

Conservação e Reúso da água em Edificações



Ministério do
Meio Ambiente

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS





REALIZAÇÃO

ANA - Agência Nacional de Águas

José Machado - *Diretor Presidente*

Benedito Braga - *Diretor*

Oscar de Moraes Cordeiro Netto - *Diretor*

Bruno Pagnoccheschi - *Diretor*

Dalvino Troccoli Franca - *Diretor*

SAS/ANA - Superintendência de Conservação de Água e Solo

Antonio Félix Domingues – *Superintendente*

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

Paulo Skaf - *Presidente*

DMA - Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Nelson Pereira dos Reis - *Diretor Titular*

Arthur Cezar Whitaker de Carvalho – *Diretor Adjunto*

Nilton Fornasari Filho – *Gerente*

SindusCon-SP - Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo

João Claudio Robusti - *Presidente*

COMASP - Comitê de Meio Ambiente do SindusCon-SP

Francisco Antunes Vasconcellos Neto - *Vice Presidente de Desenvolvimento*

André Aranha Campos – *Membro do Conselho*

Coordenação Geral

Anícia Aparecida Baptistello Pio - FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
Antonio Félix Domingues - ANA - Agência Nacional de Águas
Lilian Sarrouf - SindusCon-SP - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
Ricardo Santaliestra Pina - SindusCon-SP - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
Ulysses Gusman Júnior - ANA - Agência Nacional de Águas

Autores

Carla Sautchuk - Tesis Tecnologia de Sistemas de Eng^a Ltda
Humberto Farina - Depto. Eng. Construção Civil da Escola Politécnica - USP
Ivanildo Hespanhol - CIRRA - Centro Internacional de Referência em Reúso de Água
Lúcia Helena de Oliveira - Universidade Federal de Goiânia
Luiz Olímpio Costi - ABRASIP - Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais
Marina S. de Oliveira Ilha - Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP
Orestes M. Gonçalves - Depto. Eng. Construção Civil da Escola Politécnica - USP
Simone May - CIRRA - Centro Internacional de Referência em Reúso de Água
Solange da Silva Nunes Boni - Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP
William Schmidt - Depto. Eng. Construção Civil da Escola Politécnica - USP

Colaboradores

Alcione Figueiredo Corrêa - Hidrogesp Hidrogeologia Sondagens e Perfurações Ltda
Antonio Lot - Hidrogesp Hidrogeologia Sondagens e Perfurações Ltda
Carlos Cavichia - Hidrogesp Hidrogeologia Sondagens e Perfurações Ltda
Edmundo Fonseca Garcia - SVMA - Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente – São Paulo
Elbio Camillo Jr. - Fatorágua Serviços e Soluções Hídricas Ltda.
Eduardo Ioshimoto - Tigre S.A.
Eduardo Moreno - Vitalux Eficiência Energética Ltda
Fabio Camurri - Sindicerâmica - Sindicato da Indústria de Cerâmica Sanitária de São Paulo
Fernando Lenti de Andrade - Tigre S.A.
Gustavo C.D.Barreira - FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
Isaac Moyses Zymelman - ABRASIP - Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais
João Paulo Rossi Paschoal - SECOVI – SP – Sind. Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis de SP
José Carlos Mierzwa - CIRRA - Centro Internacional de Referência em Reúso de Água
José Eduardo Cavalcanti - Ambiental Laboratório e Equipamentos Ltda.
Juliana Castro Pastor - CEDIPAC – Soluções para o Habitat Humano
Kazutoshi Ito - Andriolo Ito Engenharia Ltda
Laura Marcellini - Tigre S.A.

Luiz Antonio Percoriello - Ypel Construtora e Administradora

Luiz Carlos Alvim Coelho - Vitalux Eficiência Energética Ltda.

Plínio Grisolia - Docol Metais Sanitários Ltda.

Renata Castro Neves - SindusCon-SP - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

Roberto Papaiz - Logictel S/A

Roney Honda Margutti - SIAMFESP-Sind. Ind. Artef. de Metais não Ferrosos no Estado de SP

Roseane Petronilo - SindusCon-SP - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

Ruy José da Cunha - Logictel S/A

Simar Vieira de Amorim - Universidade Federal de São Carlos

Revisão de Texto e Diagramação

clematis@uol.com.br

Capa e Projeto Gráfico

Setor de Comunicação do SindusCon-SP

Tiragem: 5.000 exemplares

Impressão: Prol Editora Gráfica

São Paulo, junho de 2005

	SUMÁRIO	pg.
1. Introdução	8	
2. A Importância da Conservação da Água	10	
3. Definições e Abreviaturas	12	
4. Programa de Conservação de Água em Edificações	18	
4.1. Introdução	18	
4.2. Programa de Conservação de Água para Edificações Existentes	23	
4.2.1. Implementação da Setorização do Consumo de Água	23	
4.2.2. Auditoria do Consumo de Água	27	
4.2.3. Plano de Intervenção	33	
4.2.4. Estimativa ou Avaliação do Impacto de Redução do Consumo de Água	39	
4.3. Programa de Conservação de Água para Novas Edificações	41	
4.3.1. Análise da Demanda de Água	42	
5. Detalhamento da Gestão da Oferta na Implantação de Programas de Conservação de Água	50	
5.1. Introdução	50	
5.2. Exigências Mínimas da Água Não-Potável para as Atividades Realizadas nos Edifícios	51	
5.3. Padrões de Qualidade da Água Potável para Reúso	53	
5.4. Fontes Alternativas de Água para Aproveitamento ou Reúso	58	
5.4.1. Água Cinza	58	
5.4.2. Água Pluvial	61	

5.4.3. Água de Drenagem de Terrenos	62
5.4.4. Água de Reúso da Concessionária	64
5.4.5. Captação Direta	67
5.4.6. Águas Subterrâneas	67
5.5. Matriz de Oferta <i>versus</i> Demanda	68
5.6. Considerações quanto à Eficiência dos Sistemas de Reúso	69
5.7. Metodologia para Implementação de Sistemas de Aproveitamento ou Reúso da Água	70
5.7.1. Sistema de Coleta e Aproveitamento de Água Pluvial	70
5.7.2. Sistema de Coleta e Reúso de Água Cinza	73
5.7.3. Sistema de Coleta e Aproveitamento de Águas de Drenagem em Edifícios	75
5.8. Processos de Tratamento	77
6. Sistema de Gestão da Água da Edificação	79
6.1. Ações de Base Operacional	80
6.2. Ações de Base Educacional	81
6.3. Ações de Base Institucional	82
7. Estudos de Caso	83
8. Referências Bibliográficas	115
9. Anexos	117
A – Legislação Pertinente	118
B – Normalização Técnica de Projeto e Execução	120
C – Planilha para o Cadastramento e Verificação das Condições de Operação de Bacias Sanitárias	132
D – Planilha para Levantamento das Atividades que Envolvem o Uso da Água nos Banheiros Escolares	135
E – Especificação de Equipamentos Hidráulicos	139
F – Contatos Importantes	149

1. Introdução

Em conformidade com os princípios e diretrizes globais do desenvolvimento sustentável, com o objetivo de atingir as Metas de Desenvolvimento do Milênio, torna-se necessária uma mudança substancial nos padrões de produção e consumo da sociedade.

Com relação aos recursos hídricos, as regiões de grande concentração populacional acabam exercendo fortes pressões no aumento do consumo e no agravamento das condições de qualidade dos mananciais existentes.

O crescimento das atividades econômicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população dependem da conscientização da importância desse insumo estratégico e respectivamente de seu uso de forma racional por todos os setores.

Para tanto, são necessários investimentos em desenvolvimento tecnológico e na busca de soluções alternativas para a ampliação da oferta de água como, por exemplo, a utilização da água de reúso, bem como são necessárias ações para a eficiente gestão da demanda, reduzindo os índices de perdas e desperdícios, muitas vezes inconscientes.

Em que pese a importância e necessidade prementes de adoção dessas práticas pelos diferentes setores usuários dos recursos hídricos, é de fundamental relevância que tais práticas sejam criteriosamente adotadas, resguardando-se a saúde pública e observando-se os cuidados necessários para a preservação do patrimônio, equipamentos e segurança dos produtos e serviços oferecidos aos usuários.

Portanto, é preciso tornar de amplo conhecimento público os principais condicionantes, benefícios e limitações que essas práticas possuem, tanto para que não sejam criadas expectativas fantasiosas sobre o tema, como soluções de fácil implementação e resultados imediatos, quanto para que não se adotem essas medidas sem as precauções necessárias para a preservação da integridade de operadores e usuários, de bens, e de equipamentos.

O atendimento destes objetivos implica em esforços conjuntos das entidades públicas e privadas, para promover uma ampla divulgação sobre a importância da conservação de água e consumo conscientes, maximizando a produtividade da água disponível, tanto nos processos produtivos quanto nos padrões de consumo da população.

Conscientes de suas responsabilidades a ANA – Agência Nacional de Águas, a FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo e o SindusCon-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo conjugaram esforços reunindo agentes públicos, empresas de tecnologia, fabricantes e instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico, para elaborar esta publicação que traz orientações para a implantação de programas de conservação de água em edificações comerciais, residenciais e industriais quer sejam edificações novas ou existentes.

Longe de esgotar o assunto, esta publicação visa tão somente reunir as principais informações e orientações existentes no mercado e o conhecimento disponível no meio acadêmico, de uma forma ordenada e ilustrada com alguns exemplos práticos. No entanto, trata-se de uma fundamental contribuição para o setor da construção civil, objetivando-se dar subsídios a adoção de soluções eficientes na concepção das novas edificações ou na modernização das já existentes.

2. A Importância da Conservação da Água

A água se constitui, atualmente, no fator limitante para o desenvolvimento agrícola, urbano e industrial, tendo em vista que a disponibilidade per capita de água doce vem sendo reduzida rapidamente, face ao aumento gradativo da demanda para seus múltiplos usos e à contínua poluição dos mananciais ainda disponíveis.

A escassez de água não pode mais ser considerada como atributo exclusivo de regiões áridas e semi-áridas. Muitas áreas com recursos hídricos abundantes, mas insuficientes para atender a demandas excessivamente elevadas, também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida.

A Bacia do Alto Tietê, por exemplo, que abriga uma população superior a 15 milhões de habitantes e um dos maiores complexos industriais do mundo, dispõe, pela sua condição característica de manancial de cabeceira, de vazões insuficientes para o atendimento da demanda da Região Metropolitana de São Paulo e municípios circunvizinhos. Esta condição tem levado à busca incessante de recursos hídricos complementares de bacias vizinhas, que trazem, como consequência direta, aumentos consideráveis de custo, além dos evidentes problemas legais e político-institucionais associados.

Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados em função de características de sistemas e centros de produção específicos. Nesse sentido, reúso, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se constituem, em associação às práticas conservacionistas, nas palavras-chave mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos e de redução da poluição.



Outra prática conservacionista é a medição individualizada em condomínios, cujos resultados apontam a possibilidade de redução de até 25% no consumo de água. A medição individualizada tem sido amplamente divulgada, devendo os poderes constituídos ampliarem essa prática, criando incentivos à sua implementação em todas as edificações.

As práticas relacionadas à conservação de água podem ser reforçadas quando da formação dos profissionais de engenharia e pelos empreendedores imobiliários que devem ressaltar que o diferencial do preço de venda é compensado durante certo período com a diminuição dos custos condominiais, já que a água é o segundo item em importância, perdendo apenas para a mão-de-obra.

Além disso, o conceito de “substituição de fontes”, se mostra como a alternativa mais plausível para satisfazer a demandas menos restritivas, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico. Em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas, estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos, que suporta este conceito: “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior”.

As águas de qualidade inferior, tais como efluentes de processos industriais, bem como de esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de drenagem de pátios e agrícola, e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. O uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes, se constitui hoje, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e o controle da demanda, na estratégia básica para a solução do problema da falta universal de água.

3. Definições e Abreviaturas

DEFINIÇÕES

Agente consumidor: variável adotada para a representação do volume consumido unitariamente na edificação (pessoa, leito funcionante, aluno etc.).

Água cinza: efluente que não possui contribuição da bacia sanitária, ou seja, o esgoto gerado pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e pias de cozinha em residências, escritórios comerciais, escolas etc. Na cultura brasileira é comum a utilização das pias de cozinha como local de despejo de restos de alimentos, provocando no efluente grande concentração de matéria orgânica. Por este motivo, nesta publicação, o efluente da pia de cozinha não será abordado como água cinza para água de reúso.

Água de drenagem de terreno: água proveniente do lençol freático presente no nível da edificação, captada através de sistemas de drenagem e de contenção e do subsolo.

Água de qualidade inferior: água não caracterizada como esgoto, inadequada para usos mais exigentes.

Água de reúso: água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização.

Água pluvial na edificação: água que provém diretamente da chuva, captada após o escoamento por áreas de cobertura, telhados ou grandes superfícies impermeáveis.

Água potável: água que atende ao padrão de potabilidade determinado pela Portaria do Ministério da Saúde MS 518/04.

Água recuperada: esgoto ou água de qualidade inferior que após tratamento é adequada para usos benéficos.

Aproveitamento de água pluvial: uso da água de chuva para finalidades específicas, como lavagem de áreas externas, alimentação de bacias sanitárias, lavagem de veículos, entre outros.

Aquecimento central privado: sistema composto por um equipamento responsável pelo aquecimento de água e uma rede de tubulações que distribuem a água aquecida a pontos de utilização que pertencem a uma mesma unidade (por exemplo, apartamento).

Conexão cruzada: qualquer ligação física por meio de peça, dispositivo ou outro arranjo que conecte duas tubulações, das quais uma conduz água potável e a outra água de qualidade desconhecida ou não potável.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): representa o potencial de matéria orgânica biodegradável nas águas naturais ou em esgotos sanitários e efluentes industriais que poderá ocorrer devido à estabilização desses compostos, podendo trazer níveis de oxigênio abaixo dos permitidos. É um importante parâmetro na composição dos índices de qualidade das águas.

Desperdício: utilização da água em quantidade superior à necessária para o desempenho adequado da atividade consumidora.

Esgoto doméstico: despejo líquido resultante do uso da água para preparação de alimentos, operações de lavagem e para satisfação de necessidades higiênicas e fisiológicas.

Esgoto ou efluente industrial: despejo líquido resultante da atividade industrial.

Esgoto sanitário: despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e parcela de contribuição pluvial.

Gestão da demanda de água: conjunto de ações voltadas para a otimização do uso da água nos diferentes pontos de consumo.

Gestão da oferta de água: conjunto de ações voltadas para o oferecimento de fontes alternativas de água com diferentes níveis de qualidade para atendimento das necessidades existentes.

Gestor da água: responsável por transformar o comprometimento assumido em conservar a água em um plano de trabalho exequível, com o objetivo de alcançar as metas preestabelecidas pela organização e por gerenciar a implantação de um programa de conservação de água.

Indicador de consumo: relação entre o volume de água consumido em um determinado período de tempo e o número de agentes consumidores desse mesmo período.

Índice de perdas por vazamentos: relação entre o somatório das perdas diárias devidas a vazamentos e o consumo médio diário.

Índice de perdas por vazamentos invisíveis: relação entre o somatório dos volumes perdidos diariamente em vazamentos invisíveis e o consumo médio diário, em percentagem.

Índice de perdas por vazamentos visíveis: relação entre o somatório dos volumes perdidos diariamente em vazamentos visíveis e o consumo médio diário, em percentagem.

Índice de vazamentos: relação entre o número de pontos de utilização com vazamento e o número total de pontos de utilização no sistema, em percentagem.

Índice de vazamentos invisíveis: relação entre o número de pontos de utilização com vazamentos invisíveis e o número total de pontos de utilização do sistema, em percentagem.

Índice de vazamentos visíveis: relação entre o número de pontos de utilização com vazamentos visíveis e o número total de pontos de utilização do sistema, em percentagem.

Medição setorizada: instalação de medidores em unidades que compõem um conjunto maior, dotado de um medidor principal, para que se possa medir o consumo individualmente de cada unidade e não apenas do conjunto.

Otimização do consumo de água: realização das atividades consumidoras com o menor consumo possível, garantida a qualidade dos resultados obtidos.

Outorga: ato administrativo mediante o qual o Poder Público outorgante (União, Estados ou Distrito Federal) faculta ao outorgado o uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato. O referido ato é publicado no Diário Oficial da União (caso da ANA), ou nos Diários Oficiais dos Estados ou do Distrito Federal, onde o outorgado é identificado e estão estabelecidas as características técnicas e as condicionantes legais do uso das águas que o mesmo está sendo autorizado a fazer.

Padrão de potabilidade: conjunto de valores máximos permissíveis das características de qualidade da água destinada ao consumo humano, conforme determina a portaria MS 518/04.

Perda: toda água que escapa do sistema antes de ser utilizada para uma atividade-fim.

Perda por vazamento invisível: volume perdido, não perceptível a olho nu, constatado por meio de indícios como manchas de umidade em paredes/pisos, sons de escoamento de água, sistemas de recalque continuamente ligados, e constante entrada de água em reservatórios, entre outros.

Perda por vazamento visível: volume perdido, perceptível a olho nu, caracterizado por escoamento ou gotejamento de água.

Perda total: somatório das perdas por vazamentos visíveis e invisíveis.

Programa de conservação de água: conjunto de ações com o objetivo de otimizar o consumo de água com a conseqüente redução do volume dos efluentes gerados, a partir da racionalização do uso (gestão da demanda) e da utilização de água com diferentes níveis de qualidade para atendimento das necessidades existentes (gestão da oferta), resguardando-se a saúde pública e os demais usos envolvidos, gerenciados por um sistema de gestão da água adequado.

Ramal predial: tubulação compreendida entre a rede urbana e o reservatório (inferior ou, no caso da inexistência deste, do reservatório superior de uma edificação).

Reciclagem de esgoto: uso de esgoto, recuperado ou não, diretamente no mesmo processo, sistema ou unidade geradora do esgoto.

Recuperação da água: tratamento ou processamento de esgoto ou água de qualidade inferior, tornando-os adequados para usos benéficos.

Reúso: uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não.

Reúso de efluentes após tratamento adicional: alternativa de reúso direto de efluentes tratados que necessitam de sistemas complementares de tratamento para reduzir a concentração de algum contaminante específico.

Reúso de efluentes tratados: utilização de efluentes que foram submetidos a tratamento.

Reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzido ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.

Reúso direto de efluentes ou reúso em cascata: efluente originado em um determinado processo que é diretamente utilizado em um processo subsequente.

Reúso doméstico: aproveitamento das águas residuárias residenciais provenientes dos usos domésticos que apresentem pouca matéria orgânica, como banho e higiene pessoal, para atividades de lavanderia, descargas em bacias sanitárias, rega de jardim e outras atividades menos nobres.

Reúso indireto de água: uso de água residuária ou água de qualidade inferior, em sua forma diluída, após lançamento em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.

Reúso macro externo: reúso de esgoto sanitário ou industrial tratado, proveniente de estações de tratamento administradas por concessionárias ou outra indústria.

Reúso macro interno: uso interno de efluentes, tratados ou não, provenientes de atividades realizadas na própria indústria.

Reúso não planejado: uso não deliberado, incidental ou inconsciente, direto ou indireto, de esgoto ou de água de qualidade inferior, recuperados ou não, sem nenhum controle da qualidade da água associado aos usos benéficos correspondentes.

Reúso parcial de efluentes: uso de parte da vazão de esgoto ou água de qualidade inferior, necessária para determinado processo, diluída com água com padrão superior atendendo balanço de massa do processo.

Reúso planejado: uso adequadamente concebido e disciplinado, direto ou indireto, de esgoto ou de água de qualidade inferior recuperados, mantendo-se, permanentemente, o controle da qualidade da água associado aos usos correspondentes.

Reúso potável: uso, direto ou indireto, de esgoto ou de água de qualidade inferior recuperados para abastecimento público.

Reúso potável direto: uso de esgoto ou de água de qualidade inferior recuperados e posterior introdução direta em um sistema de tratamento de água para abastecimento público.

Reúso potável indireto: uso de esgoto ou de água de qualidade inferior para abastecimento público, após a sua recuperação e posterior diluição em um corpo hídrico superficial ou subterrâneo.

Segregação de efluentes: separação de efluentes segundo suas características físicas, químicas e biológicas.

Sistema de medição: conjunto de equipamentos e acessórios destinados a contabilizar e disponibilizar o volume consumido em um determinado período de tempo. Pode ser composto por apenas um medidor mecânico, onde a leitura dos volumes consumidos é efetuada visualmente, ou por um ou mais medidores mecânicos, com saída pulsada ou eletrônicos, os quais permitem a leitura remota.

Sólidos: correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura preestabelecida durante um tempo fixado. Diversas são as frações de sólidos, dentre elas: sólidos totais, em suspensão, voláteis, fixos e sedimentários.

Tubulação: conjunto de componentes formado, basicamente, por tubos, conexões, válvulas e registros, destinados a conduzir água.

Uso benéfico: qualquer uso cuja exigência de uso seja atingida com a recuperação dos esgotos ou águas de qualidade inferior.

Uso doméstico de água: uso da água destinado a atender às necessidades humanas (preparação de alimentos, higiene pessoal, cuidado com roupas e objetos domésticos, cuidados com a casa, lazer e passatempo e outros, como combate ao fogo e manutenção das instalações prediais etc.).

Uso excessivo: utilização da água em quantidade superior à necessária para o desempenho adequado da atividade consumidora.

Uso menos nobre da água: uso não potável da água.

Usuário: pessoa física ou jurídica que efetivamente utiliza a instalação predial de água fria ou quente, ou que responde pelo uso que outros fazem dela, e responsável pelo correto uso da instalação e por sua manutenção, podendo delegar esta atividade a outra pessoa física ou jurídica. Recorre ao construtor nos casos em que há problema na qualidade da instalação predial de água fria.

Usuários-chave: aqueles representativos de cada grupo de usuários da edificação.

ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AWWA – American Water Works Association
ASFAMAS – Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO – Demanda Química de Oxigênio
CTCC – Centro de Técnicas de Construção Civil
EPA – Environmental Protection Agency
EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
ETA – Estação de Tratamento de Água
EEE – Estação Elevatória de Esgotos
ETE – Estação de Tratamento de Esgotos
FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
IC – Indicador de Consumo
INCOR – Instituto do Coração do Hospital das Clínicas de São Paulo
IP – Índice de perdas por vazamentos
IV – Índice de vazamentos
PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PCA – Programa de Conservação de Água
PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PSQ – Programa Setorial da Qualidade;
PURA – Programa de Uso Racional da Água

EIA – Estudo de Impacto ambiental
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SindusCon-SP – Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo
ST – Sólidos Totais
SST – Sólidos suspensos totais
SDT – Sólidos dissolvidos totais
USP – Universidade de São Paulo
WHO – World Health Organization

4. Programa de Conservação de Água em Edificações

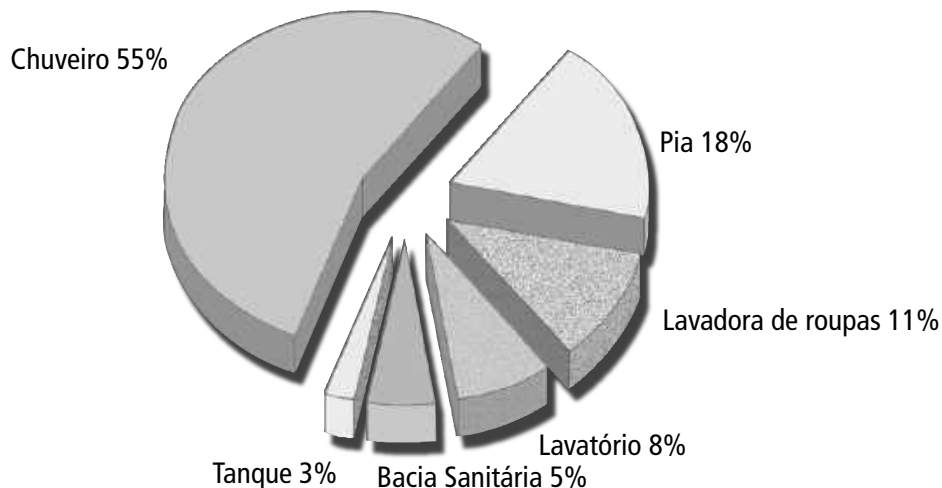
4.1. INTRODUÇÃO

Para a implementação de um programa de conservação de água, torna-se necessário conhecer a distribuição do consumo, que varia por tipologia de edificação e também entre as edificações de mesma tipologia, de acordo com especificidades dos sistemas e usuários envolvidos.

A título de ilustração, a figura 4.1 apresenta a distribuição do consumo de água num apartamento de um conjunto habitacional de interesse social, localizado na cidade de São Paulo.

Vale ressaltar que os valores de consumo apresentados na figura anterior são apenas ilustrativos e não representam, necessariamente, a realidade de toda e qualquer edificação habitacional.

Figura 4.1: Distribuição do consumo de água em unidade residencial unifamiliar. Fonte: ROCHA et al. 1999.



Em edificações residenciais, os usos de água internos distribuem-se principalmente em atividades de limpeza e higiene, enquanto os externos ocorrem devido à irrigação, lavagem de veículos e piscinas, entre outros.

As edificações comerciais incluem os edifícios de escritórios, restaurantes, hotéis, museus, entre outros. Geralmente o uso de água neste tipo de edificação é para fins domésticos (principalmente em ambientes sanitários), sistemas de resfriamento de ar condicionado e irrigação.

Já nas edificações públicas, como escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos, entre outros, o uso da água é muito semelhante ao das edificações comerciais, porém o uso dos ambientes sanitários é bem mais significativo, variando de 35% a 50% do consumo total.

Com base nas necessidades de cada usuário, a implantação de Programas de Conservação de Água (PCA) em edificações deve subsidiar os gerentes de utilidades na escolha das ações técnicas mais apropriadas e economicamente viáveis, para otimizar o uso da água, resguardando a saúde dos usuários e o perfeito desempenho dos sistemas envolvidos.

A conservação da água pode ser definida como qualquer ação que:

- reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimento;
- reduza o consumo de água;
- reduza o desperdício de água;
- aumente a eficiência do uso de água; ou, ainda,
- aumente a reciclagem e o reúso de água.

Para a otimização do uso da água em seu conceito mais amplo, é importante destacar a evolução do conceito de *uso racional da água* para o de *conservação* desse recurso.

A implementação do uso racional da água consiste em sistematizar as intervenções que devem ser realizadas em uma edificação, de tal forma que as ações de redução do consumo sejam resultantes de amplo conhecimento do sistema, garantindo sempre a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo de desperdício. Esta metodologia possui atuação na demanda de água da edificação. No entanto, cabe salientar que, na maioria das edificações a água potável é utilizada para a realização de quase todas as atividades, independentemente de uma análise prévia da qualidade da água necessária. A evolução do conceito do uso racional para a conservação de água consiste na associação da gestão, não somente da demanda, mas também da oferta de água, de forma que usos menos nobres possam ser supridos, sempre que possível, por águas de qualidade inferior.

Canteiro de obras com diferentes usos da água

No caso dos usos domésticos em edificações provisórias, como as dos canteiros de obras, sugere-se adotar medidas como:

- estabelecimento de um sistema de gestão da água com o monitoramento do consumo a partir da instalação de hidrômetro específico para as áreas de uso doméstico de água, como as áreas de ambientes sanitários, refeitórios e torneiras de lavagem para uso dos alojamentos;
- especificação adequada dos equipamentos hidráulicos a serem implementados;
- realização de palestras de conscientização e capacitação dos funcionários para redução do desperdício de água nos usos domésticos e em processos que utilizam água (por exemplo, limpeza de ambientes). Nesses casos devem ser estabelecidos procedimentos de lavagem de áreas internas e externas. Além disso, podem ainda ser implantados canais de comunicação dos funcionários com os responsáveis pelo gerenciamento da obra, de maneira que permita que possíveis desperdícios sejam notificados para possíveis correções.
- divulgação do consumo mensal de água para conscientização dos funcionários;
- uso de fontes alternativas (água de drenagem de terreno, água de chuva, águas subterrâneas) desde que:
 - a) sejam realizados periodicamente ensaios laboratoriais para obtenção e monitoramento das características da água;
 - b) sejam identificadas aplicações cujo grau de qualidade exigido esteja de acordo com o da fonte em questão;
 - c) esta prática seja inserida no sistema de gestão da água adotado no canteiro de obras para controle da qualidade e quantidade. Ressalta-se que, uma vez utilizada uma fonte alternativa de água, a responsabilidade pela gestão dessa fonte e riscos envolvidos por tal aplicação será da construtora e, dessa forma, aconselha-se que essa decisão seja apoiada por especialistas da área.

No caso dos processos produtivos inseridos na construção da edificação (concretagem, cura, entre outros) acredita-se que sejam possíveis diversas soluções que otimizem o consumo de água. No entanto, não há ainda hoje dados de pesquisas específicas que comprovem a possibilidade de aplicação de águas de menor qualidade para cura ou mesmo na produção de concreto, por exemplo. O que se vê na prática é iniciativa de determinadas construtoras para a otimização desse insumo e o desenvolvimento de alguns estudos pilotos em determinadas cidades do país.

É fundamental que a conservação de água seja feita de maneira responsável para que não haja comprometimento da qualidade dos processos envolvidos, representando futura não-conformidade com parâmetros já estabelecidos, além de garantir a segurança e a saúde dos usuários.

O conjunto de ações voltadas para a gestão da oferta e da demanda de água em edificações existentes é denominado de Programa de Conservação de Água (PCA). Várias dessas ações podem ser adotadas já na fase de projeto de edificações, de maneira que a conservação de água não seja uma prerrogativa apenas das edificações existentes (estoque construído), mas também das que serão construídas.

Um PCA¹ implantado de forma sistêmica, implica em otimizar o consumo de água com a conseqüente redução do volume dos efluentes gerados, a partir da otimização do uso (gestão da demanda) e da utilização de água com diferentes níveis de qualidade para atendimento das necessidades existentes (gestão da oferta), resguardando-se a saúde pública e os demais usos envolvidos, gerenciados por um sistema de gestão da água adequado. Cabe destacar que a integração das ações na demanda e oferta de água, com a implantação de um sistema de gestão consolidam um PCA. Os grandes motivadores para a implantação de um PCA são:

- economia gerada pela redução do consumo de água;
- economia criada pela redução dos efluentes gerados;
- conseqüente economia de outros insumos como energia e produtos químicos;
- redução de custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e equipamentos da edificação;
- aumento da disponibilidade de água (proporcionando, no caso das indústrias, por exemplo, aumento de produção sem incremento de custos de captação e tratamento);
- agregação de valor ao “produto”;
- redução do efeito da cobrança pelo uso da água;
- melhoria da visão da organização na sociedade – responsabilidade social.

