação, relatórios com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo e periodicidade estabelecidos pela referida autoridade, sendo no mínimo trimestral;

V - efetuar controle das características da água da fonte de abastecimento, nos termos do artigo 19 desse Anexo, notificando, imediatamente, à autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública competente e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29; e

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

CAPÍTULO IV

DO PADRÃO DE POTABILIDADE

Art.11. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

| Parâmetro | VMP(1) |
|--|--|
| Água para consumo humano(2) | |
| <i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes(3) | Ausência em 100ml |
| Água na saída do tratamento | |
| Coliformes totais | Ausência em 100ml |
| Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede) | |
| <i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes(3) | Ausência em 100ml |
| Coliformes totais | Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml. |

Notas: (1) valor máximo permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

§1.º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório.

§2.º Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.

§3.º Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, devendo, nesse caso, ser efetuada a verificação e a confirmação dos resultados positivos.

§4.º O percentual de amostras com resultado positivo de coliformes totais em relação ao total de amostras coletadas nos sistemas de distribuição deve ser calculado mensalmente, excluindo as amostras extras (coleta).

§5.º O resultado negativo para coliformes totais das amostras extras (recoletas) não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§6.º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa na Tabela 1, não são tolerados resultados positivos que ocorram em recoleta, nos termos do §1.º desse artigo.

§7.º Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata recoleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

§8.º Em complementação, recomenda-se a inclusão de pesquisa de organismos patogênicos, com o objetivo de atingir, como meta, um padrão de ausência, dentre outros, de enterovírus, cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp*.

§9.º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, nessa situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas as providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

Art. 12. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser observado o padrão de turbidez expresso na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

| Tratamento da água | VMP(1) |
|--|-------------------------------|
| Desinfecção (água subterrânea) | 1,0 UT(2) em 95% das amostras |
| Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) | 1,0 UT(2) |
| Filtração lenta | 2,0 UT(2) em 95% das amostras |

Notas: (1) valor máximo permitido.

(2) unidade de turbidez.

§1.º Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores aos VMP estabelecidos na Tabela 2, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 UT em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição.

§2.º Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp*, recomendase, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.

§3.º O atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso na Tabela 2, deve ser verificado, mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida,

preferivelmente, em qualquer caso, no efluente individual de cada unidade de filtração.

Art. 13. Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida nesse artigo.

Art.14. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde expresso na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

| Parâmetro | Unidade | VMP(1) |
|--------------------|----------------|---------------|
| Inorgânicas | | |
| Antimônio | mg/l | 0,005 |
| Arsênio | mg/l | 0,01 |
| Bário | mg/l | 0,7 |
| Cádmio | mg/l | 0,005 |
| Cianeto | mg/l | 0,07 |
| Chumbo | mg/l | 0,01 |
| Cobre | mg/l | 2 |
| Cromo | mg/l | 0,05 |
| Fluoreto (2) | mg/l | 1,5 |
| Mercúrio | mg/l | 0,001 |
| Nitrato (como N) | mg/l | 10 |
| Nitrito (como N) | mg/l | 1 |
| Selênio | mg/l | 0,01 |
| Orgânicas | | |
| Acrilamida | µg/l | 0,5 |
| Benzeno | µg/l | 5 |
| Benzo[a]pireno | µg/l | 0,7 |
| Cloreto de Vinila | µg/l | 5 |
| 1,2 Dicloroetano | µg/l | 10 |
| 1,1 Dicloroetano | µg/l | 30 |
| Diclorometano | µg/l | 20 |
| Estireno | µg/l | 20 |
| Tetracloroetano | µg/l | 40 |
| Triclorobenzenos | µg/l | 20 |
| Tricloroetano | µg/l | 70 |
| Agrotóxicos | | |
| Alaclor | µg/l | 20 |
| Aldrin e Dieldrin | µg/l | 0,03 |

