

MANUAL PRÁTICO PARA
USO E CONSERVAÇÃO DA
ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS



República Federativa do Brasil

Presidenta: Dilma Rousseff

Vice-Presidente: Michel Temer

Ministério do Meio Ambiente

Ministra: Izabella Teixeira

Secretário Executivo: Francisco Gaetani

Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental

Secretária: Regina Gualda

Departamento de Cidadania e Responsabilidade Socioambiental

Diretor: Geraldo Vitor de Abreu



Ministério do Meio Ambiente
Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental

MANUAL PRÁTICO PARA

USO E CONSERVAÇÃO DA
ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS

Brasília, 2014

Coordenação do Programa A3P

Gerente: Ana Carla Almeida

Equipe:

Angelita Coelho

Fernanda Espíndola

Luiz Vitali

Monica Rocha Souza

Pablo Ciari

Elaboração do conteúdo:

Prof. Dr. Ivanildo Hespanhol



APRESENTAÇÃO

Este Manual Prático tem a função de orientar, por meio de ações de capacitação, a definição de ações e medidas práticas para implantação de um programa de conservação e reúso de água nas áreas administrativas do Ministério do Meio Ambiente - MMA, abrangendo tecnologias que possam ser aplicadas em projetos de novos edifícios, em adaptações de prédios existentes e na eventual aquisição de novos imóveis.

Consolidando conceitos e definições relacionados ao uso racional da água, técnicas e tecnologias atuais, bem como práticas e técnicas para conservação de água em uma linguagem simples, porém consistente no quesito técnico, este Manual Prático fornece dados de referência para o usuário final, de tal forma que possam ser estabelecidas ações, metas e planos em um programa de conservação de água específica para o MMA e demais órgãos e entidades parceiros do programa Agenda Ambiental da Administração Pública – A3P.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA	7
ETAPA 1: AVALIAÇÃO TÉCNICA PRELIMINAR	9
ETAPA 2: AVALIAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA	11
<i>Plano de setorização do consumo de água</i>	11
<i>Rotina de manutenção</i>	14
<i>Redução de perdas físicas</i>	18
<i>Controle de pressão e vazão</i>	20
<i>Adequação de componentes hidráulicos</i>	22
ETAPA 3: AVALIAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA	35
<i>Aproveitamento de águas pluviais</i>	35
<i>Reúso de Água em Edificações</i>	42
<i>Água de drenagem de terrenos</i>	49
<i>Água de reúso de concessionárias</i>	49
<i>Águas subterrâneas</i>	50
<i>Seleção de sistemas de tratamento para reúso e custos envolvidos</i>	51
<i>Sistemas de monitoramento: aspectos operacionais e de saúde pública</i>	53

ETAPA 4: ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA ECONÔMICA.....	57
ETAPA 5: DETALHAMENTO TÉCNICO.....	61
ETAPA 6: SISTEMA DE GESTÃO DA ÁGUA.....	62
<i>Gestão do indicador de consumo de água.....</i>	<i>63</i>
<i>Plano de capacitação dos gestores e usuários.....</i>	<i>65</i>
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
LINKS ÚTEIS.....	70
GLOSSÁRIO.....	72
ABREVIATURAS.....	75
BIBLIOGRAFIA.....	76



INTRODUÇÃO

O ciclo da água no mundo faz com que a distribuição do recurso hídrico seja naturalmente irregular, determinando áreas muito úmidas e outras muito secas. Embora a disponibilidade de água *per capita* do Brasil indique uma situação satisfatória, quando comparada aos demais países, grande parte desse recurso encontra-se na região Amazônica, que representa o menor contingente populacional do país. Deve-se, ainda, considerar a alteração do ciclo hidrológico causada pelo homem, tornando o recurso água ainda mais escasso no mundo. Dentre os motivos, têm-se as perdas físicas devido ao desperdício e aos vazamentos, além do aumento da demanda populacional.

Para abastecer uma cidade, a concessionária investe pesadamente em infraestrutura e melhorias do sistema, uma vez que tem que garantir água de excelente qualidade, ao mesmo tempo que busca reduzir ao máximo suas perdas. O interesse das concessionárias em reduzir o consumo e as perdas, em primeiro lugar, é a escassez de água nos grandes centros urbanos e, em segundo lugar, é devido à relação entre o preço de venda e o custo da água, uma vez que o primeiro é irrisório quando comparado ao custo de captação, tratamento, distribuição e investimento na melhoria do sistema. Por exemplo, dos custos da concessionária de São Paulo, 65% são em investimentos para redução dos vazamentos na rede. Sendo que até 2019 serão investidos mais de R\$ 4 bilhões em melhorias para atingir um índice de perda comparável ao de países desenvolvidos.

Assim, a implantação de programas de conservação de água tem atuado juntamente com os investimentos em infraestrutura, já que age diretamente sob o usuário final, incentivando a redução do consumo de água através da adoção de medidas de uso racional da água potável (demanda) e de fontes alternativas de água (oferta) para fins menos nobres que não necessitam de água potável. As duas etapas desse programa são mostradas sinteticamente no quadro a baixo.

PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

Gestão da Demanda de Água

Programa de Uso Racional de Água

- ✓ Redução de perdas
- ✓ Adequação de equipamentos e processos
- ✓ Setorização do consumo
- ✓ Otimização dos sistemas hidráulicos prediais

OTIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E MINIMIZAÇÃO DOS EFLUENTES GERADOS

Gestão da Oferta de Água

- ✓ Concessionária
- ✓ Águas pluviais
- ✓ Águas subterrâneas
- ✓ Reúso de efluentes tratados

OTIMIZAÇÃO DAS FONTES E REDUÇÃO DOS EFLUENTES GERADOS

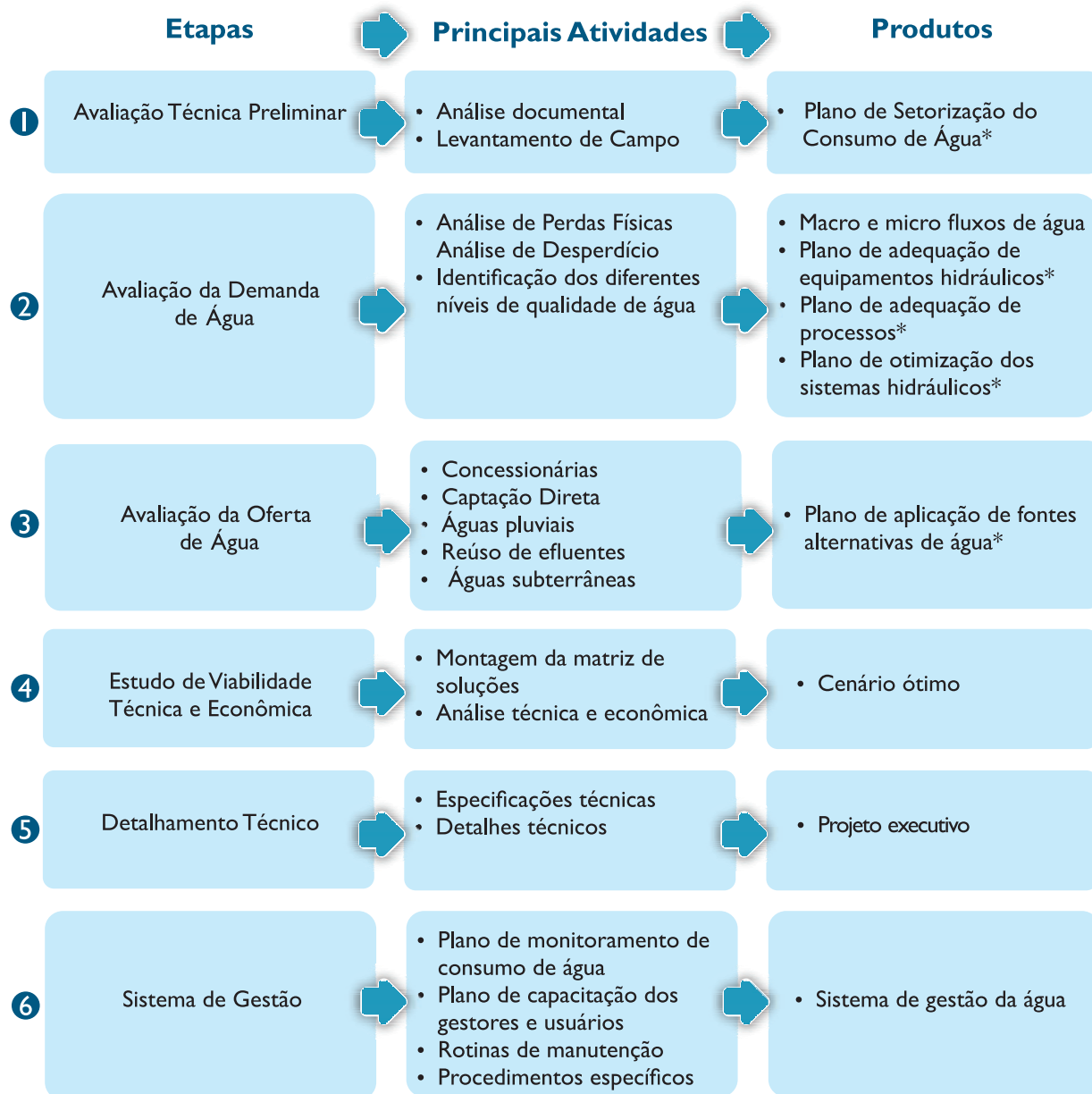
Desta forma, com a redução da demanda de água tem-se também a redução do volume de esgoto, barateando tanto o custo de operação da estação de tratamento de água quanto da estação de tratamento de esgoto, tornando viável maior investimento em infraestrutura e, conseqüentemente, as concessionárias conseguem atender a um número maior de pessoas, garantindo a excelente qualidade.

PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

Um programa de conservação de água otimiza ao máximo a utilização desse recurso em uma edificação, dentro dos conceitos de viabilidade técnico-econômica e ambiental. As etapas para implantação de um programa de conservação de água, bem como as principais medidas e/ou ações a serem implantadas em cada plano de gestão são relacionadas na Tabela I e descritas nos próximos tópicos.



Tabela I - Etapas para implantação de um programa de conservação de água.



ETAPA 1: AVALIAÇÃO TÉCNICA PRELIMINAR

É primordial que se inicie a implantação de um Programa de Conservação de Água pela análise dos documentos existentes que forneçam subsídios para compreensão do edifício referente ao consumo de água, bem como pelo levantamento de campo (Figura 1). Deverão ser avaliados os seguintes itens:

- 1) Projetos de sistema hidráulico, arquitetônico e *lay out* ;
- 2) Histórico do consumo de água (12 meses ou mais);
- 3) Procedimentos de processos e/ou equipamentos;
- 4) Especificação de equipamentos/sistemas;
- 5) Custos operacionais e de manutenção;
- 6) Descrição dos dados gerais da edificação (usuários, hidrômetros, etc);
- 7) *Checklist* da edificação obtido através do levantamento de campo;
- 8) Descrição de planos e programas futuros, referentes à expansão e reformas.

No caso de edificações novas, o programa de conservação de água deve ser previsto já em projeto, ou seja, toda a infraestrutura já deve ser projetada prevendo a implantação do programa.

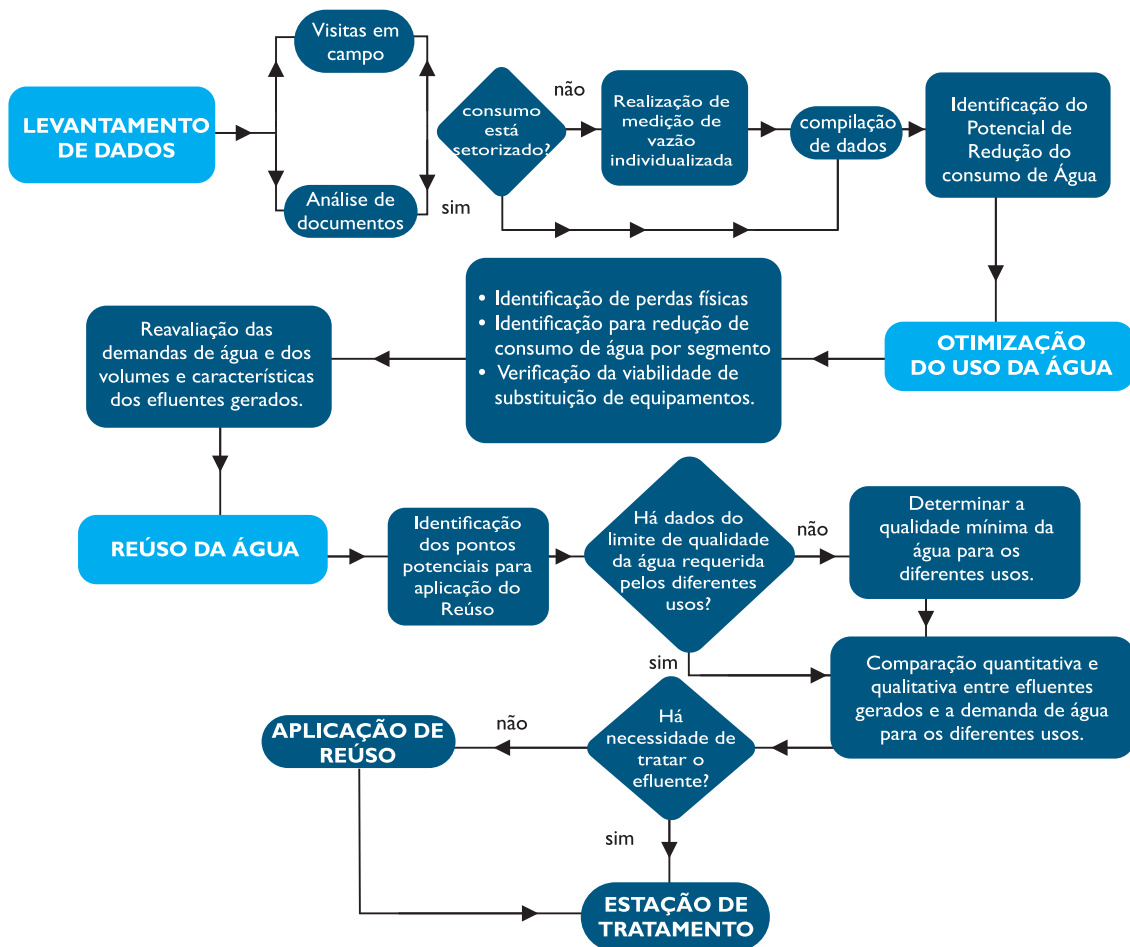


Figura I – Avaliação Técnico preliminar.