Para a viabilidade de implantação de um PCA em qualquer que seja a edificação, é importante o entendimento dessa ação como a adoção de uma política de economia de água conforme exemplificado na figura 4.2.

O momento para a sistematização de um PCA está diretamente ligado à possibilidade de implementação de determinadas ações tecnológicas.

Numa edificação já existente, algumas intervenções tecnológicas de possível aplicação podem ser inviabilizadas devido a imposições da própria edificação, como, por exemplo, falta de espaço para um novo sistema de reserva de água.

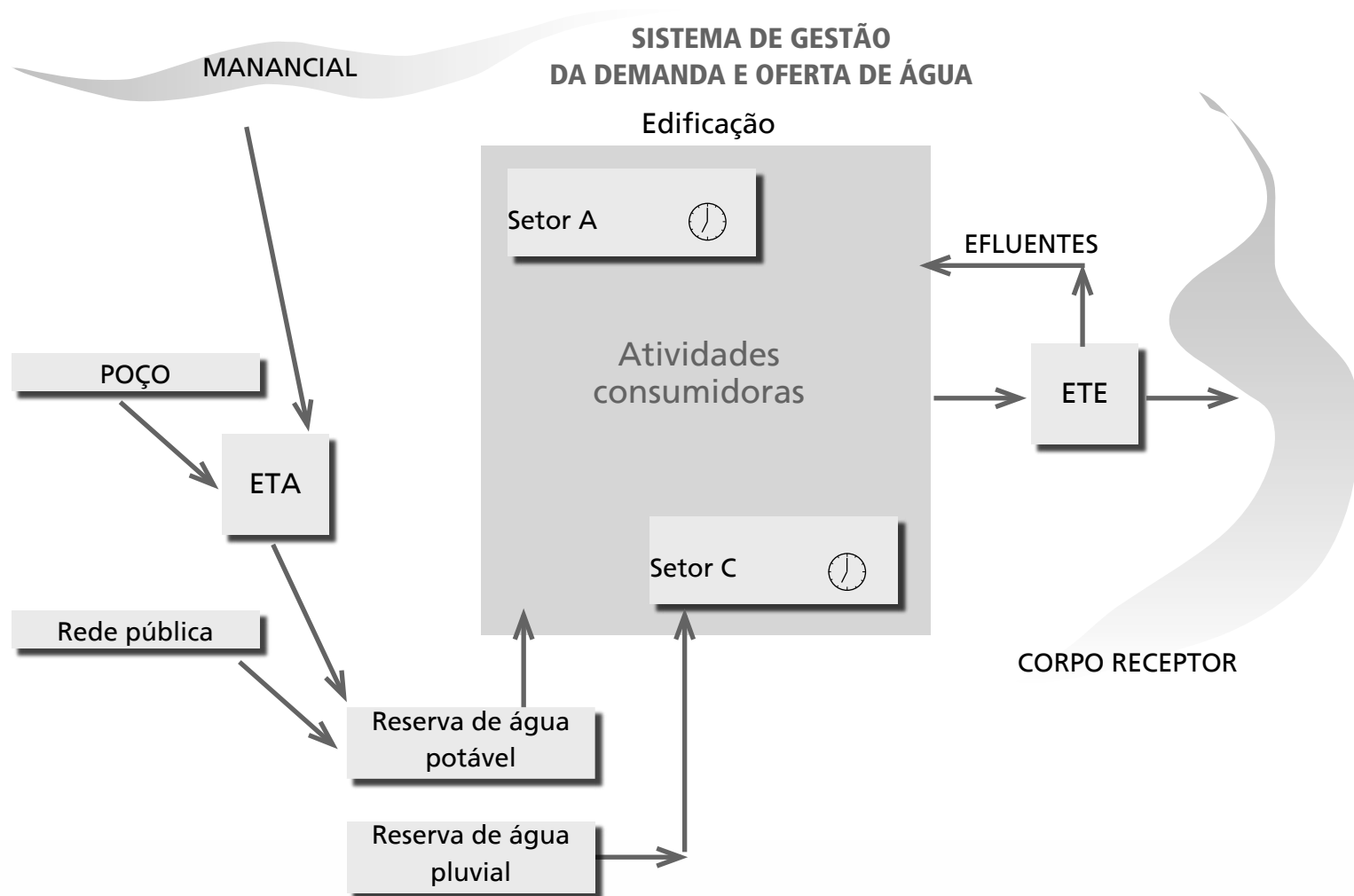
No caso de uma nova edificação, o projeto de sistemas prediais deve ser concebido considerando a otimização do consumo, a aplicação de fontes alternativas de água nos usos menos nobres, bem como facilidade de gestão do insumo

1. SAUTCHUK (2004).

por meio de projetos otimizados em traçados e ferramentas de monitoramento, ou seja, plano de setorização de medição preestabelecido em projeto de acordo com as necessidades. Neste caso, os limitantes executivos são minimizados.

Os itens 4.2 e seguintes apresentam o detalhamento da metodologia para a implantação de programas de conservação de água com ênfase na gestão de demanda.

Figura 4.2: Visão macro de um PCA (Programa de Conservação da Água).



4.2. PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA PARA EDIFICAÇÕES EXISTENTES

A metodologia para a implementação de um PCA, com ênfase na gestão da demanda em edificações existentes, está estruturada em três etapas, cujo detalhamento é efetuado nos itens seguintes (ver figura 4.3):

- auditoria e diagnóstico do consumo de água;
- definição e execução do plano de intervenção; e
- implementação de um sistema de gestão de água.

Caso a edificação não disponha de medição de consumo da água e/ou seja necessário setorizar a medição existente, deve-se planejar a implementação da setorização do consumo da água.

4.2.1. Implementação da Setorização do Consumo de Água

4.2.1.1. Introdução

A medição é uma ferramenta de gestão do consumo de água que, uma vez estabelecida, permite monitorar o comportamento dessa grandeza ao longo da vida útil da edificação. O monitoramento do consumo pode ser realizado a partir de um único medidor, por meio da leitura visual dos volumes de água em períodos de tempo preestabelecidos, pelo acompanhamento das contas de água ou, até mesmo, por intermédio de sistemas mais complexos. Nestes casos, pode-se implementar a setorização do consumo com medidores que podem ser de leitura visual ou eletrônica, estes com o apoio de programas computacionais específicos para a sistematização dos dados.

Para a aplicação da medição setorizada em edifícios, é de suma importância compreender os aspectos físicos, funcionais e temporais das edificações, e suas relações com os sistemas prediais².

A adoção de um sistema de medição setorizada do consumo de água traz como principal benefício o controle de consumo, possibilitando também a pronta localização de vazamentos que levariam meses ou até anos para ser identificados. Além disso, para a avaliação dos impactos gerados pela implantação de um PCA, é necessário o monitoramento do consumo. Quanto mais detalhado o sistema de medição estabelecido, melhor a qualidade dos dados obtidos.

2.TAMAKI (2004)

Figura 4.3: Programa de conservação de água em edificações existentes.

Nos casos em que há conjuntos de edifícios com diferentes usos e usuários, características específicas podem ser atribuídas para cada ponto de medição e sua área de cobertura, de acordo com a tipologia envolvida, o período do uso da água e o perfil de demanda, tornando possível a rápida detecção de anomalias no sistema. Aspectos físicos como *layout* da edificação, arranjo estrutural e sistemas prediais, incluindo disponibilidade de medidores, condições de operação e manutenção tornam-se fundamentais para a obtenção de indicadores confiáveis.

Os pontos para instalação dos medidores podem estar localizados desde o ramal predial até um ramal do subsistema de distribuição que atenda a um exclusivo ponto de consumo.

A telemedição permite a obtenção mais rápida e segura dos dados quando comparada com as leituras feitas *in loco*, podendo ser uma alternativa à convencional. Pode ainda ser entendida como a automatização da medição e da transmissão dos dados que são retransmitidos para estações de recebimento nas quais são processados e analisados.

O uso do sistema de medição remota possibilita implementar intervenções rápidas no sistema, uma vez que o consumo é obtido em tempo real. Dessa forma, podem ser determinados os patamares de consumo dos setores, e qualquer alteração em relação aos índices habituais pode resultar em uma intervenção corretiva (vazamentos, verificação da rotina do uso da água etc.).

4.2.1.2. Características da Setorização do Consumo

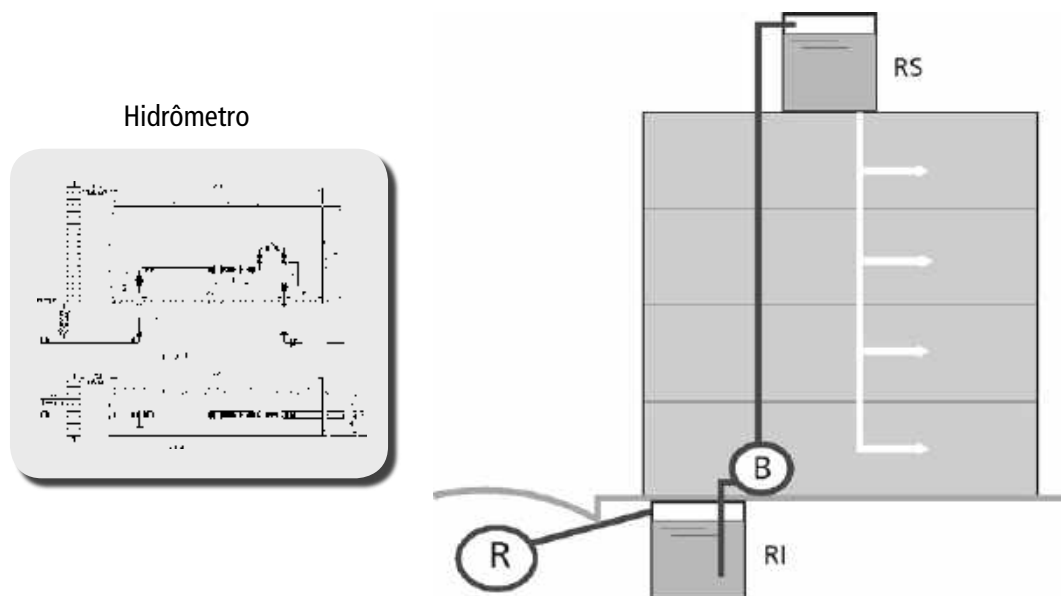
Nas edificações existentes, a setorização da medição do consumo é normalmente difícil de implementar, pois o sistema predial de água é usualmente concebido de forma verticalizada, com colunas de distribuição abastecendo pontos de consumo em ambientes similares sobrepostos, estando as tubulações quase sempre embutidas nas paredes (ver esquema típico de sistema predial de água em um edifício com mais de quatro pavimentos na figura 4.4) .

Considerando-se, por exemplo, uma edificação residencial multifamiliar, mesmo que a distribuição seja efetuada de forma “horizontal”, com um ramal abastecendo cada apartamento, no caso de se ter bacias sanitárias com válvula de descarga e de aquecimento central privado de água (onde existem colunas exclusivas para o abastecimento desses componentes), teriam de ser instalados, pelo menos, três medidores para totalizar o consumo de um apartamento.

Por outro lado, caso o sistema predial de água tenha sido executado de forma visitável, com as tubulações passando em dutos com fechamento removível e/ou em vãos proporcionados pelo emprego de forros falsos, entre outros artifícios, a implementação da setorização do consumo pode ser facilitada.

Vale ressaltar, porém, que o sistema existente não foi dimensionado considerando a perda de carga introduzida pelo hidrômetro, que não é desprezível. Assim, devem ser estimadas as pressões resultantes nos pontos críticos com a interposição dos medidores, de modo que não comprometa o desempenho do sistema.

Figura 4.4: Sistema predial de água – edifício com mais de quatro pavimentos.
FONTE: GONÇALVES (s.d.)



R – rede urbana de água potável RI – reservatório inferior B – conjuntos moto-bomba RS – reservatório superior

4.2.2. Auditoria do Consumo de Água

4.2.2.1. *Análise e Diagnóstico Preliminar do Consumo de Água*

A análise do consumo permite o conhecimento da utilização da água no sistema, por meio do planejamento adequado para a realização de levantamento documental, das características físicas e funcionais do edifício e, em particular, do sistema hidráulico.

Como forma de evitar avaliações enganosas, propõe-se o levantamento do Indicador de Consumo (IC), que é a relação entre o volume de água consumido em um determinado período, denominado período histórico, e o número de agentes consumidores nesse mesmo período. O agente consumidor é a variável mais representativa do consumo em uma determinada tipologia de edificação.

A unidade adotada para expressar o IC varia em função da tipologia do edifício. Assim, por exemplo, em um edifício residencial ou de escritórios tem-se litros/pessoa.dia; em uma escola, litros/aluno.dia; em um hospital, litros/leito.dia. Esses valores constituem referências para a avaliação do impacto de redução do consumo de água após cada uma das ações implementadas no decorrer de um PCA.

4.2.2.2. *Levantamento do Edifício e Diagnóstico do Consumo*

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

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

Para a determinação do IC devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Em edificações onde o agente consumidor permaneça por períodos diferenciados, como é o caso de escolas, ou onde a parcela correspondente à população flutuante é significativa, a determinação dos agentes consumidores deve contemplar estes aspectos.
- Deve-se caracterizar adequadamente os agentes consumidores, por exemplo, por diferentes faixas etárias, como é o caso de escolas com creches e alunos de ensino fundamental e médio.
- Valores atípicos do consumo mensal no período histórico, que não se mantenham por mais de um mês, por exemplo, devem ser desconsiderados para o cálculo do indicador de consumo histórico.
- Caso o consumo não seja sazonal, recomenda-se calcular a média aritmética e o desvio padrão do consumo dos três meses anteriores ao mês de início das atividades do PCA. Caso os três valores estejam dentro da faixa compreendida pela média $\pm$ desvio-padrão, o valor obtido para a média é o consumo médio histórico representativo da edificação. Se, por outro lado, pelo menos um dos valores dos meses citados anteriormente resultar fora da referida faixa, deve-se considerar os consumos dos doze meses anteriores, retirando-se os valores atípicos (fora da faixa da média $\pm$ 2* desvio), calculando-se a média com os valores resultantes.
- Caso o consumo seja sazonal, ou seja, varie necessariamente de um mês para outro, deve-se considerar os valores em meses de anos diferentes.
- Existem variações no indicador de consumo para uma mesma tipologia de edifício, em função das diferenças de hábitos dos usuários, decorrentes de fatores culturais, climáticos, entre outros. Assim, essas diferenças devem ser consideradas quando do uso de um indicador de consumo levantado para uma dada edificação num determinado local.
- Cuidados devem ser tomados no emprego de fórmulas de regressão propostas para a determinação de IC quando não estão explicitadas as características das variáveis consideradas. A adoção, por exemplo, da área construída numa equação que foi determinada considerando-se a área de construção, incorrerá em erros significativos.

a- Levantamento do sistema hidráulico predial e detecção de vazamentos

Nesta etapa devem ser realizadas, entre outras, as seguintes tarefas:

- levantar a idade da edificação;
- levantar o histórico de manutenção do sistema hidráulico;
- cadastrar o tipo do sistema de abastecimento e o número de medidores;
- localizar e cadastrar a quantidade e a capacidade dos reservatórios;

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

A detecção dos vazamentos não-visíveis pode ser feita a partir da realização de testes expeditos, como o teste da caneta em bacias sanitárias; o teste do hidrômetro, e testes especiais com a utilização de correlacionador de ruídos, geofone eletrônico e haste de escuta.³

No Anexo C encontra-se um modelo de planilha que pode ser utilizado para o cadastramento dos pontos de consumo de água e verificação das condições de operação.

A tabela 4.1 apresenta alguns defeitos/falhas freqüentes dos aparelhos sanitários que podem ser sanados com intervenções de manutenção segundo as recomendações dos fabricantes.

Levantamentos realizados na Região Metropolitana de São Paulo indicam que 85% dos vazamentos ocorrem na ligação predial (cavaletes, registro e ramal), mais de 50% dos vazamentos ocorrem em tubos com pressões superiores a 460 Kpa (46 mca), e que cerca de 40% dos vazamentos ocorrem nas tubulações com mais de vinte anos⁴.

b- Sistemas hidráulicos especiais

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

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

É possível evitar perdas de água por arraste nas torres de resfriamento, através da instalação de bandejas coletoras junto às venezianas das bacias das torres. As perdas são provocadas por respingos de água que representam aproximadamente 0,1% da vazão de água de circulação nas torres⁵.

3. Conforme procedimentos apresentados por GONÇALVES *et al.* (1998) e FUJIMOTO *et al.* (2002).

4. ALONSO (1986) apud GONÇALVES (2005); BORGES (1993) apud GONÇALVES (1995).

5. OLIVEIRA (1999)

Tabela 4.1: Defeitos/falhas dos aparelhos sanitários e intervenções necessárias.

Aparelho Sanitário	Defeitos/Falhas Encontrados	Intervenção
Bacia sanitária com válvula	Vazamento na bacia	Troca de reparos
	Vazamento externo na válvula de descarga	
Bacia sanitária com caixa acoplada	Vazamento na bacia	Regulagem da bóia ou troca de reparos
		Troca ou limpeza da comporta e sede
		Troca ou regulagem do cordão
Torneira convencional (lavatório, pia, tanque, uso geral)	Vazamento pela bica	Troca do vedante ou do reparo
	Vazamento pela haste	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
Torneiras hidromecânicas (lavatório, mictório)	Tempo de abertura inadequado (fora da faixa compreendida entre 6 e 12 segundos)	Troca do pistão ou êmbulo da torneira
	Vazão excessiva	Ajuste da vazão através do registro regulador
	Vazamento na haste do botão acionador	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
Registro de pressão para chuveiro	Vazamentos pelo chuveiro	Troca do vedante ou do reparo
	Vazamento pela haste do registro	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo

A redução do volume de água liberada depende da qualidade da mesma na recirculação na torre de resfriamento. O número de ciclos de concentração expressa a relação entre o volume de água de reposição e o volume de drenagem, isto é, a relação entre a concentração do total de sólidos dissolvidos na água de drenagem e a concentração do total de sólidos dissolvidos. Quanto maior a taxa de concentração, menor o volume de drenagem. O aumento da taxa de concentração de 2 para 4, por exemplo, resulta na conservação da terça parte do volume de água de reposição previamente requerido.

Muitas torres de resfriamento possuem medidores de condutividade e válvulas solenóides para o controle da drenagem. Em casos específicos, é necessário o tratamento químico da água de recirculação que pode ser feito pelo operador do sistema ou por empresas especializadas. Vale salientar que há, muitas vezes, desmotivação por parte da empresa de tratamento químico em reduzir o volume de água de drenagem, porque há decréscimo de produtos químicos.

Para maior eficiência das torres de resfriamento, sugere-se que o consumo do sistema seja setorizado, o que subsidia e possibilita a eficiência do monitoramento da reposição e drenagem.

Ainda em muitos casos deve ser avaliada a substituição do sistema de resfriamento a água por outro de resfriamento a ar.

c- Levantamento da qualidade da água

Nesta etapa, devem ser realizadas, entre outras, as seguintes atividades:

- análise físico-química e bacteriológica da água com descrição de metodologia; e
- identificação de pontos do sistema hidráulico com potencial de contaminação da água.

d- Levantamento dos procedimentos dos usuários

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

Além da observação dos usuários, quando da realização das principais atividades, podem ser feitas entrevistas com usuários-chave, levantando a forma de realização das diferentes atividades. A entrevista pode ser aproveitada, inclusive, para levantar a satisfação dos usuários com os aparelhos sanitários existentes e obter subsídios para a substituição dos mesmos, se necessário.

No Anexo D apresenta-se um exemplo de planilha para o levantamento das atividades realizadas pelos usuários em edificações escolares, que pode ser utilizada, com as devidas adaptações, para outras tipologias de edificações.

e- Elaboração do diagnóstico

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

Após a conclusão do levantamento do sistema e do processamento dos dados, deve-se elaborar o diagnóstico, apresentando as condições de operação, as perdas de água provenientes de vazamentos, inclusive dos sistemas hidráulicos.

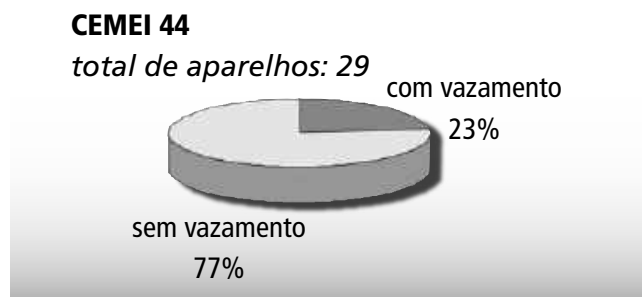
licos especiais. Recomendam-se as informações relativas ao período histórico, relacionadas a seguir, na apresentação do diagnóstico do consumo de água:

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

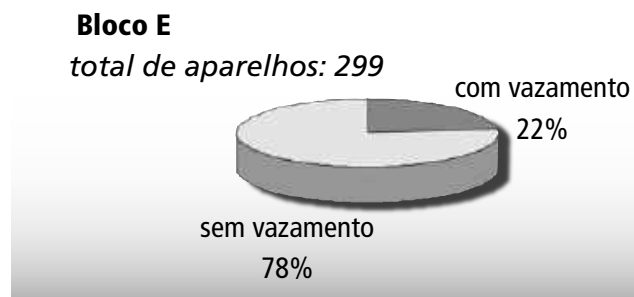
Vale destacar os seguintes aspectos:

- não existem dados consolidados para a estimativa do índice de perda por vazamentos em bacias sanitárias. Para uma primeira estimativa, podem ser utilizados os dados constantes na tabela 4.2;
- para a estimativa das perdas, um registro que vaza somente ao abrir deve ser contabilizado como ponto com vazamento, sendo necessário estimar um valor para o volume desperdiçado, por menor que ele seja;
- vazamentos em torneiras devem ser estimados, preferencialmente, a partir de medição *in loco*, com um recipiente graduado e um cronômetro.

A título de ilustração, a figura 4.5 apresenta índices de vazamentos encontrados em estudos realizados em diferentes tipologias de edificações.

Figura 4.5: Índices de vazamentos – edificação escolar e hospitalar.**Escola de educação infantil (creche)**

Fonte: GONÇALVES et al. (2005)

**Hospital**

Fonte: ILHA et al. (2004)

Vale ressaltar, contudo, que grandes índices de vazamento (IV) não representam necessariamente grandes volumes de água perdidos. Assim, além do IV, deve-se estimar o índice de perdas por vazamentos (IP), que pode contemplar todos os tipos de vazamentos ou, como sugerido anteriormente, vazamentos visíveis e invisíveis. Define-se índice de perdas como a relação entre o volume total estimado perdido em vazamentos (ver indicativos na tabela 4.2) em um determinado período de tempo e o consumo total de água nesse mesmo período (pode-se utilizar, nesse caso, o consumo histórico, determinado conforme metodologia já apresentada), expresso em percentagem. A figura 4.6, ilustra os índices de vazamentos e de perdas por vazamentos encontrados em um estudo realizado em escolas municipais.

4.2.3. Plano de Intervenção

4.2.3.1. Atuação na Demanda

a- Redução do desperdício de água

A partir do diagnóstico realizado, pode-se elaborar o plano de intervenção, cujas ações devem ser iniciadas pelo ponto crítico do sistema e, em geral, pela correção dos vazamentos detectados. Na execução de um plano de intervenção para reduzir o consumo de água é indispensável a avaliação das ações implementadas, que pode ser feita após a implantação de cada uma delas ou no final do plano de intervenção.

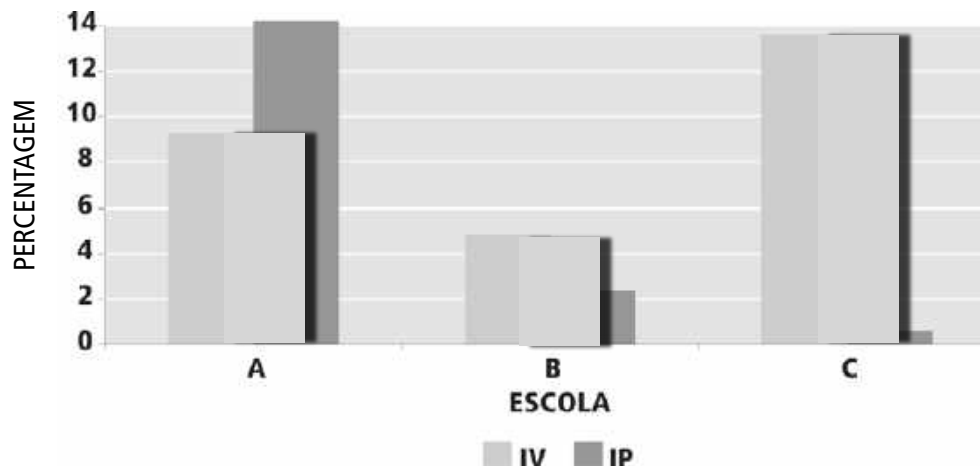
Tabela 4.2: Volumes estimados perdidos em vazamentos.

Fontes: OLIVEIRA (1999) e GONÇALVES et al. (2005)

Aparelho/equipamento sanitário		Perda estimada
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	> 32 litros/dia
	Filete $\varnothing$ 2 mm	> 114 litros/dia
	Filete $\varnothing$ 4 mm	> 333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros
		(supondo a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vaza no registro	0,86 litros/dia
	Vaza no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Figura 4.6: Índice de vazamentos (IV) e de perdas por vazamentos (IP) – escolas municipais de ensino fundamental.

Fonte: GONÇALVES et al. (2005).



Conforme destacado anteriormente, o consumo total de água, independentemente da tipologia de edifício considerada, é composto por uma parcela efetivamente utilizada e outra perdida, que pode ser decorrente do desperdício.

O desperdício é definido como sendo toda a água que está disponível em um sistema e não é utilizada, ou seja, é perdida pelo uso excessivo, devido ao descaso dos usuários pela necessidade de sua preservação e também onde a água é utilizada sem que desta se obtenha algum benefício, como é o caso dos vazamentos. Dessa maneira, o desperdício engloba perda e uso excessivo.⁶

A perda, definida como toda a água que escapa antes de ser utilizada para uma atividade fim, pode ocorrer por causa de vazamentos, mau desempenho do sistema e negligência do usuário.

O uso excessivo, por sua vez, ocorre quando a água é utilizada de modo inadequado em uma atividade como o uso de procedimentos inadequados e o mau desempenho do sistema.

Logo, o consumo total de água de uma edificação pode ser definido como:

$$\text{CONSUMO} = \text{USO} + \text{DESPERDÍCIO}$$

6. OLIVEIRA (1999)

São apresentadas a seguir algumas considerações para a redução do desperdício:

a1- Correção de vazamentos

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

A figura 4.7 apresenta alguns exemplos de redução do consumo de água advinda do conserto de vazamentos. Verifica-se ser grande a incidência de vazamentos no ramal predial, sendo os volumes perdidos usualmente de grandes magnitudes. A figura 4.8 apresenta a redução do consumo após o conserto de um vazamento detectado no ramal predial de uma escola.

a1- Redução de perdas

A redução de perdas em sistemas hidráulicos especiais é obtida por meio da manutenção adequada, evitando-se as perdas por vazamento, mau desempenho do sistema ou por negligência do usuário. No entanto, o maior potencial para a redução de consumo de água nesses sistemas encontra-se na implementação de ações que visem o reaproveitamento de água, sendo este assunto comentado de forma detalhada no Capítulo 5, que trata da gestão da oferta de água.

a3- Realização de campanhas de sensibilização e educativas

A sensibilização e/ou o treinamento dos usuários para conservação de água potencializa outras ações que venham a ser adotadas dentro de um PCA. A campanha de sensibilização, que é uma comunicação mais abrangente, tanto do ponto de vista de informação como do tipo de usuário, destinada a todos os usuários do sistema, pode abordar tópicos como:

- o objetivo da conservação da água;
- as vantagens econômicas e ambientais da redução de volume de água e de esgoto tratado;
- a redução de gastos com as contas de água e de energia;
- a possibilidade de atendimento a um maior número de usuários.

Figura 4.7: Redução do consumo advinda do conserto de vazamentos – unidades localizadas no campus universitário da UNICAMP. Fonte: PEDROSO (2002).

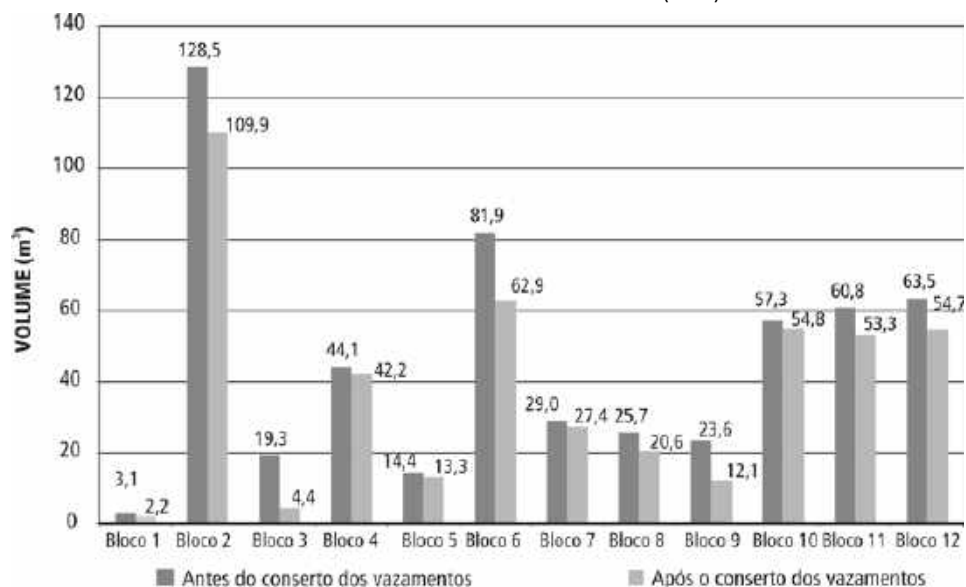
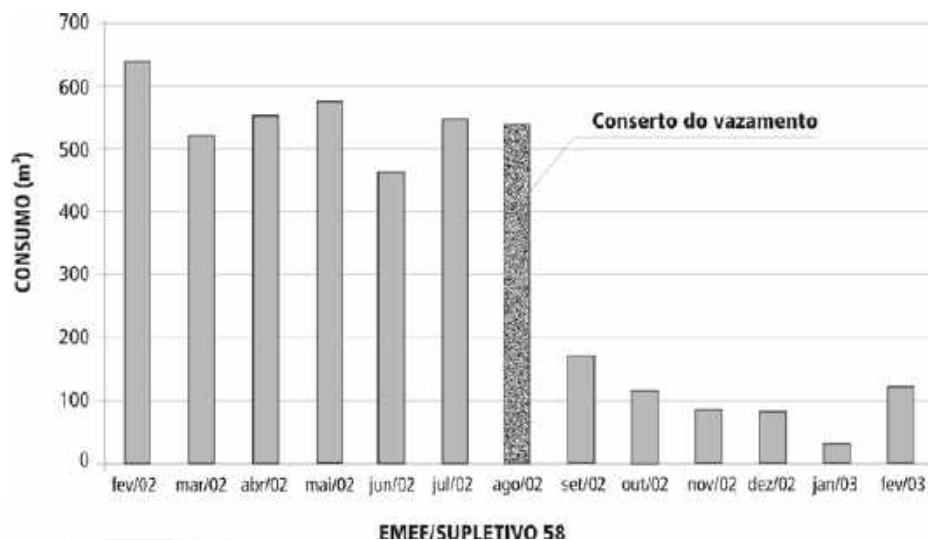


Figura 4.8: redução do consumo de uma escola após o conserto de vazamento no ramal predial. Fonte: ARAÚJO (2004).