| | | |
|--|------|-------|
| Atrazina | µg/l | 2 |
| Bentazona | µg/l | 300 |
| Clordano (isômeros) | µg/l | 0,2 |
| 2,4 D | µg/l | 30 |
| DDT (isômeros) | µg/l | 2 |
| Endossulfan | µg/l | 20 |
| Endrin | µg/l | 0,6 |
| Glifosato | µg/l | 500 |
| Heptacloro e Heptacloro epóxido | µg/l | 0,03 |
| Hexaclorobenzeno | µg/l | 1 |
| Lindano(γ-BHC) | µg/l | 2 |
| Metolacloro | µg/l | 10 |
| Metoxicloro | µg/l | 20 |
| Molinato | µg/l | 6 |
| Pendimetalina | µg/l | 20 |
| Pentaclorofenol | µg/l | 9 |
| Permetrina | µg/l | 20 |
| Propanil | µg/l | 20 |
| Simazina | µg/l | 2 |
| Trifluralina | µg/l | 20 |
| Cianotoxinas | | |
| Microcistinas(3) | µg/l | 1,0 |
| Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção | | |
| Bromato | mg/l | 0,025 |
| Clorito | mg/l | 0,2 |
| Cloro livre(4) | mg/l | 5 |
| Monocloramina | mg/l | 3 |
| 2,4,6 Triclorofenol | mg/l | 0,2 |
| Trihalometanos Total | mg/l | 0,1 |

Notas: (1) Valor máximo permitido.

(2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP dessa Tabela.

(3) É aceitável a concentração de até 10 µg/L de microcistinas em até 3 (três) mostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses.

(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

§1.º Recomenda-se que as análises para cianotoxinas incluam a determinação de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg/L e 3,0 µg/L de equivalentes STX/L.

§2.º Para avaliar a presença dos inseticidas organofosforados e carbamatos na água, recomenda-se a determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase, observando os limites máximos de 15% ou 20% de inibição enzimática, quando a enzima utilizada for proveniente de insetos ou mamíferos, respectivamente.

Art. 15. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de radioatividade expresso na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 - Padrão de radioatividade para água potável

| Parâmetro | Unidade | VMP(1) |
|----------------------------|----------------|---------------|
| Radioatividade alfa global | Bq/l | 0,1(2) |
| Radioatividade beta global | Bq/l | 1,0(2) |

Notas: (1) Valor máximo permitido.

(2) Se os valores encontrados forem superiores aos VMP, deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nesses casos, deverão ser aplicados, para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, para se concluir sobre a potabilidade da água.

Art. 16. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo expresso na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5 - Padrão de aceitação para consumo humano

| Parâmetro | unidade | VMP(1) |
|--------------------------------|----------------|------------------|
| Alumínio | mg/l | 0,2 |
| Amônia (como NH ₃) | mg/l | 1,5 |
| Cloreto | mg/l | 250 |
| Cor Aparente | uh(2) | 15 |
| Dureza | mg/l | 500 |
| Etilbenzeno | mg/l | 0,2 |
| Ferro | mg/l | 0,3 |
| Manganês | mg/l | 0,1 |
| Monoclorobenzeno | mg/l | 0,12 |
| Odor | - | Não objetável(3) |
| Gosto | - | Não objetável(3) |
| Sódio | mg/l | 200 |
| Sólidos dissolvidos totais | mg/l | 1.000 |
| Sulfato | mg/l | 250 |
| Sulfeto de Hidrogênio | mg/l | 0,05 |
| Surfactantes | mg/l | 0,5 |
| Tolueno | mg/l | 0,17 |
| Turbidez | UT(4) | 5 |
| Zinco | mg/l | 5 |
| Xileno | mg/l | 0,3 |

Notas: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).

(3) Critério de referência.

(4) Unidade de turbidez.

§1.º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

§2.º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L.

§3.º Recomenda-se a realização de testes para detecção de odor e gosto em amostras de água coletadas na saída do tratamento e na rede de distribuição de acordo com o plano mínimo de amostragem estabelecido para cor e turbidez nas Tabelas 6 e 7.

Art. 17. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da publicação Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF), ou das normas publicadas pela ISO (International Standardization Organization).

§1.º Para análise de cianobactérias e cianotoxinas e comprovação de toxicidade por bioensaios em camundongos, até o estabelecimento de especificações em normas nacionais ou internacionais que disciplinem a matéria, devem ser adotadas as metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em sua publicação Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.