ETAPA 2: AVALIAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA

A gestão da demanda é estabelecida, de maneira resumida, através das seguintes ações:

- Plano de setorização do consumo de água;
- Redução de perdas físicas e controle de pressão e vazão;
- Rotina de manutenção;
- Adequação de componentes e equipamentos hidráulicos;
- Eliminação de desperdício através da adequação de processos, definindo procedimentos específicos para cada edificação;
- Gestão do indicador de consumo de água (descrito na etapa 6).

Plano de setorização do consumo de água

Para setorizar uma edificação deve-se seguir as seguintes atividades:

- Estabelecer um plano de setorização, definindo setores que serão monitorados nos quais serão instalados hidrômetros;
- Definir o traçado e o dimensionamento do sistema (considerando perdas de carga nos hidrômetros), definindo diâmetros de tubulações e bitolas da fiação de demais componentes;
- Realizar levantamento da quantidade de hidrômetros, componentes do sistema (software, central de dados, tubulações e fiação)
- Elaborar um manual técnico com todas as informações do sistema para auxílio da etapa de gestão.

A setorização exige gastos com a aquisição dos hidrômetros, do software específico para gerenciamento dos dados, decodificadores e dispositivos de proteção dos pontos. A tabela 2, apresentada a seguir, traz a relação de custo desses equipamentos, lembrando que esses podem ser variáveis, de acordo com a região, o modelo, o fabricante, o revendedor e outros fatores.

Tabela 2 – Relação de custos de equipamentos para setorização do consumo.

Componente	Custo (faixa de preço por unidade) ¹	Observações
Hidrômetro Classe C	Valor a ser aferido	As vantagens do hidrômetro velocimétrico em relação ao volumétrico são menor perda de carga, menor custo e possibilidade de funcionamento acima das vazões máximas em situações extremas
Hidrômetro Volumétrico	Valor a ser aferido	Os hidrômetros volumétricos têm vida útil maior e necessitam de menos cuidados na instalação do que os velocimétricos
Software	Alguns <i>softwares</i> são gratuitos	EPANET e WaterCAD são <i>softwares</i> grátis para simulação do comportamento hidráulico ²
Decodificadores	Valor a ser aferido	
Dispositivo de proteção dos pontos	Valor a ser aferido	

A adoção de um sistema de setorização do consumo de água (Figura 2) permite o acompanhamento do consumo, possibilitando também a pronta localização de vazamentos internos e desperdícios significativos, que podem levar anos para serem descobertos.

¹ Data base Fev/12

² Para mais informações sobre os *softwares* e download acesse: <<http://www.bentley.com/en-US/Promo/WaterCAD/Download+Center.htm>>.

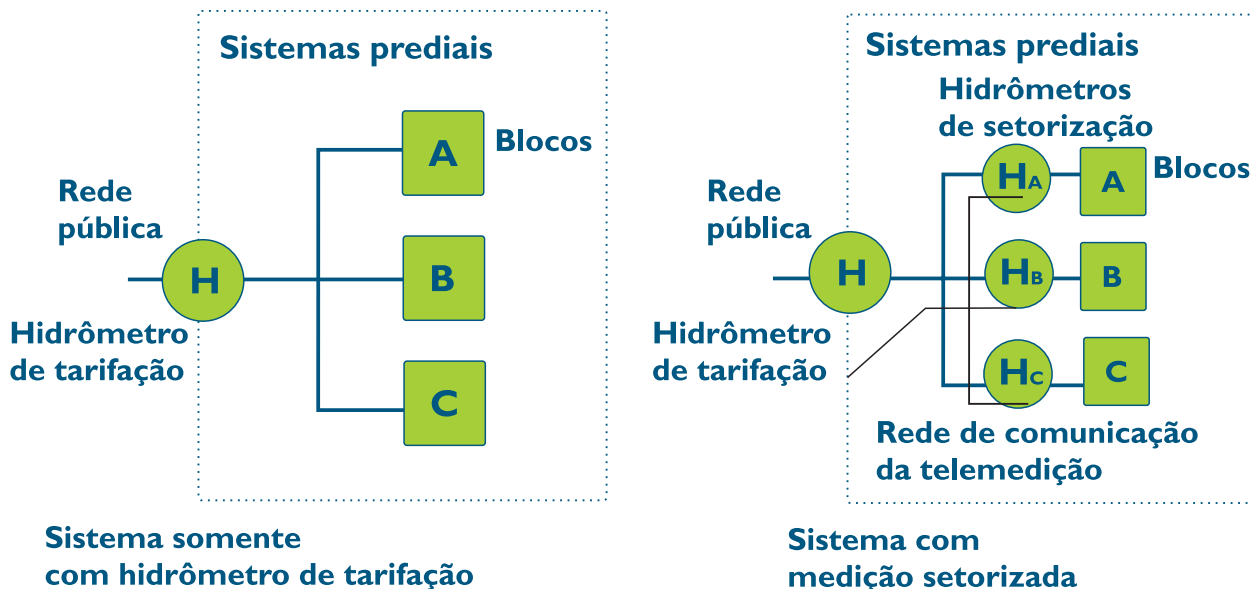


Figura 2 - Sistemas de setorização do consumo de água.

Em edificações baixas e locais com sistema de suprimento de energia enterrados é recomendável a instalação de medidores eletrônicos (sistema sem fio por radiofrequência ou por sistemas telefônicos) devido à quantidade extensa de dados. Nos demais casos recomendam-se sistemas de medição remota por cabeamento, nos quais cabos ligam os hidrômetros até uma central que concentra e transmite esses dados a um terminal. Esse terminal pode ser em único computador no qual os dados são lidos e trabalhados. Dependendo da distância entre os hidrômetros e a central, é necessária a instalação de amplificadores de sinal ao longo do cabeamento.

A setorização auxiliará na elaboração dos indicadores de consumo mais apropriados a cada setor e o tipo de uso da água na edificação, por exemplo, quantidade de água por unidade produzida, quantidade de água por refeição preparada (cozinha industrial/refeitório) ou mesmo quantidade de água por funcionário dentre outros.

Para saber mais, pode-se consultar o Documento técnico de Apoio DTA D3 - Micromedição do Programa Nacional de Combate ao Desperdício - PNCDA no site do Ministério das Cidades.

Rotina de manutenção

Para elaborar um plano de manutenção, tanto preventiva quanto corretiva, é preciso considerar as patologias mais comuns em edificações similares, bem como as principais patologias encontradas quando do levantamento em campo em sua própria edificação. Elabora-se, então, um plano da periodicidade e dos procedimentos de levantamentos de campo para determinar quais pontos de consumo necessitam de consertos e quais necessitam ser trocados, quanto tempo isso levará e qual o investimento a ser feito.



Recomenda-se agendar a manutenção preventiva dos equipamentos sanitários com determinada periodicidade, incluindo a limpeza dos arejadores das torneiras e das duchas/chuveiros. A Tabela 3, abaixo, apresenta os principais problemas que podem ser encontrados nos equipamentos sanitários, as intervenções necessárias para o reparo e a periodicidade com que se recomenda a manutenção preventiva de tais equipamentos.

Tabela 3 – Falhas, problemas , Intervenções necessárias e periodicidade de manutenção de componentes sanitários.

COMPONENTE	PRINCIPAL DEFEITO/FALHA	INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE DE MANUTENÇÃO ³
Tubulação (tubos e conexões) - visível e embutida	Vazamentos em ligações tubo-conexão	Substitua o trecho do tubo comprometido, a conexão ou refaça a junta ⁴ Às vezes, somente o reaperto de juntas (quando em rosca) já elimina o vazamento	Pelo menos 1 vez ao ano verificar machas de umidade e água na superfície; pontos de vazamento, suporte de fixação e abraçadeiras das tubulações
	Vazamentos entre duas conexões		
	Vazamentos entre conexão e componente de utilização (juntas)		
	Deterioração devido à corrosão e trincas	Substitua do trecho de tubo comprometido	
Bacia sanitária com válvula de descarga de parede	Pouca água na descarga	Regule o registro integrado	Limpar e verificar a regulagem do mecanismo de descarga a cada 6 meses e a estanqueidade da válvula a cada 5 anos
	Tempo de fechamento de válvula muito longo ou válvula disparada	Substitua o pistão	
	Vazamento pelo eixo	Se for devido ao desgaste do eixo, substitua o eixo e o retentor; Se não, substitua apenas o retentor	
	Vazamento na bacia	Troca de reparos	

³ Devido à especificidade de cada componente, ressalta-se a importância de consultar o manual e/ou o fabricante tanto sobre os procedimentos para manutenção quanto sobre a periodicidade para esta.

⁴ Juntas soldadas não podem ser refeitas. Neste caso, é necessário substituir o trecho da tubulação em que a junta está contida.



COMPONENTE	PRINCIPAL DEFEITO/FALHA	INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE DE MANUTENÇÃO ³
Bacia sanitária com caixa acoplada	Vazamento na bacia	Regule a boia ou troque reparos	Verificar torre de entrada e comporta do mecanismo de caixa acoplada a cada 3 anos
		Troque ou limpe a comporta e sede	
		Troque ou regule o cordão	
Torneira convencional (lavatório, tanque, pia, uso geral)	Vazamento pela bica	Troque o vedante ou o reparo	Trocar os vedantes (courinhos) das torneiras, misturadores de lavatório e de bidê e registro de pressão a cada 1 ano
	Vazamento pela haste	Troque o anel de vedação da haste ou o reparo	
Registros e torneiras convencionais	Vazamento pelo obturador de torneira, registro de gaveta/pressão (fechados)	Aperte as partes móveis; Substitua o mecanismo de vedação/vedante substituível em torneiras e válvulas de pressão; Substitua o componente completo	A manutenção do registro gaveta deve ser feita a cada ano e a verificação dos anéis o'ring, da gaxeta e de estanqueidade dos registros de gaveta/esfera deve ser a cada 3 anos
	Vazamento pela haste de torneira, registro de gaveta/pressão (abertos)		
	Vazamento pela junta entre o componente de utilização e conexão		

COMPONENTE	PRINCIPAL DEFEITO/FALHA	INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE DE MANUTENÇÃO ³
Torneira com sensor	Sai água continuamente e fecha sem controle	Remova o obstáculo que está refletindo e acionando a fotocélula	Verificar a estanqueidade da Torneira hidromecânica e da torneira com sensor a cada 5 anos, pelo menos. Além disso, a cada 6 meses deve ser verificado o tempo de acionamento das torneiras.
	Não sai água pela torneira devido à má instalação de algum terminal elétrico	Religue o terminal conforme orientações do manual da torneira	
	Não sai água pela torneira devido a pilhas descarregadas/mal posicionadas	Troque/corrija o posicionamento das pilhas/baterias	
	Não sai água pela torneira devido à obstrução do filtro da válvula solenoide	Remova e lave o filtro ⁵ com água corrente no contra fluxo do componente	
	Não sai água pela torneira devido à falta d'água e energia	Verifique a interrupção do fornecimento de água e de energia elétrica	
Torneiras hidromecânicas (lavatório e mictório)	Tempo de abertura inadequado (fora da faixa compreendida entre 6 e 12 segundos)	Troque o pistão ou o êmbolo da torneira	
	Vazão excessiva	Ajuste da vazão da haste ou do reparo	
	Vazamento na haste do botão acionador	Troque o vedante ou o reparo	

⁵ Componente existente em todas as torneiras (convencional, hidromecânica e com sensor).

COMPONENTE	PRINCIPAL DEFEITO/FALHA	INTERVENÇÃO	PERIODICIDADE DE MANUTENÇÃO ³
Registro de pressão para chuveiro	Vazamentos pelo chuveiro	Troque o anel de vedação da haste ou o reparo	
	Vazamento pela haste do registro		
Duchas/chuveiros	Redução da vazão	Limpe os crivos do chuveiro/ducha	A cada 1 ano, pelo menos
Arejadores	Redução da vazão da torneira	Remova ⁶ o arejador e limpe-o com água corrente no sentido contrário ao fluxo normal	A cada 6 meses

Redução de perdas físicas

Para eliminar os desperdícios, é preciso definir procedimentos de operação de acordo com os diversos processos e necessidades existentes na edificação, de forma a utilizar menor quantidade de água para realizar as mesmas atividades. Isso garantirá qualidade igual ou superior à proporcionada pelos procedimentos operacionais anteriores. Também é preciso organizar ações de conscientização e sensibilização dos usuários para que todos adotem as ações e medidas do programa de conservação da água.

Em relação aos vazamentos, os valores estimados dos volumes de água que são perdidos em vazamentos visíveis são apresentados na Tabela 4 ao lado.

⁶ Para remoção do arejador e de qualquer outra peça é necessário consultar o manual do componente ou o fabricante do produto, pois cada modelo tem um procedimento e uma ferramenta específica.

Tabela 4 – Volumes de água perdidos em vazamentos visíveis.