Existem diferentes materiais já elaborados para esse fim, muitas vezes disponibilizados pelas próprias concessionárias de água e esgoto. Porém, cabe identificar, na edificação na qual está sendo implementado o PCA, qual(is) a(s) forma(s) mais eficiente(s) de alcançar os objetivos traçados (realização de palestras, distribuição de folhetos, alimentação de murais, notícias em jornais internos, realização de dinâmicas de grupo abordando o tema em questão, entre outras formas).

Deve-se também estimular os usuários a levar esses conceitos para as suas residências, condomínios etc., de forma que a campanha realizada no âmbito da edificação alcance resultados mais abrangentes.

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

Essa ação deve ser conduzida por profissionais especialistas de cada uma das áreas. A seguir, algumas sugestões de atividades que podem ser desenvolvidas nessa campanha:

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

a4- Instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água

O objetivo desta ação é reduzir o consumo de água independentemente da ação do usuário ou da sua disposição em mudar de comportamento para reduzir o consumo de água. Ela deve ser implementada quando o sistema estiver totalmente estável, ou seja, sem nenhuma perda de água por vazamento. Ressalta-se que é imprescindível o aperfeiçoamento da capacitação técnica de usuários responsáveis pela manutenção no edifício, tendo-se em vista os novos componentes a ser instalados.

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

A especificação de componentes economizadores com o objetivo de promover a redução do consumo de água, deve ser realizada em função das necessidades dos usuários obtidas de observações de suas atividades relacionadas à água e da avaliação técnico-econômica e, ainda, das condições físicas de cada sistema⁷. O Anexo E apresenta tecnologias economizadoras de água e que podem ser utilizadas como apoio nessa etapa, além de equipamentos convencionais tradicionalmente utilizados. As especificações técnicas dos componentes economizadores de água devem ser realizadas considerando-se as seguintes questões: pressão hidráulica disponível nos pontos de utilização; conforto do usuário; higiene; atividade do usuário; risco de contaminação; facilidade de manutenção; facilidade de instalação, tendo em vista a adequação do sistema; avaliação técnico-econômica e vandalismo.

No item de estudos de caso, no capítulo 7, são apresentados alguns resultados obtidos em PCA desenvolvidos em diferentes tipologias de edificações, os quais contemplam a instalação de tecnologias economizadoras.

4.2.4. Estimativa ou Avaliação do Impacto de Redução do Consumo de Água

A estimativa do impacto de redução do consumo de água com as diferentes ações que devem ser implementadas pressupõe a formulação de diferentes hipóteses sobre o comportamento do consumo antes e após a realização das intervenções.

A avaliação do impacto de redução do consumo de água, por sua vez, deve ser feita segundo a implementação de cada uma das ações, conforme o plano de intervenção, fazendo-se o gerenciamento do consumo por meio de leituras sistemáticas nos hidrômetros e observando-se os impactos de redução nos respectivos períodos.

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

$$IR = \frac{ICAP - ICDP}{ICAP} * 100$$

onde:

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

ICAP = indicador de consumo antes das intervenções;

ICDP = indicador de consumo depois das intervenções.

7. GONÇALVES *et.al.* (1998); GONÇALVES *et.al.* (1999)

A informação de redução do consumo deve ser sempre repassada aos usuários do sistema por meio da campanha de conscientização que tem a função de informar e de incentivá-los a economizar água.

Para complementar a estimativa ou a avaliação do impacto de redução, pode ser calculado o período médio de retorno dos investimentos, de acordo com os itens a seguir.

Procedimento de cálculo para a determinação do *pay-back* atualizado:

1) orçar analiticamente todos os componentes economizadores de água, tubos, conexões e materiais, mais a mão-de-obra, necessários para a adequação do sistema hidráulico com o objetivo de economizar água, obtendo-se o valor total – **VT**;

2) estimar um valor de redução do consumo mensal de água após a intervenção. Esse valor deve ser obtido por profissionais especialistas no assunto;

3) calcular o fluxo de benefício – **B**, ou seja, o valor mensal economizado de água com base nas tarifas do Prestador de Serviços de Água Local. O fluxo de benefício – **B** é dado por:

$$B = C_1 - C_2$$

onde:

C_1 – valor médio da conta de água antes da intervenção; e

C_2 – valor esperado da conta de água após a intervenção.

Lembrar que o volume de água deve ser multiplicado por um fator que varia de local para local, para considerar o volume de esgoto, quando este estiver incluso no custo do metro cúbico de água.

4) Calcular os fluxos atualizados e *pay-back* conforme a equação:

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

onde:

AF – fluxo de benefício atualizado;

B – fluxo de benefício;

r – taxa de desconto; e

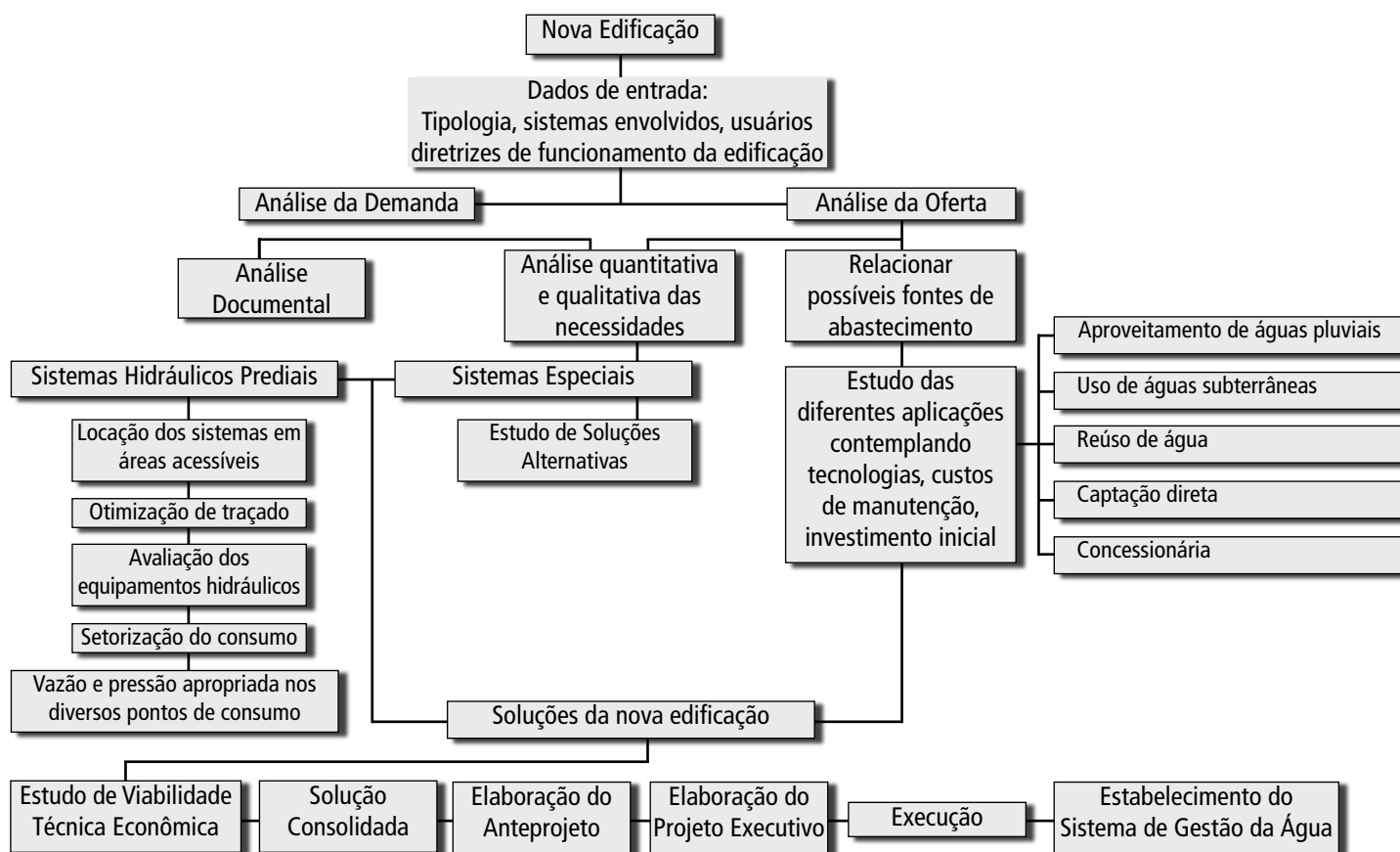
t – tempo.

Ressalta-se, contudo, que vários autores citam a dificuldade de se estabelecer um valor máximo para o *pay-back* para considerar o investimento viável ou não, sendo recomendável, portanto, que esse indicador seja utilizado auxiliarmente na tomada de decisão (e não como um indicador único), pois quanto maior o seu valor, maior o risco envolvido na operação. Para tanto, sugere-se a determinação, por exemplo, do valor presente líquido (VPL) e da taxa interna de retorno (TIR).

4.3. PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA PARA NOVAS EDIFICAÇÕES

A implantação de um PCA em uma nova edificação, com base nos dados de entrada que caracterizam a edificação, inicia-se com a etapa de avaliação técnica preliminar, na qual se realiza a avaliação da demanda e oferta de água para proposição de soluções viáveis técnica e economicamente, conforme apresentado na figura 4.9.

Figura 4.9: Programa de conservação de água em edificações novas.



No item 7.3 de estudos de caso apresenta-se uma avaliação da viabilidade técnica e econômica desenvolvida para uma nova edificação comercial, que ilustra o fluxo apresentado na figura anterior.

4.3.1. Análise da Demanda de Água

Para a otimização do consumo de água, é importante que o projeto dos sistemas hidráulicos prediais e o sistema para usos específicos (sistemas especiais) sejam concebidos dentro de premissas específicas. Para tal, devem ser consideradas as seguintes atividades:

- análise documental - levantamento e análise de todos os documentos e informações disponíveis que possam auxiliar no entendimento da edificação sob a ótica do uso da água;
- reconhecimento das necessidades de qualidade da água específica para cada uso contido na edificação, devendo ser feito questionário contendo informações específicas de usos, usuários e sistemas prediais.

Na concepção propriamente dita dos sistemas hidráulicos prediais, deverão ser premissas de projeto:

- garantia de vazão e pressão apropriadas nos diversos pontos de consumo, de forma que eliminem possíveis desperdícios;
- avaliação das possibilidades mais apropriadas de equipamentos hidráulicos e componentes, a partir do levantamento das atividades que ocorrem na edificação e identificação dos usuários, levantando-se as especificações técnicas e custos de aquisição;
- setorização do consumo de água;
- traçados otimizados;
- locação dos sistemas hidráulicos considerando a facilidade de acesso;
- atendimento às normas técnicas brasileiras de projetos, materiais e componentes.

No caso da existência de sistema de ar condicionado, deve ser considerado o consumo de água da tecnologia escolhida, com a elaboração, no estudo preliminar, de estudo de viabilidade técnica e econômica das possíveis alternativas, com foco na economia de água.

No caso de projeto de paisagismo, avaliar a possibilidade de uso de vegetação que permita reduzir o consumo de água por área a ser irrigada, bem como considerar tecnologias de irrigação que garantam um consumo minimizado para realização eficiente dessa atividade.

As tecnologias a serem implantadas deverão ser propostas de maneira gradativa, compondo-se a economia gerada com os custos de aquisição. A eficiência futura do uso da água será então determinada pelo usuário e pela gestão do insumo ao longo da vida útil da edificação. As ferramentas para monitoramento do consumo de água, ou seja, a implementação de um sistema de medição do consumo de água, também deve ser incorporada na fase de concepção do projeto.

4.3.1.1. Setorização do Consumo de Água

Para a otimização do consumo de água é importante que o projeto de sistemas hidráulicos prediais e dos sistemas especiais seja concebido dentro de premissas específicas. Para tal, deve ser considerada como atividade desta etapa a setorização do consumo de água, de forma que garanta o monitoramento do consumo ao longo do tempo, permitindo a eficiência da gestão.

A implementação do sistema de monitoramento do consumo deve ser considerada na fase de projeto, desde o dimensionamento (considerando perdas de carga nos hidrômetros), locação em planta e em desenhos isométricos, além de esquemas contendo detalhes de instalação, com uma numeração lógica para facilidade de identificação dos mesmos. É necessário, ainda, o levantamento das possibilidades tecnológicas e dos custos envolvidos.

A seqüência de atividades para a implantação do sistema de monitoramento de água, desde o projeto, é a seguinte:

- estabelecimento de um plano de setorização, que defina os setores da edificação que serão monitorados através da instalação de medidores de consumo de água. Essa definição pode ser a divisão do sistema hidráulico em setores de utilização da água, onde são consideradas atividades consumidoras (processos e finalidade) ou mesmo disposição de áreas ou ambientes (aspectos arquitetônicos);
- traçado e dimensionamento do sistema (considerando perdas de carga nos hidrômetros), definindo diâmetros de tubulações e bitolas da fiação e demais componentes do sistema – em plantas e esquemas verticais;
- levantamento da quantidade de medidores, componentes do sistema (programa computacional, *repeaters*, central de dados e extensão de tubulações e fiação do sistema) para análise dos custos de uma tecnologia convencional (medidores de leitura visual) *versus* tecnologia para medição eletrônica, avaliando as possíveis vantagens técnicas;
- numeração lógica para facilidade de identificação dos mesmos;

- detalhes de instalação;
- manual técnico de operação do sistema para auxílio da etapa de gestão.

Os investimentos necessários para a setorização com hidrômetros eletrônicos englobam os custos provenientes da aquisição dos hidrômetros propriamente ditos, e, se for o caso, do programa específico para gerenciamento dos dados, decodificadores e dispositivos de proteção dos pontos. Uma vez realizado o investimento inicial, o sistema pode ser ampliado e/ou interligado a outras edificações, além de poder monitorar, com as adequações necessárias, outros insumos da edificação. Por meio deste tipo de sistema de monitoramento as informações são obtidas em tempo real, eliminando a necessidade da leitura em campo e agilizando a implementação das intervenções necessárias. Porém, o sistema a ser implantado também pode ser composto por medidores mecânicos, sendo a leitura efetuada visualmente.

4.3.1.2. Traçados Otimizados

Otimizar o traçado de tubulações significa considerar a possibilidade de concentrar tubulações em paredes hidráulicas e reduzir a quantidade de juntas ou conexões. Como exemplo, podem ser utilizados sistemas alternativos às soluções convencionais. A escolha da tecnologia deve ser considerada na etapa de projeto.

A utilização de tubulações flexíveis, quando projetadas adequadamente, pode proporcionar melhorias tanto na execução quanto no tratamento da utilização dos aparelhos sanitários. Os sistemas alternativos interligam diretamente cada ponto de consumo a um coletor central de distribuição.

Qualquer que seja a tecnologia empregada, o menor número de juntas auxilia na minimização das perdas físicas, tornando o sistema menos vulnerável.

É importante que a escolha da tecnologia permita um maior controle por parte do construtor, instalador e usuário final.

A integração do projeto de sistemas prediais hidráulicos ao de arquitetura pode proporcionar melhor funcionalidade ao sistema. A concentração de tubulações em uma mesma parede (chamada “parede hidráulica”) não só otimiza a quantidade de materiais utilizados num ambiente sanitário, como também limita a busca no caso de detecção de vazamentos. Além disso, a passagem das tubulações em dutos acessíveis e/ou forros falsos, dissociados do sistema das vedações, facilita o acesso às mesmas, agilizando a manutenção.

Cabe destacar que a integração dos sistemas pode ser ainda mais complexa, como no caso de sistemas hidráulicos integrados em módulos industrializados, ocasionando aumento significativo da produtividade da execução.

4.3.1.3. Controle de Pressões e Vazões

Problemas com pressões elevadas, tanto no ramal predial como no sistema de distribuição, podem implicar não somente em grandes volumes perdidos na ocorrência de um vazamento, como também no uso exagerado (vazões muitas elevadas).

A pressão elevada pode contribuir para as perdas e desperdício de água no sistema hidráulico de várias maneiras: frequência de rupturas, golpe de aríete ou fornecimento de água em quantidade superior à necessária numa torneira, por exemplo, chegando até mesmo a comprometer o funcionamento de equipamentos específicos.

Uma redução de pressão de 30 mca para 17 mca pode resultar em economia de aproximadamente 30% do consumo de água.

A avaliação e o controle da pressão no sistema hidráulico podem representar importante contribuição para a redução do consumo de água.

Quando constatada a existência de pressão superior à necessária, devem ser especificados dispositivos adequados a cada caso como, por exemplo, restritores de vazão, placas de orifício ou válvulas redutoras de pressão.

4.3.1.4. Especificação dos Equipamentos Hidráulicos

Para a utilização de materiais e componentes, é importante avaliar sua qualidade e resistência, bem como a adequação e desempenho apropriado às solicitações estabelecidas pelo sistema. A aquisição de materiais deve levar em consideração os fabricantes que produzam em conformidade com as normas técnicas brasileiras, e sua utilização deve seguir as recomendações que acompanham cada produto.

Em 1991, foi criado pelo Governo Federal o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat), que tem por finalidade elevar o patamar de qualidade e produtividade da construção civil, por meio da criação e implantação de mecanismos de modernização tecnológica e gerencial.

Em articulação com o setor privado e entidades representativas do setor, o PBQP-Habitat estimula os fabricantes de materiais e componentes a elaborar programas setoriais de qualidade (PSQ).

É importante que projetistas construtores e usuários finais se apropriem dos resultados dos PSQs, os quais fornecem informações acerca da conformidade de materiais e componentes, que são fundamentais para subsidiar a aquisição destes em consonância com as normas técnicas brasileiras, garantindo o desempenho adequado. Outro fator importante a ser considerado é a especificação de equipamentos adequados ao uso a que se destinam. Equipamentos e dispositivos economizadores, como arejadores, redutores de pressão e misturadores termostáticos, entre outros, devem ser previstos.

A adequada especificação de equipamentos requer o entendimento do funcionamento do aparelho, das atividades envolvidas e do tipo de usuário para identificação dos requisitos de desempenho a serem atendidos. Muitas vezes a especificação de um componente hidráulico, não necessariamente com características economizadoras de água, pode resultar na redução do consumo em razão da facilidade de uso e das características de utilização.

Os componentes economizadores de água nos sistemas prediais apresentam características específicas de instalação, funcionamento, operação e manutenção. Para a garantia de desempenho desses equipamentos, com obtenção e manutenção dos índices de consumo de água esperados, é fundamental que os mesmos:

- sejam especificados adequadamente, em função do uso a que se destinam e do tipo de usuário;
- sejam instalados corretamente, de acordo com as orientações e especificações dos respectivos fabricantes;
- sejam utilizados da maneira adequada, para o fim a que se destinam, com eventual capacitação de usuários quando for o caso;
- recebam a manutenção necessária (preventiva ou corretiva) que garanta a regulação e o funcionamento correto dos equipamentos, de acordo com as especificações dos respectivos fabricantes.

A especificação de louças, metais sanitários e equipamentos hidráulicos é um dos fatores que determinam o maior ou menor consumo de água em uma edificação, ao longo de sua vida útil. Existe atualmente no mercado brasileiro uma grande variedade de equipamentos sanitários que têm como objetivo atender às necessidades dos usuários e promover o uso racional da água para as atividades a que se destinam.

Preferencialmente, devem ser especificados equipamentos cujos componentes apresentem maior durabilidade para viabilizar os custos provenientes de manutenção.

O Anexo E apresenta algumas especificações de equipamentos economizadores de águas.

4.3.1.5. *Análise da Oferta de Água*

Para a avaliação da oferta de água devem ser relacionadas as possíveis fontes de água, variáveis para cada empreendimento.

A análise das possibilidades de aplicação de fontes alternativas de água deverá considerar os níveis de qualidade da água necessários, as tecnologias existentes, cuidados e riscos associados à aplicação de “água menos nobre” para “fins menos nobres” e a gestão necessária durante a vida útil da edificação. Além disso, os custos envolvidos na aquisição das tecnologias e ao longo da gestão deverão ser levantados durante a concepção das soluções.

De maneira prática, o resultado desta etapa é a análise quantitativa e qualitativa das possibilidades de oferta de água para a edificação. Devem ser planejadas e incorporadas ao projeto as ações para incorporação de água menos nobre para aplicação em atividades consumidoras menos nobres. Da análise resultam os seguintes parâmetros:

- possibilidade de abastecimento através de concessionária (água potável e água de reúso);
- possibilidade de captação direta e tratamento necessário;
- possibilidade do uso de águas subterrâneas, usos específicos e tecnologias de tratamento necessárias;
- volume de reserva de água de chuva e possíveis usos;
- forma de segregação dos efluentes gerados;
- possibilidades de reúso, aplicações e tecnologias necessárias;
- volume de efluente minimizado após a incorporação de cada uma das ações anteriormente citadas;
- logísticas de operação;
- investimentos necessários;
- custos de manutenção.

Com a avaliação das possibilidades de oferta de água, são então consolidados todos os dados e análises técnicas para a montagem de alternativas possíveis do PCA a ser implementado.

A avaliação da oferta de água de uma edificação encontra-se detalhada no Capítulo 5.

4.3.1.6. Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

O estudo de viabilidade técnica e econômica é a etapa de composição dos dados gerados na avaliação de demanda e oferta de água, por meio da criação de diferentes configurações possíveis para uma mesma edificação.

Para cada edificação, dependendo do agente decisor (por exemplo, em um edifício comercial em construção, poderá ser o incorporador ou a construtora), a escolha do PCA a ser implantado é determinada por critérios específicos que variam caso a caso e que são priorizados nessa escolha.

O número de alternativas a serem geradas varia de acordo com a complexidade da tipologia em análise. No entanto, no caso de haver mais de uma alternativa a ser proposta é importante que a cada nova alternativa haja uma implementação gradativa de tecnologia. As alternativas desenvolvidas deverão ser avaliadas de forma que se possa obter a melhor compatibilização de eficiência técnica e financeira. A partir da alternativa eleita, inicia-se a etapa seguinte onde a escolha é traduzida no anteprojeto e projeto executivo dos sistemas hidráulicos prediais, bem como dos demais sistemas de usos específicos.

4.3.1.7. Elaboração de Projeto de Sistemas Prediais

O projeto executivo dos sistemas hidráulicos prediais, assim como de sistemas específicos que utilizam água, deve incorporar todas as diretrizes contidas na alternativa escolhida, incluindo detalhes executivos dos sistemas propostos, especificações das tecnologias selecionadas, esquemas verticais e demais detalhes que se façam necessários para subsidiar uma adequada implantação dos sistemas.

O projeto executivo deve ser complementado por um caderno com os detalhes executivos e específicos, além de um memorial descritivo com especificações técnicas de serviços, relação de documentos válidos para execução, e relação de materiais.

4.3.1.8. Implementação das Ações Tecnológicas e da Infra-Estrutura para Monitoramento do Consumo de Água

Esta etapa refere-se à implementação das ações propostas e já incorporadas no projeto executivo. Convém destacar os seguintes cuidados durante a implantação das ações:

- elaboração de cronograma de implantação das atividades para flexibilização do cronograma financeiro;
- especificação do sistema de monitoramento do consumo;
- especificação dos sistemas, materiais e equipamentos a serem instalados;
- elaboração de procedimentos para as atividades consumidoras de água contempladas pelo PCA; e
- manuais de manutenção e operação dos sistemas e equipamentos.

5. Detalhamento da Gestão da Oferta na Implantação de Programas de Conservação de Água

5.1. INTRODUÇÃO

A escolha de fontes alternativas de abastecimento de água deve considerar não somente custos envolvidos na aquisição, mas também custos relativos à descontinuidade do fornecimento e à necessidade de se ter garantida a qualidade necessária a cada uso específico, resguardando a saúde pública dos usuários internos e externos.

O uso negligente de fontes alternativas de água ou a falta de gestão dos sistemas alternativos podem colocar em risco o consumidor e as atividades nas quais a água é utilizada, pelo uso inconsciente de água com padrões de qualidade inadequados.

Utilizar água não proveniente da concessionária traz o ônus de alguém se tornar “produtor de água” e portanto responsável pela gestão qualitativa e quantitativa deste insumo. Cuidados específicos devem ser considerados para que não haja risco de contaminação a pessoas ou produtos ou de dano a equipamentos.

O sistema hidráulico deve ser independente e identificado, torneiras de água não potável devem ser de acesso restrito, equipes devem ser capacitadas, devem ser previstos reservatórios específicos, entre outras ações, para garantia de bons resultados.

Recomenda-se a participação de um profissional especialista na avaliação do uso de fontes alternativas de água, além da implantação de um sistema de gestão da água para monitoramento permanente.

Ressalta-se que a normalização brasileira ainda não contempla todos os requisitos necessários para a implementação de sistema alternativos de oferta de água. Dessa forma, esta publicação apresenta conceitos e exigências que devem ser aprimorados e adaptados a cada situação de projeto.

5.2. EXIGÊNCIAS MÍNIMAS DA ÁGUA NÃO-POTÁVEL PARA AS ATIVIDADES REALIZADAS NOS EDIFÍCIOS

As exigências mínimas para o uso da água não-potável são apresentadas na seqüência, em função das diferentes atividades a serem realizadas nas edificações.

a- Água para irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos:

- não deve apresentar mau-cheiro;
- não deve conter componentes que agridam 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.

g- Água para uso em construção civil:

na preparação de argamassas, concreto, controle de poeira e compactação de solo:

- não deve apresentar mau-cheiro;
- não deve alterar as características de resistência dos materiais;



- não deve favorecer o aparecimento de eflorescências de sais;
- não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

5.3. PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA REÚSO

De acordo com as exigências mínimas listadas no item anterior, pode-se definir classes de água para reúso que resumem os critérios para a qualidade da água nas atividades apresentados anteriormente.

a- Água de Reúso Classe 1

Os usos preponderantes para as águas tratadas desta classe, nos edifícios, são basicamente os seguintes:

- descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.);
- lavagem de roupas e de veículos.

Apesar desta aplicação incorporar diversas atividades, todas convergem para a mesma condição de restrição que é a exposição do público, usuários e operários que operam, manuseiam ou tenham algum contato com os sistemas de distribuição de água reciclada.

Outro fator de grande importância relativo aos usos benéficos em consideração diz respeito aos aspectos estéticos da água de reúso. Neste caso, o reúso está vinculado ao “adorno arquitetônico”, exigindo grau de transparência, ausência de odor, cor, espuma ou quaisquer formas de substâncias ou componentes flutuantes.

Nesse sentido, os parâmetros característicos foram selecionados segundo o uso mais restritivo entre os acima relacionados, e estão apresentados na tabela 5.1.

Cabe ressaltar que o uso da água de reúso Classe 1 pode gerar problemas de sedimentação, o que causaria odores devido à decomposição de matéria orgânica, obstrução e presença de materiais flutuantes. Como solução cita-se:

- a detecção de cloro residual combinado em todo o sistema de distribuição;
- o controle de agentes tensoativos, devendo seu limite ser $\leq 0,5$ mg/L.

Embora no Brasil a grande maioria dos detergentes domésticos e industriais seja de biodegradáveis, o controle de surfactantes é importante, a fim de evitar formação de espumas em descargas de bacias sanitárias e torneiras.

Tabela 5.1: Parâmetros característicos para água de reúso classe 1.

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais ¹	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 ² (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis ³	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total ⁴ (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total ⁵ (SDT) (mg/L)	≤ 500 mg/L

1. Esse parâmetro é prioritário para os usos considerados.
2. O controle da carga orgânica biodegradável evita a proliferação de microrganismos e cheiro desagradável, em função do processo de decomposição, que podem ocorrer em linhas e reservatórios de decomposição.
3. O controle deste composto visa evitar odores desagradáveis, principalmente em aplicações externas em dias quentes.
4. O controle de formas de nitrogênio e fósforo visa evitar a proliferação de algas e filmes biológicos, que podem formar depósitos em tubulações, peças sanitárias, reservatórios, tanques etc.
5. Valor recomendado para lavagem de roupas e veículos.

b- Água de Reúso Classe 2

Os usos preponderantes nessa classe são associados às fases de construção da edificação:

- lavagem de agregados;
- preparação de concreto;

- compactação do solo e;
- controle de poeira.

Os parâmetros básicos de controle são apresentados na tabela 5.2:

Tabela 5.2: Parâmetros básicos para água de reúso Classe 2.

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais	$\leq 1000/ \text{mL}$
pH	Entre 6,0 e 9,0
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	$\leq 1,0 \text{ mg/L}$
DBO (mg/L)	$\leq 30 \text{ mg/L}$
Compostos orgânicos voláteis	Ausentes
Sólidos suspensos totais (mg/L)	30 mg/L

c- Água de Reúso Classe 3

O uso preponderante das águas dessa classe é na irrigação de áreas verdes e rega de jardins.

Neste caso, a maior preocupação do emprego da água de reúso fica condicionada às concentrações de contaminantes biológicos e químicos, incidindo sobre o meio ambiente e o homem, particularmente o operário que exerce suas atividades nesse ambiente.