§2.º Metodologias não contempladas nas referências citadas no §1.º e caput desse artigo, aplicáveis aos parâmetros estabelecidos nessa Norma, devem, para ter validade, receber aprovação e registro pelo Ministério da Saúde.

§3.º As análises laboratoriais para o controle e a vigilância da qualidade da água podem ser realizadas em laboratório próprio ou não que, em qualquer caso, deve manter programa de controle de qualidade interna ou externa ou ainda ser acreditado ou certificado por órgãos competentes para esse fim.

CAPÍTULO V

DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM

Art. 18. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6 - Número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

| Parâmetro | Tipo de manancial | Saída do tratamento (número de amostras por unidade de tratamento) | Sistema de distribuição (reservatórios e rede) | | |
|----------------------|----------------------------|--|--|------------------------|-------------------------------|
| | | | População abastecida | | |
| | | | <50.000 hab | 50.000 a 250.000 hab | >250.000 hab |
| Cor, turbidez e pH | Superficial | 1 | 10 | 1 para cada 5.000 hab | 40 + (1 para cada 25.000 hab) |
| | Subterrâneo | 1 | 5 | 1 para cada 10.000 hab | 20 + (1 para cada 50.000 hab) |
| CRL(1) | Superficial | 1 | (Conforme §3.º do artigo 18) | | |
| | Subterrâneo | 1 | | | |
| Fluoreto | Superficial ou Subterrâneo | 1 | 5 | 1 para cada 10.000 hab | 20 + (1 para cada 50.000 hab) |
| Cianotoxinas | Superficial | 1 (Conforme §5.º do artigo 18) | - | - | - |
| Trihalometanos | Superficial | 1 | 1 (2) | 4 (2) | 4 (2) |
| | Subterrâneo | - | 1 (2) | 1 (2) | 1 (2) |
| Demais parâmetros(3) | Superficial ou Subterrâneo | 1 | 1 (4) | 1 (4) | 1 (4) |

Notas: (1) Cloro residual livre.

(2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

(3) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(4) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e/ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 7 - Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

| Parâmetro | Tipo de manancial | Saída do tratamento (número de amostras por unidade de tratamento) | Sistema de distribuição (reservatórios e rede) | | |
|------------------------------|----------------------------|--|--|----------------------|---------------|
| | | | População abastecida | | |
| | | | <50.000 hab | 50.000 a 250.000 hab | >250.000 hab |
| Cor, turbidez, pH e fluoreto | Superficial | A cada 2 horas | Mensal | Mensal | Mensal |
| | Subterrâneo | Diária | | | |
| CRL(1) | Superficial | A cada 2 horas | (Conforme §3.º do artigo 18) | | |
| | Subterrâneo | Diária | | | |
| Cianotoxinas | Superficial | Semanal (Conforme §5.º do artigo 18) | - | - | - |
| Trihalometanos | Superficial | Trimestral | Trimestral | Trimestral | Trimestral |
| | Subterrâneo | - | Anual | Semestral | Semestral |
| Demais parâmetros(2) | Superficial ou Subterrâneo | Semestral | Semestral (3) | Semestral (3) | Semestral (3) |

Notas: (1) Cloro residual livre.

(2) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(3) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e/ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 8 - Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida

| Parâmetro | Sistema de distribuição (reservatórios e rede) | | | |
|-------------------|--|---------------------|------------------------------|---|
| | População abastecida | | | |
| | <5.000 hab | 5.000 a 20.000 hab | 20.000 a 250.000 hab | >250.000 hab |
| Coliformes totais | 10 | 1 para cada 500 hab | 30 + (1 para cada 2.000 hab) | 105 + (1 para cada 5.000 hab) Máximo de 1.000 |

Nota: na saída de cada unidade de tratamento devem ser coletadas, no mínimo, 2 (duas) amostras semanais, recomendando-se a coleta de, pelo menos, 4 (quatro) amostras semanais.

