

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema e delimitação do problema

O tema reúso e reaproveitamento da água, proposto para este trabalho, tem seu fundamento em virtude da escassez de água que atinge várias regiões do Brasil. Este fato também associado aos problemas de qualidade da água torna-se uma alternativa em potencial à racionalização desse bem natural, bem como a reutilização deste bem para vários usos.

Mediante essas avaliações, este estudo visa apontar sistemas para redução de consumo de água potável em residências da região metropolitana de Belo Horizonte, a partir da melhoria do sistema de reaproveitamento de águas de chuva e reúso da água da pia de cozinha. Além da instalação de laboratório para análise, em particular, da água da pia de cozinha, para seu reúso na irrigação de jardins. Para tal, inclui também pesquisa bibliográfica sobre equipamentos economizadores de água.

Diante disso, e verificando o crescente processo de escassez de água, cabe salientar que o preço desse bem finito tende a ficar cada vez mais alto. A água de reúso, utilizada para diversos fins, tende a apresentar preço mais baixo, reduzindo assim os custos de produção.

1.2 Justificativa

A água é um recurso natural finito e essencial à vida, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies, como elemento representativo de valores sociais e culturais, além de importante fator de produção no desenvolvimento de diversas atividades econômicas.

A Declaração dos Direitos da Água certifica que:

os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, preocupação e parcimônia. O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e dos seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente, para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Este equilíbrio depende, em particular, da preservação dos mares e oceanos por onde os ciclos começam (DECLARAÇÃO DOS DIREITOS DA ÁGUA. Fonte: Universidade da Água. <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=declaracao.htm>).

É freqüente a utilização de campanhas em prol da economia da água por meios de comunicação como o rádio, a televisão, os jornais e, mais recentemente, por meio da internet. Para que haja uma real conscientização de toda uma população é necessário muito mais que uma campanha publicitária para se economizar água.

Daí a relevância dessa pesquisa, à medida que apresenta soluções para a reutilização da água, mostrando o seu reaproveitamento e dando ênfase à economia deste bem tão vital. Tomaz (2001) aponta duas formas de economizar a água: a forma convencional e a não convencional. Esta última, segundo o autor, refere-se à água de chuva, de dessalinização, etc.

No caso deste estudo, far-se-á, por exemplo, uma estimativa do consumo de água utilizada na residência, por intermédio de dados estatísticos de frequência do fabricante, para vazão dos aparelhos tais como: vasos sanitários e calhas.

Outro ponto de fundamental importância para o estudo é o levantamento dos consumos registrados pela empresa concessionária de água do nosso Estado, a Copasa. Com esses dados, faz-se um levantamento de precipitações diárias, mensais e anuais de estações meteorológicas da cidade de Belo Horizonte.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

O trabalho tem por objetivo principal mostrar como a água pode ser reutilizada e como viabilizar o seu reaproveitamento.

1.3.2 Específicos

- a) Conceituar “reúso da água”.
- b) Mostrar como a água pode ser reutilizada.
- c) Criar um laboratório artesanal.
- d) Estudar um sistema de captação de água de chuva e melhorá-lo.
- e) Destacar os aspectos econômicos que a reutilização da água oferece.

1.4 Metodologia

1.4.1 Tipo de Pesquisa

O estudo pretende, a partir da criação e/ou construção de um laboratório artesanal, demonstrar como e quais as características são necessárias para se obter a comprovação ou não da reutilização da água e seu reaproveitamento, bem como mostrar a economia que essa reutilização poderá gerar. Tratando-se, portanto, quanto aos fins, de uma pesquisa intervencionista, pois, como ensina Vergara (2004, p. 46) essa pesquisa tem como principal objetivo

interpor-se, interferir na realidade estudada, para modificá-la. Não se satisfaz, portanto, em apenas explicar. Distingue-se da pesquisa aplicada pelo compromisso de não somente propor resoluções de problemas, mas também de resolvê-los efetiva e participativamente.

Para se cumprir o objetivo intervencionista da pesquisa, ou seja, a criação e/ou construção de um laboratório artesanal, far-se-á necessário a construção dos seguintes itens: confecção de um filtro; análise da caixa de gordura (afluente); análise da água do reservatório (efluente); verificação da qualidade da água reutilizada e a classificação da água.