As atividades antrópicas normalmente praticadas em áreas verdes não incluem contatos primários sendo, portanto, ocasional a frequência de interação homem-meio. Os aspectos condicionantes para a aplicação apresentada incidem principalmente sobre a saúde pública, a vegetação e o lado estético.

Alguns dos principais problemas relacionados com o gerenciamento da qualidade da água são: salinidade, toxicidade de íons específicos, taxa de infiltração no solo etc. A tabela 5.3 apresenta os parâmetros mais importantes que devem ser verificados para o uso de água para irrigação.

Tabela 5.3: Parâmetros básicos para água de reúso Classe 3.

Parâmetros			Concentrações
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)	Máxima de 1 mg/L
	Para irrigação com aspersores	Sódio (SAR)	> ou = 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 jardim e similares		3,0 mg/L
Nitrogênio total (mg/L)			5 - 30 mg/L
DBO (mg/L)			< 20 mg/L
Sólidos suspensos totais (mg/L)			< 20 mg/L
Turbidez (UT)			< 5 UT
Cor aparente (UH)			< 30 UH
Coliformes fecais (mL)			≤ 200/ 100 mL

Ressalte-se que em sistemas de irrigação por aspersores, como a água incide diretamente sobre as folhas, algumas culturas mais sensíveis podem apresentar queimaduras. Esse efeito negativo, comum em países tropicais, é agravado em dias mais quentes, quando o cloro pode acumular-se nos tecidos, atingindo níveis tóxicos. Normalmente, concentrações de 1 mg/L, não causam problemas, porém algumas culturas mais sensíveis sofrem danos com concentrações de 0,5 mg/L.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu nas diretrizes para o uso de esgotos na agricultura e aquicultura, publicadas em 1989, o valor numérico de 1.000 coliformes fecais/100mL (média geométrica durante o período de irrigação), para irrigação irrestrita de culturas ingeridas cruas, campos esportivos e parques públicos. Entretanto, para gramados com os quais o público tenha contato direto deve ser adotado o valor numérico de 200 coliformes fecais/100 mL. Além disso, os nematóides intestinais devem ser < 1 ovo de helminto/L.

d- Água de Reúso Classe 4

O uso preponderante para esta classe é no resfriamento de equipamentos de ar condicionado (torres de resfriamento).

As variáveis de controle são apresentadas na tabela 5.4, em função do tipo de operação das torres de resfriamento utilizadas no edifício.

Tabela 5.4: Variáveis de qualidade de água recomendados para o uso em torres de resfriamento.

Variável(*)	Sem recirculação	Com recirculação
Sílica	50	50
Alumínio	SR	0,1
Ferro		0,5
Manganês		0,5
Amônia		1,0
Sólidos Dissolvidos Totais	1000	500
Cloretos	600	500
Dureza	850	650
Alcalinidade	500	350
Sólidos em Suspensão Totais	5000	100
pH	5,0 – 8,3	6,8 – 7,2
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	SR	2,2
Bicarbonato	600	24
Sulfato	680	200
Fósforo	SR	1,0
Cálcio	200	50
Magnésio	SR	30
O ₂ dissolvido	Presente	SR
DQO	75	75

(*) Unidade de referência: mg/L, a menos que indicado.

SR - sem recomendação

5.4. FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA PARA APROVEITAMENTO OU REÚSO

Consideram-se fontes alternativas de água aquelas que não estão sob concessão de órgãos públicos ou que não sofrem cobrança pelo uso ou, ainda, que fornecem água com composição diferente da água potável fornecida pelas concessionárias.

Ressalta-se a observância do impacto provocado no meio ambiente e o grau de responsabilidade social quando da utilização de fontes alternativas, como a captação direta de corpos d'água ou a perfuração de poços artesianos.

Deve-se considerar ainda que a utilização destas fontes requer autorização do poder público, ficando os usuários sujeitos à cobrança pelo uso da água, bem como às sanções pelo uso inadequado, ou pela falta da outorga e licenças cabíveis.

Nesse sentido, recomenda-se que no meio urbano a decisão de usar fontes alternativas de água passe prioritariamente pelo critério de menor impacto ao meio ambiente, procurando-se a água que está disponível naturalmente sem intervenção direta nos mananciais ou que é oferecida de forma responsável pelos órgãos públicos.

Apresentam-se a seguir as fontes de água consideradas adequadas para o aproveitamento de água pluvial, drenagem e reúso de águas cinzas nos empreendimentos de construção civil.

5.4.1. Água Cinza

Água cinza para reúso é o efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha, ou seja, os efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas em residências, escritórios comerciais, escolas etc.

Os principais critérios que direcionam um programa de reúso de água cinza são:

- preservação da saúde dos usuários;
- preservação do meio ambiente;
- atendimento às exigências relacionadas às atividades a que se destina;
- quantidade suficiente ao uso a que será submetida.

Os componentes presentes na água variam de acordo com a fonte selecionada e, por isso, é possível segregar o efluente de um conjunto de aparelhos sanitários, definindo as características da água a ser reutilizada.

Não se deve dispensar o fato de que a água cinza é passível de conter contaminações das mais diversas, pela grande flexibilidade de uso dos aparelhos sanitários. É comum ocorrer situações de usuários que fazem a higienização no banho,

após a utilização da bacia sanitária, ou a lavagem de ferimentos em qualquer torneira disponível, seja de um tanque ou lavatório, ou ainda a presença de urina na água de banho.

Como ilustração, apresenta-se, nas tabelas 5.5 e 5.6, a caracterização de água cinza de chuveiros e lavatórios coletada em banheiros de edifícios residenciais e de um complexo esportivo, ambos localizados na Região Sul do país.

Tabela 5.5: Características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas originada em banheiros brasileiros.

Fonte: SANTOS e ZABRACKI (2003); FONINI, FERNANDES e PIZZO (2004).

Parâmetros	Concentrações		
	(1)	(2)	(3)
Temperatura (°C)	24	-	-
Cor (UH)	52,30	Ausente	Ausente
Odor	-	Ausente	Ausente
Turbidez (UT)	37,35	0,8	1,3
pH	7,2	8,4	8,8
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,63	-	-
Cloro Livre (mg/L)	0,0	-	-
Cloro Total (mg/L)	0,0	-	-
Fósforo Total (mg/L)	6,24	-	-
DBO (mg/L)	96,54	20,3	96
Sólido suspenso (mg/L)	-	54	86
Dureza	-	122	130
Zinco	-	0,03	0,10
Cobre	-	0,23	0,19
Ferro	-	0,33	0,1
Coliforme Total (MPN/100 mL)	11x10 ⁶	<200	23000
Coliforme Fecal (MPN/100 mL)	1x10 ⁶	-	-

(1) Edifício residencial: Curitiba-PR

(2) Banheiro masculino: Complexo esportivo – Passo Fundo-RS

(3) Banheiro feminino: Complexo esportivo – Passo Fundo-RS

Tabela 5.6: Características físicas, químicas e bacteriológicas da água cinza originada em edifício residencial.

Fonte: SANTOS e ZABRACKI (2003); FONINI, FERNANDES e PIZZO (2004).

Parâmetro	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Vazão média dos chuveiros (L/s)	0,058	0,074	0,049
Vazão média dos lavatórios (L/s)	0,078	0,067	0,093
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	$1,1 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$3,6 \times 10^5$
Coliformes totais (NMP/100 mL)	$>1,6 \times 10^5$	$>1,6 \times 10^5$	$>1,6 \times 10^5$
Óleos e graxas	18,2	14,8	26,7
pH	7,11	6,91	7,10
DBO (mg/L)	258	174	384
DQO (mg/L)	470	374	723
Sólidos suspensos (mg/L)	180	100	188
Alcalinidade (mg/L)	6,7	5,0	8,2
Surfactantes (mg/L)	2,18	1,46	3,42
Contagem bacteriológica (UFC/mL)	$8,5 \times 10^5$	3×10^5	$8,5 \times 10^6$
Cloretos (Cl^- mg/L)	26,9	14,7	29,4
Nitrato (NO_3^- Nmg/L)	27,5	1,52	4,09
Nitrito (NO_2^- Nmg/L)	$<0,003$	0,027	0,489
Fósforo total (mg/L)	0,43	0,31	1,79
Turbidez (UT)	340,7	373,2	297,2
Dureza total (CaCO_3 mg/L)	5,7	13,6	10,7
Condutividade ($\mu\text{s/cm}$)	125,9	105,8	222

(1) Edifício residencial: Curitiba-PR.

(2) Banheiro Masculino: Complexo esportivo – Passo Fundo-RS.

(3) Banheiro Feminino: Complexo esportivo – Passo Fundo-RS.

Os parâmetros listados basearam-se na Portaria MS 518/2004⁷ e CONAMA 357/2005⁸, uma vez que não existem diretrizes e padrões para água de reúso no Brasil, o que evidencia a necessidade de pesquisas relacionadas ao tema.

Verifica-se nos resultados obtidos:

- alto teor de matéria orgânica, representado pela DBO, o que pode gerar sabor e odor;
- elevado teor de surfactantes, que pode ocasionar a formação de espumas e odor decorrente da decomposição dos mesmos;
- elevada concentração de nitrato, que pela sua toxicidade pode causar metahemoglobinemia infantil, uma doença letal;
- alto teor de fósforo, o que indica a presença de detergentes superfosfatados (compostos por moléculas orgânicas) e matéria fecal; e
- turbidez elevada, que comprova a presença de sólidos em suspensão.

Importante salientar que aspectos econômicos e socioculturais podem influenciar na composição da água cinza e, portanto, é recomendado que sejam caracterizadas amostras de água cinza de outras regiões do Brasil.

Nesse contexto, recomenda-se que o sistema hidráulico destinado ao tratamento e distribuição de água de reúso proveniente da água cinza seja absolutamente separado do sistema hidráulico de água potável da concessionária, sendo proibida a conexão cruzada entre esses dois sistemas.

5.4.2. Água Pluvial

Atualmente o aproveitamento de águas pluviais em regiões áridas e semi-áridas é prática comum em muitas regiões do mundo, inclusive no Brasil.

Cabe ressaltar, no entanto, que a utilização de águas pluviais, como fonte alternativa ao abastecimento de água requer, da mesma forma que nos casos anteriores, a gestão da qualidade e quantidade.

A água de chuva pode ser utilizada desde que haja controle de sua qualidade e verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a saúde de seus usuário, nem a vida útil dos sistemas envolvidos.

Em pesquisa realizada na Universidade de São Paulo, foram constatadas as seguintes características da água de chuva coletada e armazenada em reservatório:

7. MINISTÉRIO DA SAÚDE (2004)

8. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2005)

- propriedades de água mole;
- pH entre 5,8 e 7,6;
- $\text{DBO}_{5,20}$: menor que 10;
- presença de coliformes fecais em mais de 98% das amostras realizadas;
- presença de bactérias:
 - clostrídio sulfito redutor (91% das amostras) que pode causar intoxicação alimentar, entre outras doenças;
 - enterococos (98% das amostras) que podem causar diarreia aguda; e
 - pseudomonas (em 17% das amostras) que podem ocasionar infecções urinárias.

A tabela 5.7 apresenta a caracterização detalhada dos parâmetros analisados.

Para dimensionamento de um sistema de aproveitamento de água pluvial devem ser considerados:

- área disponível para coleta;
- vazão de água calculada pela fórmula racional, considerando o índice pluviométrico médio da região;
- estimativa de demanda para o uso previsto; e
- dimensionamento da reserva de água, considerando os períodos admissíveis de seca.

5.4.3. Água de Drenagem de Terrenos

Recomenda-se o aproveitamento da água de drenagem de terrenos dos empreendimentos nas seguintes condições:

- a água não é proveniente de poços artesianos;
- a água aflora ao nível de escavação do terreno do empreendimento;
- o rebaixamento do lençol é necessário para o desenvolvimento da obra;
- o edifício já faz o lançamento dessa água de drenagem na rede de drenagem pública; e
- verifica-se que o rebaixamento do lençol freático não prejudicou o abastecimento de lagos naturais da cidade ou ecossistemas do entorno.

É muito freqüente, na implantação de um empreendimento, que se encontre o lençol freático do solo e se faça necessário o rebaixamento do nível d'água para o desenvolvimento da obra.

Tabela 5.7: Características físicas, químicas e bacteriológicas da água pluvial.

Fonte: MAY (2004).

Parâmetros	Água coletada na tubulação			Reservatório
	Mínimo	Médio	Máximo	Médio
Cor (uH)	20	52,5	218	23,0
Turbidez (UNT)	0,6	1,6	7,1	0,8
Alcalinidade (mg/L)	4	30,6	60	18,8
pH	5,8	7,0	7,6	6,7
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	7,0	63,4	126,2	25,7
Dureza (mg/L)	4,0	39,4	68,0	19,6
Cálcio (mg/L)	ND	15,0	24,3	4,7
Magnésio (mg/L)	ND	1,1	2,2	0,5
Ferro (mg/L)	0,01	0,14	1,65	0,06
Cloretos (mg/L)	2,0	8,8	14,0	12,2
Sulfatos (mg/L)	2,0	8,3	21,0	5,1
ST (mg/L)	10	88	320	25
SST (mg/L)	2	30	183	2
SSV (mg/L)	0	15	72	2
SDT (mg/L)	2	58	177	24
SDV (mg/L)	0	39	128	24
OD (mg/L)	1,6	20	42	17,6
DBO (mg/L)	0,4	2,5	5,2	1,5
Nitrato (mg/L)	0,5	4,7	20	3,1
Nitrito (mg/L)	0,1	0,8	3,8	0,1
Coliformes totais ¹ em 100mL	<1	>70	>80	>65

NE = Não Especificado. ST = Sólidos Totais. SST = Sólidos Suspensos Totais. SSV = Sólidos Suspensos Voláteis. SDT = Sólidos Dissolvidos Totais. SDV = Sólidos Dissolvidos Voláteis. 1 = Presente em 89% das amostra. Coliformes fecais em 100 ml, aparecem em média em 50% das amostras coletadas e em 30% no reservatório.

Em geral, a água encontrada aparentemente é de boa qualidade, porém, para utilizá-la deve-se controlar sua qualidade a fim de ser retirados os componentes que provoquem riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Na água de drenagem geralmente são encontradas substâncias como sais e óxidos de ferro em grande concentração, compostos químicos e contaminações que estejam incorporados nos terrenos que circunscrevem o empreendimento.

Deve ser levado em conta o risco de contaminação da água de drenagem por ruptura da rede pública de coleta de esgotos, por vazamentos de tanques de combustíveis de postos da cidade ou até por chorume proveniente de terrenos utilizados como depósitos de lixo.

A tabela 5.8 apresenta um exemplo de caracterização de água de drenagem de subsolos de um edifício de escritórios localizado na cidade de São Paulo.

Da análise da tabela 5.8 verifica-se que houve variação significativa nos parâmetros analisados num período inferior a um ano. Esta variação é evidente para os seguintes parâmetros:

- sólidos totais dissolvidos (variou de 132 para 255 mg/L): apesar dos valores se encontrarem abaixo do valor limite, este parâmetro deve ser controlado por causar alterações de cor e turbidez;
- alcalinidade (variou de 60 para 90 mg/L [CaCO_3]): este parâmetro está associado à dureza, o que pode causar precipitação em carbonatos e provocar a formação de incrustações;
- dureza total (variou de 80 para 114 mg/L [CaCO_3]), indicando a presença de sabão e a possibilidade de transformar-se em complexos insolúveis;
- bactérias heterotróficas (variou de <30 para 3.501 unidades formadoras de colônias [UFC]/mL), indicando a poluição da água por matéria orgânica.

5.4.4. Água de Reúso da Concessionária

A concessionária de água pode fornecer água de reúso oriunda do tratamento do esgoto público da cidade. Em São Paulo, a concessionária tem disponível água de reúso a um custo muito inferior ao da água potável, o que a torna uma alternativa para utilização nos empreendimentos.

A princípio a concessionária recomenda utilizar a água de reúso exclusivamente para fins específicos, não-potáveis, em ambientes externos.

A tabela 5.9 apresenta um exemplo de parâmetros de qualidade da água de reúso fornecida por uma concessionária de água do Estado de São Paulo.

Tabela 5.8: Características da Água de Drenagem de Subsolos.

Fonte: Análises da água de drenagem em Edifício Morumbi Tower – São Paulo, 2005. VITALUX (2005).

Parâmetros Físico-Químicos	Unidades	Limites	Resultados Água Captada (12/07/04)	Resultados Água Captada (04/03/05)
Aspecto		límpido	límpido	turva c/ dep.
Cheiro		nenhum	nenhum	nenhum
Cor	UH	30,0	8,0	24,0
Turbidez	NTU	10,0	0,8	9,0
pH		5,0 - 10,0	6,9	6,5
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	1000	132,0	255,0
Oxigênio consumido	mg/L (O ₂)	3,5	0,8	1,9
Nitrogênio amoniacal	mg/L (N)	3,5	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio nitroso	mg/L (N)	10,0	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio nítrico	mg/L (N)	0,02	< 0,05	< 0,02
Alcalinidade de hidróxidos	mg/L (CaCO ₃)	0,0	< 1,0	0,0
Alcalinidade total	mg/L (CaCO ₃)	250	60,0	90,0
Dureza total	mg/L (CaCO ₃)	200	80,0	114,0
Ferro solúvel	mg/L (Fe)	0,3	< 0,1	2,0
Gás carbônico	mg/L (CO ₂)	-	-	-
Cloretos em cloro	mg/L (Cl)	250	13,0	25,0
Cloro residual	mg/L (Cl)	-	< 0,1	< 0,1
Sulfatos	mg/L (SO ₄)	250	14,0	25,7
Óleo e graxa	mg/L		< 10,0	12,0
Sílica	mg/L (SiO ₂)		13,0	
Sólidos suspensos totais	mg/L		< 10,0	

Parâmetros Físico-Químicos	Unidades	Limites	Resultados Água Captada (12/07/04)	Resultados Água Captada (04/03/05)
Características Organolépticas				
Aspecto		límpido	límpido	turva c/ dep.
Odor		nenhum	nenhum	nenhum
Resultados Bacteriológicos				
Coliforme total	UFC/mL	ausência	presente	presente
Coliforme fecal	UFC/mL	ausência	presente	presente
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	500	<30	3501

Tabela 5.9: Parâmetros de qualidade da água de reúso fornecida por uma concessionária de água do Estado de São Paulo.

Parâmetros	Concentrações
Cloro residual total (mg/L)	> 2 mg/L
DBO (mg/L)	<30 mg/L
Solido suspenso total (mg/L)	<30 mg/L
Coliformes Fecais (NMP/100 mL)	< 200 NMP/100 mL
Turbidez (UT)	< 15 UT
pH	6,0 a 9,0
Óleos e Graxas (mg/L)	< 15 mg/L

No manuseio da água de reúso, é recomendável que os usuários utilizem equipamentos de proteção individual, como:

- botas de PVC impermeáveis, para proteção dos pés e pernas;
- luvas de PVC longas, ásperas, para proteção das mãos e antebraço;
- avental em PVC para proteção frontal;
- capacete em polietileno expandido, sem porosidade, com aba frontal para proteção da cabeça; e
- protetor facial em acrílico indeformável, em formato côncavo, para proteção do rosto.

A análise de aplicação da água de reúso deve considerar aspectos técnicos da qualidade da água, logística de distribuição da mesma, gestão da qualidade da água fornecida e avaliação econômica considerando, além da tarifa de fornecimento, custos de transporte, custos associados à gestão, tratamentos adicionais, entre outros.

5.4.5. Captação Direta

Captar água diretamente de um corpo d'água implica, na maioria das vezes, em implementar técnicas de tratamento de acordo com o uso ao qual a água será destinada, devendo ser respeitados e resguardados a legislação vigente, a saúde humana e o meio ambiente.

Há necessidade de um sistema de gestão e monitoramento contínuo da qualidade e da quantidade de água utilizada. Os custos totais, em muitos casos, podem ser elevados quando considerados os custos operacionais de bombeamento, tratamento, produtos químicos, energia, manutenção preventiva, técnicos envolvidos e monitoramento contínuo.

Além disso, devem ser considerados os custos relativos às leis de cobrança pelo uso e às leis de proteção ambiental.

5.4.6. Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas são consideradas pela legislação vigente parte integrante e indissociável do ciclo hidrológico. A exploração inadequada dessas águas pode resultar na alteração indesejável de sua quantidade e qualidade. A exploração e utilização de águas subterrâneas é permitida e regulamentada.

Apesar dos custos iniciais de perfuração dos poços em muitos casos não serem significativos, outros custos devem ser considerados como os relativos à gestão da qualidade e quantidade dessa água e custos de energia.

Além disso, com a lei da cobrança pelo uso, a aparente economia em muitas situações será eliminada, uma vez que farão parte da formulação dos preços os volumes captados e consumidos, além dos aspectos qualitativos dos efluentes gerados.

Em função das características geológicas locais e ocasionais, os poços artesianos podem não oferecer água de boa qualidade. Isso também é função da falta de cuidados na execução dos poços ou da exposição dos mesmos a condições de abandono.

Dentre os agentes de contaminação das águas subterrâneas no Brasil, destacam-se:

- série nitrogenada;
- inorgânicos não-metálicos, (fósforo, selênio, nitrogênio, enxofre e flúor);

- metais tóxicos, (mercúrio, cromo, cádmio, chumbo e zinco);
- compostos orgânicos sintéticos do grupo BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno, compostos aromáticos, fenóis, organoclorados voláteis diversos);
- compostos mais densos do que a água, DNAPLs – Dense Non Aqueous Phase Liquids, ou menos densos do que a água, LNAPLs – Light Non Aqueous Phase Liquids.

Novamente, no caso do uso deste tipo de fonte de abastecimento, o empreendimento ou edifício passa a ser “produtor de água”, e como tal, deve ter os seguintes cuidados:

- atendimento à legislação – outorga pelo uso;
- tratamento adequado da água captada para garantia das características necessárias ao uso a que será destinada;
- existência de um sistema de gestão e monitoramento contínuo da qualidade e quantidade.

5.5. MATRIZ DE OFERTA *VERSUS* DEMANDA

A qualidade da água utilizada e o fim específico de reúso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os investimentos a serem alocados.

Para as finalidades desta publicação, será abordado o reúso e aproveitamento da água somente para fins não-potáveis.

Os elevados riscos associados à utilização de efluentes, mesmo domésticos, para fins potáveis, exigem cuidados extremos para resguardar a saúde pública. Os níveis de tratamento de efluentes necessários são de elevada eficiência, em nível terciário, o que pode inviabilizar tal solução. Além disso, deve haver aceitação pública do reúso para que haja sucesso da medida adotada.

Os usos urbanos não-potáveis envolvem menores riscos, porém ressalta-se a importância de associar às possibilidades de reúso de efluentes um sistema de gestão e monitoramento contínuo, para resguardar a saúde pública e garantir a eficiência dos sistemas envolvidos.

A tabela 5.10 apresenta de forma sucinta as fontes alternativas de água em um empreendimento e os possíveis tratamentos a serem implantados.

Tabela 5.10: Sistemas de tratamento recomendados em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água. *

USOS POTENCIAIS	FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA			
	Pluvial	Drenagem	Máquina de lavar roupas	Lavatório + Chuveiro
Lavagem de roupas	A+B + F + G	C ou D +F +	(D ou E)+B+F + G	(D ou E)+B+F + G
Descargas em bacias sanitárias				
Limpeza de pisos				
Irrigação, rega de jardins		C + F +G		
Lavagem de veículos		C ou D +F + G		
Uso ornamental				

* Os sistemas de tratamento sugeridos devem ser verificados para cada caso específico.
OBS.: Para os fins relacionados à construção civil e refrigeração de máquinas os tratamentos devem ser avaliados a cada caso particular.
Tratamentos Convencionais:
A = sistema físico: gradeamento.
B= sistema físico: sedimentação e filtração simples através de decantador e filtro de areia.
C= sistema físico: filtração através de um filtro de camada dupla (areia + antracito).
D= sistema físico-químico:coagulação, floculação, decantação ou flotação.
E = sistema aeróbio de tratamento biológico lodos ativados.
F = desinfecção.
G = Correção de pH.

5.6. CONSIDERAÇÕES QUANTO À EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS DE REÚSO

Deve-se desenvolver um estudo detalhado para que os investimentos sejam efetivamente aproveitados e o empreendimento tenha o retorno esperado.

O estudo deve abordar alternativas de sistemas de aproveitamento e reúso de água para determinar a quantidade de água gerada (oferta) pelas fontes escolhidas e a quantidade de água destinada às atividades fim (demanda). Tomando-se por base estes valores, devem ser dimensionados os equipamentos, os volumes de reservas necessários, os possíveis volumes complementares de água e escolhidas as tecnologias de tratamentos a serem empregadas. Com base nas alternativas de sistemas geradas, determinam-se quais as de maior eficiência, tanto no aspecto técnico quanto econômico.

5.7. METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO OU REÚSO DE ÁGUA

5.7.1. Sistema de Coleta e Aproveitamento de Água Pluvial

A água pluvial é coletada em áreas impermeáveis, ou seja, telhados, pátios, ou áreas de estacionamento, sendo, em seguida, encaminhada a reservatórios de acumulação.

Posteriormente, a água deve passar por unidades de tratamento para atingir os níveis de qualidade correspondentes aos usos estabelecidos em cada caso.

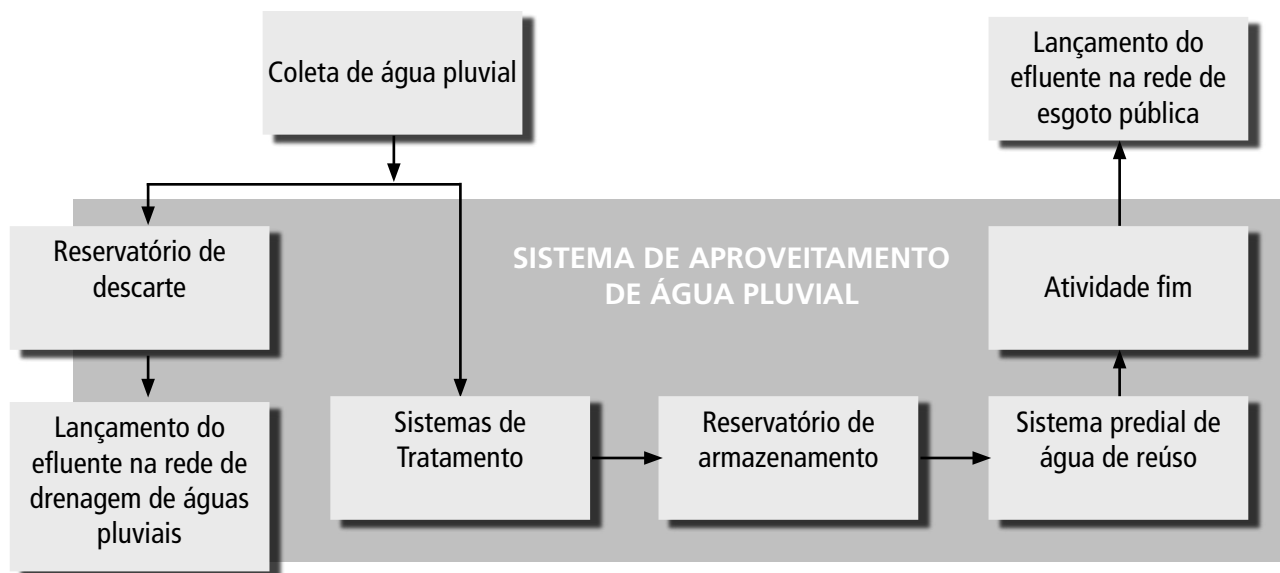
O uso de sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais propicia, além de benefícios de conservação de água e de educação ambiental, a redução do escoamento superficial e a conseqüente redução da carga nos sistemas urbanos de coleta de águas pluviais e o amortecimento dos picos de enchentes, contribuindo para a redução de inundações.

A avaliação econômica dos projetos de aproveitamento de água pluvial é bastante positiva, podendo reduzir, significativamente, os valores mensais das contas de água.

A metodologia básica para projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água pluvial envolve as seguintes etapas (ver figura 5.1):

- determinação da precipitação média local (mm/mês);
- determinação da área de coleta;
- determinação do coeficiente de escoamento superficial;
- caracterização da qualidade da água pluvial,
- projeto do reservatório de descarte;
- projeto do reservatório de armazenamento;
- identificação dos usos da água (demanda e qualidade);
- estabelecimento do sistema de tratamento necessário;
- projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações etc.).

A precipitação média local deve ser estabelecida em função de dados mensais publicados em nível nacional, regional ou local.

Figura 5.1: Sistema de aproveitamento de água pluvial.

A área de coleta deve ser determinada no caso de telhados, que são normalmente inclinados em projeção horizontal, de acordo com a NBR-10844: Instalações prediais de águas pluviais.

O coeficiente de escoamento superficial é determinado em função do material e do acabamento da área de coleta.

A caracterização da qualidade da água pluvial deve ser feita utilizando-se sistemas automáticos de amostragem, para posterior caracterização através das variáveis consideradas relevantes em nível local. A caracterização deve ser feita após períodos variáveis de estiagem e tem como objetivo fornecer elementos para o cálculo do reservatório de descarte.

O reservatório de descarte destina-se à retenção temporária e posterior descarte da água coletada na fase inicial da precipitação. Os volumes são determinados em função da qualidade da água durante as fases iniciais de precipitação, que ocorrem após diferentes períodos de estiagem.

Algumas técnicas para a realização do descarte da água de limpeza do telhado poderão ser utilizadas, entre as quais, tonéis, reservatórios de autolimpeza com torneira bóia, dispositivos automáticos etc.

O reservatório de armazenamento destina-se à retenção das águas pluviais coletadas. Os volumes são calculados em base anual, considerando-se o regime de precipitação local e as características de demanda específica de cada edificação.

Geralmente, o reservatório de armazenamento é o componente mais dispendioso do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais, devendo, portanto, ser dimensionado com bastante critério para tornar viável a implementação dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais.

O sistema de tratamento das águas pluviais depende da qualidade da água coletada e do seu destino final. De maneira geral, considerando-se os usos mais comuns em edifícios (irrigação de áreas verdes, torres de resfriamento de sistemas de ar condicionado, lavagens de pisos, descarga em toaletes etc.) são empregados sistemas de tratamento compostos de unidades de sedimentação simples, filtração simples e desinfecção com cloro ou com luz ultravioleta. Eventualmente podem ser utilizados sistemas que proporcionem níveis de qualidade mais elevados, empregando-se unidades de coagulação e floculação com produtos químicos, sedimentação acelerada e filtração em camada dupla, ou, ainda, sistemas de oxidação avançada ou processos de membrana.