Tabela 9 - Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem

| Parâmetro | Tipo de manancial | Saída do tratamento (para água canalizada) | Número de amostras retiradas no ponto de consumo(1) (para cada 500 hab) | Frequência de amostragem |
|--|----------------------------|---|--|---------------------------------|
| Cor, turbidez, pH e coliformes totais(2) | Superficial | 1 | 1 | Semanal |
| | Subterrâneo | 1 | 1 | Mensal |
| CRL(2) (3) | Superficial ou Subterrâneo | 1 | 1 | Diário |

Notas: (1) Devem ser retiradas amostras em, no mínimo, 3 (três) pontos de consumo de água.

(2) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada 1 (uma) análise de CRL em cada carga e 1 (uma) análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, pH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

(3) Cloro residual livre.

§1.º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I - distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II - representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

§2.º No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição, previsto na Tabela 8, não se incluem as amostras extras (recoletas).

§3.º Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas deve ser efetuada, no momento da coleta, medição de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

§4.º Para uma melhor avaliação da qualidade da água distribuída, recomenda-se que, em todas as amostras referidas no §3.º desse artigo, seja efetuada a determinação de turbidez.

§5.º Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml ($2\text{mm}^3/\text{L}$ de biovolume), durante o

monitoramento que trata o §1.º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que essa análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

Art. 19. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas e de soluções alternativas de abastecimento supridos por manancial superficial devem coletar amostras semestrais da água bruta, junto do ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos na legislação vigente de classificação e enquadramento de águas superficiais, avaliando a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

§1.º O monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer frequência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/ml (ou 1mm³/L de biovolume), e semanal, quando o número de cianobactérias exceder esse valor.

§2.º É vedado o uso de algicidas para o controle do crescimento de cianobactérias ou qualquer intervenção no manancial que provoque a lise das células desses microrganismos, quando a densidade das cianobactérias exceder 20.000 células/ml (ou 2mm³/L de biovolume), sob pena de comprometimento da avaliação de riscos à saúde associados às cianotoxinas.

Art. 20. A autoridade de saúde pública, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, deve implementar um plano próprio de amostragem, consoante as diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS.

CAPÍTULO VI

DAS EXIGÊNCIAS APLICÁVEIS AOS SISTEMAS E SOLUÇÕES

ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Art. 21. O sistema de abastecimento de água deve contar com responsável técnico, profissionalmente habilitado.

Art. 22. Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico dessa Norma.

Art. 23. Toda água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização deve incluir tratamento por filtração.

Art. 24. Em todos os momentos e em toda sua extensão, a rede de distribuição de água deve ser operada com pressão superior à atmosférica.

§1.º Caso essa situação não seja observada, fica o responsável pela operação do serviço de abastecimento de água obrigado a notificar a autoridade de saúde pública e

informar à população, identificando períodos e locais de ocorrência de pressão inferior à atmosférica.

§2.º Excepcionalmente, caso o serviço de abastecimento de água necessite realizar programa de manobras na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão inferior à atmosférica, o referido programa deve ser previamente comunicado à autoridade de saúde pública.

Art. 25. O responsável pelo fornecimento de água por meio de veículos deve:

I - garantir o uso exclusivo do veículo para esse fim;

II - manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e/ou, sobre a fonte de água; e

III - manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água.

§1.º A água fornecida para consumo humano por meio de veículos deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L.

§2.º O veículo utilizado para fornecimento de água deve conter, de forma visível, em sua carroceria, a inscrição “ÁGUA POTÁVEL”.

CAPÍTULO VII

DAS PENALIDADES

Art. 26. Serão aplicadas as sanções administrativas cabíveis aos responsáveis, pela operação dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água, que não observarem as determinações constantes dessa Portaria.

Art. 27. As Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios estarão sujeitas à suspensão de repasse de recursos do Ministério da Saúde e órgãos ligados, diante da inobservância do contido nessa Portaria.

Art. 28. Cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS, e às autoridades de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, representadas pelas respectivas Secretarias de Saúde ou órgãos equivalentes, fazer observar o fiel cumprimento dessa Norma, nos termos da legislação que regulamenta o Sistema Único de Saúde – SUS.

CAPÍTULO VIII

DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 29. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de

ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

Art. 30. O responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água pode solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de determinados parâmetros estabelecidos nessa Norma.