Quanto aos meios, a pesquisa será experimental. Vergara (2004, p. 48) explica que esse tipo de pesquisa trata-se de uma

Investigação empírica na qual o pesquisador manipula e controla variáveis independentes e observa as variações que tais manipulações e controle produzem em variáveis dependentes. Variável é um valor que pode ser dado por quantidade, qualidade, característica, magnitude, variando em cada caso individual. (...) variável independente é aquela que influencia, determina ou afeta a dependente. É conhecida, aparece antes, é o antecedente. Variável dependente é aquela que vai ser afetada pela independente. É descoberta, é o conseqüente.

Em outras palavras, a pesquisa experimental possibilita ponderar e analisar um fenômeno, sob condições determinadas. Neste caso, serão analisados a qualidade da água e a funcionalidade do sistema de reutilização.

Além das duas pesquisas citadas, “redução do consumo de água potável em residência e aproveitamento de água de chuva”, também será realizada uma pesquisa bibliográfica que consiste em mapear as obras de teóricos que debatem a questão da reutilização da água, para um maior embasamento sobre o tema proposto.

Sobre a importância de uma pesquisa bibliográfica dizem Lakatos e Marconi (2003, p. 44): “Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto. Portanto, pode ser considerada também como o primeiro passo de toda a pesquisa científica”.

1.4.2 Universo e amostra

O estudo do reaproveitamento e reúso de águas terá como universo residências da região metropolitana de Belo Horizonte analisadas a partir do reaproveitamento de águas de chuva e reúso de águas de pia de cozinha .

1.4.3 Seleção dos sujeitos

Duas residências uni familiares para a região metropolitana de Belo Horizonte. Este sistema substituirá parte da água potável por água não potável. Como fontes alternativas, serão utilizadas as águas da chuva e também o reúso de água da pia de cozinha (água negra).

1.4.4 Coleta de dados

A coleta de dados se dará por meio de três levantamentos, a saber:

- a) estimativa do consumo de água utilizada na residência, por meio do levantamento informado pelo fabricante e informações bibliográficas do tempo de uso e da vazão dos aparelhos (vasos sanitários.);
- b) levantamento de dados de precipitações (diárias, mensais e anuais) de Estações Meteorológicas de Belo Horizonte;

1.4.5 Tratamento dos dados

O tratamento dos dados se dará com a análise dos resultados referentes ao sistema que terá maior funcionalidade e facilidade de instalação.

1.4.6 Cronograma

Para a concretização deste trabalho, faz-se necessário a realização das seguintes atividades, conforme descrito no quadro abaixo.

ATIVIDADES	MESES / SEMANAS																			
	FEVEREIRO				MARÇO				ABRIL				MAIO				JULHO			
	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª
Apresentação do Projeto																				
Observações e correções do Orientador																				
Revisão final do Projeto																				
Seleção da revisão de literatura																				
Leitura e seleção dos textos																				
Metodologia e recursos necessários																				
Redação do TCC																				
Observações e correções do TCC c/ Orientador																				
Revisão Monografia																				
Correções e alterações monografia																				
Entrega final da monografia																				
Apresentação Oral p/ banca																				

LEGENDA	Previsto	
	Realizado	

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Pesquisas diversas apontam que o reúso de águas vem sendo um tópico de muita discussão e estudos, inclusive “pelo poder público como uma alternativa para suprir as carências de água para os mais diversos fins” (MOTA, 2003, p. 7).

Campanhas para economizar água têm sido divulgadas em vários tipos de mídia, entretanto o resultado ainda não é satisfatório. Tomaz (2001, p. 19) cita o exemplo na cidade paulista de Guarulhos, onde “uma campanha violenta e multas pesadíssimas para o consumo de água (...) conseguimos somente 1% de economia de água”.

Atualmente, comenta Mota (2003)

a escassez de água em algumas regiões do globo terrestre leva as autoridades responsáveis pelo abastecimento a buscar alternativas para reciclagem de água que, se por um lado podem estar também reduzindo custos, palavra de ordem no mundo globalizado (MOTA, 2003, p. 7).

Em 2003, o jornal independente iberoamericano de Madrid (Espanha), *La Insignia* publicou, um artigo intitulado “O *apartheid* da água no planeta *Tierra*”. Neste, José Pedro Martins, o autor, discute o Informe Mundial acerca do Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, divulgado oficialmente no Fórum Mundial da Água, em março de 2003, em Kyoto, no Japão, pela Organização das Nações Unidas (ONU). A intenção do evento é

deixar clara a existência de um verdadeiro *apartheid* hídrico no planeta. De um lado, nações com bom ou razoável acesso à água doce e, de outro, nações com problemas cada vez maiores de abastecimento e de saneamento básico. Esse *apartheid* da água, que se acentua a cada ano, pode ser fonte de inúmeros conflitos no futuro (MARTINS, 2003, p. 1).