Os sistemas complementares são compostos de condutores horizontais (calhas) e verticais que transportam as águas pluviais coletadas até os reservatórios de armazenamento, após passagem pelos reservatórios de descarte. Podem, também, ser utilizadas grades ou filtros retentores de folhas, galhos ou quaisquer materiais grosseiros, que são colocados juntos às calhas ou nas tubulações verticais. Estão incluídos nos sistemas complementares os sistemas de distribuição de águas pluviais tratadas, após as unidades de tratamento. Esses sistemas incluem as unidades de recalque, as respectivas linhas de distribuição de água tratada e eventuais reservatórios de distribuição complementares.

Os sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais requerem cuidados gerais e características construtivas que permitam a segurança do abastecimento, a manutenção da qualidade da água armazenada e níveis operacionais adequados e econômicos. Entre estes podem ser ressaltados:

- evitar a entrada de luz do sol no reservatório para diminuir a proliferação de algas e microrganismos;
- manter a tampa de inspeção fechada;
- colocar grade ou tela na extremidade de saída do tubo extravasor, para evitar a entrada de pequenos animais;
- realizar a limpeza anual do reservatório, removendo os depósitos de sedimentos;
- projetar o reservatório de armazenamento com declividade no fundo na direção da tubulação de drenagem, para facilitar a limpeza e retirada de sedimentos;
- assegurar que a água coletada seja utilizada somente para fins não-potáveis;

- prever a conexão (sem possibilidade de contaminação) de água potável com o reservatório de armazenamento, assegurando o consumo diário por ocasião de estiagens prolongadas;
- prever dispositivo no fundo do reservatório de armazenamento para evitar turbulência evitando a ressuspensão do material sedimentado;
- pintar de cor diferenciada as linhas de coleta e de distribuição de águas pluviais. Conexões e sistemas de roscas também devem ser diferenciados para evitar a possibilidade de ocorrência de conexão cruzada com o sistema de distribuição de água potável. As torneiras externas deverão ser operadas com sistemas de chaves destacáveis para evitar consumo como água potável;
- deverão ser colocadas placas indicativas junto das torneiras de acesso geral, com a inscrição “Água não-potável”;
- A qualidade da água distribuída deverá ser submetida a um processo de monitoramento programado.

5.7.2. Sistema de Coleta e Reúso de Água Cinza

É importante considerar que, em edifícios comerciais, as águas cinzas apresentarão volumes relativamente pequenos, pois serão formadas, quase exclusivamente, de águas provenientes dos lavatórios. Já em edifícios residenciais, a oferta de água cinza é mais abundante, considerando-se a maior parcela de consumo de água dedicada às atividades de higiene pessoal e preparo de alimentos.

Sempre será necessária a realização de estudos econômicos adequados para verificar a viabilidade de se efetuarem os investimentos para a separação e tratamento de água cinza em edifícios. Essa avaliação pode levar em conta a utilização de águas pluviais, proporcionando melhores condições para a viabilidade econômica.

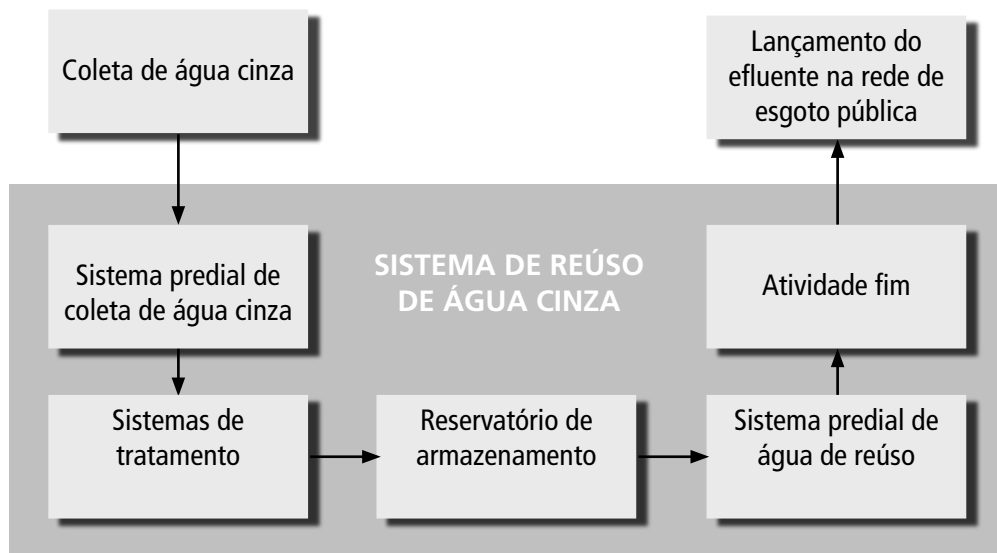
Assim como no caso de utilização das águas pluviais, o reúso de águas cinzas propicia significativos benefícios ambientais, pois colabora com o uso sustentável dos recursos hídricos, minimiza a poluição hídrica nos mananciais, estimula o uso racional e a conservação de água potável e permite maximizar a infra-estrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida.

Os principais elementos associados ao projeto de sistemas de reúso direto de águas cinzas são os seguintes (ver figura 5.2):

- pontos de coleta de águas cinzas e pontos de uso;

- determinação de vazões disponíveis;
- dimensionamento do sistema de coleta e transporte das águas cinzas brutas;
- determinação do volume de água a ser armazenado;
- estabelecimento dos usos das águas cinzas tratadas;
- definição 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.

Figura 5.2: Sistema de reúso de água cinza.



Os pontos de coleta de águas cinzas devem ser determinados em função do tipo de água cinza a ser coletada e em função da configuração hidráulica do edifício.

O sistema de coleta e transporte de águas cinzas brutas é composto pelos condutores horizontais e verticais que transportam as águas cinzas coletadas ao sistema de tratamento para posterior armazenamento. O dimensionamento des-

se sistema deverá ser efetuado em conjunto com o projeto hidráulico do edifício em consideração. O sistema de tratamento deverá situar-se em local suficientemente afastado de modo a não causar incômodos aos moradores das edificações.

O volume de reservatório de armazenamento deverá ser determinado com base nas características ocupacionais do edifício e as vazões associadas às peças hidráulicas correspondentes (vazão de águas cinzas), e na demanda de água dos aparelhos que integrarão o sistema de reúso (vazão de reúso). Os mesmos critérios e cuidados preconizados para os reservatórios de águas pluviais deverão ser adotados para os reservatórios de águas cinzas tratadas.

O projeto do sistema de tratamento deve ser efetuado com base nas características do tipo de água cinza coletado e na qualidade preconizada para o efluente tratado. Os sistemas de tratamento, são, evidentemente, mais complexos que os considerados para as águas pluviais, face à maior concentração de poluentes característicos das águas cinzas. Devem ser efetuados estudos de tratabilidade, considerando-se tanto tratamentos físico-químicos como biológicos. Tratamentos avançados poderão ser necessários se for considerado o reúso de águas cinzas como água de “make-up” em torres de resfriamento de sistemas de ar condicionado.

Cabe ressaltar que o sistema predial de água de reúso, bem como o sistema de coleta de água cinza, devem ser concebido e executados de forma independente dos demais sistemas hidráulicos da edificação.

5.7.3. Sistema de Coleta e Aproveitamento de Águas de Drenagem em Edifícios

A água de drenagem é a água coletada em edificações quando ocorre escavação associada às fundações ou à construção subterrânea, geralmente para a implantação de garagens.

Esta água deverá, então, ser coletada através de um sistema de drenagem adequado e armazenada em caixas localizadas junto dos pontos preferenciais de afloramento. As vazões médias disponíveis deverão ser avaliadas e a água deverá ser caracterizada para avaliação da necessidade de tratamento, que será definido em função dos usos potenciais no próprio edifício.

Identificada a área de afloramento, deverão ser definidos os pontos de afloramento preferenciais e efetuado o projeto do sistema de drenagem.

Na seqüência, deve ser efetuada a locação e construção da(s) caixa(s) de coleta, que passará a receber as águas drenadas, encaminhando-as para um destino provisório, que pode ser o sistema de galeria de águas pluviais local.

A medição das vazões médias pode ser efetuada nas próprias caixas de coleta, fechando-se as válvulas de descarte e medindo-se o tempo necessário para atingir o volume disponível. Se possível, essa medição deverá ser feita mensalmente, pelo período de um ano.

A caracterização da qualidade da água deverá ser realizada em amostra composta coletada durante um dia, devendo-se realizar coletas mensais pelo período de um ano.

Poderão ser considerados os usos dessa água em lavatórios, lavagem de pisos, irrigação, sistemas de resfriamento de ar condicionado etc.

Em função da qualidade da água de drenagem e dos usos previstos, deve ser estabelecido o sistema de tratamento necessário. O sistema de tratamento é concebido de maneira escalonada, prevendo-se unidades de tratamento primário para os usos menos exigentes, passando-se a adicionar outras unidades de tratamento visando obter níveis de qualidade adequados a usos mais restritivos.

As águas tratadas deverão ser encaminhadas a um reservatório de acumulação situado no subsolo da edificação. Esse reservatório deve ser isolado e independente do reservatório de água potável do edifício, mas deve possuir uma linha de alimentação potável, para satisfazer a demanda que ultrapassar a oferta local de água de drenagem. Deve, também, possuir um sistema de descarga para o sistema local de águas pluviais. Um sistema de recalque deve recalcar a água não-potável desse reservatório para o reservatório superior de distribuição de água não potável. Este reservatório deve, também, ser independente e isolado do reservatório superior de água potável do edifício.

A maioria das considerações gerais relacionadas para o sistema de coleta, reservação e distribuição de águas pluviais é válida para os sistemas de aproveitamento de águas de drenagem em edificações. Cabe ressaltar que devem ser tomadas todas as precauções para evitar condições de conexão cruzada com os sistemas de águas potáveis, para não permitir ocorrência de problemas de saúde pública associados aos usuários dos edifícios.

5.8. PROCESSOS DE TRATAMENTO

As Tabelas 5.11 e 5.12 apresentam de forma sucinta os processos de tratamento mais apropriados para os sistemas de esgoto recuperado e reúso de água em edifícios.

Ressalte-se que o campo de estudo científico que desenvolve as tecnologias para o tratamento de efluentes é muito amplo e que o tema deve ser abordado envolvendo especialistas nesse assunto.

Tabela 5.11: Descrição dos tipos de tratamento para reúso de água e esgoto recuperado.

Processo	Descrição	Aplicação
Separação líquido/sólido		
SEDIMENTAÇÃO	Sedimentação por gravidade de substância particulada, flocos químicos e precipitação.	Remove partículas suspensas que são maiores que 30 μ m. Tipicamente usado como tratamento primário e depois do processo biológico secundário.
FILTRAÇÃO	Remove partículas através da passagem da água por areia ou outro meio poroso.	Remoção de partículas suspensas que são maiores que 3 μ m. Tipicamente usadas depois da sedimentação (tratamento convencional) ou seguido de coagulação/floculação.
Tratamento Biológico		
TRATAMENTO AERÓBIO BIOLÓGICO	Metabolismo biológico do esgoto através de microrganismos em uma bacia de aeração ou processo de biofilme.	Remoção de matéria orgânica suspensa e dissolvida do esgoto.
DESINFECÇÃO	Inativação de organismos patogênicos usando químicos oxidantes, raios ultravioleta, químicos corrosivos, calor ou processos de separação física (membranas).	Proteção da saúde pública através da remoção de organismos patogênicos.

Tabela 5.12: Descrição dos tipos de tratamento para reúso de água e esgoto recuperado.

Processo	Descrição	Aplicação
Tratamento avançado		
COAGULAÇÃO FLOCULAÇÃO QUÍMICA	Uso de sais de ferro ou alumínio, polieletrólise e/ou ozônio para promover desestabilização das partículas colóides do esgoto recuperado e precipitação de fósforo.	Formação de fósforos precipitados e floculação de partículas para remoção através de sedimentação e filtração.
TRATAMENTO COM CAL	Precipita cátions e metais de solução.	Usado para reduzir escala formando potencial de água, precipitação de fósforo e modificação de pH.
FILTRAÇÃO DE MEMBRANA	Microfiltração, nanofiltração e ultrafiltração.	Remoção de partículas e microrganismos da água.
OSMOSE REVERSA	Sistema de membrana para separar íons de solução baseados no diferencial da pressão osmótica reversa.	Remoção de sais dissolvidos e minerais de solução; é também eficiente na remoção de partículas.

6. Sistema de Gestão da Água da Edificação

As ações que objetivam a conservação de água abrangem duas áreas distintas: a técnica e a humana. Na área técnica estão inseridas as ações de avaliação, medições, aplicações de tecnologias e procedimentos para enquadramento do uso. Já na área humana se inserem o comportamento e expectativas sobre o uso da água e os procedimentos para realização de atividades consumidoras.

Para um PCA ser bem sucedido na sua execução é preciso que haja uma política de gestão da água que tenha como premissas básicas:

- estabelecimento da política de conservação de água pela direção ou por parte dos responsáveis pela edificação;
- integração do plano de gestão da água com os demais insumos, de forma que seja possível avaliar os impactos gerados do PCA aos demais insumos, inclusive após a aplicação do programa;
- sinergismo e alinhamento das áreas humanas e técnicas;
- atualização constante dos dados. É essencial a obtenção de dados da condição anterior à implantação do programa para que seja possível mensurar os progressos obtidos e o cumprimento de metas, bem como o planejamento das ações futuras dentro de um plano de melhoria contínua. No caso de novas edificações, devem ser utilizados indicadores de consumo de água por tipologia ou atividade específica;
- avaliação contínua não só da quantidade de água envolvida nas atividades, mas, também, da forma como a mesma é utilizada e com que qualidade;
- divulgação das diretrizes básicas, metas e economias geradas aos usuários internos e externos à entidade etc.

Para a manutenção dos índices de economia obtidos é necessário que o plano de gestão compreenda ações de base operacional, institucional e educacional.

6.1. AÇÕES DE BASE OPERACIONAL

As ações de base operacional permitem manter sob controle os indicadores obtidos, assim como atualizada a avaliação da edificação quanto ao uso da água. Fazem parte dessas ações:

- criação de política permanente de manutenção preventiva e corretiva;
- geração de procedimentos específicos de uso da água nos processos prediais e industriais constantemente atualizados;
- acompanhamento do monitoramento contínuo do consumo por meio de planilhas eletrônicas e gráficas;
- realização de vistorias aleatórias nos setores de maior consumo para avaliação do uso da água;
- constante divulgação das novas metas e resultados obtidos para todos os usuários da edificação em estudo;
- atualização constante dos dados; e
- plano de melhoria contínua.

No caso do monitoramento do consumo, definidas as ligações de água, deve-se proceder à coleta de dados de consumo por meio de instrumentos simples, como as contas de água e as leituras *in loco*, ou pela medição setorizada e telemedição.⁹

No caso das contas de água emitidas pela concessionária, é possível obter o consumo do mês (assim como as duas leituras que permitiram calcular este consumo), o consumo dos últimos seis meses e o consumo médio relativo a esse período. Para a tarifação por parte das concessionárias, a leitura ocorre mensalmente (em alguns casos, duas vezes - a segunda para conferência) e há defasagem entre a leitura e a conta.

Porém, um menor intervalo de tempo no controle do consumo diário proporciona maior capacidade de rastreamento, no caso de possíveis variações, e agilidade na intervenção.

No caso de medição setorizada, há maior número de pontos de consumo monitorados e assim se tem um melhor acompanhamento do consumo, por exemplo, através da determinação com maior precisão da localização de um vazamento (ou outra anomalia do consumo) ou da realização da cobrança da água consumida por uma lanchonete ou terceiros que estejam instalados internamente às dependências da edificação, por exemplo, em um aeroporto.

9.SILVA, 2004

6.2. AÇÕES DE BASE EDUCACIONAL

As ações de base educacional garantem o acompanhamento e a mudança comportamental dos usuários. Essas atividades estão divididas entre dois diferentes públicos, o primeiro deles o gestor da água, e o segundo os demais usuários.

O gestor (ou a equipe de gestão) da água é o responsável por transformar o comprometimento assumido em conservar a água em um plano de trabalho exeqüível, com o objetivo de alcançar as metas preestabelecidas pela organização.

O gestor da água deve ser responsável por:

- avaliar as ações de conservação já realizadas com análise dos impactos positivos e negativos;
- buscar subsídios que justifiquem o benefício do PCA numa edificação para motivar os demais usuários;
- estabelecer as verbas necessárias e, se possível, dependendo da tipologia, garanti-las junto da alta gerência ou dos responsáveis;
- estabelecer critérios de documentação e avaliação das ações a serem realizadas;
- estabelecer as ações de base educacional a serem desenvolvidas junto dos demais usuários;
- traçar diretrizes para as ações de base institucional de maneira que fortaleça a divulgação do PCA;
- estabelecer ações de base operacional, desenvolvendo critérios de medição como forma de subsídio constante para que haja uma melhoria contínua dos resultados obtidos;
- reportar constantemente o andamento e os resultados obtidos aos responsáveis;
- promover abertura e divulgação na mídia e;
- manter transparência de ações e resultados.

Para os demais usuários da edificação, devem ser multiplicadas as diretrizes e ações do PCA por meio do estabelecimento de um programa educacional que deverá informar, por exemplo:

- a importância e necessidade do PCA adotado para a edificação;
- as metas a serem alcançadas;
- a importância da contribuição de cada usuário no cumprimento das metas da entidade;
- o estabelecimento de metas de economia por usuário e por equipes para incentivo ainda maior da obtenção das metas;

- novos procedimentos e equipamentos;
- divulgação constante dos resultados obtidos para avaliação crítica da atuação de cada um dentro da edificação.

Sugere-se ainda que cada usuário da edificação receba uma carta da direção ou dos principais responsáveis pelo PCA implantado, comunicando os detalhes e metas do programa, solicitando o apoio dos mesmos e convidando-os a participar e colaborar com informações.

Para a multiplicação das informações necessárias e engajamento de todos os usuários, o gestor da água deve ainda divulgá-las através de cartas, e-mails, relatórios, manuais, pôsteres, etc. Outras medidas que auxiliam em um maior envolvimento dos usuários com a conservação de água são, por exemplo:

- estabelecimento de um programa de incentivos (participação dos usuários nas economias obtidas; bônus para usuários que detectarem perdas físicas ou desperdícios dentro da edificação);
- criação de um "canal" aberto de comunicação onde cada usuário possa contribuir com o PCA implantado;
- criação de um "slogan" para que a conservação de água se torne uma grande meta dentro da organização.

6.3. AÇÕES DE BASE INSTITUCIONAL

Estas ações visam o usuário interno e externo à edificação, com foco principal na responsabilidade social e benefício a ser gerado para o meio ambiente externo. Constitui uma das atividades a multiplicação do PCA implantado para a comunidade externa, como fator positivo quanto à integração edificação-meio ambiente, através de relatórios publicados, seminários, revistas, jornais, entre outros. É importante que a edificação seja visitada por pessoas do ambiente externo para que os resultados dos trabalhos possam ser apresentados e divulgados, tornando-se referência para as demais.

7. Estudos de Caso

Os resultados dos exemplos citados a seguir devem ser avaliados somente dentro dos contextos específicos em que se encontram inseridos. Ou seja, as situações de economia e otimização encontradas em cada exemplo não devem ser extrapoladas para outro, pois a realidade do consumo muda sob inúmeras variáveis, particularmente pela ação do usuário.

Conforme demonstrado ao longo deste trabalho, existem diversas medidas que podem ser concebidas ou implementadas visando o uso racional, atuando-se na oferta ou na demanda de água. Deve-se atentar para o fato de que elas são bem distintas quando se trata de um empreendimento ainda em projeto ou de uma edificação existente. O alcance da aplicação dessas medidas difere muito por tipo de edificação principalmente quando se tratar de empreendimentos em operação. Os exemplos a seguir procuram ilustrar essas situações e os resultados obtidos.

A princípio sugere-se considerar as seguintes particularidades, em cada situação:

a– Edifícios existentes:

- Deve ser feito um diagnóstico abrangente da situação, por uma empresa de engenharia.
- As primeiras providências devem ser as de manutenção corretiva, se pertinentes, antes de se avaliar as possibilidades de melhoria.
- Deve ser parametrizada a situação atual, e estudadas previamente as alternativas de implementação das medidas e seus resultados.
- Devem ser levados em conta, com maior ênfase, os impactos da implementação das medidas, não esquecendo das interferências aos sistemas existentes e a permanecer.
- Deve ser feita uma análise dos resultados obtidos e avaliada com as proposições iniciais; podem ser necessárias medidas complementares.

b– Edifícios novos (condições de projeto):

- É sempre importante uma correta concepção de projeto, para que se alcance a desejada eficiência na operação;
- Devem ser avaliadas as possibilidades de uso racional, sempre do ponto de vista técnico-econômico, considerando não somente o custo inicial da implantação do sistema, mas a redução dos custos de operação do edifício;

- Os projetos dos sistemas elétricos e hidráulicos devem prever infra-estrutura que permita a implantação futura tanto dos sistemas de uso racional, quanto de retrofit de materiais e equipamentos destes sistemas;
- Há necessidade de grande compatibilização entre disciplinas no momento da concepção do empreendimento, razão pela qual a adoção de medidas de uso racional deve ser discutida com o empreendedor, em conjunto com os projetos de arquitetura, estrutura, ar condicionado, paisagismo, automação predial, e outros;
- Devem ser verificadas cuidadosamente as normas técnicas e legislação pertinentes, exigidas para cada caso;
- É importante que, não só a administração final das edificações, mas também a equipe de comercialização do imóvel estejam envolvidas nos conceitos a serem adotados no projeto, para se viabilizar a forma adequada de aplicação destas medidas.

c– Canteiros de obra

- Antes da implantação de um canteiro de obras, deve ser feito um estudo do abastecimento de água e da condição de captação de esgoto; se existirem redes no local, devem ser providenciados os pedidos de ligação oficiais na concessionária. Devem ser evitadas improvisações, tais como instalações precárias de empréstimo de água com vizinhos, uso de poços de superfície etc.
- A concepção do projeto executivo (arquitetura, paisagismo, sistemas elétricos e hidráulicos) deve envolver as instalações provisórias de obra, bem como a localização dos pontos de entrada, desta fase e os definitivos (quais sejam, água, esgoto e energia), devidamente compatibilizados com a logística de execução do empreendimento.
- Recomenda-se que haja pelo menos um projeto básico para as instalações hidráulicas do canteiro de obras, envolvendo:

POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO dos elementos consumidores, tais como sanitários, cozinha, áreas de produção de argamassa e de concreto, áreas de lavagem de veículos, áreas de limpeza, reservatórios etc.

CORRETO DIMENSIONAMENTO e localização do reservatório provisório, considerando a capacidade do cavalete de água e/ou a necessidade de abastecimentos externos fortuitos; deve ser evitado o uso de tambores como reservatórios auxiliares, pois sempre sobra no fundo deles um volume inaproveitável que em geral é descartado e ainda pode ser local de acúmulo de vetores de doenças (dengue).

ESTUDO CRITERIOSO da distribuição das tubulações ao longo do canteiro, de modo que não possam ser facilmente danificadas ou venham a dificultar a movimentação de operários, elementos de transporte, veículos e equipamentos.

CUIDADOS ESPECIAIS na afixação e suspensão das tubulações e sistemas aparentes, principalmente em regiões de estocagem, que além do desperdício em si, podem provocar danos a outros materiais.

CONCEPÇÃO DO PROJETO que permita o abastecimento através do reservatório para os sanitários, áreas de limpeza e processos, evitando-se a alimentação direta da rede primária de abastecimento ou via cavalete (pois em muitas regiões, a concessionária opera em sistema de rodízio, restabelecendo a água fora do horário de trabalho, e com torneiras abertas provoca desperdícios).

CORRETA SINALIZAÇÃO e indicação de bebedouros para os operários, evitando-se contaminação por ingestão de águas inadequadas.

ESPECIFICAÇÃO DE METAIS e aparelhos sanitários que resistam a intensas solicitações – situação natural nos canteiros –, evitando-se que venham a apresentar desgastes prematuros e vazamentos.

UTILIZAÇÃO DE MANGUEIRAS de curto comprimento, e de maior resistência, pois são grande fonte de desperdício; isto se consegue com uma melhor localização de torneiras.

7.1. EXEMPLOS DE ESTUDOS DE CASOS

7.1.1 - Exemplo 1 – Plano de Identificação de Vazamentos e uso eficiente de Água para Hospitais Existentes em São Paulo

7.1.1.1. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

Composto por:

- Instituto do Hospital das Clínicas – ICHC – 45.127 m²;
- Instituto de Radiologia – InRad – 4.000 m²;
- Instituto de Ortopedia e Traumatismo – IOT – 25.073 m²;
- Instituto de Psiquiatria – IPQ – 15.208 m²;
- Instituto da Criança – Icr – 10.887 m²;
- Instituto do Coração – INCOR – 65.716 m²;

- Prédio dos Ambulatórios – PAMB – 117.127 m²;
- Residência Médica – RM – 6.101 m²;
- Centro de Convenções Rebouças – 4.074 m²;
- Prédio da Administração – PA – 12.000 m².
- Departamento de Construção e Conservação – DCC – 2.311 m²;
- Lavanderia – 1.935 m²;
- Transportes – 2.700 m²;
- Outras edificações – 6.643 m².

Ações:

- Identificação de todos os pontos de consumo de água de todos os edifícios do complexo.
- Setorização dos pontos com base nos hidrômetros existentes.
- Identificação dos pontos de vazamento visíveis.
- Substituição de componentes.
- Treinamento de funcionários.

Resumo dos valores característicos dos consumos e vazões dos hidrômetros

Edifícios	Consumo médio diário (m ³)	Q (L/s)
PAMB e CC Rebouças	899,21	1,07
EMEI, DCC, Lavanderia, Caldeira, PA, Prodesp, FMUSP, IPQ e Transporte	734,21	9,00
INCOR	350,77	4,32
ICR	153,30	1,92
AAAOC e Lanchonete	40,85	0,48

Verificação de vazamentos da rede externa:

Edifícios	Vazão média de vazamento (L/s)
EMEI, DCC, Lavanderia, Caldeira, PA, Prodesp, FMUSP, IPQ e Transporte	0,33
EMEI, DCC, Lavanderia	6,72
ICR	0,31

Característica da edificação:

- 5.000 usuários diários entre a população fixa e flutuante;
- Área construída: 48.136 m²;
- Área em ampliação (em 1996): 17.637 m².

Ações tecnológicas:

- Correção de vazamentos;
- Substituição de componentes convencionais por economizadores:
 - Chuveiros com restritores de vazão de 0,13 L/s em banheiros e unidades – 149 unidades;
 - Torneiras eletrônicas a pilha em consultório, UTI etc. – 53 unidades;
 - Torneiras hidromecânicas em sanitários públicos e de funcionários – 86 unidades;
 - Torneiras com pastilha cerâmica e alavanca para cozinha – 15 unidades;
 - Torneira *spray-washer* para a cuba de pré-lavagem de utensílios na cozinha – 1 unidade.

Consumo de água	m ³	Redução	Retorno em dias
Inicial	15.242	—	
Após correção de vazamentos	10.908	28,42%	27
Economia mensal	4.334	—	
Economia mensal após substituição de componentes	2.013	21,23%	86

7.1.1.2. Hospital das Clínicas da UNICAMP – em andamento

Composto por:

- 6 pavimentos, distribuídos em seis blocos: A – Ambulatórios; Bloco B - Pronto Socorro, radiologia, centro cirúrgico ambulatorial e procedimentos especializados; C – Enfermarias; D - Caixa d'água e elevadores, interligação entre os blocos A e C; E - Áreas de apoio técnico e administrativos, enfermarias, centro cirúrgico, UTI e central de materiais; F – Laboratórios.

Ações:

- Identificação e cadastramento de todos os pontos de consumo de água, com exceção dos instalados em áreas em que o acesso é restrito;
- Detecção de vazamentos em todos os pontos de consumo cadastrados.

Característica da edificação:

- Média de leitos oferecidos: 370 leitos;
- Média de consultas mensais: 29.563 consultas/mês (Consultas ambulatoriais + UER)*;
- Funcionários (HC+UER): 3.109 funcionários;
- Área construída: 98.690m²;
- Área livre: 31.145m².

Ações tecnológicas:

- Correção de vazamentos;
- Implantação piloto de setorização da medição do consumo no setor de Oftalmologia: Instalação de dois hidrômetros eletrônicos nos ramais de abastecimento das bacias e das torneiras.
- Estudo piloto de instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água: Instalação e regulação de quatro torneiras hidromecânicas de bancada nos banheiros de acesso público; instalação e regulação de 4 bacias de volume reduzido nos banheiros de acesso público.
- Sensibilização dos usuários da Divisão de Engenharia e Manutenção.

Consumo de água – avaliação somente da ação de conserto de vazamentos:

- Média de consumo anterior ao início das atividades (set/2002 a jul/2003): 13.356,70m³/mês;
- Média de consumo após correção de vazamentos (ago/2003 a fev/2004): 11.822m³/mês;
- Economia mensal média: 1.534,84m³/mês;
- Redução média mensal: 11,50%.

7.1.2. – Exemplo 2 - Redução de Consumo de Água com Substituição de Bacias Sanitárias (6 lpf) e Aparelhos em Escola Municipal**a– Diagnóstico**

O exemplo em questão trata de medições de consumo de água nos banheiros masculino e feminino da escola. A medição foi realizada com CLP (Controlador Lógico Programável) obtendo-se o consumo de água por utilização dos seguintes produtos:

- Bacia sanitária;
- Válvula para mictório; e
- Torneira para mictório.