Parágrafo único. Após avaliação criteriosa, fundamentada em inspeções sanitárias e/ou em histórico mínimo de dois anos do controle e da vigilância da qualidade da água, a autoridade de saúde pública decidirá quanto ao deferimento da solicitação, mediante emissão de documento específico.

Art. 31. Em função de características não conformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco, a autoridade de saúde pública competente, com fundamento em relatório técnico, determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água que amplie o número mínimo de amostras, aumente a frequência de amostragem ou realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais ao estabelecido na presente Norma.

Art. 32. Quando não existir na estrutura administrativa do estado a unidade da Secretaria de Saúde, os deveres e responsabilidades previstos no artigo 6.º desse Anexo serão cumpridos pelo órgão equivalente.

ANEXO 3

Padrões e Parâmetros para Água de Reúso

Recomendação ANA/FIESP Conservação e reúso de água em edificações

(GONÇALVES *et al.*, 2005)

Parâmetros de qualidade para Água de Reúso Classe 1

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| Coliformes fecais | não detectáveis |
| pH | entre 6,0 e 9,0 |
| Cor (uH) | ≤ 10 uH |
| Turbidez (uT) | ≤ 2 uT |
| Odor e aparência | não desagradáveis |
| Óleos e graxas (mg/l) | ≤ 1 mg/l |
| DBO (mg/l) | ≤ 10 mg/l |
| Compostos orgânicos voláteis | Ausentes |
| Nitrato (mg/l) | < 10 mg/l |
| Nitrogênio amoniacal (mg/l) | ≤ 20 mg/l |
| Nitrito (mg/l) | ≤ 1 mg/l |
| Fósforo total (mg/l) | $\leq 0,1$ mg/l |
| Sólido suspenso total (SST) (mg/l) | ≤ 5 mg/l |
| Sólido dissolvido total (SDT) (mg/l) | ≤ 500 mg/l |

Parâmetros de qualidade para Água de Reúso Classe 2

| | |
|------------------------------------|-------------------|
| Coliformes fecais | ≤ 1000 /ml |
| pH | entre 6,0 e 9,0 |
| Odor e aparência | não desagradáveis |
| Óleos e graxas (mg/l) | $\leq 1,0$ mg/l |
| DBO (mg/l) | ≤ 30 mg/l |
| Compostos orgânicos voláteis | Ausentes |
| Sólido suspenso total (SST) (mg/l) | ≤ 30 mg/l |

Parâmetros de qualidade para Água de Reúso Classe 3

| | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|--|-------------|
| Ph | | entre 6,0 e 9,0 | |
| Salinidade | | 0,7 < EC (dS/m) < 3,0 450 < SDT (mg/l) < 1500 | |
| Toxicidade por íons específicos | Para irrigação superficial | Sódio (SAR) | entre 3 e 9 |
| | | Cloretos (mg/l) | < 350 mg/l |
| | | Cloro residual (mg/l) | ≤ 1 mg/l |
| | Para irrigação com aspersores | Sódio (SAR) | ≥ 3,0 |
| | | Cloretos (mg/l) | < 100 mg/l |
| | | Cloro residual (mg/l) | < 1,0 mg/l |
| Boro (mg/l) | Irrigação de culturas alimentícias | 0,7 mg/l | |
| | regas de jardins e similares | 3,0 mg/l | |
| Nitrogênio total (mg/l) | | 5-30 mg/l | |
| DBO (mg/l) | | < 20 mg/l | |
| Sólido suspenso total (SST) (mg/l) | | < 20 mg/l | |
| Cor (uH) | | < 30 uH | |
| Turbidez (uT) | | < 5 uT | |
| Coliformes fecais (NMP/100ml) | | ≤ 200 / 100ml | |