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

Para identificar os vazamentos invisíveis no sistema predial hidráulico é preciso realizar testes⁷, detectando perdas físicas de difícil localização, de preferência sem a necessidade de procedimentos invasivos (reformas). Assim, os principais testes de vazamentos são:

- Teste do hidrômetro: identifica vazamento nos reservatórios, por meio da verificação da passagem de água pelo medidor, quando todos os pontos de utilização abastecidos diretamente pelo sistema público de água estão fechados;
- Teste de sucção: indica a presença de vazamento no alimentador predial, sem o fechamento da entrada de água no reservatório superior (indicado quando a acessibilidade ao reservatório superior é complicada. Dificulta o fechamento da torneira de boia para a realização do teste do hidrômetro). Não é recomendável, pois se corre o risco de contaminação do sistema de água potável da edificação;
- Teste para detecção de vazamento em reservatório inferior (subterrâneo);
- Teste para detecção de vazamento em reservatório superior (caixa d'água);
- Teste para detecção de vazamento em bacias sanitárias;
- Teste de geofonia eletrônica: ajuda a determinar, com exatidão, o local de ocorrência de vazamentos não visíveis no alimentador predial;
- Teste da haste de escuta: ajuda a determinar, com exatidão, o local de ocorrência de vazamentos não visíveis no alimentador predial.

⁷ Para saber os procedimentos destes e outros testes de vazamentos entre em contato com a concessionária responsável pela água e esgoto da região da edificação ou consulte o Guia Prático do PNCD Volume 3 - Pesquisa e Combate de Vazamentos não Visíveis e o Documento Técnico de Apoio DTA F3 - Código de prática de projeto e execução de sistemas prediais de água.

Controle de pressão e vazão

Em uma edificação, a pressão elevada pode aumentar as perdas físicas, por meio do aumento da frequência de rupturas em trechos da tubulação e pontos de consumo, ou devido ao fornecimento de água em quantidade superior à necessária em um ponto de consumo. Na Tabela 5 são apresentadas as recomendações básicas para controle de pressão e vazão em edificações novas e existentes.

Para saber mais sobre o controle de pressão e vazão nas edificações, consulte o Guia Prático do PNCDA Volume 4 – Controle de Pressões e Operação de Válvulas Reguladoras de Pressão.

Tabela 5 – Controle de pressão e de vazão em edificações novas e existentes.

CONTROLE E PRESSÃO NAS EDIFICAÇÕES	
Edificações existentes	Edificações novas (em projeto)
<ul style="list-style-type: none">✓ Instalação de regulador de vazão nos pontos de consumo (lavatórios, pias e outros);✓ Instalação de arejadores nas torneiras de pia e de lavatórios;✓ Instalação de restritor de vazão nos chuveiros;✓ Verificação de vazamentos nas tubulações, nos equipamentos sanitários e reservatórios;✓ Verificação das condições de funcionamento da bomba de recalque.	<ul style="list-style-type: none">✓ No caso do projeto prever setorização, instalar redutores de pressão antes de cada hidrômetro instalado;✓ Instalação de redutores de vazão conforme a norma NBR 5626/98⁸: instalar redutores de pressão a cada 40 m de coluna d'água.

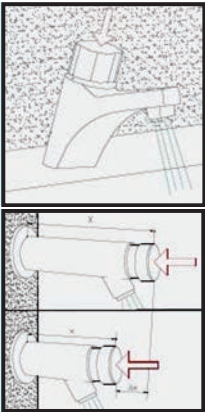
⁸ Segundo o Código de Defesa do Consumidor (Lei 8078/90), todo produto ou serviço deve atender às suas normas específicas. No caso das edificações, a NBR 5626/98 de instalações prediais faz parte da normalização técnica da construção civil.

Adequação de componentes hidráulicos

Os componentes hidráulicos devem ser adequados aos usos específicos de cada ponto de consumo. Assim, não necessariamente, deve-se utilizar um equipamento economizador, mas sim o equipamento que proporcione maior conforto e otimização do consumo de água em cada ponto de consumo. Por exemplo, em uma pia de cozinha industrial utilizar uma torneira hidromecânica, que é um equipamento economizador, não seria adequado, pois dificultaria o uso, podendo, inclusive, aumentar o desperdício de água. Já uma torneira com abertura e fechamento por alavanca, mesmo sendo um equipamento convencional, seria mais adequada. Neste caso, poderia ser instalado nesta torneira um acessório economizador como um arejador.

Na Tabela 6, abaixo, seguem os principais grupos de equipamentos economizadores atualmente disponíveis no mercado. É importante ressaltar que ao reformar ou construir uma edificação é importante adquirir os equipamentos que fazem parte do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H, disponível no site do Ministério das Cidades), pois isso garante que o equipamento foi testado e está em conformidade com todas as normas específicas, ou seja, garante a boa qualidade.

Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.

Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/unidade) ⁹
<p>BANHEIRO/ VESTIÁRIO</p> <p>Lavatório</p>	<p>Torneira hidromecânica</p> 	<p>O tempo de acionamento do fluxo de água determina o uso racional neste tipo de equipamento. Por isso, sua manutenção preventiva é importante, pois evita que este tempo seja muito curto e que o usuário acione várias vezes em uma única operação de lavagem, gerando desconforto e desperdício.</p> <p>Característica economizadora: liberação do fluxo de água em um tempo fixo.</p> <p>Vantagem: o volume de água por acionamento é pré-determinado.</p> <p>Desvantagem: limitações quanto ao uso e, a falta de manutenção pode resultar no aumento do tempo de vazão da válvula.</p>	<p>15% em relação à torneira convencional</p>	<p>150-200</p>

⁹ É importante ressaltar que os custos podem sofrer alterações de acordo com o modelo e o fabricante do produto e também de acordo com a loja e o município da compra deste produto. Para elaboração da faixa de custo neste manual foram utilizados produtos similares (da mesma linha de diferentes fabricantes) aprovados pelo PBQP-H, sendo que a cotação foi feita em lojas do município de São Paulo.

Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.
(continuação)


Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/unidade) ⁹
<p>BANHEIRO/ VESTIÁRIO</p> <p>Lavatório</p>	<p>Torneira com sensor</p>	<p>O ciclo de funcionamento destas torneiras varia de acordo com o fabricante, assim como o raio de ação do sensor. É preciso prestar atenção no posicionamento do sensor em relação à bica, de forma a garantir conforto e eficiência do enxágue.</p>	<p>15% em relação à torneira convencional</p>	<p>650-850</p>
		<p>Precisa ser alimentado por alguma fonte de energia que pode ser bateria/pilha (6V, 9V, 24V - depende do fabricante) ou através da rede elétrica (220V/110V)</p> <p>Vantagem: o fluxo de água é liberado quando o usuário inicia suas atividades e é interrompido ao término destas.</p> <p>Desvantagem: necessidade de diferentes níveis de proximidade em função do fabricante e o ciclo de descarga pode se tornar longo.</p>		

Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.
(continuação)




Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/unidade) ⁹
<p>BANHEIRO/ VESTIÁRIO</p> <p>Bacia sanitária</p>	<p><i>Dual flush</i></p>  	<p>Sistema com dois volumes de acionamento (3l para líquidos e 6l para sólidos) disponível tanto para caixa acoplada quanto válvulas de parede.</p> <p>Vantagem: usuário pode escolher volume da descarga de acordo com a necessidade.</p> <p>Desvantagem: os usuários precisam ser instruídos e conscientizados do funcionamento desta válvula, evitando desperdícios.</p>	<p>18% em relação às bacias com 6,8 l/acionamento</p>	<p>170-200</p>

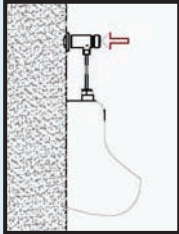


Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.
(continuação)

Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/unidade) ⁹
<p>BANHEIRO/ VESTIÁRIO</p> <p>Bacia sanitária</p>	<p>Ciclo fixo (válvula de parede) – 6,8 l/acionamento</p> 	<p>Sistema de acionamento mecânico, no qual o usuário aciona o êmbolo, mas com fechamento automático após um tempo determinado. Importante a manutenção preventiva para manter o fluxo sempre regulado, evitando desperdícios.</p> <p>Vantagem: ciclo fixo pré-definido, fechamento independente de o usuário soltar do êmbolo de acionamento.</p> <p>Desvantagem: por ser uma válvula de parede precisa de determinada pressão e vazão no ponto de consumo e a falta de manutenção pode resultar no aumento do tempo de vazão da válvula.</p>	<p>50% em relação às bacias antigas¹⁰</p>	<p>150-200</p>

¹⁰ Desde 2002/2003, todas as bacias sanitárias vendidas no Brasil passaram a consumir 6,8 l/acionamento, o que representa 50% menos do que as bacias de 9 litros vendidas de 2000 a 2002 e que, por sua vez, reduziram metade do consumo das bacias vendidas no final da década de 90.

Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.
(continuação)

Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/ unidade) ⁹
<p>BANHEIRO/ VESTIÁRIO</p> <p>Mictórios</p>	<p>Individuais com acionamento hidromecânico</p> 	<p>Para acionamento, o usuário deve pressionar o êmbolo da válvula liberando o fluxo de água para a bacia do mictório. Imediatamente após a liberação da pressão pelo usuário, ocorre o retorno do êmbolo pela ação da própria água e de uma mola interior ao corpo da válvula.</p> <p>Vantagem: tempo de vazão é pré-determinado e tem fechamento automático.</p> <p>Desvantagem: a falta de manutenção pode resultar no aumento do tempo de vazão da válvula e, em geral, os usuários se sentem desconfortáveis em tocar no êmbolo após utilização.</p>	<p>15% em relação às válvulas convencionais</p>	<p>Mictório: 150-200</p> <p>Válvula hidromecânica para mictório: 150-300</p>





Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/unidade) ⁹
BANHEIRO/ VESTIÁRIO Ducha/ chuveiro	Duchas para água misturada 	<p>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 sanitário público como de residências é a introdução de um dispositivo restritor de vazão.</p> <p>Recomenda-se avaliar, na compra, a vazão de água do aparelho, sendo o melhor aquele que apresentar menor vazão.</p>	15% de economia, comparando um chuveiro com vazão de 0,10l/s e outro de 0,60 l/s	90-210
	Elétricos 	<p>Não é recomendável o uso de dispositivos redutores de vazão para os chuveiros elétricos, uma vez que podem interferir no funcionamento dos mesmos.</p> <p>Recomenda-se avaliar, na compra, os dados de consumo de energia e vazão de água do aparelho, sendo o melhor aquele que apresentar menor vazão e maior eficiência energética.</p>	15% de economia, comparando um chuveiro com vazão de 0,10l/s e outro de 0,60 l/s	Plástico: 30-50 Metal: 100-120

Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.
(continuação)


Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/unidade) ⁹
<p>BANHEIRO/ VESTIÁRIO</p> <p>Ducha/ chuveiro</p>	<p>Dispositivos para comando de duchas para mistura de água</p> 	<p>Outra forma para redução do consumo de água no chuveiro é o uso de dispositivos temporizadores para comando da liberação do fluxo de água para duchas. O dispositivo mais encontrado nas instalações hidráulicas é o registro de pressão. Os dispositivos temporizados são os que apresentam funcionamento hidromecânico, os quais são fechados automaticamente após certo tempo, característico da peça. Vantagem: vazão é pré-definida. Desvantagem: a falta de manutenção pode resultar em desperdício, uma vez que a válvula precisa de manutenção para regulação do tempo de vazão. Além disso, o usuário tem a possibilidade de acionamento seguido, o que pode ocasionar gasto excessivo de água, uma vez que a válvula ficará acionada durante todo o período determinado.</p>	<p>5% de economia em relação às duchas sem estes dispositivos</p>	<p>35-80</p>



Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.
(continuação)



Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/unidade) ⁹
COPA/ COZINHA Pia	<p>Torneira com válvula acionada por alavanca com arejador</p> 	<p>Vantagem: facilita o uso na cozinha industrial, uma vez que pode ser fechada com o braço, não contaminando as mãos do funcionário.</p> <p>Desvantagem: depende do usuário para abertura e fechamento e de sua conscientização para não danificar o arejador.</p>	15% em relação à torneira convencional	200-285
	<p>Torneira convencional com arejador</p> 	<p>Vantagem: torneira comum com componente economizador, não gera desconforto na utilização nem traz limitações de uso.</p> <p>Desvantagem: depende do usuário para abertura e fechamento e de sua conscientização para não danificar o arejador.</p>	5% em relação às torneiras convencionais sem arejador	40-100
Lavatório	Torneira hidromecânica	Vide torneiras do lavatório dos banheiros e vestiários.		
	Torneira com sensor	Vide torneiras do lavatório dos banheiros e vestiários.		

Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.
(continuação)

Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/unidade) ⁹
<p>ÁREAS EXTERNAS E DE LAVAGEM</p> <p>Jardins, pátios, garagens</p>	<p>Torneira de acesso restrito</p> 	<p>Vantagem: apenas funcionário autorizado tem acesso à chave utilizada para acionamento da torneira.</p> <p>Desvantagem: dependendo do local de instalação pode sofrer vandalismo por alguém sem acesso à chave de acionamento. Além disso, a chave é necessária para acionamento, que se torna impossível sem esta.</p>	<p>15% em relação às torneiras comuns</p>	<p>30-50</p>



Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.
(continuação)

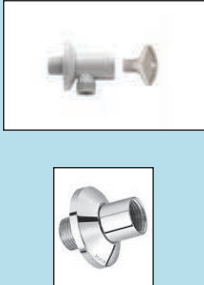
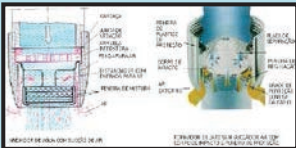
Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/unidade) ⁹
<p>TODOS OS PONTOS DE CONSUMO</p>	<p>Redutores de vazão</p> 	<p>O redutor de pressão leva a uma perda de carga localizada no sistema que resulta na redução de vazão. Recomendado para áreas da edificação que apresentem pressão elevada. Estes dispositivos mantêm a vazão constante em uma faixa de pressão, reduzindo o volume de água que sai no ponto de consumo (torneiras e chuveiros, por exemplo).</p> <p>Vantagem: vazão permanece constante dentro de uma faixa de pressão.</p> <p>Desvantagem: precisa de manutenção preventiva para regular a vazão e é preciso conhecer o sistema predial, uma vez que há um mínimo recomendado para valores de pressão hidráulica.</p>	<p>20% de redução no sistema</p>	<p>20% de redução no sistema</p>

Tabela 6 - Principais grupos de equipamentos economizadores disponíveis no mercado.
(continuação)

Usos	Equipamento Hidráulico	Principais Características	Economia no consumo de água	Custo (faixa de preço/ unidade) ⁹
<p>TODAS AS TORNEIRAS</p>	<p>Arejadores</p> 	<p>É um componente instalado na extremidade da bica de uma torneira, indicado para todos os tipos, exceto as de limpeza e de tanque, nas quais o usuário necessita de uma maior vazão para reduzir o tempo de realização da atividade. Em cozinhas, é recomendada a instalação de arejadores do tipo “chuveirinho”, que facilitam ainda mais a realização das atividades.</p> <p>Vantagem: reduz a seção de passagem da água através de peças perfuradas ou telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento da água, reduzindo o volume vazão de água.</p> <p>Desvantagem: sem a conscientização e treinamento do usuário, este pode danificar o componente em busca de maior volume de água.</p>	<p>5% de redução no sistema</p>	<p>15-35</p>

É importante ressaltar que é possível obter maiores economias no consumo com ações globais, ou seja, ações de adequação do componente hidráulico somadas de adequação do sistema hidráulico da edificação e conscientização dos usuários. Sendo tangível a economia de até 70% no consumo de água em alguns casos, pois depende da situação inicial da edificação e quais medidas e intervenções serão tomadas.

Para saber mais sobre os equipamentos economizadores, consulte o Documento Técnico de Apoio do PNCDA DTA F2 – Produtos Economizadores nos Sistemas Prediais.

ETAPA 3: AVALIAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA

O objetivo desse capítulo é apresentar os principais aspectos envolvidos na avaliação da oferta de água em edificações. Serão abordadas as diferentes possibilidades de abastecimento, os fatores de tomada de decisão para implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva e de reúso de água, além do controle quantitativo e qualitativo para o uso da água não potável em edificações. É importante ressaltar que a gestão da oferta de água é específica, em função das diversas atividades consumidoras, sistemas hidráulicos existentes, arranjo arquitetônico e localização do empreendimento. Assim, cada caso deve ser avaliado, considerando suas características particulares, sempre com apoio de profissionais capacitados para a garantia de bons resultados.

Aproveitamento de águas pluviais

O aproveitamento de águas pluviais é uma prática adequada para estabelecimentos que possuam grandes áreas de cobertura ou outras áreas impermeáveis. Como vantagem dessa atividade, pode-se destacar: a conservação dos recursos hídricos disponíveis, a redução do escoamento superficial, o amortecimento de picos de enchentes, além da possibilidade de redução significativa dos custos associados às tarifas de água. No entanto, conforme mencionado, as condições de instalação desses sistemas são variáveis com o ambiente e, por isso, devem ser estudadas e projetadas para situações específicas do local.



O projeto de um sistema de aproveitamento de águas pluviais envolve as seguintes etapas:

- determinação do alcance de projeto e da demanda de água não potável;
- determinação da precipitação média local – estabelecida em função dos dados publicados para o município ou região, ou preferencialmente, de um posto pluviométrico próximo à área de projeto (séries históricas ou séries sintéticas de pluviometria);
- determinação da área de coleta – de acordo com a NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais;
- determinação do coeficiente de escoamento superficial – função do material e do acabamento da área de coleta;
- caracterização da qualidade da água – determinada para cada local, utilizando-se sistemas automáticos de amostragem;
- dimensionamento de calhas e condutores horizontais e verticais – NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais;
- dimensionamento do reservatório de descarte – destina-se a retenção temporária para posterior descarte da água coletada na fase inicial da precipitação. São disponibilizados elementos de cálculo para o projeto do reservatório de descarte;
- definição e dimensionamento do sistema de tratamento – depende da qualidade da água coletada e do seu destino final. Considerando os usos mais frequentes em edifícios (rega de jardins, torres de resfriamento de sistemas de ar condicionado, lavagens de piso e descarga em sanitários), podem ser empregadas unidades de sedimentação simples, filtração simples e desinfecção com cloro ou com luz ultravioleta, conforme mostrado na Figura 3;
- dimensionamento do reservatório de armazenamento – destina-se a retenção das águas pluviais. Seu volume é determinado em função da precipitação e da área de coleta.

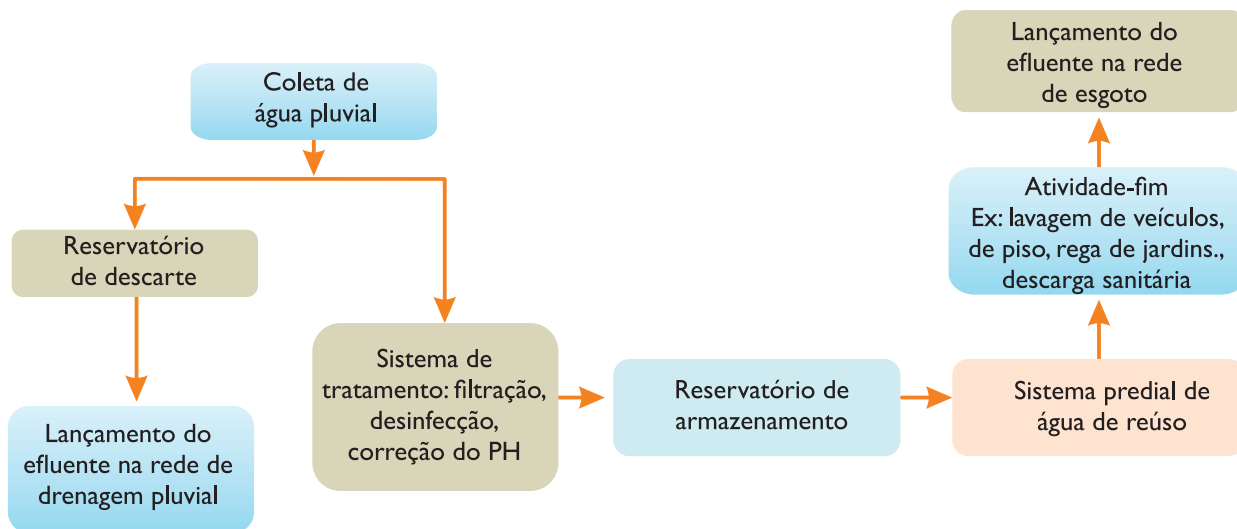


Figura 3 – Esquema básico de sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Conforme apresentado no diagrama de decisão da Figura 4, os sistemas de aproveitamento de águas pluviais apresentam-se vantajosos quando a área de coleta disponível é superior a 250 m² (Tomaz, 2011). A partir dessa condição, pode-se dar andamento ao projeto, para a determinação da capacidade do reservatório de armazenamento. O volume desse reservatório dependerá da disponibilidade de água para suprir o abastecimento em ocasiões de baixa precipitação. A capacidade do reservatório de armazenamento depende da disponibilidade financeira do empreendedor. Havendo recursos suficientes, o reservatório poderá ser projetado para coletar toda a chuva disponível anualmente. A quantidade de chuva a ser coletada, depende, portanto, dos recursos disponíveis para a construção do reservatório de armazenamento. Nos períodos secos, o suprimento deverá ser efetuado através de outras fontes tais como, água fornecida pela concessionária local, água subterrânea ou água de caminhões. O reservatório de armazenamento de água de chuva é normalmente o componente mais dispendioso do sistema. Ele pode ser construído de concreto armado, alvenaria ou plástico. O custo de implantação de um sistema

de aproveitamento de águas pluviais depende, principalmente, do material de construção dos reservatórios, de sua posição em relação ao terreno, além das condições locais. Na maioria das vezes esse custo está entre US\$ 150/m³ a US\$ 200/m³ de água reservada, incluindo tubulação de entrada e descarga, bomba centrífuga, instalação elétrica e acessórios. Devem, ainda, serem previstos os custos contingenciais (projeto, reposição de peças, sistema de tratamento, etc.) e os custos associados a manutenção e operação anual, estimados em 30% e 6%, respectivamente, do custo do reservatório (TOMAZ, 2011).

A partir da determinação do volume a ser reservado, pode-se realizar a avaliação de custo do sistema. Um método fácil para análise econômica do capital investido é o *payback*. Entretanto, devido à sua simplicidade, ele deve ser considerado como um pré-estudo, para aceitar ou rejeitar determinado projeto. Outros critérios mais completos devem ser averiguados para uma decisão final.

O objetivo do *payback* é medir o tempo em que o investimento inicial será reposto, conforme mostrado no exemplo a seguir (TOMAZ, 2011).

- Reservatório de concreto: 1000m³
- Demanda anual de água não potável: 18.552 m³
- Custo de construção: US\$ 150/m³
- Custo do reservatório: 1000 m³ × 150/m³ × R\$ 2,30/m³ = R\$ 345.000,00
- Tarifas públicas estimadas: R\$ 8,75/m³ (água) + R\$ 8,75/m³ (esgoto) = R\$ 17,5/m³
- Economia proporcionada pelo sistema: 18.552 m³/ano × R\$ 17,5/m³ = R\$ 324.660,00/ano
- Payback - Custo do reservatório / custo da água economizada por ano R\$ 345.000,00 / R\$ 324.660/ano = 1,063 anos = 13 meses

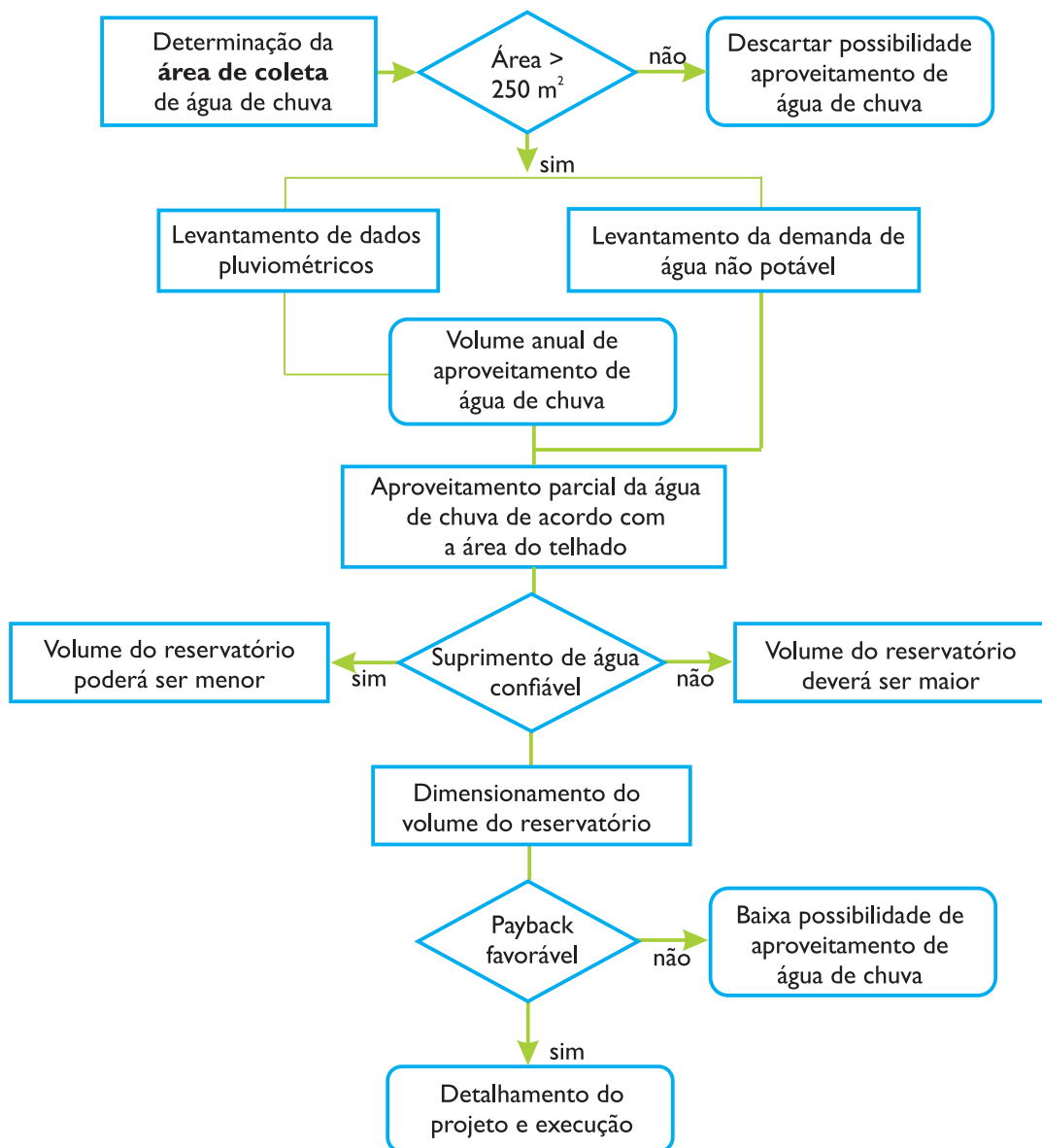


Figura 4 – Diagrama de decisão para aproveitamento de águas pluviais em edificações.