Após os levantamentos iniciais os equipamentos foram substituídos por equipamentos destinados à economia de água, obtendo-se a economia total de água.

b– Plano de intervenção

b1 - Primeira ação: instalação de sistemas de medição em sanitários piloto.

b2 - Segunda ação: substituição dos produtos abaixo relacionados:

- 9 torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático;
- 10 bacias sanitárias por bacias 6 lpf (litros por função);
- 10 válvulas de descarga antiga por novas com acabamento antivandalismo; e
- 3 registros de pressão por válvulas para mictório com fechamento automático.

c- Avaliação

c1 - Resumo dos resultados com troca de torneiras e válvulas para mictório

	Antes	Depois
Banheiro feminino – Torneiras (L)	655,9 / mês	108,2 / mês
Banheiro Masculino: Mictórios + Torneiras (L)*	119.234,2 / mês	177,4 / mês
Consumo Total das torneiras e mictórios dos dois banheiros	119.890,1 / mês	285,6 / mês

ECONOMIA (L)	119.604,5
ECONOMIA (R\$/MÊS)	R\$ 1.435,25
INVESTIMENTO COM PRODUTOS	R\$ 3.060,30
PAY-BACK (MESES)	2,13

c2 - Resumo dos resultados com troca de bacias e válvulas de descarga

	Antes	Depois
Banheiro feminino – Válvulas	3.721,6 / mês	2.028,2 / mês
Banheiro masculino – Válvulas	5.477 / mês	1497,4 / mês
Consumo Total das torneiras e mictórios dos dois banheiros	9.198,6 / mês	3.525,6 / mês

ECONOMIA (L)	5.673
ECONOMIA (R\$/MÊS)	R\$ 68,10
INVESTIMENTO COM PRODUTOS	R\$ 891,80
PAY-BACK (MESES)	13

d - Resumo geral

INVESTIMENTO TOTAL	R\$ 3.952,10
POTENCIAL DE ECONOMIA	82,1%
ECONOMIA MENSAL	R\$ 1.503,35
PAY-BACK (MESES)	2,63 meses

7.1.3- Exemplo 3 - Redução de Consumo para Sistemas Centralizados de Ar Condicionado: Instalação de Trocadores de Calor de Circuito Fechado em Substituição às Torres de Resfriamento, em Edifício Funcional de Telecomunicações em São Paulo

a- Diagnóstico

O exemplo em questão trata de um prédio de telecomunicações, que opera há mais de 20 anos, cuja capacidade do sistema de ar condicionado é de aproximadamente 110 TR, constituído por sete equipamentos do tipo *self-containers*, com condensação a água.

Para o resfriamento da água de condensação existiam duas torres de resfriamento com capacidade total para resfriar cerca de 110 m³ /hora de 34,5°C para 29,5°C.

O prédio em questão consumia cerca de 550 m³/mês, sendo quase a totalidade deste consumo devido ao ar condicionado, pois existe pouca ocupação de pessoal.

Nos prédios que possuem sistemas de climatização central, normalmente a maior responsável pelo consumo de água é a instalação de ar condicionado.

Os sistemas de ar condicionado e refrigeração possuem condensadores que operam mediante a liberação de calor proveniente da mudança de estado físico do fluido refrigerante.

Estes sistemas podem rejeitar o calor para uma massa de água ou para o ar ambiente.

Os condensadores que rejeitam calor diretamente para o ar ambiente necessitam de instalação ao tempo, ou seja, em área externa do ambiente, e ficam próximos aos compressores, em equipamentos compactos que integram o condensador, o compressor e o evaporador.

Quando, entretanto, não é conveniente a utilização desses equipamentos denominados “resfriadores com condensação a ar”, devido a problemas de espaço, nível de ruído ou outros motivos de origem técnica, a solução normalmente adotada é a remoção de calor através de água que circula pelo condensador, sendo conduzida até uma torre de resfriamento por ação de bombas centrífugas.

Na torre de resfriamento a água proveniente do condensador é resfriada através do contato com o ar sendo pulverizada por ejetores ou fazendo-a descer de chicana em chicana numa grande área superficial onde haverá troca de calor e massa.

O ar que circula através da torre impulsionado por ventiladores absorve o calor proveniente do condensador principalmente pela evaporação de parte da água em circulação.

Esta evaporação, bem como o arraste e a purga da água de uma torre de resfriamento são as principais causas do consumo de água de uma instalação de ar condicionado ou refrigeração.

O consumo de água de uma torre de resfriamento é calculado pelos engenheiros projetistas como sendo de 1% a 3% do volume circulado.

Considerando que a imensa maioria dos projetos de ar condicionado é executada prevendo-se a recirculação de 11,34 litros de água por minuto por tonelada de refrigeração, pode-se estimar o consumo através das horas de funcionamento mensal.

Somente a título de exemplo pode-se admitir que uma instalação de 100 TRs de ar condicionado que opera em São Paulo, 30 dias por mês e 24 horas por dia com um fator de carga de 0,5 irá consumir cerca de:

$100 \text{ TRs} \times 11,34 \text{ litros/ minutos} \times 60 \text{ minutos/ horas} \times 24 \text{ horas/ dia} \times 30 \text{ dias/ mês} \times 0,02 \text{ (2\%)} \times 0,5 \text{ (Fator de Carga)}$
 $= 489,8 \text{ m}^3 \text{ de água por mês.}$

Ocorre, entretanto, que em cidades como São Paulo, onde as condições de temperaturas do ar externo ao longo do ano não ultrapassam 35°C, a torre de resfriamento pode ser substituída com toda a segurança quanto ao desempenho da instalação por trocador de calor de circuito fechado, que cumpre idêntica função transferindo o calor da água proveniente do condensador diretamente para o ar.

Este trocador de calor que é utilizado há muitos anos na Europa é construído em tubos de cobre e aletas de alumínio e também possui ventilador para movimentação do ar através do mesmo.

Essa solução pode ser adotada tanto para os novos prédios quanto para os prédios existentes, sendo a única condicionante a existência de espaço físico para a instalação dos trocadores de calor, pois na imensa maioria dos casos até a mesma bomba de recirculação pode ser conservada.

A utilização de trocadores de calor em vez das torres de resfriamento traz as seguintes vantagens adicionais:

- oferece maior confiabilidade no funcionamento devido à possibilidade de falta de água.
- elimina a necessidade de tratamento contínuo da água de condensação que circula pela torre.
- elimina o problema de incrustação nos tubos de condensadores.

b– Plano de intervenção

b.1- Ação: substituição das torres de resfriamento por trocadores de calor

Em substituição ao referido sistema de resfriamento, constituído pelas duas torres de resfriamento, foram instalados três módulos de trocadores de calor de circuito fechado.

A capacidade unitária de cada módulo é de aproximadamente 45 TRs.

O gabinete é totalmente construído em chapas e perfis metálicos galvanizados a fogo com pintura de acabamento eletrostática aplicada sobre base de poliéster.

As dimensões externas do módulo são 2,40 metros (comprimento) por 1,80 metro (largura) por 1,40 metro (altura).

O módulo contém quatro ventiladores axiais e duas serpentinas construídas em tubos de cobre e aletas de alumínio, cada uma delas com capacidade para remover cerca de 65.500 Kcal/h.

Cada módulo contém duas serpentinas construídas em tubos de cobre e aletas de alumínio; as dimensões externas são 2027 mm de comprimento por 1524 mm de altura; cada serpentina tem capacidade de remover cerca de 65500 Kcal/h. e quatro ventiladores axiais.

A alimentação elétrica dos motores e respectivo comando foram executados através de quadro elétrico provido de chaves seccionadoras, contadoras, controlador eletrônico e sensores instalados nas tubulações de entrada e saída de água dos condensadores.

c– Avaliação

c.1 – Avaliação do programa de redução de consumo

Como resultado da instalação dos trocadores de calor o volume de água consumida pela edificação caiu para cerca de 60 m³/ mês.

Analisando-se os resultados de redução de consumo de água após a instalação dos trocadores, temos:

- consumo mensal (histórico) com torres de resfriamento: 550 m³/mês
- consumo mensal após a instalação dos trocadores: 60 m³/mês

O impacto de redução de água pelo agente consumidor ar condicionado, seria:

$$IR = \{(IACP - ICDP) / IACP\} \times 100$$

Sendo:

ICAP – indicador de consumo antes do programa de redução

ICDP – indicador de consumo depois do programa de redução

Neste caso teríamos:

$$IR = \{(550 - 60) / 550\} \times 100 = 89 \%$$

Portanto, a instalação conseguiu reduzir o consumo de água em 89%, além de proporcionar as vantagens em termos de confiabilidade e custos operacionais já citados anteriormente.

c.2 – Análise do *pay-back* na instalação do programa

Os custos envolvidos foram:

- custo de implantação dos trocadores – R\$ 150.000,00
- custos adicionais- sistemas elétricos, adaptações hidráulicas e outros – R\$ 50.000,00

Avaliando-se o período de retorno, ou seja, *pay-back*, cujo indicador é o número de meses necessários para recuperar o investimento nominal dispendido, temos para o cálculo dos montantes, a juros compostos, os valores correspondentes:

$$e : \quad m = c (1 + i)^n$$

$$m = \frac{R. (1 + i)^n - 1}{i}$$

onde:

m = montante

c = capital aplicado

i = taxa nominal de juros 1,5 % a.m.

R = valor mensal da economia obtida com a implantação dos trocadores, estimada em R\$ 7.000,00.

n = número de meses necessários à amortização do investimento.

Dessa forma, calcula-se em 37 o número de meses necessários para a amortização completa do investimento.

Observa-se que este valor pode variar em função das dificuldades eventuais para a execução das adaptações elétricas e hidráulicas; entretanto, normalmente é bastante simples a substituição das torres de resfriamento pelos trocadores de calor e o número de meses necessários para amortizar o investimento oscila entre 30 e 45 meses.

d- Considerações finais

A utilização dos trocadores de calor de circuito fechado não é evidentemente uma solução aplicável a todas as instalações de ar condicionado, pois exige uma área externa maior do que a ocupada pelas torres de resfriamento. Entretanto, consiste numa opção bastante viável do ponto de vista técnico e econômico, que deve ser analisada e utilizada sempre que possível, pois reduz substancialmente o impacto ambiental.

7.1.4 - Exemplo 4 – Programa de Uso Racional de Água para Armazém de Entrepósitos em São Paulo

CEAGESP

Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo

PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA – PURA CEAGESP

Início do Pura: setembro de 1998

a- Diagnóstico

- Consumo mensal de água no período histórico janeiro a agosto de 1998: 65.000 m³/mês.
- Número de agentes consumidores: parcela não definida de 50.000 pessoas/dia.
- Indicador de consumo no período histórico 39,4 litros/pessoa/dia.

- Vazamentos visíveis e não-visíveis 24.240 m³/mês.
- Perda total no sistema: 808 m³/dia.
- Procedimentos dos usuários: torneiras abertas desnecessariamente.

b- Plano de intervenção

Sendo o objetivo deste programa a redução do consumo de água, elaborou-se a partir do diagnóstico o seguinte plano de intervenção:

1ª Ação- Reparos de vazamentos (setembro a dezembro de 1998)

- Consertos de tubulações dos sistemas de água para eliminação de vazamento.
- Manutenção de componentes e aparelhos que apresentavam vazamentos.

2ª Ação- Substituição de aparelhos convencionais por economizadores de água

- Instalação preferencial de aparelhos com características específicas de resistência ao vandalismo, (AV) e fechamento automático através de sistema hidromecânico.

Lavatório	Torneira para lavatório de parede (AV) Torneira para lavatório de mesa Registro regulador de vazão para torneiras
Mictórios	Válvula para mictório (AV)
Chuveiros	Válvula de fechamento automático (AV) - Temporização; 35seg.
Bacias	Válvula de descarga com acabamento (AV) Bacias de 6L
Pátios	Torneiras de acionamento restrito

3ª Ação- Campanha educacional

c- Avaliação

c1- Avaliação de redução de consumo de água PURA CEAGESP

- Consumo per capita; redução de 39.4 para 27 litros/pessoa/dia.
- O impacto total, de redução de consumo de água alcançado após os reparos dos vazamentos e substituição de aparelhos convencionais por economizadores foi de 32%.

c2- Avaliação econômica do PURA CEAGESP

Custos

Consultoria, mão-de-obra, materiais e aparelhos economizadores: R\$ 212.000,00.

Economia mensal gerada pela redução do consumo de água: R\$ 238.000,00.

Pay-back relativo à implementação do Pura Ceagesp: 26 dias.

c2- Considerações Finais

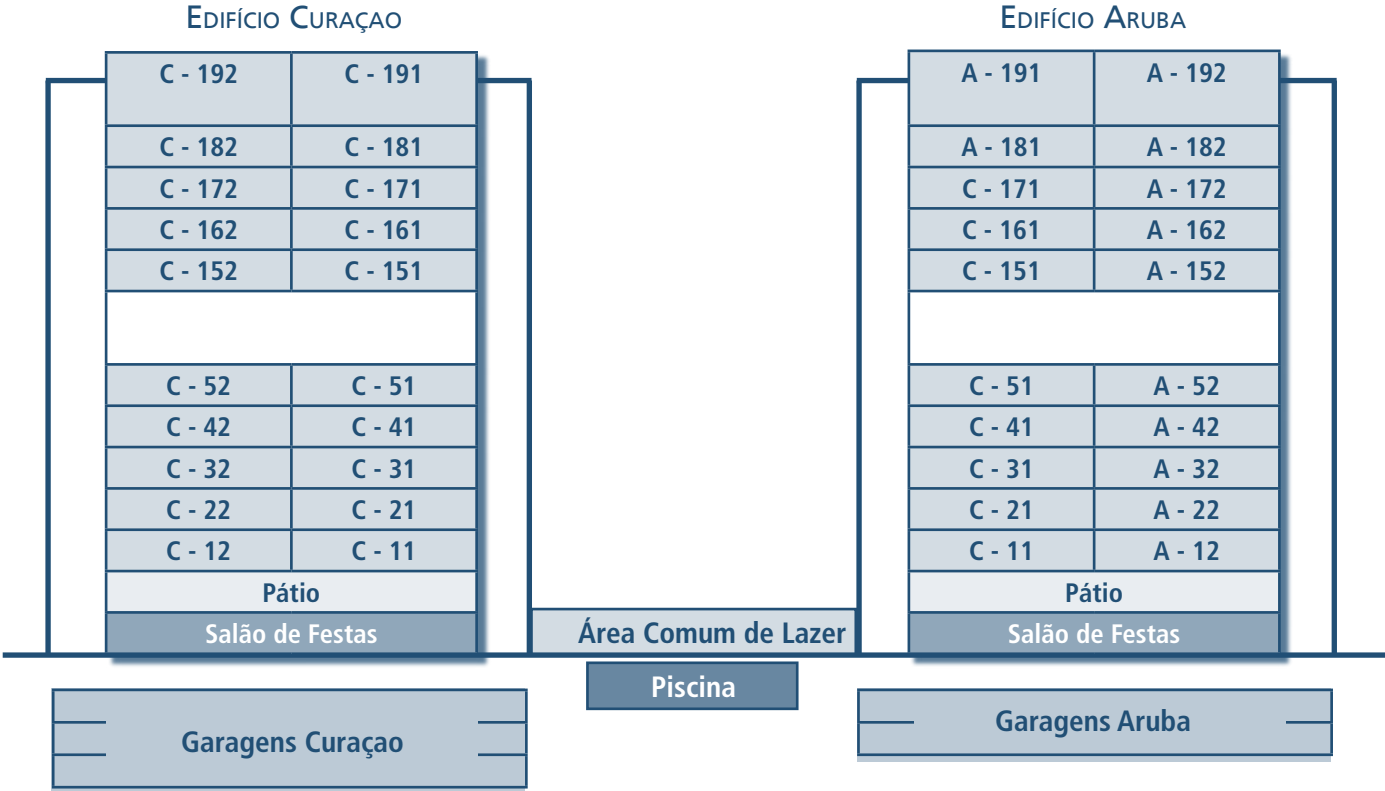
O trabalho de uso racional da água teve continuidade no período de 2003 a 2005, resultando no consumo atual de 32.900m³, portanto com redução de consumo de água de 49% em relação a agosto de 1998.

7.1.5. Exemplo 5 – Redução de Consumo em Condomínio de Edifícios Residenciais em São Paulo

a- Características da edificação:

O Condomínio Antilhas é formado por dois edifícios, Aruba e Curaçao. Cada bloco tem 18 pavimentos com dois apartamentos por andar sendo o 19º pavimento de cada bloco composto por duas coberturas duplex. As garagens estão localizadas no subsolo.

O edifício Aruba conta com dois pavimentos e o Curaçao com três. Na área de lazer, de uso comum, estão as piscinas, sala de ginástica, sauna e churrasqueira. Cada bloco conta com um salão de festas, além de uma área de lazer aberta num pavimento chamado pátio, localizado em um mezanino.



b- Diagnóstico:

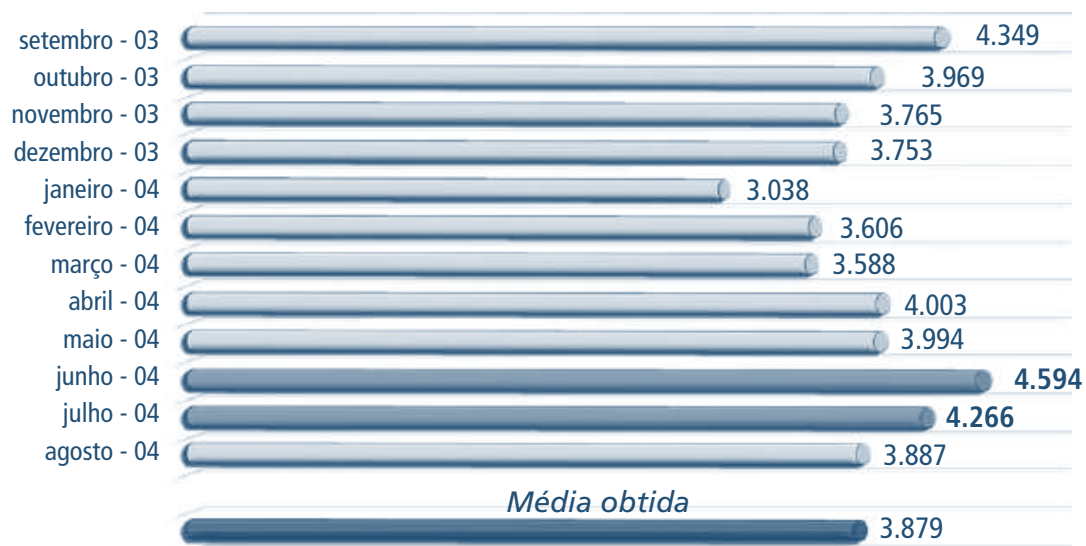
Trata-se da instalação de equipamentos para redução de vazão de água em pontos estrategicamente escolhidos, que resultam na racionalização e diminuição no consumo de água e do volume de esgotos.

O parâmetro básico para a análise foi calculado em dados obtidos das contas da SABESP, considerando o histórico de consumo dos edifícios durante o período de 12 meses consecutivos.

Durante este levantamento verificou-se que ocorreu um vazamento no ramal da tomada de recalque para o Corpo de Bombeiros do edifício, resultando em significativa distorção nos meses de junho e julho de 2004.

setembro - 03	4.349
outubro - 03	3.969
novembro - 03	3.765
dezembro - 03	3.753
janeiro - 04	3.038
fevereiro - 04	3.606
março - 04	3.588
abril - 04	4.003
maio - 04	3.994
junho - 04	4.594
julho - 04	4.266
agosto - 04	3.887

Na análise adotou-se a média obtida nestes meses com o expurgo daqueles em que ocorreu o vazamento.



c- Plano de intervenção

O plano dar-se-á em duas etapas; os resultados mostrados abaixo avaliam somente a primeira ação:

1ª Ação : Intervenção nas áreas de uso comum e na chamada área branca dos apartamentos (cozinha, área de serviço e dependências de empregada).

2ª Ação: Intervenção nas áreas social e íntima dos apartamentos.

Concluída a primeira etapa deste trabalho, analisada, e verificados os bons resultados obtidos, terá início em seguida a implantação da segunda etapa .

A implantação da primeira etapa iniciou-se em 30/11/2004 e foi executada em 31 dias, em 72 dos 77 apartamentos do condomínio. Portanto, foi possível contar com a colaboração de 94% dos moradores dos dois edifícios.

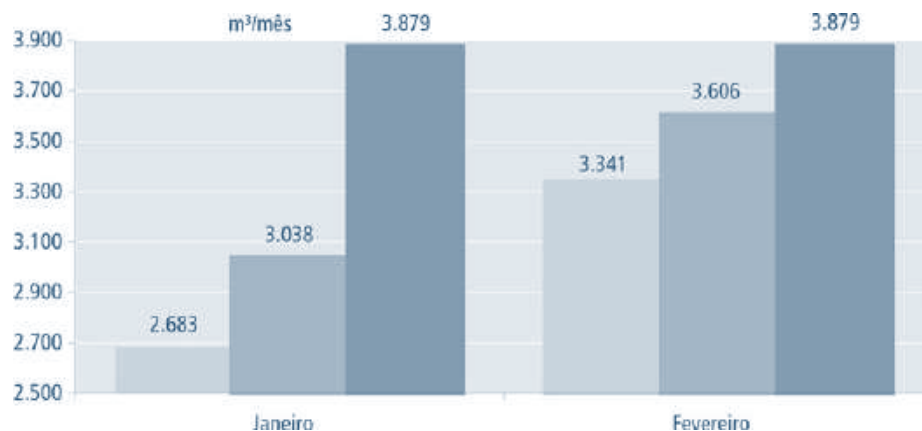
d- Avaliação

A evolução da obra e a proporcional queda de consumo podem ser demonstradas na curva a seguir, implantando-se a primeira etapa:

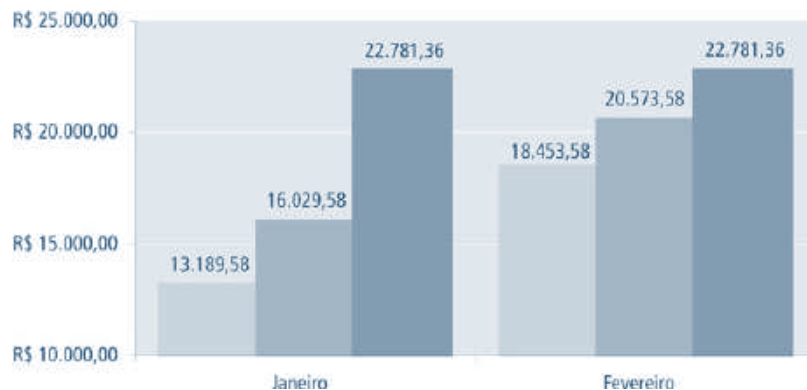


Os resultados obtidos podem ser demonstrados com o gráfico abaixo, separando-se os resultados por :

- **Consumo**



- **Custo**



Considerando as médias de consumo e de custo do ano anterior, temos:

	Janeiro	Fevereiro	Média
Consumo Médio 2004	3.879,00	3.879,00	3.879,00
Consumo 2005	2.683,00	3.341,00	3.012,00
Diferença	1.196,00	538,00	867,00
%	30,83	13,87	22,35

	Janeiro	Fevereiro	Média
Custo Médio 2004	22.781,36	22.781,36	22.781,36
Custo 2005	13.189,58	18.453,58	15.821,58
Diferença	9.591,78	4.327,78	6.959,78
%	42,10	19,00	30,55

Na continuidade do trabalho, implantando-se a segunda etapa, deverá ser realizada a intervenção nos pontos restantes dos apartamentos (áreas social e íntima).

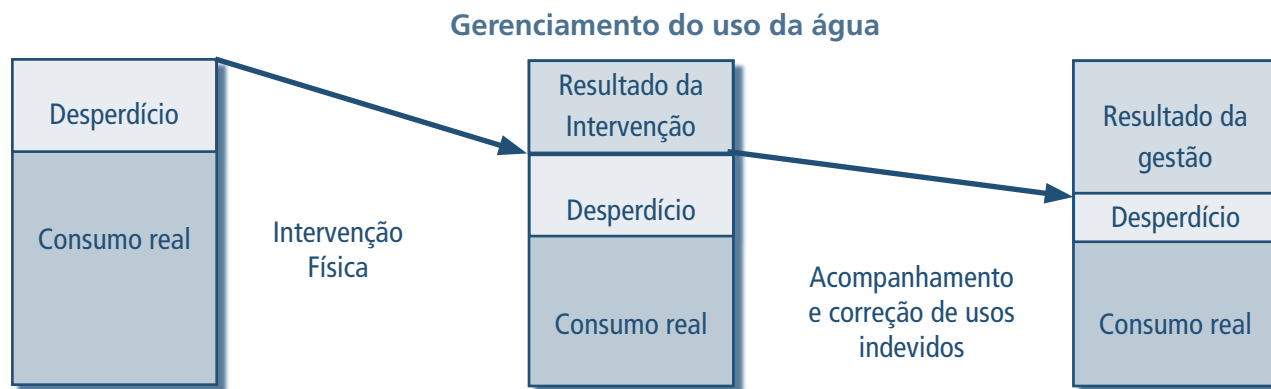
Em seguida deverão ser avaliados os novos resultados advindos desta segunda etapa e verificada a viabilidade da troca das bacias sanitárias e caixas acopladas.

e- Conclusões somente com a primeira etapa

A conclusão do trabalho de intervenção física projeta uma redução de consumo de aproximadamente 25%; desta forma a projeção de consumo e custos seria:

	Consumo (m ³ /mês)	Custo (R\$/mês)
Média 2004	3.879	22.784
Projeção 2005	2.909	15.000
Diferença	970	7.784
%	25,00	34.17

- O método minimiza o desperdício nos pontos de maior consumo.
- A implantação é simples e causa um mínimo de transtorno aos moradores.
- Os resultados obtidos em condomínios residenciais de grande consumo por apartamento são significativos em função da estrutura tarifária de água e esgoto. O resultado positivo da implantação é fruto das modificações, do acompanhamento e da gestão de consumos.
- A intervenção visa a redução do consumo real e do desperdício.
- O acompanhamento e gestão durante o período em questão, além de minimizar o desperdício, visa também detectar a ocorrência de anomalias no abastecimento



7.1.6 – Exemplo 6 – Redução de Consumo por Troca de Aparelhos em Edifício Comercial em São Paulo

a- Características da edificação

Edifício comercial com 4 torres com 18 pavimentos cada.

Área construída: 83.659 m².

Torre 2 com restaurantes (900 refeições/dia).

População (fixa/flutuante): 4.500 pessoas.

b- Ações propostas

- Substituição de 434 torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático;
 - Substituição de 158 mictórios convencionais por mictórios de fechamento automático.
- Concluído em março de 1995.

c- Avaliação

Custo de investimento (material + mão-de-obra): R\$ 83.152,00.

Economia mensal: R\$ 10.258,53.

Retorno - amortização (2%): 9 meses.

d- Conclusão

Ano	Consumo (m ³)	Conta (R\$)
1994	93.739	766.264,60
1995	78.687	642.838,20
Economia	15.052	123.426,40

Impacto da redução: 16%

Consumo *per capita*: redução de 57 para 47 litros/pessoa/dia.

7.1.7 – Exemplo 7 – Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Universidade no Estado de São Paulo

a- Características da edificação

Área de terreno: 2.447.097 m².

Número de edifícios: 228.

Unidades de ensino: 20.

População: superior a 30.000 pessoas por dia.

Área construída (2001): 465.926 m².

b- Ações propostas e objetivos

- Implantar medidas que induzam ao uso racional da água no *campus*.
- Avaliar as medidas a serem adotadas para reduzir o volume consumido nas Unidades.
- Analisar as tecnologias economizadoras para usos específicos.
- Implantar sistema de gestão dos sistemas prediais.
- Conscientizar os usuários sobre a importância da conservação desse insumo.

c- Plano de Intervenção da fase 1 (implantada até 2002)

- Levantamento cadastral de todos os pontos de consumo de água.
- Detecção e conserto de vazamentos.
- Implantação de sistema de telemedição.

c1- Primeira ação: Solução das patologias

- Número de pontos cadastrados: 11.483 pontos de consumo.
- Número de pontos de consumo com patologia: 1.263 pontos de consumo.

c2- Segunda ação: Instalação de dispositivos economizadores

- Número de componentes economizadores instalados: 2.409 componentes.

c3- Implantação do sistema de medição remota

- Número de hidrômetros instalados: 113 hidrômetros eletrônicos.

d- Avaliação do resultado da primeira fase

Para a avaliação dos resultados foi considerado:

- Número de usuários entrevistados: 1.201 pessoas.
- Número de pontos levantados para analisar as tecnologias para uso específico da água: 4.676 pontos.

Os resultados globais apresentados foram:

- Consumo médio antes do programa: 95.392 m³/mês.
- Consumo médio após o programa: 78.851,43 m³/mês.

A implantação do programa no *campus* até 2002 envolveu 72 edificações com redução do consumo de água de 24% e uma economia mensal apurada de R\$ 240.000,00.

7.2. OUTROS EXEMPLOS E ESTUDOS SETORIZADOS

7.2.1- Redução de Consumo de Água com Substituição de Bacias Sanitárias (6 Lpf) em *Shopping Center* em São Paulo

a - Diagnóstico

O exemplo em questão trata de medições de consumo de água no banheiro feminino de um *shopping*, usado predominantemente por lojistas, com o objetivo de comparar o volume médio de água consumido por descarga na configuração original desse banheiro com o volume de água consumido após a instalação de bacias sanitárias de 6 lpf.

b - Plano de intervenção

b1- Primeira ação: instalação de sistemas de medição em sanitário piloto.

b2 - Segunda ação: substituição das bacias convencionais (105 peças) por bacias de 6 litros por fluxo.

c - Avaliação

Como resultado da instalação das novas bacias, o volume de água consumida pela edificação foi reduzido em 20%, atingindo um *pay-back* de 3 meses.

7.2.2 – Aplicação de Registro Restritor de Vazão em Edifícios Existentes

a- Em edifício residencial em São Paulo

Chuveiro

Vazão existente: 0,44 L/s

Vazão após instalação e regulação: 0,12 L/s

REDUÇÃO DE ATÉ 73%

Misturador de lavatório

Vazão existente: 0,27 L/s

Vazão após instalação e regulação: 0,05 L/s

REDUÇÃO DE ATÉ 81%

b- Em hotel em São Paulo

Apto. 9º. andar – Vazão Constatada – Disponível existente 0,80 L/s

Com restritor vazão 0,22 L/s

Reduções para água e gás – Até **72,5%**

Apto. 17º. andar – Vazão Constatada – Disponível existente 0,55 L/s

Com registro restritor: 0,22 L/s

Reduções para água e gás – Até **60%**

7.2.3 –Verificação das Instalações/ Manutenção Corretiva: Edifícios Residenciais em São Paulo

a- Edifício residencial (Moema/São Paulo)

a1- Descrição:

11 pavimentos, 4 apartamentos por pavimento.

a2- Ações Propostas:

Pesquisa e correção de vazamentos na rede interna, reservatórios, pontos de consumo.