Parâmetros de qualidade para Água de Reúso Classe 4

| | sem circulação | com circulação |
|--|------------------|------------------|
| Sílica (mg/l) | < 50 mg/l | < 50 mg/l |
| Alumínio (mg/l) | sem recomendação | < 0,1 mg/l |
| Ferro (mg/l) | sem recomendação | < 0,5 mg/l |
| Manganês (mg/l) | sem recomendação | < 0,5 mg/l |
| Amônia (mg/l) | sem recomendação | < 1,0 mg/l |
| Sólidos dissolvidos totais (SDT) (mg/l) | < 1000 mg/l | < 500 mg/l |
| Cloretos (mg/l) | < 600 mg/l | < 500 mg/l |
| Dureza (mg/l) | < 850 mg/l | < 650 mg/l |
| Alcalinidade (mg/l) | < 500 mg/l | < 350 mg/l |
| Sólidos em suspensão totais (SST) (mg/l) | < 5000 mg/l | < 100 mg/l |
| pH | entre 5,0 e 8,3 | entre 6,8 e 7,2 |
| Coliformes totais (NMP/100ml) | sem recomendação | < 2,2 / 100ml |
| Bicarbonato (mg/l) | < 600 mg/l | < 24 mg/l |
| Sulfato (mg/l) | < 680 mg/l | < 200 mg/l |
| Fósforo (mg/l) | sem recomendação | < 1,0 mg/l |
| Cálcio (mg/l) | < 200 mg/l | < 50 mg/l |
| Magnésio (mg/l) | sem recomendação | < 30 mg/l |
| Oxigênio dissolvido (mg/l) | presente | sem recomendação |
| DQO (mg/l) | < 75 mg/l | < 75 mg/l |

ANEXO 4

Declaração Universal dos Direitos da Água

A “Declaração Universal dos Direitos da Água” foi redigida pela ONU em 22 de março de 1992.

1 - A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão, é plenamente responsável aos olhos de todos.

2 - A água é a seiva de nosso planeta. Ela é condição essencial de vida de todo vegetal, animal ou ser humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura.

3 - Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia.

4 - O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Esse equilíbrio depende em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.

5 - A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como a obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.

6 - A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo.

7 - A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.

8 - A utilização da água implica em respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Essa questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado.

9 - A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.

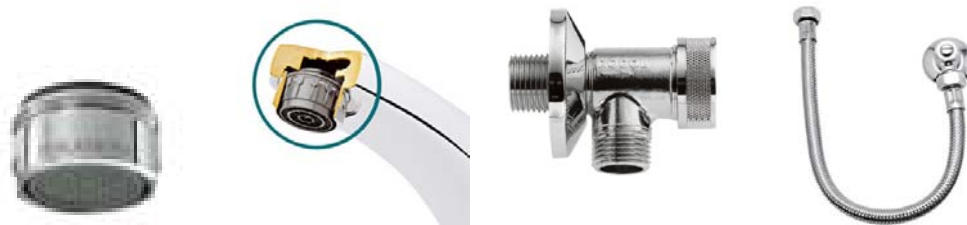
10 - O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.

ANEXO 5

Catálogo de Produtos Economizadores

Lavatórios

Arejadores e reguladores de vazão



Fabricantes: Deca, Docol, Fabrimar, Lorenzetti

Torneiras com fechamento automático



Fabricantes: Deca, Docol, Fabrimar, Lorenzetti

Torneiras com sensor eletrônico



Fabricantes: Deca, Docol, Fabrimar

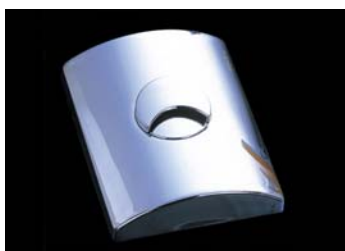
Bacia Sanitária VDR (volume de descarga reduzido)



Fabricantes: todos fabricados no Brasil a partir de 2003

Válvulas de descarga

Duplo acionamento



Fabricantes: Elite, Deca, Docol, Roca

Mictórios

Mictórios com fechamento automático



Fabricantes: Deca, Docol, Fabrimar, Lorenzetti

Mictório com sensor eletrônico



Fabricantes: Deca, Docol, Fabrimar

Mictório sem água



Fabricante: Ideal Standford, Falcon Waterfree Technologies (EUA)

Chuveiros

Reguladores de Vazão



Fabricantes: Deca, Docol, Fabrimar

Válvula de fechamento automático para chuveiros



Fabricante: Docol

Válvula termostática para chuveiros



Fabricante: Deca, Docol

Chuveiro com 2 opções de restritor de vazão



Fabricante: Fabrimar