Com relação à qualidade da água, esta deve ser definida pelo projetista, de acordo com a utilização prevista. A NBR 15527/2007 sugere alguns parâmetros para usos não potáveis, conforme indicado na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Parâmetros de qualidade e frequências de análises sugeridos.

Parâmetros	Análise	Faixa
Coliformes totais	Semanal	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semanal	Ausência em 100mL
Cloro residual livre	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente	Mensal	< 15 uH
Deve prever ajuste do pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço, carbono ou galvanizado

Fonte: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 15527/2007.

Para a manutenção do sistema, a norma em referência recomenda os critérios dispostos na Tabela 8 apresentada ao lado.

Tabela 8 – Frequência de manutenção de componentes hidráulicos de edifícios.

Componentes	Frequência de manutenção
Dispositivos de descarte de detritos	Inspeção mensal – limpeza trimestral
Dispositivos de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	2 vezes ao ano
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório(s)	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 15527/2007.

Alguns cuidados especiais devem ser tomados nos sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais (May, 2009):

- a entrada de luz do sol no reservatório deve ser evitada para diminuir a proliferação de microorganismos;
- a tampa de inspeção deve estar sempre fechada;
- a saída do extravasor deve conter grade para evitar a entrada de pequenos animais;
- o monitoramento da qualidade da água deve ser realizado conforme indicado na Tabela 7;
- o reservatório de águas pluviais deve possuir uma pequena declividade no fundo para facilitar a limpeza e retirada do lodo;
- no fundo do reservatório deve existir um dispositivo (freio d'água) para evitar turbulência do material sedimentado;
- é aconselhável a adoção de cores diferenciadas para tubulações de águas pluviais a fim de evitar possível interconexão com o sistema de água potável;
- é aconselhável a utilização de placas sinalizadoras em todos os pontos de consumo.



Reúso de Água em Edificações

Os efluentes gerados em edificações, públicas ou privadas podem ser classificados em águas negras e águas cinzas. As águas negras incluem todos efluentes domésticos integrados, enquanto que as águas cinzas podem ser claras, quando originadas de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas, ou escuras, quando incluem além destes, os efluentes de cozinha.

O reúso para fins não potáveis é caracterizado pela utilização de efluentes tratados para suprir necessidades diversas que admitem qualidade inferior à potável. Assim, um sistema predial de reúso de águas cinzas deve prever a coleta dos efluentes em tubulações específicas, que conduzam os resíduos para tratamento adequado e em seguida para um reservatório de armazenamento exclusivo. A partir desse reservatório, a água poderá ser encaminhada para a atividade fim, através de tubulações separadas do sistema de água potável e, após seu uso, ela poderá ser lançada na rede de esgoto existente. No caso do reúso de águas negras, todo o efluente gerado deverá ser encaminhado para tratamento, não havendo necessidade de segregação dos efluentes gerados em tubulações separadas. As etapas seguintes, de armazenamento e encaminhamento para os usos previstos, são realizadas como no caso das águas cinzas.

De modo geral, os sistemas de reúso de água em edificações trazem grandes benefícios em termos de gestão de recursos hídricos, mas, se não forem adequadamente planejados e operados, podem implicar em problemas significativos em termos ambientais, de saúde pública e sociais.

As exigências mínimas para o reúso de efluentes tratados para fins não potáveis são apresentadas a seguir, em função das diferentes atividades realizadas em edifícios:

- a) Água para irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos:
 - Não deve apresentar mau cheiro;
 - Não deve conter componentes que agriçam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;
 - Não deve ser abrasiva;

- Não deve manchar superfícies;
 - Não deve causar contaminação ou infecções por organismos patogênicos.
- b) Água para descarga em bacias sanitárias:
- Não deve apresentar mau-cheiro;
 - Não deve ser abrasiva;
 - Não deve manchar superfícies;
 - Não deve deteriorar metais sanitários;
 - Não deve causar contaminação ou infecções por organismos patogênicos.
- c) Água para refrigeração e sistemas de ar condicionado:
- Não deve apresentar mau-cheiro;
 - Não deve ser abrasiva;
 - Não deve manchar superfícies;
 - Não deve formar incrustações.
- d) Água de 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 causar contaminação ou infecções por vírus ou bactérias.
- e) Água para lavagem de roupa:
- Deve ser incolor;
 - Não deve ser turva;
 - Não deve manchar superfícies;

- Não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem;
 - Não deve causar contaminação ou infecções por organismos patogênicos.
- f) Água para uso ornamental:
- Deve ser incolor;
 - Não deve apresentar mau-cheiro;
 - Não deve deteriorar equipamentos e metais sanitários;
 - Não deve causar contaminação ou infecções por vírus ou bactérias.
- g) Água para uso em construção civil, na preparação de argamassa, concreto, controle de poeira, cura de concreto e compactação de solo:
- Não deve apresentar mau-cheiro;
 - Não deve alterar características de resistência dos materiais.

Conforme apresentado no diagrama de decisão detalhado na Figura 5, a disponibilidade de rede pública de coleta de esgotos é um fator determinante para a implantação de sistema de reúso de águas cinzas em edificações. Em locais que não possuam rede, o reúso de águas cinzas pode ser desconsiderado, pois nessa situação, a melhor opção seria coletar todo o efluente gerado (águas negras) e conduzi-lo a tratamento. Em locais que possuam a coleta pública de esgotos, podem ser encontradas duas situações: edifícios já existentes e edifícios em construção. Em ambos os casos, pode-se ter o reúso de águas cinzas ou o reúso de águas negras, dependendo da viabilidade econômica relativa entre esses dois sistemas.

O desenvolvimento do projeto de reúso em edificações existentes está vinculado à disponibilidade de área para construção do sistema de tratamento e também à possibilidade de duplicação da rede hidráulica. A escolha pelo reúso de águas cinzas ou negras dependerá da comparação entre as viabilidades econômicas obtidas nos dois estudos.

No caso de edificações em projeto, pode-se dimensionar o sistema de coleta, tratamento e distribuição para reúso de águas cinzas e negras e depois realizar a comparação entre as viabilidades econômicas das duas hipóteses.

É importante ressaltar que em edifícios comerciais, as águas cinzas apresentam volumes relativamente pequenos, pois são formadas quase que exclusivamente de águas provenientes de lavatórios. Em edifícios residenciais, esse volume é mais significativo devido à contribuição dos efluentes do banho, máquinas de lavar roupa e eventualmente de cozinhas.

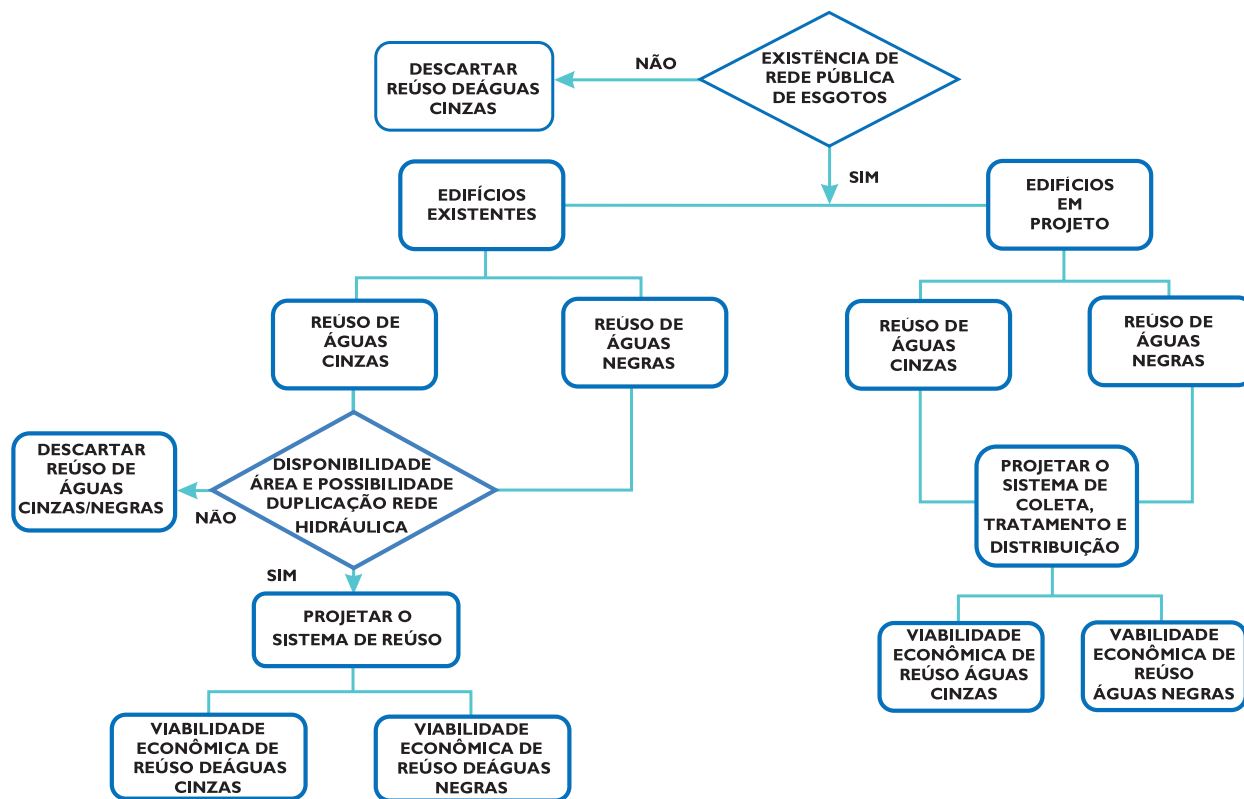


Figura 5 – Diagrama de decisão para implantação de sistema de reúso em edificações.

São apresentados, abaixo (Tabela 9), os padrões de qualidade da água para reúso baseados em valores, sugeridos pela NBR 13969/1997 e o manual do SINDUSCON (2005), para águas

utilizadas em descargas de bacias sanitárias, lavagem de pisos e veículos, controle de particulados, irrigação de áreas verdes e rega de jardins.

Tabela 9 – Padrões de qualidade de água para reúso sugeridos.
(NBR 13969/1997 e Manual SINDUSCON - 2005).

Parâmetros	Bacias sanitárias	Lavagem de pisos	Lavagem de veículos	Controle de particulado
Coliformes termotolerante (NMP/100ml)	Não detectáveis	Não detectáveis	Não detectáveis	≤ 1000/100ml
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Cor (uH)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	----
Turbidez (uT)	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Odor e aparência	Não desagradáveis	Não desagradáveis	Não desagradáveis	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
DBO (mg/L)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 30
Compostos org. voláteis (mg/L)	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10	< 10	< 10	----
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20	≤ 20	≤ 20	----
Nitrito (mg/L)	≤ 1	≤ 1	≤ 1	----
Fósforo total (mg/L)	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	----
SST (mg/L)	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 30
SDT (mg/L)	≤ 500	≤ 500	≤ 500	----

Fonte: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 13969/1997 e SINDUSCON (2005).

Parâmetros	Irrigação de áreas verdes e rega de jardim		
Coliformes termotolerante (NMP/100ml)	≤ 200/100m		
pH	6,0 a 9,0		
Cor (uH)	<30		
Turbidez (uT)	<5		
Nitrogênio Total (mg/L)	5 - 30		
Salinidade	0,7 < EC (dS/m) < 3,0		
DBO (mg/L)	< 20		
Toxicidade – irrigação superficial	Sódio (SAR) Entre 3 e 9	Cloretos (mg/L) < 350	Cloro residual (mg/L) Máx 1
Toxicidade – irrigação aspersores	Sódio (SAR) ≥ 3,0	Cloretos (mg/L) < 100	Cloro residual (mg/L) < 1
SST (mg/L)	< 20		
Boro (mg/L)	3,0		

Fonte: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 13969/1997 e SINDUSCON (2005).

Com relação aos custos de implantação de sistemas de reúso, os investimentos totais são influenciados por diversos fatores como: critérios de projeto, condições locais, características do efluente e do afluente a ser tratado, tecnologias de tratamento, entre outros. Além disso, o número de estudos sobre reúso em edificações é ainda reduzido no Brasil, o que dificulta uma avaliação precisa sobre custos e períodos de retorno. Existe, portanto, uma grande indeterminação para a definição de custos por m³ de água de reúso produzida, sendo necessário que avaliações específicas sejam efetuados para cada caso particular.

Como exemplo, é apresentado um estudo realizado por MIERZWA & HESPANHOL. (2006), que trás uma avaliação econômica para empreendimentos horizontal e vertical, visando a comparação entre os serviços de saneamento normalmente prestados pelas concessionárias e a opção de

implantação de sistemas de reúso de água. A Tabela 10, abaixo, avalia as alternativas estudadas pelos autores.

Tabela 10 – Opções para reúso de águas cinzas e de águas negras ou de lançamento em coletores públicos, em edificações.

Empreendimento	Opção	
Horizontal	1 – sem reúso	Lançamento de todos os efluentes na rede da concessionária.
	2 – com reúso	Estação de tratamento de águas cinzas e lançamento de parte do esgoto gerado na rede.
	3 – com reúso	Estação de tratamento de águas negras e lançamento do excedente da água de reúso no corpo receptor.
Vertical	1 – sem reúso	Lançamento de todos os efluentes na rede da concessionária
	2 – com reúso	Estação de tratamento de águas cinzas e lançamento de parte do esgoto gerado na rede.

Nesse trabalho, foram avaliados e comparados os custos de investimentos para implantação, operação e manutenção dos sistemas de reúso e os valores pagos à concessionária, de acordo com as tarifas praticadas no local.