Consumo médio de água	m³/mês	Redução
Inicial (nov/1994)	1.460	28,42%
Final (dez/1995)	1.045	
Investimento	R\$ 4.000,00	
Retorno	2 meses	

b - Cozinha industrial no Estado de São Paulo

b1-Ações propostas:

- Correção de vazamentos.
- Substituição de torneiras convencionais por torneiras hidromecânicas.
- Substituição de registro pressão por válvulas hidromecânicas nos chuveiros e mictórios.

Consumo de água	L/refeição	Redução	Retorno em meses
Histórico	41,17	-	-
Após correção de vazamentos	36,06	12,41%	< 1
Após substituição dos equipamentos hidráulicos	31,65	12,23%	3,5
Investimento	R\$ 7.000,00		

c - Palácio dos Bandeirantes

c1- População em 1995: 1537 (fixa), 300 (flutuante).

c2- Ações propostas:

- Substituição de 30% das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático para lavatórios e 50% dos mictórios.

Consumo médio de água	m ³ /dia	Redução
Inicial (1993)	162,65	25,5%
Final (1995)	121,22	

7.3 – ESTUDO DE OFERTA E DEMANDA PARA EDIFICAÇÕES

Avaliação de Oferta e Demanda para Edifício Comercial em São Paulo

a- Caracterização da edificação

As características do empreendimento são:

- 4 subsolos destinados a estacionamento e ambientes de infra-estrutura, edificação complementar também para garagem, pavimento térreo com auditório e bar/café, 33 pavimentos destinados a conjuntos de escritórios, um pavimento com restaurante e academia para atividades físicas, cobertura com restaurante e piscina;
- Área total de carpete: 18.900 m².

Para o desenvolvimento do PCA o estudo considerou a seguinte população na ocupação:

- Escritórios: entre 1.900 e 2.700 pessoas;
- Funcionários da edificação: 150.

b- Avaliação da demanda de água

Com base em dados levantados da análise documental, a distribuição do consumo de água na edificação será conforme a tabela 7.1:

Tabela 7.1: Distribuição do consumo de água.

Atividades consumidoras	Consumo máximo (m ³ /mês)	Consumo mínimo (m ³ /mês)
População	3200	2200
Ar condicionado	2200	2200
Academia	400	400
Restaurante	500	500
Irrigação	5	5
Lavagem de pisos	1,5	1,5
Total	6.306	5.306

c- Avaliação da oferta de água

Foram avaliadas as possibilidades de fontes abastecedoras para o edifício. A primeira alternativa considerada foi o uso da água da concessionária local, com tarifa de R\$ 11,67 por m³, já incluindo água e esgoto.

Para avaliação da utilização de águas subterrâneas, foi realizada uma pesquisa em edifícios próximos, e contato com empresas de perfuração de poços para análise do subsolo, possibilidade de exploração e capacidade de produção. Em hipótese conservadora, estimou-se poder retirar do subsolo aproximadamente 6 m³/hora, no mínimo.

Foram realizadas diversas simulações de possibilidades de captação de águas pluviais e reserva em função de séries de dados pluviométricos médios mensais de Posto Pluviométrico da CETESB.

Para o reúso de efluentes, considerou-se a utilização do efluente gerado nos lavatórios para posterior abastecimento das bacias sanitárias. Para tal, avaliou-se a utilização de um sistema de tratamento por osmose reversa. Outra hipótese considerada foi a de se coletar todo efluente doméstico gerado pela edificação para tratamento *in loco* através de uma Estação Compacta de Tratamento de Efluentes.

d- Estudo de viabilidade técnica e econômica

A tabela 7.2 apresenta um resumo das alternativas concebidas para o edifício.

Tabela 7.2: Resumo das alternativas.

Alternativa	Consumo Concessionária (m³/mês)	Conta Concessionária (R\$/mês)	Investimento (R\$/m²) ⁽¹⁾	Redução do consumo	Retorno (meses)
1	5.800	67.700,00	-	-	-
2.1 ⁽²⁾	4.400	52.000,00	5,97	23%	10
2.2 ⁽³⁾	4.300	50.400,00	7,58	26%	9
2.3 ⁽⁴⁾	4.100	47.500,00	7,63	30%	8
3.1 ⁽⁵⁾	3.800	44.600,00	10,48	34%	9
3.2 ⁽⁶⁾	3.800	44.500,00	9,48	34,5%	9
4 ⁽⁷⁾	3.200	38.500,00	11,89	43%	8
5 ⁽⁸⁾	1.200	31.500,00	17,50	53%	10
6 ⁽⁹⁾	2.100	31.100,00	19,62	54%	11
7 ⁽¹⁰⁾	0	23.700,00	19,50	65%	9
8 ⁽¹¹⁾	0	0,00	31,57	100%	10

Observações:

(1) R\$/m² – considerando m² de carpete.

(2) Considera a instalação de equipamentos hidromecânicos.

(3) Considera a instalação de equipamentos com sensor de presença.

(4) Considera a instalação de equipamentos com sensor de presença e de mictórios que não utilizam água para a descarga.

(5) Considera a alternativa 2.3 somado ao aproveitamento de águas pluviais para alimentação de bacias sanitárias (reserva de 50 m³).

(6) Considera a alternativa 2.3 somado ao aproveitamento de águas pluviais para alimentação das torres de resfriamento do ar condicionado (reserva de 75 m³).

(7) Considera a alternativa 2.3 somado ao aproveitamento águas pluviais para alimentação de bacias sanitárias (reserva de 50 m³), complementadas por poço artesiano (3 m³/h, 10h/dia).

(8) Considera a alternativa 2.3 somado ao aproveitamento de águas pluviais para alimentação de bacias sanitárias e torres de resfriamento do ar condicionado (reserva de 75 m³), complementadas por poço artesiano (10 m³/h, 10h/dia).

(9) Considera a alternativa 2.3 somado ao aproveitamento de águas pluviais para alimentação de bacias sanitárias e torres de resfriamento do ar condicionado (reserva de 75 m³), complementadas por poço artesiano (6 m³/h, 10h/dia) e pelo reúso de efluentes dos lavatórios tratados pelo sistema de osmose.

(10) Considera a alternativa 2.3 somado ao aproveitamento águas pluviais (reserva de 75 m³) complementadas por poço artesiano (15 m³/h, 10h/dia) para abastecimento total do edifício.

(11) Considera a alternativa 2.3 somado ao aproveitamento águas pluviais (reserva de 75 m^3) complementadas por poço artesianos ($8 \text{ m}^3/\text{h}$, $10\text{h}/\text{dia}$) e estação de tratamento de esgoto compacta, para abastecimento total do edifício, reúso de efluentes e praticamente sem contribuição para o sistema público de esgotamento de efluentes.

e- Considerações finais

Na composição das alternativas de PCA desenvolvidas, foram considerados acréscimos de tecnologias, de forma gradativa e cumulativa, iniciando-se com atuação na demanda de água, com posterior atuação na oferta. Convém destacar que o beneficiário direto da implantação do PCA nesta edificação é o usuário final. À incorporadora do empreendimento cabem benefícios econômicos na venda/locação de um imóvel diferenciado, mas é o usuário final quem será diretamente beneficiado pela ocupação de um imóvel com consumo de água inferior a imóveis similares durante toda a vida útil do edifício.

Dessa forma, para a edificação em estudo mostraram-se mais apropriadas as alternativas 3 e 4, devido à economia de água alcançada quando comparada ao acréscimo de valor em Reais a ser agregado ao metro quadrado (julgado pela incorporadora aceitável para o atual mercado), além do período de retorno de tal implantação ser muito atrativo.

7.4 – ESTUDO DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DE DRENAGEM EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS EM SÃO PAULO

Nos exemplos a seguir, foram desenvolvidos sistemas de aproveitamento através do conceito ESCO, ou seja, o cliente não investe nada, apenas compartilha da economia obtida, por um prazo determinado, com a empresa que implantou o sistema. Esse recurso tem sido viabilizado particularmente em edifícios comerciais, quando o valor do metro cúbico de água se apresenta quatro vezes maior que o do consumo residencial. Vale lembrar que a água de drenagem utilizada pode ter suas características físico-químicas modificadas ao longo do tempo, sendo necessário estar atento à sua aplicação e aos cuidados mostrados no Capítulo 5.

7.4.1. – Edifício 1

a- Características da edificação

Edifício comercial com 38 pavimentos, ar condicionado central com torres de resfriamento (sistema de refrigeração a água), com consumo médio das torres da ordem de $900 \text{ m}^3/\text{mês}$.

b- Avaliação da oferta de água

Foi coletada água de drenagem (lençol freático) disponível no local, e após as análises físico-químicas foram definidos os sistema de purificação para as mesmas, de modo que permitam sua utilização nas torres de refrigeração, na irrigação e na lavagem de pisos do subsolo.

c- Atuação na demanda da água

Paralelamente a isso foram instalados equipamentos economizadores como bacias de 6 litros, reguladores de pressão e vazão, torneiras, registros automáticos etc.

d- Avaliação final

Com essas medidas foi alcançada uma economia de água da ordem de 60%, em relação ao consumo anterior ao processo.

7.4.2 – Edifício 2

a- Características da edificação

Edifício comercial, com 20 pavimentos, ar condicionado central com torres de resfriamento (sistema de refrigeração a água), e consumo médio das torres da ordem de 600m³/mês.

b- Avaliação da oferta de água

Foi coletada água de drenagem (lençol freático), e após as análises físico-químicas foram definidos os sistemas de purificação para as mesmas, de modo que permitam sua utilização nas torres de refrigeração, na irrigação, na lavagem de pisos do subsolo e no espelho d'água.

c- Atuação na demanda da água

Simultaneamente foram instalados equipamentos economizadores como bacias de 6 litros, reguladores de pressão e vazão, torneiras, registros automáticos etc.

d- Avaliação final

Com tais medidas, foi alcançada uma economia de água da ordem de 40%, em relação ao consumo anterior ao processo.

8. Referências Bibliográficas

- FONINI, A.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. S. Estudo para a determinação da capacidade de aproveitamento das águas pluviais e das águas cinzas em um complexo esportivo universitário. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo. Julho. 2004.
- FUJIMOTO, R. K.; NUNES, S. S.; ILHA, M. S. O. **Análise dos testes de detecção de vazamentos em bacias sanitárias.** In: IX Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído – cooperação e responsabilidade social. Foz do Iguaçu, 2002.
- GONÇALVES, O. M. **Sistemas prediais de água fria.** Notas de aula da disciplina PCC-65 – Escola Politécnica da USP. S. d.
- GONÇALVES, O. M. ARAÚJO, R. T.; OLIVEIRA, L. H. et al. **Medidas de racionalização do uso da água para grandes consumidores.** São Paulo, janeiro, 1999. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA – Documento Técnico de Apoio nº B3).
- GONÇALVES, P.M. **Bases Metodológicas para a Racionalização do Uso de Água e Energia no Abastecimento Público de Água em São Paulo.** USP. São Paulo, São Paulo, 1995 (Dissertação de Mestrado).
- GONÇALVES, O.M.; IOSHIMOTO, E; OLIVEIRA, L.H. **Fichas técnicas padronizadas.** São Paulo, outubro, 1998. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA –Documento Técnico de Apoio no F2).
- GONÇALVES, O.M.; IOSHIMOTO, E; OLIVEIRA, L.H. **Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais.** São Paulo, janeiro, 1999. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA – Documento Técnico de Apoio no F1).
- GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O; AMORIM, S. V. et al. **Indicadores de uso racional de água em escolas públicas de ensino fundamental e médio.** Relatório de pesquisa desenvolvida dentro do edital CT-HIDRO do CNPq, 2005. (acesso restrito)
- ILHA, M. S. O.; SALERMO, L. S.; MARCATI, V. C. et al. **Patologias dos sistemas prediais de água do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas.** In: Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, 1., e Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10., 2004, São Paulo. Anais. São Paulo: USP, ANTAC, 2004. PAP 1098. CD ROOM.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 518/GM de 25/03/2004. Secretaria de Atenção à Saúde. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/saude>. Acesso em: julho de 2004.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/1986. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama. Acesso em: julho de 2004.

- OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. São Paulo, 1999. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo.
- PBQP-H – **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat** - Disponível em:< <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/>, acessado em maio de 2005.
- PEDROSO, L. P. **Subsídios para a implementação de sistema de manutenção em campus universitário, com ênfase em conservação de água**. Campinas, 2002. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo , Universidade Estadual de Campinas.
- ROCHA, A. L., BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água**. São Paulo, janeiro, 1999. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA – Documento Técnico de Apoio nº E1).
- SANTOS, D. C; ZABRACKI. **Greywater Characterization in Residential Buildings to assess it's Potential use**. In: Anais do CIB-W62 Symposium. Ankara, Turquia, 2003.
- SAUTCHÚK, C. A. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações**. 2004. 308p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- SILVA, G.S. **Programas permanentes de uso racional da água em campi universitários: o programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2005.
- TAMAKI, H. O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais – estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- YWASHIMA, L. A. **Avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. Campinas, 2005.
- VITALUX. **Análises da água de drenagem do edifício Morumbi Tower**. São Paulo, 2005

9. Anexos

- A – LEGISLAÇÃO PERTINENTE
- B – NORMALIZAÇÃO TÉCNICA DE PROJETO E EXECUÇÃO
- C – PLANILHA PARA O CADASTRAMENTO E VERIFICAÇÃO
DAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DE BACIAS SANITÁRIAS
- D – PLANILHA PARA LEVANTAMENTO DA FORMA DE REALIZAÇÃO DAS
ATIVIDADES QUE ENVOLVEM O USO DA ÁGUA NOS BANHEIROS ESCOLARES
- E – ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS
- F – CONTATOS IMPORTANTES

Anexo A - Legislação Pertinente

CONSTITUIÇÃO FEDERAL:

- Art. 20, III - São bens da União os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;
- Art. 21, XIX - Competência da União para instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso;
- Art. 26, I - Incluem-se entre os bens dos Estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União;
- Art. 225, *caput* - 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 à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

LEGISLAÇÃO FEDERAL:

- Decreto nº 24.643/34 - Decreta o Código de Águas.
- Decreto nº 5.440/05 – Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.
- Lei nº 9.433/97 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal.
- Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 – Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. (Já alterada pela Lei Federal no. 7.804 de 18 de julho de 1989).

ATOS ADMINISTRATIVOS NORMATIVOS FEDERAIS:

- Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005 - Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.
- Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04 - 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.

CONSTITUIÇÃO ESTADUAL (SÃO PAULO):

- Capítulo IV – Do Meio Ambiente, dos Recursos Naturais e do Saneamento (arts. 191 a 215).

LEGISLAÇÃO ESTADUAL (SÃO PAULO):

- Lei nº 898/75 - Disciplina o uso de solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo e dá providências correlatas.
- Lei nº 5.005/86 - Institui o Sistema de Conservação do Solo e Água no Estado de São Paulo.
- Lei nº 6.134/88 - Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo e dá outras providências.
- Lei nº 7.663/91 - Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- Lei nº 9.866/97 - Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências.
- Lei nº 10.083/98 - Dispõe sobre o Código Sanitário do Estado.
- Decreto nº 45.805/01 - Institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável e dá providências correlatas.
- Decreto nº 48.138/03 - Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo.

ATOS ADMINISTRATIVOS ESTADUAIS:

- Resolução SH-87 de 22/09/1996 – Dispõe sobre nova redação do Regimento Interno do Grapohab, de modo a permitir a regularização de conjuntos habitacionais e parcelamentos do solo urbano, implantados ou em fase de exploração no período compreendido entre a edição da Lei Federal 6.766, de 19/12/1979 e data de publicação da presente resolução.

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL (SÃO PAULO):

- Lei nº 10.730/89 - Institui o “mês da limpeza da caixa d’água”, e dá outras providências.
- Lei nº 13.309/02 - Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências.
- Lei 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.
- 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 nº 13.725/04 - Institui o Código Sanitário do Município de São Paulo.
- Decreto nº 44.577/04 - Regulamenta a Lei nº 13.725, de 9 de janeiro de 2004, que instituiu o Código Sanitário do Município de São Paulo; disciplina o Cadastro Municipal de Vigilância Sanitária e estabelece os procedimentos administrativos de vigilância em saúde.

Anexo B - Normalização Técnica

de Projeto e Execução

1 - NORMAS DE PROJETOS

NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais	1989
Objetivo:	
Fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.	
NBR 12215 - Projeto de adutora de água para abastecimento público - Procedimento	1991
Objetivo:	
Fixa condições exigíveis na elaboração de projeto de sistema de adução de água para abastecimento público.	
NBR 12211 - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água - Procedimento	1992
Objetivo:	
Fixa condições para os estudos de concepção dos sistemas públicos de abastecimento de água.	
NBR 12213 - Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público - Procedimento	1992
Objetivo:	
Fixa condições mínimas a serem obedecidas na elaboração de projetos de captação de águas de superfície para abastecimento público.	
NBR 12214 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público - Procedimento	1992
Objetivo:	
Fixa condições mínimas a serem obedecidas na elaboração de projetos de sistemas de bombeamento de água para abastecimento público.	
NBR 7198 - Projeto e execução de instalações prediais de água quente - Procedimento	1993
Objetivo:	
Fixa exigências técnicas mínimas quanto à higiene, à segurança, à economia e ao conforto dos usuários, pelas quais devem ser projetadas e executadas as instalações prediais de água quente.	
NBR 6493 - Emprego de cores para identificação de tubulações - Procedimento	1994
Objetivo:	
Fixa condições exigíveis para o emprego de cores na identificação de tubulações para a canalização de fluidos e material fragmentado ou condutores elétricos, com a finalidade de facilitar a identificação e evitar acidentes.	

NBR 5626 - Instalação predial de água fria	1998
Objetivo:	
Estabelece exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria. As exigências e recomendações aqui estabelecidas emanam fundamentalmente do respeito aos princípios de bom desempenho da instalação e da garantia de potabilidade da água no caso de instalação de água potável.	
NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução	1999
Estabelece as exigências e recomendações relativas ao projeto, execução, ensaio e manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário, para atenderem às exigências mínimas quanto à higiene, segurança e conforto dos usuários, tendo em vista a qualidade destes sistemas.	

2 - NORMAS DE APARELHOS HIDRÁULICOS E MATERIAIS

NBR 5680 - Dimensões de tubos de PVC rígido - Padronização	1977
Objetivo:	
Padroniza diâmetros externos, comprimentos, respectivas tolerâncias e fixa séries de tubos de PVC rígido, de seção circular, fabricados por extrusão.	
NBR 8220 - Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro para água potável para abastecimento de comunidades de pequeno porte - Especificação	1983
Objetivo:	
Fixa condições mínimas exigíveis para o recebimento de reservatórios de poliéster reforçado com fibra de vidro, apoiados ou elevados, utilizados para armazenagem de água potável para uso domiciliar ou público, em comunidades de pequeno porte.	
NBR 10570 - Tubos e conexões de PVC rígido com junta elástica para coletor predial e sistema condominial de esgoto sanitário - Tipos e dimensões - Padronização	1988
Objetivo:	
Padroniza tubos e tipos de conexão de policloreto de vinila (PVC rígido) não plastificado, com junta elástica, destinados à execução de coletores prediais, inclusive ligações prediais e coletores dos sistemas condominiais de esgoto sanitário.	
NBR 10355 - Reservatórios de poliéster reforçado com fibra de vidro - Capacidades nominais - Diâmetros internos - Padronização	1988
Objetivo:	
Padroniza capacidades nominais e diâmetros internos de reservatórios de poliéster reforçado com fibra de vidro. Aplica-se aos reservatórios estacionários de corpo cilíndrico, verticais ou horizontais, pré-fabricados e transportáveis, já prontos para o uso.	

NBR 10979 - Válvula de escoamento com ladrão para bidês e lavatórios - Especificação	1989
Objetivo: Fixa condições mínimas exigíveis para aceitação ou recebimento de válvulas de escoamento, com ladrão, para lavatórios e bidês destinadas a instalações prediais de água.	
NBR 10674 - Aparelhos elétricos de aquecimento de água não instantâneo de uso doméstico e similar - Requisitos de segurança - Especificação	1989
Objetivo: Fixa condições exigíveis para os aquecedores elétricos de água para uso doméstico e similar, estacionários, não instantâneos, de acumulação, a uma temperatura abaixo do seu ponto de ebulição.	
NBR 10925 - Cavalete de PVC DN 20 para ramais prediais - Especificação	1989
Objetivo: Fixa condições exigíveis para recebimento de cavaletes de PVC DN 20 destinados a ramais prediais para hidrômetros até 3,0 m ³ /h.	
NBR 11304 - Cavalete de polipropileno DN 20 para ramais prediais - Especificação	1990
Objetivo: Fixa condições exigíveis para recebimento de cavaletes DN 20 destinados a ramais prediais para hidrômetros até 3,0 m ³ /h.	
NBR 11146 - Válvula de escoamento, sem ladrão, para lavatórios e pias - Especificação	1990
Objetivo: Fixa condições mínimas exigíveis para aceitação ou recebimento de válvulas de escoamento, sem ladrão, para lavatórios e pias destinadas a instalações prediais de água. Esta válvula é também conhecida como válvula sem ladrão 1 x 2, código ou referência 1600, onde 1 significa a dimensão aproximada da passagem interna e 2 significa aproximadamente o diâmetro da aba do corpo.	
NBR 11535 - Misturadores para pia de cozinha tipo mesa - Especificação	1991
Objetivo: Fixa condições exigíveis de misturadores de pia de cozinha, tipo mesa (ou banca), dotados de dois manípulos, destinados a instalações prediais de água.	
NBR 11815 - Misturadores para pia de cozinha tipo parede - Especificações	1991
Objetivo: Fixa condições exigíveis de misturadores de pia de cozinha tipo parede, dotados de dois manípulos destinados a instalações prediais de água.	

NBR 12483 - Chuveiro Elétrico - Padronização	1992
Objetivo: Padroniza chuveiros elétricos que são utilizados em edificações cujas instalações elétricas de baixa tensão e hidráulicas de água fria e quente tenham sido projetadas e executadas.	
NBR 11852 - Caixa de descarga - Especificação	1992
Objetivo: Fixa condições a que devem atender as caixas de descarga destinadas à limpeza de bacias sanitárias.	
NBR 12904 - Válvula de descarga - Especificação	1993
Objetivo: Fixa condições mínimas a que devem atender as válvulas de descarga destinadas à limpeza de bacias sanitárias	
NBR 5649 - Reservatório de fibrocimento para água potável - Especificação	1994
Objetivo: Fixa condições exigíveis para aceitação e recebimento de reservatórios de fibrocimento para água potável.	
NBR 13194 - Reservatório de fibrocimento para água potável - Estocagem, montagem e manutenção - Procedimento	1994
Objetivo: Fixa condições exigíveis para estocagem, montagem e manutenção de reservatórios de fibrocimento para água.	
NBR 14162 – Aparelhos sanitários – sifão – requisitos e métodos de ensaios - Especificação	1998
Objetivo: Estabelece as exigências para sifões usados em aparelhos sanitários ligados às instalações prediais de esgoto, para a evacuação de águas servidas domésticas. Não se aplica para sifões integrados a aparelhos sanitários tais como bacias sanitárias ou mictórios, bem como os sifões fabricados de material flexível na região do fecho hídrico.	
NBR NM212 - Medidores velocimétricos de água fria até 15 m ³ /h	1994
Estabelece as características técnicas, metrológicas e os métodos de ensaio dos medidores velocimétricos de água potável fria. Considera os medidores da água aptos para funcionar com uma vazão permanente de até 15 m ³ /h, a uma pressão de até 1 MPa (10 bar) e a uma temperatura compreendida entre 1°C e 40°C, em posição horizontal, com o eixo da turbina na posição vertical.	
NBR 10071 - Registro de pressão fabricado com corpo e castelo em ligas de cobre para instalações hidráulicas prediais - Especificação	1994
Objetivo: Fixa condições exigíveis para o recebimento de registros de pressão, destinados a instalações hidráulicas prediais de água potável fria ou quente, fabricados em ligas de cobre.	

NBR 13713 - Aparelhos hidráulicos acionados manualmente e com ciclo de fechamento automático	1996
Objetivo: Especifica características para recebimento de aparelhos hidráulicos acionados manualmente e com ciclo de fechamento automático, destinados ao uso público e a ambientes onde os fatores higiene e economia de água são imprescindíveis. Não se aplica a válvulas de descarga.	
NBR 14011 - Aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas - Requisitos	1997
Objetivo: Estabelece características dos aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas, utilizados em edificações cujas instalações elétricas de baixa tensão e hidráulicas de água fria e quente tenham sido projetadas e executadas respectivamente conforme as NBR 5410, NBR 5626 e NBR 7198. Aplica-se aos aparelhos projetados para operar nas tensões nominais padronizadas de 127 V e 220 V.	
NBR 14005 - Medidores velocimétricos para água fria de 15 m ³ /h até 1500 m ³ /h de vazão nominal	1997
Objetivo: Prescreve método a ser empregado na verificação das principais características de medidores de vazão para água fria, de 15 m ³ /h a 1500 m ³ /h de vazão nominal.	
NBR 14122 - Ramal predial - Cavalete galvanizado DN 20 - Requisitos	1998
Objetivo: Fixa as condições mínimas exigíveis para recebimento de cavalete, com tubos de aço galvanizado, conexões de ferro maleável galvanizado, registro de pressão e conjunto porca, tubete e guarnição, destinado a ramais prediais para hidrômetros de até 3 m ³ /h.	
NBR 10072 - Instalação hidráulicas prediais - Registro de gaveta de liga de cobre - Requisitos	1998
Objetivo: Fixa as condições exigíveis para o recebimento de registro de gaveta fabricado em ligas de cobre, destinado a instalações hidráulicas prediais de água potável fria ou água quente. Estas exigências se referem à qualidade de inspeção e às faixas de resultados em que o registro de gaveta deve situar-se quando submetido aos seguintes ensaios: estanqueidade; resistência mecânica ao torque de montagem; resistência mecânica ao torque de operação; alinhamento; condições gerais de acabamento da peça.	
NBR 5648 - Sistemas prediais de água fria - Tubos e conexões de PVC 6,3, PN 750 kPa, com junta soldável - Requisitos	1999
Objetivo: Fixa condições exigíveis para tubos e conexões de PVC 6,3, com juntas soldáveis, a serem empregados na execução de sistemas prediais de água fria, com pressão de serviço de 750 kPa à temperatura de 20 graus Celsius, sendo 500 kPa de pressão estática disponível máxima e 250 kPa de sobrepressão máxima.	

NBR 7362-2 - Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 2: Requisitos para tubos de PVC com parede maciça Objetivo: Fixa os requisitos complementares para os tubos de policloreto de vinila (PVC) com parede maciça, destinados a redes coletoras e ramais prediais enterrados para condução de esgoto sanitário e despejos industriais, cuja temperatura do fluido não exceda 40 graus Celsius.	1999
NBR 7362-3 - Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 3: Requisitos para tubos de PVC com dupla parede - Requisitos Objetivo: Fixa os requisitos complementares para os tubos de poli (cloreto de vinila) (PVC) com dupla parede, destinados a redes coletoras e ramais prediais enterrados para condução de esgoto sanitário e despejos industriais, cuja temperatura do fluido não exceda 40 graus Celsius.	1999
NBR 14301 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Determinação das dimensões Objetivo: Prescreve o método para determinação das seguintes dimensões de tubos de polietileno PE, destinados à execução de ramais prediais de água: espessura em qualquer ponto ao longo do perímetro do tubo; diâmetro externo médio; diâmetro em qualquer ponto do perímetro (ovalização do tubo); perpendicularidade das extremidades do tubo; comprimento do tubo e diâmetro interno da bobina.	1999
NBR 8417 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Requisitos Objetivo: Fixa as condições exigíveis para tubos de polietileno PE, unidos por juntas mecânicas ou por eletrofusão, destinados à execução de ramais prediais de água, dentro das seguintes condições: máxima pressão de operação de 1 MPa, para os tubos fabricados com composto PE 80, a 30°C, variável em função da temperatura; máxima pressão de operação de 1,2 MPa, para os tubos fabricados com composto PE 100, a 30°C, variável em função da temperatura.	1999
NBR 14534 - Torneira de bóia para reservatórios prediais de água potável - Requisitos e métodos de ensaio Objetivo: Estabelece as exigências e recomendações para torneiras de bóia instaladas em reservatórios prediais de água potável, para alimentação dos sistemas hidráulicos prediais. Abrange as torneiras de bóia de funcionamento mecânico nas bitolas DN 15, DN 20, DN 25, DN 32, DN 40 e DN 50 e de funcionamento por servo comando nas bitolas DN 15 e DN 20.	2000
NBR 7362-1 - Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 1: Requisitos para tubos de PVC com junta elástica Objetivo: Fixa as condições exigíveis para tubos de poli (cloreto de vinila) (PVC) com junta elástica, destinados a rede coletora e ramais prediais enterrados para a condução de esgoto sanitário e despejos industriais, cuja temperatura do fluido não	2001

exceda 40°C. Os requisitos específicos para os diversos tipos de tubos de PVC são estabelecidos nas NBR 7362-2 e NBR 7362-3 .		
NBR 14788 - Válvulas de esfera - Requisitos		2001
Objetivo: Estabelece os requisitos para válvulas de esfera com extremidades roscadas, flangeadas ou soldadas para uso geral em instalações industriais, prediais ou domiciliares de água, óleos, gases derivados de petróleo e outros fluidos de origem animal, mineral, vegetal ou mesmo sintetizados artificialmente.		
NBR 14390 - Misturador para lavatório - Requisitos e métodos de ensaio		2001
Objetivo: Estabelece os requisitos relativos ao projeto, fabricação e desempenho, bem como os métodos de ensaio dos misturadores de lavatório destinados a instalações hidráulicas prediais de água quente e fria, com a função de permitir abertura, fechamento e mistura da água para uso geral. Estes misturadores são instalados em bancadas que contêm cubas e louças sanitárias ou diretamente em lavatórios.		
NBR 14799 - Reservatório poliolefínico para água potável - Requisitos		2002
Objetivo: Estabelece os requisitos para reservatórios poliolefínicos instalados em residências (casas e edifícios), estabelecimentos comerciais, industriais, hospitais e escolas, podendo ser utilizados também na agricultura, piscicultura ou qualquer aplicação que necessite o acondicionamento de água potável.		
NBR 10281 - Torneira de pressão - Requisitos e métodos de ensaio		2003
Objetivo: Fixa as condições mínimas exigíveis das torneiras com mecanismo tipo pressão utilizadas em ramais prediais e instalações hidráulicas prediais.		
NBR 12483 - Chuveiro elétrico - Padronização		2003
Objetivo: Fixa as condições mínimas exigíveis das torneiras com mecanismo tipo pressão utilizadas em ramais prediais e instalações hidráulicas prediais.		
NBR 8130 - Aquecedor de água e gás tipo instantâneo - Requisitos e métodos de ensaio		2004
Objetivo: Especifica as características mínimas exigíveis, prescreve as condições de ensaio e a metodologia utilizada para aquecedores de água tipo instantâneo, nos quais são utilizados combustíveis gasosos.		