As estações de tratamento de efluente consideradas nesse estudo possuíam processos similares, sendo que as ETEs para águas cinzas apresentaram custos um pouco inferiores às estações de esgoto bruto devido à menor carga orgânica.

As principais conclusões obtidas foram:

- Na comparação das tarifas unitárias, verificou-se que o custo operacional na própria estação é inferior à tarifa cobrada pela concessionária;
- Os resultados indicaram economias significativas dos sistemas com reúso em termos de

- custos mensais, sendo que o tempo de retorno de investimento variou entre 1 a 2 anos;
- Devido a maior extensão das redes, a infra-estrutura para os empreendimentos horizontais apresentou maior custo;
 - Nesse caso específico, pode-se verificar que o sistema de reúso de águas cinzas apresentou custo total 45% superior ao sistema de reúso de águas negras, devido aos investimentos necessários para adequação das instalações hidráulicas.

Água de drenagem de terrenos

A água de drenagem em edificações é aquela oriunda de escavações, quando ocorre alguma intervenção no subsolo, como no caso de construção de garagens subterrâneas.

Essa água deve ser coletada e caracterizada para avaliação dos volumes produzidos e da necessidade de tratamento, utilizando-se amostras compostas. Em sua caracterização, podem ser encontrados sais e óxidos de ferro em grandes concentrações e outras substâncias que são incorporadas ao terreno através do vazamento de tanques de combustíveis e aterros sanitários, por exemplo.

Os usos potenciais previstos no próprio edifício incluem: lavagem de pisos, rega de jardim e torres de resfriamento de sistemas de ar condicionado, dependendo das vazões disponíveis. As águas tratadas deverão ser armazenadas em reservatórios independentes, sendo que os mesmos cuidados e restrições para as águas pluviais deverão ser aplicados.

Água de reúso de concessionárias

Após o tratamento do esgoto coletado no setor urbano, algumas concessionárias brasileiras fornecem água de reúso a custos inferiores ao da água potável, o que torna esse serviço uma opção a ser considerada, tanto do ponto de vista ambiental como do econômico.



Em geral, essas águas podem ser utilizadas para limpeza de pisos, pátios, controle de poeira em obras de execução de aterros e terraplanagem; preparação e cura de concreto em canteiros de obra e para estabelecer umidade ótima para compactação de solos; combate a incêndios; geração de energia; irrigação de áreas verdes e como água de “make up” em sistemas de resfriamento.

A análise para a utilização desse recurso deve considerar aspectos da gestão da qualidade, logística de distribuição, tarifa de fornecimento, custos de transporte e possibilidade de tratamentos adicionais.

Águas subterrâneas

As águas subterrâneas apresentam algumas propriedades que tornam seu uso mais vantajoso em relação ao uso das águas superficiais: de uma maneira geral, são filtradas e tratadas naturalmente através de percolação no solo; sofrem menor influência climática; são passíveis de extração perto do local de uso; possuem temperatura constante; suas reservas e captações não ocupam área superficial; apresentam proteção contra agentes poluidores, e; possibilitam a implantação de projetos de abastecimento à medida da necessidade.

Nas grandes cidades, há uma tendência de crescimento da utilização de águas subterrâneas em função da carência e da degradação das fontes superficiais. Há que considerar também que, pelo efeito da urbanização, surgem fatores negativos que podem aumentar a vulnerabilidade dos aquíferos e afetar a qualidade e a quantidade de água disponível. As retiradas excessivas, o desmatamento, a impermeabilização, a poluição derivada de aterros sanitários, de lançamentos de efluentes industriais e domésticos e de vazamentos de tanques de combustíveis, são exemplos de ações que afetam a quantidade e a qualidade das reservas subterrâneas.

De modo geral, a exploração de água subterrânea está condicionada a fatores quantitativos, qualitativos e econômicos. A quantidade de água extraída está intimamente ligada à condutividade

hidráulica e ao coeficiente de armazenamento dos terrenos. A qualidade pode ser influenciada pela composição das rochas, condições climáticas e fatores externos. Se a água não aflorar espontaneamente, os investimentos para extração poderão ser significativos, pois dependem da profundidade do aquífero e das condições de bombeamento.

No caso da opção por essa fonte de abastecimento, o estabelecimento em questão torna-se responsável pela produção de água e, assim, deve atender à legislação existente, providenciando tratamento adequado e implantando um sistema de gestão e monitoramento contínuo voltado para a qualidade e quantidade. Há que considerar, ainda, que a extração de águas subterrâneas, assim como a captação de água em recursos superficiais, está condicionada à concessão da outorga correspondente a ser emitida pelo órgão gestor de recursos hídricos estadual.

Seleção de sistemas de tratamento para reúso e custos envolvidos

A seleção de sistemas de tratamento é baseada na compatibilidade entre a qualidade do efluente/água disponível e os padrões de qualidade exigidos para cada uso específico.

Fatores como a necessidade de outorga, vazão disponível, variações de vazão, subprodutos do tratamento, disponibilidade de área, desempenho, consumo de energia, custos de implantação, operação e manutenção, também são importantes e devem ser considerados na ocasião de desenvolvimento do projeto, inclusive do sistema de tratamento a ser implantado.

Os principais processos e operações unitárias, assim como sistemas aplicáveis para a adequação da qualidade dos efluentes líquidos àquela requerida para determinado uso, são apresentados na Tabela II, a seguir.



Tabela II – Principais processos, operações e sistemas para tratamento de efluentes visando reúso.

Processo	Aplicação	Unidades/ sistemas
Tratamento preliminar	Utilizado para remoção de sólidos grosseiros e matéria mineral sedimentável.	Grades, desarenadores ou caixa de areias, caixas de retenção de óleo e gordura.
Tratamento primário	Utilizado para remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis, materiais flutuantes (óleos e graxas) e parte da matéria orgânica em suspensão.	Decantação simples ou com adição de coagulantes
Tratamento secundário	Utilizado para remoção da matéria orgânica biodegradável contida nos sólidos dissolvidos e, eventualmente, de nutrientes.	Sistemas MBRs, Lodos ativados, Filtros biológicos, Reatores UASB.
Tratamento terciário ou avançado	Utilizado para remoção de poluentes específicos e/ou remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, como por exemplo, nutrientes ou organismos patogênicos.	Sistemas de separação por membranas (MBRs, que, atualmente substituem os sistemas biológicos tradicionalmente utilizados. Ocupam áreas menores e produzem efluentes de qualidade elevada, permitindo reúso para fins mais restritivos.

Na avaliação de custos, tanto de capital como de operação e manutenção, relativos a programas de reúso, devem ser considerados apenas os custos adicionais associados ao reúso propriamente dito, excluindo-se aqueles associados à adequação dos efluentes para atendimento aos padrões legais de emissão.

É importante avaliar adequadamente a viabilidade de implantação de uma determinada tecnologia, pois a escolha por uma opção de baixo custo pode não ser financeiramente sustentável, em virtude dos gastos com operação e manutenção correspondentes.

A Figura 6, a seguir, apresenta uma comparação entre os diferentes níveis de tratamento existentes, considerando os custos totais de investimento, de operação e manutenção, e as eficiências correspondentes. Como pode ser observado, para o tratamento secundário, por exemplo, o custo total de investimento, mais operação e manutenção pode variar entre US\$ 1,0 e 2,0 / m³. As eficiências de remoção podem alcançar, nesse caso, valores entre 90 e 95% para DBO e SST, 40% para nitrogênio total e 90% para fósforo total.

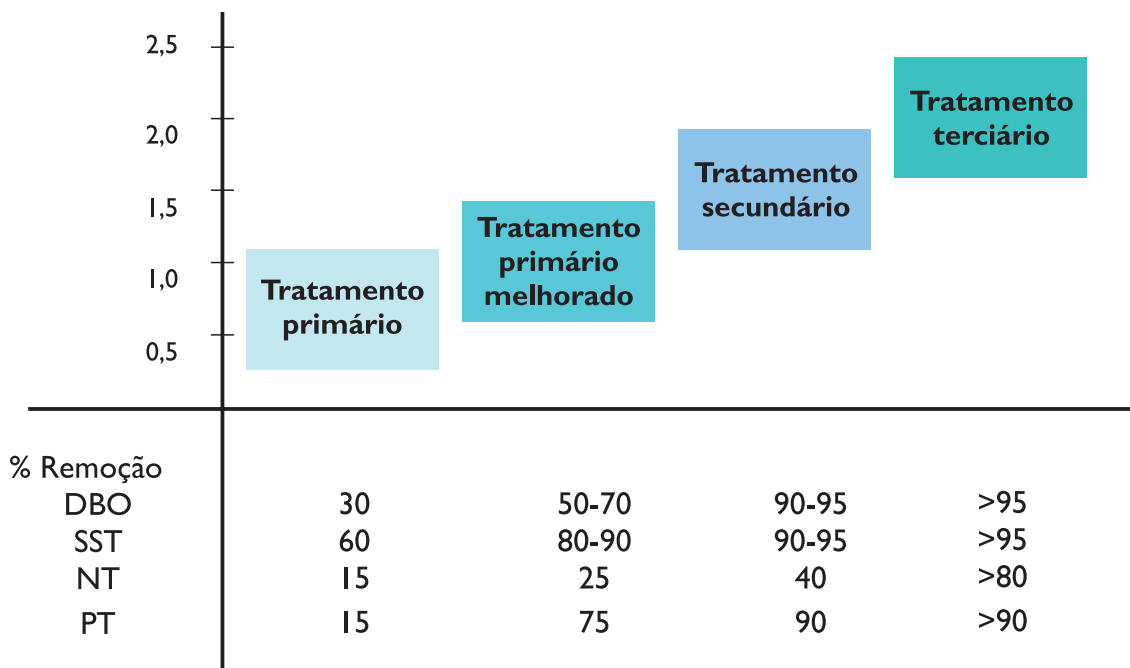


Figura 6 – Sistemas básicos de tratamento de esgotos, eficiências de remoção e respectivos custos de capital mais de Operação e manutenção (Fonte: Somlyody, 1993 apud Helmer & Hespanhol, 1997).

Sistemas de monitoramento: aspectos operacionais e de saúde pública

O uso de fontes alternativas de abastecimento deve envolver uma política de segurança dentro do edifício, contemplando a adequação das instalações e a sinalização adequada dos pontos de consumo, evitando-se, com isso, problemas de saúde pública. Os administradores deverão, também, estabelecer e implementar programas de divulgação, treinamento e motivação de funcionários, caso optem pelo reúso ou aproveitamento de águas pluviais.

Independente da tecnologia adotada para tratamento, todos os sistemas deverão ser submetidos a uma avaliação periódica de desempenho, para garantir o funcionamento dentro das condições de eficiência pré-estabelecidas. Nesse sentido, análises de amostras compostas coletadas em pontos afluentes e efluentes, assim como em pontos considerados como críticos, deverão ser realizadas com frequência adequada. É preciso observar os métodos constantes em literatura pertinente, quanto à correta coleta, transporte e preservação das amostras, visando evitar interferências nas análises laboratoriais.

Os parâmetros a serem avaliados e as respectivas frequências de análises recomendadas são apresentadas, em seguida, na Tabela 12 para descarga sanitária, lavagem de pisos e veículos e na Tabela 13 para água para irrigação de áreas verdes.

Tabela 12 – Parâmetros e respectivas frequências de análises de água de reúso utilizada para descarga sanitária, lavagem de pisos e de veículos.

Frequência de análises da água para descargas sanitárias, lavagem de pisos e veículos	
Parâmetros a serem analisados	Frequência das análises
Coliformes termotolerantes	Mensal
pH	Semanal
Cor	Semanal
Turbidez	Semanal
Óleos e graxas	Semanal
DBO	Semanal
Nitrato	Mensal
Nitrogênio amoniacal	Mensal
Fósforo total	Mensal
Sólidos suspensos totais (SST)	Semanal
Sólidos dissolvidos totais (SDT)	Semanal

Para que atinjam seus objetivos, os programas de monitoramento devem proporcionar aos responsáveis pela operação e aos tomadores de decisão, informações atualizadas, que permitam a adoção de medidas rápidas e seguras, principalmente, em situações de emergência.

Abaixo são indicadas as frequências das análises da água para todos os parâmetros considerados nesse manual.

Tabela 13 – Parâmetros e respectivas frequências de análises de água de reúso utilizada para irrigação de áreas verdes.

Frequência de análises da água para irrigação de áreas verdes	
Parâmetros a serem analisados	Frequência das análises
Coliformes termotolerantes	Semanal
pH	Semanal
Cor	Semanal
Turbidez	Semanal
Nitrogênio amoniacal	Semanal
Salinidade	Semanal
DBO	Semanal
Sódio	Semanal
Cloretos	Semanal
Cloro	Semanal
Sólidos suspensos totais (SST)	Semanal
Boro	Semanal
Índice de absorção de sódio - IAS	Mensal

ETAPA 4: ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA

Esta etapa consiste, basicamente, na elaboração da matriz de soluções e na análise técnica e econômica para avaliação da viabilidade de ações e medidas a serem incorporadas no planejamento do programa de conservação da água.

A implantação do programa deve, inicialmente, avaliar os custos correspondentes, tanto em relação ao investimento inicial quanto os relativos à operação e manutenção, avaliando, em paralelo, os benefícios associados. Abaixo, seguem os passos para análise da viabilidade técnica-econômica por meio de um exemplo fictício de uma edificação com uso predominante de escritórios. Esta etapa será apresentada através de um estudo de caso



CÁLCULO DO CONSUMO SEM NENHUMA AÇÃO DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

- **Passo 1:** Caracterização do uso da água no edifício
 - Edifício de uso comercial com 4 subsolos e 38 pavimentos, área total construída de 47.000 m²;
 - Total de funcionários: aproximadamente 2430 pessoas;
 - Uso da água: torres de resfriamento, restaurantes, academia, escritórios, rega de jardins e lavagem das áreas comuns.
- **Passo 2:** Cálculo do consumo doméstico mensal e custos existentes (o *start up* do processo depende do conhecimento da situação atual)

Para o caso apresentado, o consumo de água total mensal é de 5.780 m³/mês, com custos mensais junto à concessionária local de aproximadamente R\$ 67.000,00, cuja distribuição do consumo se dá conforme a Tabela 14, abaixo:

Tabela 14 – Consumo mensal associados aos respectivos centros de consumo.