NBR 15097 - Aparelho sanitário de material cerâmico - Requisitos e métodos de ensaio	2004
Objetivo: Fixa os requisitos mínimos para os aparelhos sanitários fabricados em material cerâmico com acabamento esmaltado.	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
Objetivo: Padroniza as dimensões dos aparelhos sanitários de material cerâmico.	
NBR 15206 – Instalações hidráulicas prediais – Chuveiros ou duchas – Requisitos e métodos.	2005
Objetivo: Estabelece os requisitos e métodos de ensaio relativos ao projeto, fabricação, desempenho e manutenção dos chuveiros ou duchas destinados a instalações hidráulicas prediais de água quente e fria.	
NBR 11720 – Conexões para unir tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar - Especificação	2005
Objetivo: Fixa condições exigíveis que devem cumprir as conexões usadas para unir, por soldagem ou brasagem capilar.	

3 - OUTRAS NORMAS PERTINENTES

NBR 9256 - Montagem de tubos e conexões galvanizados para instalações prediais de água fria - Procedimento	1986
Objetivo: Fixa condições exigíveis quanto à montagem de tubos e conexões galvanizados aplicáveis em instalações prediais de água fria em termos de higiene, segurança, conforto, durabilidade, manutenção e estanqueidade.	
NBR 9574 - Execução de impermeabilização - Procedimento	1986
Objetivo: Fixa condições exigíveis na execução de impermeabilização, e se aplica a todas as obras sujeitas a impermeabilização.	
NBR 9650 - Verificação da estanqueidade no assentamento de adutoras e redes de água - Procedimento	1986
Objetivo: Fixa condições exigíveis para verificação da estanqueidade durante o assentamento de tubulações destinadas à condução de água sob pressão.	
NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos	2004
Objetivo: Estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quando do projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, às condições de acessibilidade.	
NBR 12170 - Potabilidade da água aplicável em sistemas de impermeabilização - Método de ensaio	1992
Objetivo: Prescreve método para análises físicas organolépticas e químicas de água potável em contato com sistema de impermeabilização.	
NBR 12266 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana - Procedimento	1992
Objetivo: Fixa condições exigíveis para projeto e execução de valas para assentamentos de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana. Estabelece também critérios para posicionamento da vala na via pública e dimensionamento do escoramento.	
NBR 9575 - Impermeabilização - Seleção e projeto	2003
Objetivo: Estabelece as exigências e recomendações relativas à seleção e projeto de impermeabilização, para que sejam atendidas as condições mínimas de proteção de construção contra a passagem de fluidos, bem como a salubridade, segurança e conforto do usuário, de forma a ser garantida a estanqueidade das partes construtivas que a requeiram.	

4 -NORMAS NÃO VIGENTES

As normas não vigentes foram relacionadas porque podem ter sido utilizadas na elaboração dos projetos dos “Edifícios Existentes”. Recomenda-se verificar sua aplicação dependendo da época em que o edifício tenha sido projetado.

As Normas não vigentes devem ser utilizadas somente para consulta.

NBR 5657 - Verificação da estanqueidade à pressão interna de instalações prediais de água fria - Método de ensaio	1977
Cancelada e substituída por pela:	
NBR 5626 - Instalação predial de água fria	1988
NBR 10137 - Torneira de bóia para reservatórios prediais - Especificações	1987
Cancelada e substituída pela:	
NBR 14534 - Torneira de bóia para reservatórios prediais de água potável - Requisitos e métodos de ensaio	2000
NBR 6452 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Especificação	1997
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15097 - Aparelho sanitário de material cerâmico - Requisitos e métodos de ensaio	2004
NBR 6498 - Bacia sanitária de material cerâmico de entrada horizontal e saída embutida vertical - Dimensões	1997
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 9338 - Bacia sanitária de material cerâmico com caixa acoplada e saída embutida vertical - Dimensões	1997
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 12490 - Bacia sanitária de material cerâmico com caixa integrada e saída embutida vertical - Dimensões	1997
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004

NBR 6499 - Material cerâmico - Lavatório de fixar na parede - Dimensões	1998
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 9065 - Material cerâmico - Bidê - Dimensões	1998
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 10353 - Material cerâmico - Minilavatório de fixar na parede - Dimensões	1998
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 12488 - Material cerâmico - Lavatório de embutir - Dimensões	1998
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 12489 - Material cerâmico - Lavatório de sobrepor - Dimensões	1998
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 8193 - Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 metros cúbicos por hora de vazão nominal - Especificação	1999
Cancelada e substituída pela:	
NBRNM212 - Medidores velocimétricos de água fria até 15 m ³ /h	1999
NBR 6500 - Mictórios de material cerâmico - Dimensões	2000
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 12487 - Tanque de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2000
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004

NBR 14475 - Material cerâmico - Bacia sanitária de entrada horizontal e saída exposta horizontal - Dimensões	2000
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 14476 - Material cerâmico - Bacia sanitária com caixa acoplada e saída exposta horizontal - Dimensões	2000
Cancelada e substituída pela:	
NBR 15099 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas	2004
NBR 10284 - Válvulas de esfera de liga de cobre para uso industrial - Especificação	2001
Cancelada e substituída pela:	
NBR 14788 - Válvulas de esfera – Requisitos	2001

Anexo C - Planilha para o Cadastro

e Verificação das Condições de Operação de Bacias Sanitárias

BACIAS SANITÁRIAS

Edificação número Nome do Ambiente Número do Ambiente

Item		Bacias Sanitárias com Válvulas de Descarga Número									
Louça											
Marca											
	Desconhecida										
Estado de Conservação	Satisfatório										
	Trincado/Rachado										
	Quebrado										
	Manchado										
	Outro. Qual?										
	Removido										
Fixação	Adequada										
	Fora de prumo										
	Solta										
	S/vedação na base										
	Outro. Qual?										

Fonte: GONÇALVES (2005)

Item		Bacias Sanitárias com Válvulas de Descarga Número									
Louça											
Fixação Tipo	Parafusada										
	Cimentada										
	Outra. Qual?										
Assento	Satisfatório										
	Danificado										
	Solto										
	Inexistente										
	Outro. Qual?										
Tubo de Alimentação	Satisfatório										
	Fora de prumo-ascendente										
	Fora de prumo-descendente										
	Borracha-danificada										
	Borracha-inexistente										
	Outro. Qual?										
	Inexistente										
Condição de Operação	Satisfatória										
	Nº de filetes (teste da caneta)										
	Nº de filetes visíveis										
	Entupida										
	Vazando na base										
	Vazando no tubo de alim. - parede										
	Outra. qual?										
	Fora de uso										
	Removida										

Item		Bacias Sanitárias com Válvulas de Descarga Número									
Válvula de descarga											
Marca											
	Marca desconhecida										
Condição de Operação	Satisfatória										
	Danificada										
	Vaza quando acionada										
	Parede manchada										
	Parede úmida										
	Sem canopla										
	Problema na mola										
	Sem o botão de acionamento										
	Falta pressão na rede										
	Outra. Qual?										
	Fora de uso										
	Removida										
Aliment.	Direto da rua										
	Caixa d' água										
Observações:											

Anexo D - Planilha para Levantamento da Forma de Realização das Atividades que envolvem o Uso da Água nos Banheiros Escolares

BANHEIRO - USUÁRIO

•Escola: _____	•Nº Escola: _____
•Entrevistador: _____	•Data: _____
•Função do entrevistado:	
☐ Diretor	☐ Professor
☐ Monitora	☐ Servente
☐ Cozinheira	
☐ Vigilante	☐ Zelador
☐ Outro: _____	
•Há quanto tempo trabalha na escola?	
☐ Anos	☐ Meses
☐ Outro: _____	
•Trabalha	
☐ meio período	☐ período integral
☐ Outro: _____	

Fonte: GONÇALVES (2005)

Metais e Ponto de Consumo		Torneira lav.		Válvula B.S.	Válvula Mictório	Registro Chuveiro		Outro
		AF	AQ	AF	AQ			
Quantidade água adequada?	Sim							
	Algumas							
	Não							
Nº adequado de pontos?	Sim							
	Não. Quantos?							
Adequado para atividade?	Sim							
	Não. Por quê?							
	É longa							
	É curta							
	É alta							
	É baixa							
	Outro:							
Forma de uso	Sempre aberta							
	Aberta p/ ativid.							
Substituiria por outra?	Não							
	Sim							

Observações:

Característica	Tamanho adequado:		Deveria ser:		Observações:
	Sim	Não	Maior	Menor	
Cuba do lavatório					
Bacia sanitária					
Mictório					

Usa o chuveiro		
não, por quê?		
sim, com que frequência?		Duração (min)
	1 × / dia	
	2 × / dia	
	Outro, quantos	

Usa o banheiro (bacia, mictório e/ou lavatório)		
não, por quê?		
sim, com que frequência?		1 × / dia
		2 × / dia
		Outro, quantos

Observações:

Já viu algum ponto de consumo de água ficando aberto?							
Equipamento	Não	Sim	Sempre	Às vezes	Esquecimento	Danificada	Proposital
Chuveiro							
Lavatório							
Mictório							
Bebedouro							
Outro:							

O lay-out do banheiro é adequado?

☐ Sim ☐ Não, por quê? _____

Conhece torneira que economiza água?					
Não	Sim	Já usou		Funcionaria para esta escola	
		Não	Sim	Sim	Não, por quê?

Conhece bacia com caixa?							
Não	Sim	Elevada	Acoplada	É melhor do que com válvula?		Funcionaria para esta escola	
				Sim	Não	Sim	Não

Observações:

ANEXO E - Especificação de Equipamentos Hidráulicos

Deve-se considerar que os equipamentos economizadores são os mais adequados para o uso público ou coletivo. Dessa forma, em instalações existentes recomenda-se a substituição de equipamentos convencionais e em novas edificações o projeto já deve prever exclusivamente aqueles mais apropriados para o uso racional da água.

Equipamentos	Tipo	Características Principais
TORNEIRAS	Hidromecânica 	O controle da vazão é obtido pela regulagem de um registro regulador de vazão, ou seja, os usuários não interferem na vazão, que é convenientemente regulada em função da pressão existente no ponto. A temporização do ciclo de funcionamento também resulta na redução do consumo de água. Este tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acioná-lo várias vezes em uma única operação de lavagem, além de causar desconforto. Este sistema pode ser instalado em sanitários/vestiários de escolas, indústrias, <i>shopping centers</i>, edificações comerciais, escritórios, estádios de futebol e hospitais, entre outros.
	Sensor 	O comando e ciclo de funcionamento destes equipamentos se dá pela ação de um sensor de presença. O sensor capta a presença das mãos do usuário, quando este as aproxima da torneira, liberando assim o fluxo de água. A alimentação elétrica do sistema pode-se dar pelo uso de baterias alcalinas ou pela rede de distribuição elétrica do local (127/220V). A presença do sensor no corpo da torneira é uma solução adequada quanto à questão do vandalismo. Este sistema pode ser instalado em <i>shopping centers</i>, edificações comerciais, escritórios, hospitais e restaurantes entre outros.
	Eletrônicas embutidas (parede)	Possuem o mesmo princípio de funcionamento das torneiras eletrônicas convencionais (acima), porém por ficarem embutidas na parede possuem grande resistência a vandalismo e podem ser utilizadas em lavatório tipo coletivo, tornando-se o produto ideal para locais como estádios de futebol, escolas, centros cirúrgicos.

Equipamentos	Tipo	Características Principais
TORNEIRAS	Funcionamento por válvula de pé 	Este sistema é caracterizado pela presença de um dispositivo de acionamento instalado no piso, de frente à torneira propriamente dita. Este sistema é adequado a ambientes onde não se deseja o contato direto das mãos nos componentes da torneira, como em determinadas áreas de hospitais, cozinhas e laboratórios, devendo ser instalado apenas onde se espera que os usuários o usem de forma consciente e correta.
	Funcionamento por pedal 	Este sistema é caracterizado pela existência de um pedal em forma de alavanca. O pedal libera o fluxo de água até a torneira (bica). Este sistema é geralmente utilizado quando as tubulações são aparentes. O corpo da válvula onde a alavanca é instalada pode ser fixado na parede ou no piso, de forma aparente. O fluxo de água ocorre durante o tempo em que é feito o acionamento da mesma, mas existem modelos no mercado que apresentam uma trava para evitar que o usuário permaneça acionando o sistema, no decorrer de uma atividade demorada. Este sistema é adequado para locais onde haja produção, como em indústrias ou cozinhas industriais. O sistema é de simples instalação e manutenção, não demandando obras civis. No entanto, para que o sistema seja corretamente utilizado, deve haver a capacitação e orientação contínua dos usuários. A vazão pode ser reduzida colocando-se um restritor de vazão no sistema.
AREJADORES	Arejadores 	Dispositivo regulador e abrandador do fluxo de saída de água usualmente montado na extremidade de torneira e bicas em geral, destinado a promover o direcionamento do fluxo de água, evitando dispersões laterais e amortecendo o impacto do jato de água contra as partes que estão sendo lavadas. É também um componente que propicia a redução de consumo de água sem comprometimento das operações de lavagem em geral, desde o uso doméstico até cozinhas industriais. Os arejadores funcionam pelo princípio de Venturi incorporando considerável quantidade de ar ao fluxo de água e reduzindo a vazão e o volume de água utilizado. Observação: Nas unidades residenciais, onde existem torneiras convencionais, sugere-se a instalação de arejadores. O arejador de vazão constante além das características de um arejador convencional possui um dispositivo que limita a vazão de torneiras em 6 litros por minuto, reduzindo o consumo em aproximadamente 30% quando comparado com arejadores convencionais, além de aumentar o conforto do usuário.

Equipamentos	Tipo	Características Principais
MICTÓRIOS CONVENCIONAIS	Coletivos	Os mictórios coletivos são aqueles que atendem a mais de um usuário simultaneamente. O mictório coletivo apresenta a conveniência, em relação ao mictório individual, de propiciar atendimento de mais usuários por metro linear de sanitário, podendo atender um número maior de usuários em curtos períodos de pico, como nos sanitários de estádios de futebol. Em geral, os mictórios coletivos são instalados em locais públicos com incidência média/alta de vandalismo como escolas e estádios. Contudo, as principais desvantagens dos mictórios coletivos, frente aos individuais, são a manutenção do aparelho, a pouca privacidade e a dificuldade de uso de um sistema de acionamento da descarga de água para a limpeza de forma eficiente e econômica. Seria necessário um sistema eletrônico para controlar o fluxo de pessoas e acionar seletivamente válvulas apropriadas. O que ocorre, contudo, é que esse tipo de instalação é muito onerosa. Hoje o que se observa em locais onde existem mictórios coletivos são sistemas de água corrente ou pessoas que acionam periodicamente válvula ou registro para limpeza. Face às considerações acima, esse tipo de solução deve ser evitado nos moldes atuais. Deve-se ressaltar que por ser um sistema adaptado, não se deve esquecer a introdução de um dispositivo na saída de esgoto que garanta o fecho hídrico do sistema, como um sifão copo ou uma caixa sifonada, garantindo o desempenho do sistema quanto à questão do odor do ambiente.
	Individual	Os mictórios individuais são aqueles utilizados por um único usuário por vez. Estes mictórios são, caracteristicamente, fabricados industrialmente em série, em geral em louça cerâmica. A maioria dos mictórios comercializados hoje no Brasil são deste tipo. Têm a vantagem de propiciar mais economia e higiene que o coletivo pois o acionamento do aparelho é individual. Existem também mictórios individuais com entrada de água posterior eliminando a existência do flexível utilizado para alimentar os mictórios convencionais, o que elimina vandalismos (arrancar o flexível) e aumenta a facilidade de limpeza total da peça tornando-se o produto ideal para locais como estádios de futebol, escolas, centros cirúrgicos, indústrias farmacêuticas, hospitais etc.

Equipamentos	Tipo	Características Principais
DISPOSITIVOS DE DESCARGA PARA MICTÓRIOS CONVENCIONAIS	Válvula de acionamento hidromecânico	Esta válvula é caracterizada por um corpo metálico externo que controla e conduz a água até o mictório. Para o acionamento da descarga, o usuário deve pressionar o acionador da válvula liberando o fluxo de água para a bacia do mictório. Após o acionamento pelo usuário, ocorre o fechamento temporizado pela ação hidromecânica da válvula. Este tipo de equipamento pode ser utilizado, entre outros, nas seguintes tipologias de edificações: indústrias, escolas, <i>shopping centers</i> , hospitais, clubes, escritórios, estádios, terminais de passageiros.
	Válvula de acionamento por sensor de presença 	Neste tipo de equipamento, quando o usuário se aproxima e se posiciona de frente ao mictório, o sensor que emite continuamente um sinal imperceptível ao usuário, infravermelho ou ultra-som, detecta a sua presença. Em geral, na maioria dos equipamentos, o fluxo de água só é liberado após o afastamento do usuário, o que garante um menor consumo de água. O sensor, associado a um microprocessador, emite um sinal até uma válvula do tipo solenóide, de funcionamento elétrico, que libera o volume de água da descarga. Neste tipo de equipamento, o tempo médio de acionamento dos produtos encontrados no mercado encontra-se em torno de 5 a 6 segundos. O sistema elétrico do equipamento pode ser alimentado por baterias alcalinas de 6 e 9 VDC, ou pelo próprio sistema predial elétrico de 127/220V. Estas características devem ser observadas quando da aquisição do equipamento e em função das características físicas do local a ser instalado. Uma das principais vantagens deste sistema frente aos demais é quanto à questão da higiene do usuário, uma vez que este não entra em contato direto com nenhum componente do sistema. Existem também válvulas eletrônicas que por serem embutidas na parede possuem grande resistência a vandalismo e permitem higienização completa do mictório por não necessitar do flexível para alimentar o mictório (mictório com entrada de água posterior), tornando-se apropriado para locais como estádios de futebol, escolas, centros cirúrgicos, indústrias farmacêuticas, hospitais, etc.
	Válvula temporizada	Este é um sistema em que os produtos são vendidos separadamente, sendo necessária a montagem dos componentes pelo instalador. A descarga deste tipo de equipamento pode ser obtida por um sistema de temporizador eletrônico. O temporizador pode ser facilmente encontrado no mercado e adaptado às instalações existentes. No temporizador eletrônico pode ser feita a regulagem do intervalo entre descargas e do tempo de duração da descarga. O temporizador envia um sinal a uma válvula solenóide elétrica que faz a liberação do fluxo de água conforme os parâmetros definidos no temporizador. Este sistema pode ser empregado em mictórios coletivos e em baterias de vários mictórios individuais. Tem a desvantagem de não diferenciar picos e vales de fluxo de usuários.

Equipamentos	Tipo	Características Principais
MICTÓRIOS SEM ÁGUA	Individual	É um sistema que não utiliza água na operação. O mictório sem água é constituído dos seguintes componentes: bacia cerâmica, suporte do cartucho, cartucho, líquido selante, chave para troca do cartucho e protetor para a superfície do cartucho – opcional. O líquido selante é uma substância composta por mais de 90% de álcoois graxos e o restante de biocida e corantes. Sua cor predominante é o azul e apresenta densidade menor que a da água e da urina, permanecendo em suspensão nas mesmas. O líquido selante se localiza em suspensão na primeira câmara do cartucho. A urina entra pelos orifícios da parte superior do cartucho, penetrando na primeira câmara através do líquido selante que está em suspensão e preenchendo toda a superfície superior do líquido desta câmara. Pelo sistema de vasos comunicantes, a urina é expelida pelo orifício de saída do cartucho, sendo coletada pelo copo do suporte e de lá para a rede de esgoto. A manutenção requerida pelo sistema é a substituição periódica do cartucho, que se trata de uma peça descartável. A durabilidade do cartucho está associada à obstrução de suas cavidades por material bioquímico que se acumula em seu interior e pelo carregamento do líquido selante.
CHUVEIROS E DUCHAS	Registro regulador de vazão para chuveiros e duchas 	Há uma grande variedade de tipos e modelos de duchas no mercado, com as mais diversas vazões. Uma intervenção passível tanto em duchas de ambientes sanitários públicos como de residências é a introdução de um registro regulador de vazão que é empregado para reduzir vazões excessivas, normalmente existente em condições de alta pressão. Tais dispositivos podem ser aplicados em chuveiros e duchas e possibilitam a regulação da vazão a níveis de conforto e economia conforme o tipo de chuveiro empregado, a pressão existente no ponto e hábitos de usuários. Outro procedimento também pode ser a instalação de um dispositivo restritor de vazão. Uma das vantagens do uso do restritor de vazão é que a mesma permanece constante dentro de uma faixa de pressão, geralmente de 10 mca a 40 mca. Existem restritores de vazão com os mais diferentes valores de vazão, por exemplo, para 6, 8, 10, 12 e 14 litros/minuto. Ressalta-se que são recomendados para valores de pressão hidráulica superiores a 10 mca. As desvantagens dos restritores de vazão são: a impossibilidade de regulação da vazão quando há diferencial de pressão entre água quente e fria, para evitar “queimadas” e também o fato que tais restritores entopem com certa facilidade ocasionando o problema acima apontado ou a necessidade periódica de desmontagem para limpeza.

Equipamentos	Tipo	Características Principais
CHUVEIROS E DUCHAS	Válvula de fechamento automático para chuveiros e duchas	Outra forma para redução do consumo de água nos chuveiros é a instalação de válvulas de fechamento automático para chuveiros, que funciona nos mesmos moldes, por exemplo, das torneiras hidromecânicas, porém com ciclo de funcionamento em torno de 35 segundos. Contudo o aparelho mais encontrado nas instalações hidráulicas é o registro de pressão. A desvantagem do registro de pressão é que o mesmo pode ser mal fechado, ou permanecer aberto desnecessariamente, resultando em consumo excessivo. A instalação dessas válvulas de fechamento automático para chuveiro, juntamente com os registros reguladores de vazão para chuveiro, propiciam os melhores resultados em nível de redução do consumo de água.
		Nesse sentido, é muito importante lembrar que os chuveiros são responsáveis em média por 41% do volume de água em apartamentos, 78% do consumo de água em apartamento tipo flat e também consumos elevados em vestiários de uso coletivo em geral.
BACIAS SANITÁRIAS	Com válvulas de descarga de ciclo seletivo	As bacias sanitárias para instalação com válvulas que hoje são encontradas no mercado caracterizam-se por necessitar de apenas 6 litros para propiciar a limpeza completa.
	Com caixa acoplada	Apresentam funcionamento com 6 litros. Estas bacias apresentam funcionamento sifônico ou de arraste.

Equipamentos	Tipo	Características Principais
DISPOSITIVOS PARA ACIONAMENTO DE DESCARGA PARA BACIAS SANITÁRIAS	Válvula de descarga de ciclo seletivo	A válvula de descarga de ciclo de funcionamento seletivo, mais comumente empregada em instalações sanitárias, caracteriza-se por propiciar ao usuário a possibilidade de descargas de 2 a 7 litros conforme o material existente na bacia sanitária. No caso de material líquido ou pequenos dejetos, que são 90% do uso em uma residência, o volume de água necessário para limpeza da bacia situa-se entre 3 e 4 litros, o que pode representar considerável economia com relação a sistemas com volume de descarga fixo. Para maior eficiência e maiores resultados em nível de redução do consumo de água, essas válvulas possuem um registro integrado que convenientemente regulado propicia a vazão ideal para o sifonamento da bacia, ou seja, a vazão que permitirá o completo sifonamento da bacia com o maior volume de água.
	Válvula de descarga ciclo fixo	O acionamento se dá por um dispositivo, presente no corpo da válvula, em forma de alavanca. O usuário aciona esta alavanca, resultando na descarga. Por mais que o usuário permaneça acionando a alavanca, somente o volume previamente regulado para a descarga será liberado. Para a liberação de novo volume de água, a alavanca deverá ser acionada novamente.
	Válvula de descarga de duplo acionamento	Existem dispositivos conhecidos como “duo-flush” que possibilitam dois tipos de acionamento da válvula de descarga. A válvula de descarga, contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa para o arraste de efluente com sólidos. O acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga, geralmente de 3 litros, para limpeza apenas de efluente líquido na bacia sanitária.
	Válvulas de descarga por sensor	Outro tipo de válvula é com acionamento por sensor de presença. A alimentação elétrica deste sistema pode ser feita com o uso de baterias alcalinas ou por rede elétrica, 127/220V. O usuário deve permanecer por um período de tempo mínimo no raio de alcance do sensor, normalmente 5 segundos, para que o sistema se arme e após a saída do usuário do alcance é efetuada a descarga pela válvula solenóide. O volume por descarga pode ser regulado para 6 litros de água.
	Mecanismo para válvula de descarga com duplo acionamento	Existem dispositivos conhecidos como “duo-flush” que possibilitam dois tipos de acionamento da descarga de água. O dispositivo de descarga, geralmente incorporado na caixa acoplada, contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa para o arraste de efluente com sólidos. O acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga, geralmente de 3 litros, para limpeza apenas de efluente líquido na bacia sanitária.

Equipamentos	Tipo	Características Principais
REDUTORES DE VAZÃO	Registro regulador de vazão para lavatórios 	Além dos registros reguladores de vazão para chuveiros, conforme descrito acima, estão também disponíveis no mercado os registros reguladores de vazão para lavatórios, que podem ser aplicados, tanto para torneiras como para misturadores. Esses registros possibilitam reduções muito significativas quando regulados adequadamente e instalados com as torneiras de fechamento automático de funcionamento hidromecânico.
REDUTORES DE PRESSÃO		Caso uma determinada área da edificação apresente uma pressão elevada, pode ser mais conveniente a instalação de uma válvula redutora de pressão na tubulação de entrada de água da área. Estes dispositivos mantêm a vazão constante em uma faixa de pressão, em geral, de 100 a 400 kPa (10 a 40 mca).

ECONOMIA PRESUMÍVEL BASEADA EM HISTÓRICO DE ESTUDOS DE CASOS

A tabela abaixo apresenta reduções médias possíveis, em diversos ambientes prediais, quando aparelhos economizadores de água substituem metais sanitários convencionais.

Local	Vazões Usuais L/s		Aparelhos Indicados	Redução % média para alta pressão	R/I
	Média	Máxima			
Banheiros e Vestiário					
Chuveiro	0,2	0,8	Registro regulador de vazão	40	A
			Válvula de fechamento automática	42	B
			Válvula acionamento com o pé	45	C
Lavatório	0,1	0,3	Registro regulador de vazão	40	A
			Arejador para bica ou torneira	24	B
			Torneira automática	48	A
			Torneira eletrônica	58	B
Mictório	0,1	0,25	Válvula mic. automática /eletrônica	50	B
Bacia	12 litros		Bacia VDR para 6 litros	50	A
Cozinha					
Pia	0,13	0,4	Arejador para bica ou torneira	24	A
			Torneira automática	48	B
			Válvula acionamento com o pé	52	B
Lazer e Áreas Comuns					
Chuveiro Piscina	-----	-----	Registro regulador de vazão	40	A
			Torneira automática	48	A
			Valv. acionamento com o pé	45	A
Playground, jardins, pátios	-----	-----	Torneira de acionamento restrito	-----	----
Salão de festas e jogos	-----	-----	Torneiras, válvulas, mictórios Considerar mesmos valores apresentados acima	-----	----

Atratividade do R/I

Para o elenco de produtos indicados foram considerados três níveis de atratividade em relação a retorno sobre investimento (R/I) :

Muito alta	A	até 2 meses
Alta	B	de 2 a 5 meses
Média	C	de 5 a 9 meses

É importante observar que o R/I será mais significativo em instalações onde a pressão é mais elevada e conseqüentemente a vazão disponível nos aparelhos hidráulicos está muito acima de especificações normativas e práticas de higiene. Nesses casos os fatores de redução serão mais expressivos. É bom lembrar que no Brasil as instalações hidráulicas podem ser de 2 até 40 mca.

Dessa forma, não se pode falar em valores absolutos de redução, mas preferencialmente em faixas e médias presumíveis, mesmo porque além de vazão excessiva em alta pressão também são muito variáveis hábitos de higiene, níveis culturais e de vandalismo, entre outros.

Para consubstanciar o que foi exposto, faz-se referência à avaliação de longo histórico de estudos de casos onde se constataram reduções desde um mínimo de 17% até um máximo 88%.

Anexo F - Contatos Importantes

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Fone: (11) 3767-3600

[http:// www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)

<http://www.abntdigital.com.br>

ANA - Agência Nacional de Águas

Fone: (61) 2109.5400

<http://www.ana.gov.br>

ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Fone: (51) 3316.4084

<http://www.antac.org.br>

AWWA - American Water Works Association

<http://www.awwa.org>

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Fone: (11) 3030-6000

[http:// www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

CIRRA – Centro Internacional de Referência em Reúso de Água

Fone: (11) 3039.3283

<http://www.usp.br/cirra>

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

Fone: (61) 317-1433 / 317.1392

<http://www.mma.gob.br/conama>**CONSEMA** – Conselho Estadual de Meio Ambiente

Fone: (11) 3030-6622

<http://www.ambiente.sp.gov.br>**EPA** - Environmental Protection Agency<http://www.epa.gov>**FIESP** - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

Fone: (11) 3549.4200

<http://www.fiesp.org.br>**MMA** - Ministério do Meio Ambiente

Fone: (11) 3066.2633

Fone: (61) 315.2425

<http://www.mma.gov.br>**MS** - Ministério da Saúde – Secretaria de Atenção à Saúde

Fone: (61) 315.2425

<http://portal.saude.gov.br/saude>**PBQP-H** - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat

Fone: (61) 315.1794

<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h>

PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
<http://www.pncda.gov.br>

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Fone: 0800.55.0565
www.sabesp.com.br

SMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente - São Paulo
Fone: (11) 3030.6477
<http://www.ambiente.sp.gov.br>
<http://www.mp.sp.gov.br>

SVMA – Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente - São Paulo
Fone: (11) 3372.2200
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/svma>

SindusCon-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
Fone: (11) 3334-5600
<http://www.sindusconsp.com.br>