Centros de Consumo	Consumo mensal (m ³ /mês)
População (50l/pessoa.dia)	2674,00
Torres de resfriamento	2200,00
Restaurantes	500,00
Academia	400,00
Rega de jardins e lavagem	6,00
Total	5.780,00

Caso a edificação seja nova, é recomendado utilizar os indicadores *per capita* para cálculo do consumo de água. Se a edificação já estiver estruturada, realizar leituras dos hidrômetros e cálculos das atividades e usuários consumidores para análise da distribuição deste consumo, caso não tenha sido implantado a setorização do consumo de água. No caso acima, os maiores consumidores são a população e as torres de resfriamento, devendo-se iniciar as ações por esses sistemas que correspondem aos maiores impactos.

PROPOSIÇÃO DOS CENÁRIOS: AÇÕES DE GESTÃO DA DEMANDA SEGUIDAS DE AÇÕES DE GESTÃO DA OFERTA

Passo 3: Análise de cada cenário considerando impacto no consumo de água, custo mensal de insumos, investimentos necessários e período de retorno (Tabela 15).

Tabela 15 – Avaliação econômica de cenários diferentes.

Cenário	Demanda de água potável (m ³ /mês)	Conta de água potável R\$/mês	Investimento R\$/m ²	Economia Usuário	Retorno Meses
C1 - Convencional	5780	67.700,00	0	0	-
C2a – PURA 1	4400	52.000,00	5,97	23%	10
C2b – PURA 2	4300	50.400,00	7,58	26%	9
C2c – PURA 3	4060	47.500,00	7,63	30%	8
C3 AP 50 m ³	3800	44.600,00	10,48	34%	9
C3 AP 75 m ³	3800	44.500,00	9,48	34,5%	9
C4 PURA+(Poço+AP) P/ BS	3200	38.500,00	11,89	43%	8
C5 PURA+AP+Poço (Torres e BS)	1220	31.500,00	17,50	53%	10
C6 PURA+Poço para Torres +AP+Éfluente lav. P/BS	2060	31.100,00	19,62	54%	11

Observações:

PURA = Programa de Uso Racional da Água

AP = águas pluviais

PA = poço artesiano

P / BS = para bacias sanitárias

*Valores base 2004/2005.



C1: cenário convencional sem nenhuma ação a favor do uso racional de água;

C2a a C2c – incremento de tecnologias nos equipamentos economizadores, no “a” com uso de torneiras hidromecânicas, bacias de 6,8l e mictórios individuais com acionamento hidromecânico, no “b” com torneiras e mictórios individuais com sensores eletrônicos, bacias de 6,8l e finalmente no “c” com torneiras de sensor eletrônico, bacias de 6,8l e mictórios sem água;

C3 – uso de água de chuva com reservas variando entre 50 e 75 m³, para uso em bacias sanitárias ou torres de resfriamento, após tratamento específico e gestão contínua da qualidade;

C4 – uso de água de chuva com reservas variando entre 50 e 75 m³, para uso em bacias sanitárias ou torres de resfriamento, após tratamento específico e gestão contínua da qualidade;

C5a – uso de água de chuva e poço com 3m³/h de vazão para alimentação de bacias sanitárias;

C5b – uso de água de chuva para bacias sanitárias e poço com 10m³/h de vazão para alimentação das torres de resfriamento;

C6 - uso de poço com aproximados 10 m³/h de vazão para alimentação nas torres de resfriamento e uma ETE compacta para tratamento de águas cinzas e água de chuva para alimentação de bacias sanitárias.

A partir do cenário 3, considerou-se o uso dos equipamentos economizadores de alta eficiência (cenário 2c).

ETAPA 5: DETALHAMENTO TÉCNICO

Nesta etapa, as ações a serem implementadas ao longo do programa são detalhadas considerando: o cronograma de implantação das atividades para elaboração de fluxo de caixa, a especificação do sistema de setorização para monitoramento do consumo, o detalhamento de cada intervenção (elementos gráficos e descritivos), a especificação de sistemas, materiais e equipamentos a serem instalados; a elaboração de procedimentos para as atividades consumidoras de água contempladas pelo programa, e, por fim, os manuais de manutenção e operação dos sistemas e equipamentos.

As ações tecnológicas a serem adotadas são detalhadas de acordo com as metas de redução estabelecidas e a disponibilidade de investimento, sendo que, muitas vezes, a implementação dessas ações é gradual, de maneira que as economias geradas por cada ação viabilizem a ação seguinte prevista no programa.

O programa de conservação de água tem início após o detalhamento das ações e é, neste momento, que os seguintes aspectos devem ser considerados:

- Implantar as ações imediatas: correção de perdas físicas detectadas e implantação do Plano de Setorização do Consumo (produto da etapa I). Estas ações já trarão impactos ao consumo de água da edificação;
- Realizar permanentemente ações de conscientização do uso da água que poderão ser realizadas imediatamente ao estabelecimento de uma Política de Gestão da Água;
- Realizar de forma gradativa as ações detalhadas e constantes do programa, de acordo com a disponibilidade de investimentos e as prioridades de metas;
- Acompanhar a implementação das ações, garantindo total concordância com o projeto executivo.

ETAPA 6: SISTEMA DE GESTÃO DA ÁGUA

A Tabela 16, mostrada abaixo sintetiza as dificuldades que podem ser encontradas na implantação de um programa de conservação de água. Elas são apresentadas separando dificuldades técnicas, operacionais e econômicas.

Tabela 16 – Dificuldades potenciais na implantação de um programa de conservação de água.

DIFICULDADES PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA		
Técnicas	De conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de subsídios necessários para avaliação dos potenciais de atuação, como falta de domínio do uso presente da água e efluentes gerados (demanda e oferta): quantidade e qualidade; - Falta de equipe capacitada para manutenção do programa, entre outros.
	De autonomia	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de autonomia das filiais perante suas matrizes, impossibilitando alterações no processo produtivo, entre outros.
Operacionais	No processo de produção	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema produtivo inadequado ao Programa de Conservação; - Resistência em mudanças de procedimentos operacionais; - Falta de conscientização de funcionários em relação ao desperdício.
Econômicas	Na aquisição de equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de recursos para substituição de equipamentos obsoletos.
	Na implantação e gestão do programa	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de recursos para viabilizar a avaliação e implantação do programa de conservação; - Necessidade de capacitação de pessoal para gestão do programa.

Para gestão de um programa de conservação de água é preciso acompanhar e analisar o consumo de água na edificação. Para isso, precisa-se calcular o indicador de consumo da edificação. Apenas lembrando, a setorização facilita o acompanhamento e permite a geração de indicadores mais precisos, na medida em que cada setor, ou tipo de uso, pode ser analisado separadamente.

Gestão do indicador de consumo de água

Os indicadores produzidos, com base no histórico de consumo de água do edifício, são importantes parâmetros para balizar a redução do consumo de água após a implementação de um programa de conservação de água.

Cálculo do indicador de consumo

Os indicadores *per capita* de consumo são calculados de acordo com as tipologias de uso, sendo que, de maneira geral, é calculado da seguinte forma:

$$\text{InCon} = \text{consumo de água/agente consumidor}$$

Lembrando que o consumo de água considerado pode ser diário ou mensal, expresso em m³ ou em litros, conforme mostrado na Tabela 17



Tabela 17 – Indicadores associados a tipos de uso e agente consumidor.

Tipo de uso	Agente consumidor	Indicador
Cozinha	Número de refeições	l/refeição.dia
Área administrativa	Número de funcionários	l/funcionário.dia

Dessa forma, supondo um edifício administrativo com 100 funcionários, cujo consumo mensal é de 50 m³ de água, calcula-se o indicador da seguinte maneira:

- **Passo 1:** converter 50 m³ em litros;
- **Passo 2:** calcular quantos litros de água o edifício consome por dia¹¹;
- **Passo 3:** calcular quanto litros de água por dia cada funcionário consome.

Consumo *per capita* = 22,72 l/funcionário.dia

Sugere-se a construção de uma planilha com o histórico de consumo e de indicadores mensais para que estes sejam analisados e acompanhados constantemente. Supondo que o edifício tenha setorização, de forma a acompanhar os consumos dos banheiros e da cozinha (22 refeições diárias), separadamente, e que os volumes consumidos sejam 25 m³ e 15 m³, respectivamente. Sabendo ainda que os 10 m³ restantes correspondem a usos comuns (ar condicionado, irrigação e limpeza) e que, por ser um edifício administrativo, não há previsão de banho. (Tabela 18). O cálculo do indicador de consumo seria:

¹¹ Caso seja um edifício que não funciona aos finais de semana então se deve considerar um mês como 22 dias. Caso contrário, deve-se considerar 30 dias.

Tabela 18 – Consumo mensal associados aos respectivos usos e respectivos indicadores de consumo.

USOS	Consumo mensal (m ³)	PASSO 1 Converter m ³ em litros (l)	PASSO 2 Calcular consumo de cada setor (l/dia)	PASSO 3 Calcular consumo por uso	PASSO 4 Indicador de consumo
Doméstico (banheiros)	25	25.000	1.136	1.136 l / 100 funcionários	11,36 l/funcionário.dia
Cozinha	15	15.000	682	682 l / 22 refeições diárias	31 l/refeição ¹²
Outros	10	10.000	455	455 l / 100 funcionários	4,55 l/funcionário.dia
Total	50	50.000	2.273	2.273 l / 100 funcionários	22,73 l/funcionário.dia

Plano de capacitação dos gestores e usuários

Conforme visto anteriormente, uma das dificuldades encontradas para implantação de um programa de conservação de água é a falta de capacitação e treinamento de um gestor da água, bem como dos usuários que manipulam os equipamentos e participam diretamente dos processos e atividades da organização. Estimativas mostram que apenas com a distribuição de panfletos e realização de palestras e atividades com os usuários, pode-se alcançar uma redução de quase 15% no consumo de água de uma edificação.



¹² Um indicador de referência para uma cozinha industrial convencional, ou seja, sem equipamentos economizadores, é de 31 l/refeição.dia. Já para uma cozinha industrial com equipamentos economizadores, o indicador de referência é de 23 l/refeição.dia.

A Figura 19, abaixo, descreve, brevemente, as ações necessárias para o desenvolvimento de um plano de gestão ao implantar um programa de conservação da água.

Tabela 19 – Desenvolvimento de um plano de gestão de água.

AÇÕES	Operacionais	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de política permanente de manutenção preventiva e corretiva; - Geração de procedimentos específicos de uso de água nos processos prediais e industriais, constantemente atualizados; - Acompanhamento do monitoramento contínuo do consumo através 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; - Plano de melhoria contínua.
	Institucionais	<ul style="list-style-type: none"> - Multiplicação do programa de conservação de água: é importante que a edificação possa ser visitada por pessoas do ambiente externo para que os resultados possam ser apresentados e divulgados, tornando a edificação uma referência para as demais; - Retroalimentação constante da alta gerência com o gestor da água e vice-versa dos resultados obtidos, fortalecendo a política de conservação estabelecida; - Abertura e divulgação dos resultados obtidos para a mídia; - Transparência de ações e resultados.

É importante ressaltar que os programas de conservação que são baseados, unicamente, em hipóteses de racionalidade econômica do consumidor e incentivos e desincentivos econômicos – como subsídios para a aquisição de equipamentos de menor consumo, redução de impostos, tarifas progressivas e multas – tendem ao fracasso, por não considerarem aspectos que podem afetar o processo de tomada de decisões das pessoas, como a necessidade dos indivíduos em aumentar sua segurança e conforto.

Por isso, é de suma importância para o sucesso de um programa de conservação de água, a capacitação de gestores, pois esses assumem as responsabilidades na edificação, liderando e planejando as ações. Além da conscientização dos usuários finais, ou seja, de todos os funcionários, para o uso racional da água, capacitando-os, inclusive para manutenção dos equipamentos e implementação das ações determinadas no programa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este MANUAL teve por objetivo apresentar as principais medidas a serem tomadas para implantação de um programa de conservação de água nas unidades administrativas do Ministério do Meio Ambiente, sob a égide da Agenda Ambiental de Administração Pública-A3P, tanto em projetos de novos edifícios quanto em prédios existentes. Assim, para implantar um programa de conservação são necessárias, basicamente, 6 etapas, como mostrado na Tabela 20 abaixo:

Tabela 20 – Etapas básicas para implantação de um PCA nas unidades administrativas do MMA/A3P.

Etapas	Descrição
Passo 1: Estabelecer objetivos e metas	<ul style="list-style-type: none">- Estabelecer uma política ambiental;- Estabelecer medidas e ações;- Estabelecer objetivos e metas.
Passo 2: Definir a disponibilidade de recursos humanos e financeiros	<ul style="list-style-type: none">- Eleger um gestor da água;- Garantir a participação de todos os funcionários;- Realizar campanhas de conscientização e sensibilização.
Passo 3: Realizar auditorias	<ul style="list-style-type: none">- Elaborar tabelas e gráficos de acompanhamento do consumo, bem como a efetiva implantação das medidas estabelecidas no programa;- Definir uma equipe multidisciplinar de auditores;- Levantar a qualidade da água necessária para cada processo;- Rever medidas de conservação estabelecidas e, de fato, aplicadas.
Passo 4: Identificar as opções de gestão da água	<ul style="list-style-type: none">- Identificar os usos da água e consertar vazamentos;- Setorizar a edificação;- Estudar a possibilidade de reusar a água em alguns processos e/ou setores;- Instalar válvulas redutoras de vazão nos pontos de consumo.

Etapas	Descrição
Passo 5: Preparar um plano e implementar o programa	<ul style="list-style-type: none"> - Itemizar as medidas de conservação realmente adotadas durante a auditoria, anotando as sugestões dos funcionários; - Priorizar as medidas seguindo a ordem: <ul style="list-style-type: none"> - Medidas com melhor custo-benefício que podem ser implantadas imediatamente; - Medidas que devem ser avaliadas por um período experimental para coleta de dados significativos; - Medidas sem custo-benefício, mas que podem ser implementadas em situações de emergência.
Passo 6: Acompanhar e divulgar os resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar os resultados em termos relevantes e impactantes, como economia financeira, economia de água por funcionário e outros; - Divulgar os resultados através de murais e publicações periódicas.

Para saber mais, acesse os Documentos Técnicos de Apoio do PNCD, no site do Ministério das cidades.

LINKS ÚTEIS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas.

Disponível em: <<http://www.abas.org.br>>

ÁGUA E CIDADE. Disponível em: <<http://www.aguaecidade.org.br>>

ANA – Agência Nacional das Águas. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/>>

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável.

Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/>>

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>

CIRRA – Centro Internacional de Referência em Reúso de Água.

Disponível em: <<http://usp.br/cirra/>>

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica.

Disponível em: <<http://www.dae.sp.gov.br/>>

ENVIROWISE – Practical Environmental Advice for Business.

Disponível em: <<http://envirowise.wrap.org.uk>>

EPA – US Environmental Protection Agency. Disponível em: <<http://www.epa.gov>>

MINISTÉRIO DAS CIDADES – Programa Nacional de Combate ao Desperdício - PNCDA.

Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=334:publicacoes&catid=90&Itemid=119>

PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat.

Disponível em: <<http://www.pbqp-h.com.br>> ou <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/>>

PLANETA SUSTENTÁVEL – Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/>>

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água.

Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pncda/>>

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico.

Disponível em <http://www.finep.gov.br/prosab/produtos.htm>

REDE DAS ÁGUAS – Disponível em: <<http://www.rededasaguas.org.br/>>

SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo.

Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>

SYDNEY WATER – Disponível em: <<http://www.sydneywater.com.au/>>

GLOSSÁRIO

ÁGUA DE QUALIDADE INFERIOR: águas não caracterizadas como água residuária, inadequadas para usos mais exigentes.

ÁGUA DE REÚSO: é a água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização.

ÁGUAS CINZAS CLARAS: originadas de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas

ÁGUAS CINZAS ESCURAS: incluem águas cinzas claras e os efluentes de cozinha.

ÁGUAS NEGRAS: águas que incluem todos efluentes domésticos misturados.

COMPONENTE ECONOMIZADOR: equipamentos que desempenham a mesma função/ atividade que os equipamentos convencionais, utilizando menor quantidade de água (torneiras, duchas, bacias com volume reduzido, restritores de vazão, arejadores e outros).

DESPERDÍCIO: utilização da água em quantidade superior á necessária para o desempenho adequado da atividade consumidora devido ao mau uso dos equipamentos (torneira mal fechada) ou por falta de procedimentos operacionais que otimizem o consumo de água nas atividades/ processos (lavagem com uso excessivo de água).

EFLUENTE LÍQUIDO: esgoto sanitário, água descartada, efluentes de edificações, indústrias; agroindústrias e agropecuária, tratados ou não.

EFLUENTE: resíduos líquidos ou gasosos resultante de esgotos (domésticos, industriais, comerciais, etc).

HIDRÔMETROVELOCIMÉTRICO: funcionamento baseia-se na contagem do número de revoluções da turbina, que é movimentada pela passagem da água, sendo o número de revoluções diretamente proporcional à velocidade de escoamento. É dividido em classes de acordo com a

precisão, sendo o de classe A menos preciso do que o de classe B, este do que o de classe C e assim por diante.

HIDRÔMETRO VOLUMÉTRICO: funcionamento baseia-se na medida real de volumes a partir do enchimento e esvaziamento, de forma cíclica, de sua câmara.

HIDRÔMETRO: instrumento de medição volumétrica de água.

MANUTENÇÃO CORRETIVA: série de atividades cujo objetivo é corrigir vazamentos ou reparar equipamentos hidráulicos.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA: conjunto de atividades programadas para evitar/reduzir as chances de surgimento de problemas, buscando manter o sistema hidráulico em condições normais de operação.

OTIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA: realização das atividades consumidoras com o menor consumo possível, garantida a qualidade dos resultados obtidos.

PATOLOGIAS: problemas que podem ocorrer no sistema predial ou com os equipamentos hidráulicos (vazamentos em tubulações, em reservatórios, em torneiras e outros).

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

PERDAS FÍSICAS DIFICILMENTE DETECTÁVEIS: constatadas através de indícios como manchas de umidade em paredes/pisos, sons de escoamento de água, sistemas de recalque continuamente ligados, constante saída de água em reservatórios, entre outros.

PERDAS FÍSICAS FACILMENTE DETECTÁVEIS: perceptíveis a olho nu, caracterizadas por escoamento ou gotejamento de água.

PONTO DE CONSUMO: todos os pontos do sistema hidráulico que consome água (ponto de água de pias, lavatórios, bacias sanitárias, tanques, máquinas/equipamentos, saída de torre de resfriamento e outros).

REÚSO PARA FINS NÃO POTÁVEIS: utilização de efluentes tratados para suprir necessidades diversas que admitem qualidade inferior à potável.



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

SETORIZAÇÃO: divisão do sistema hidráulico predial em setores de utilização de água, considerando atividades/processos e/ou áreas/ambientes.

USO DOMÉSTICO DE ÁGUA: uso da água destinado a atender às necessidades humanas (consumo e higiene pessoal).

VAZAMENTO NÃO VISÍVEL: dificilmente detectado pelos usuários a olho nu, ocorre em tubulações enterradas ou embutidas em pisos ou paredes e em reservatórios enterrados.

VAZAMENTO VISÍVEL: detectado pelos usuários a olho nu, ocorre nos pontos de consumo – como torneiras, bacias sanitárias, chuveiros e outros – e em conexões ou trechos de tubulações aparentes.

VAZÃO: quantidade de água que passa por uma seção durante um determinado período.

ABREVIATURAS

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

PCRA – Programa de Conservação e Reúso de Água

SST – Sólidos Suspensos Totais

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

NMP/100ml – Número mais provável de coliformes encontrados em 100 ml de amostra

SAR – Sodium Adsorption Ratio ou Razão de Adsorção de Sódio

BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: Informe 2011. Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/>. Acesso em 05 mar. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15527**: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA & CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBEDS. **Água: fatos e tendências**. Brasília: ANA / Cebeds, 2009. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20100312110010_Revista_Fatos_e_Tendencias_2009.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2011.

CASTILHO ALVES, Wolney, et al., **Tecnologias de Conservação em Sistemas Prediais**, p. 219-294, in: **Uso Racional de Água e Energia-Conservação de Água e Energia em Sistemas Prediais e Públicos de Abastecimento de Água**, Programa de Pesquisa em Saneamento Básico-PROSAB 5, P. 350., Ricardo Franci Gonçalves (Coord.), Rio de Janeiro, 2006

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. **Manual de conservação e reúso de água na indústria**. Rio de Janeiro: DIM, 2006. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=manual%20de%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20e%20re%C3%BAso%20de%20%C3%A1gua%20na%20ind%C3%BAstria.%20firjan&source=web&cd=2&ved=0CCUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.firjan.org.br%2Fflumis%2Fportal%2Ffile%2FfileDownload.jsp%3FfileId%3D4028808120E98EC70121222C66745337&ei=7vfpTvv8F8Kd-gQfx44yMCQ&usq=AFQjCNHH5T9hEdf5OglmQDeihRN_ElI-g>. Acesso em: 08 dez. 2011.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. **Conservação e Reúso de Água**: Manual de orientações para o setor industrial. São Paulo: FIESP, vol 1., 2004.

HELMER, Richard e HESPANHOL, Ivanildo, Editores, (1997), **Water Pollution Control - A Guide to the Use of Water Quality Management Principles**, 510 páginas, E&FN Spon, London.

HESPANHOL, Ivanildo. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 131-158, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-40142008000200009&script=sci_arttext>. Acesso em 15 dez. 2011.

HESPANHOL, Ivanildo., Gonçalves, Orestes. et al, (2005), “Conservação e Reúso de Água – Manual de Orientações para o Setor Industrial”, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo-FIESP, Agência Nacional de Águas-ANA, São Paulo, SP;

MAY, S. **Estudo do aproveitamento de águas pluviais para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MIERZWA, José Carlos, HESPANHOL, Ivanildo, (2006), Avaliação Econômica de Sistemas de Reuso de Água em Empreendimentos Imobiliários, anais do XXX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Asociación Interamericana de Ingeniería Ambiental-AIDIS, 26-30, Novembro, Punta Del Este, Uruguay

SAUTCHÚK, Carla Araújo. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações**. São Paulo: EPUSP, 2004.

SINDUSCON. Conservação e reúso de água em edificações. São Paulo. Prol Editora Gráfica, 2005.

SOMLYOBY, L. Looking over the environmental legacy. **Wat. Qual. Int.**, 4, 17 – 20.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em áreas urbanas**. In: Curso ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. São Paulo, 2011.

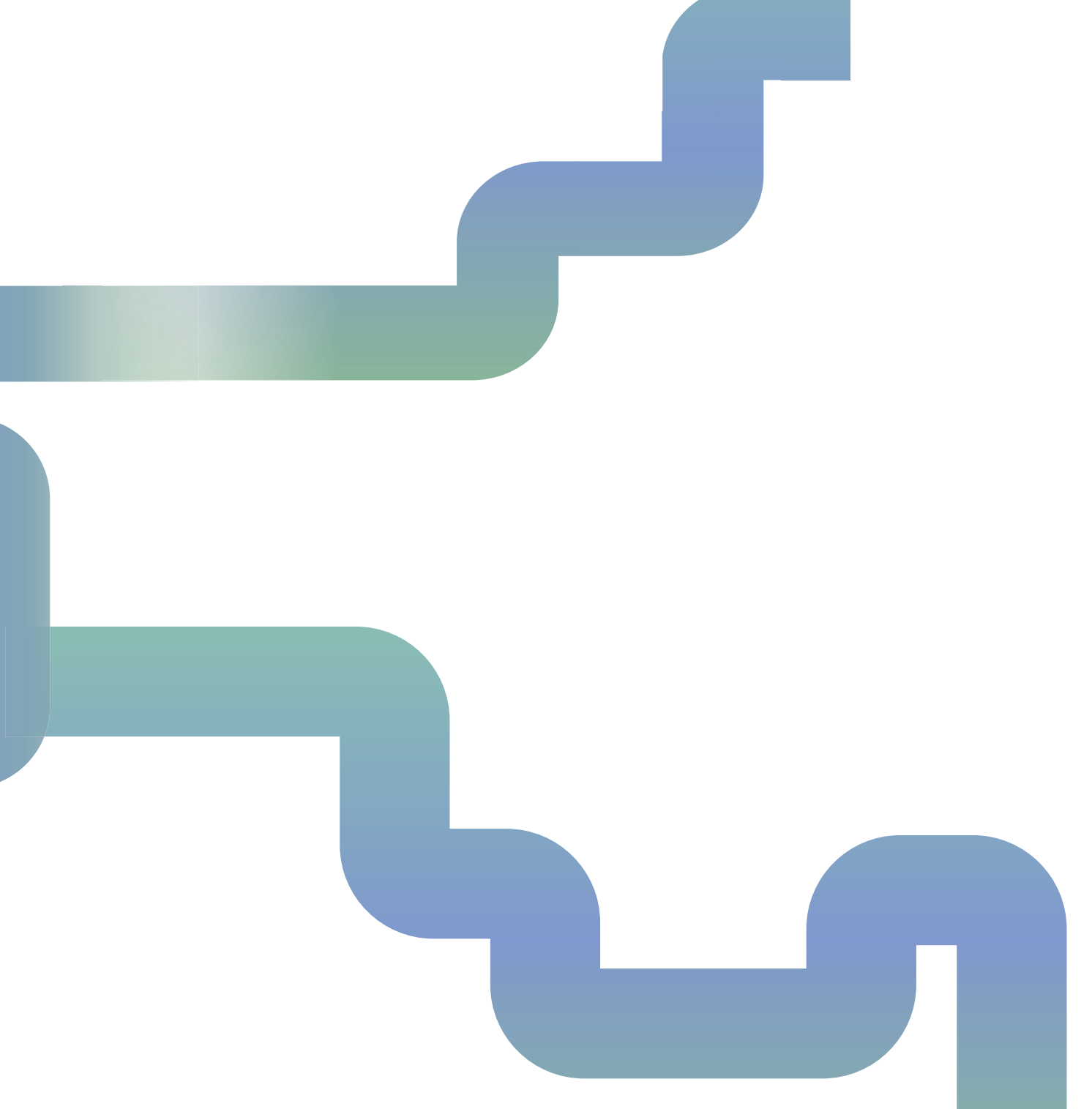
TOMAZ, PLINIO. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2011, 4ª ed., 208p.


UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **GEO3 – Global Environment Outlook 3**. Past, present, and future perspectives. Nairobi: Unep, 2002. Disponível em: <<http://www.unep.org/geo/geo3/english/pdfs/prelims.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2011.



REALIZAÇÃO







MANUAL PRÁTICO PARA
USO E CONSERVAÇÃO DA
ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS

Ministério do
Meio Ambiente