O referido evento, conforme cita o autor, foi planejado por 23 organizações ligadas à ONU e “reúne dois principais *rankings* de países, relacionados à quantidade e

à qualidade da água. O ranking da quantidade considera o volume de água doce disponível anualmente por habitante” (MARTINS, 2003, p. 1).

Esse *ranking* mostra, por meio de critérios, os países com menor disponibilidade de água por habitante/ano no mundo, segundo Martins (2003) que são os relacionados na figura 1, a seguir.

	PAÍS	METROS CÚBICOS POR HABITANTE / ANO
01	Arábia Saudita	118m ³
02	Emirados Árabes Unidos	58m ³
03	Faixa de Gaza <small>(onde se concentra a população palestina)</small>	52m ³
04	Ilhas Bahamas	66m ³
05	Ilhas Maldivas	103m ³
06	Jamahiriya Árabe Líbia	113m ³
07	Kuwait	10m ³
08	Malta	129m ³
09	Qatar	94m ³
10	Cingapura	149m ³

Figura 1 – Países com menor disponibilidade de água por habitante/ano
Fonte: Adaptado de MARTINS, 2003.

Conforme as palavras de Martins (2003), “a dificuldade do acesso à água, tende a se agravar no futuro se não forem tomadas medidas urgentes”.

2.1 Breve histórico sobre a água no mundo

Santos e Mancuso (2003, p. 1), estudando a história do homem, observaram que “os vales fluviais férteis que dispunham de água em abundância foram os sítios iniciais da civilização, onde a maior parte da água utilizada destinava-se à agricultura, enquanto somente uma pequena parcela era consumida pela população”.

O emprego da água para beber e cozinhar limitava-se às pessoas que podiam carregá-la de um poço ou de um riacho até suas residências, usando jarras, cântaros ou outros tipos de recipientes.

Os mesmos autores comentam sobre uma tradução livre da obra *Control de Calidad y Tratamiento* de uma antiga publicação da *American Water Works Association* (AWWA, 1975), dá conta curiosamente de que, apesar de sua absoluta necessidade à

vida, os historiadores antigos somente vinculavam a característica qualidade à água para beber (SANTOS e MANCUSO, 2003, p. 1). Naquela época, os seres humanos não tinham tanto conhecimento sobre doenças como hoje, portanto, não se preocupavam com tal detalhe.

Ainda com relação à obra citada, em 1771, a primeira edição da Enciclopédia Britânica definiu filtro como “um coador, constituído por um elemento de separação feito de papel, que tem por objetivo separar as partículas grosseiras presentes na água, para torná-la límpida” (SANTOS e MANCUSO, 2003, p. 2). Essa definição destaca a filtração de outros processos conhecidos até então, como a sedimentação e a fervura, reconhecendo o processo como um meio eficaz de obter a limpidez necessária.

Já Place (1985), citado por Brega Filho e Mancuso (2003, p. 21) reproduz o versículo 15, capítulo XIV do Ousruta Sanghita, uma coleção de leis médicas sânscritas concebida provavelmente em 2000 a.c.: “É bom guardar a água em vasilhas de cobre, sol e filtrá-la em carvão”. Nesse versículo está descrito um conjunto de processos e operações mais tarde caracterizados como sedimentação, desinfecção e filtração, possíveis de serem realizadas isoladamente ou por meio de várias combinações, obtendo-se maior ou menor grau de tratamento e tornando possível a reutilização da água.

Santos e Mancuso (2003, p. 2) comentam que

no sumário do livro Last Oasis, de Sandra Postel, é mencionada a terra vista do espaço, quando se torna difícil imaginar como um planeta tão azul pode sofrer escassez de água. (...) Entretanto, mais de 99% dessa água não serve para consumo ou tem custo de exploração proibitivo.

Como lembra a autora na obra citada, uma pequena fração da água do planeta está sempre se transformando em água doce através de um contínuo processo de evaporação e precipitação.

Aproximadamente 40.000.000 m³ de água são transferidos dos oceanos para a terra, a cada ano, renovando o suprimento de água doce mundial, quantidade muitas vezes superior à necessária para a população atual do planeta. O

problema surge da distribuição desigual da precipitação e do mau uso que se faz da água captada (POSTEL, Sandra. Last Oásis).

Em muitas regiões do globo, como apontam Santos e Mancuso (2003, p. 3), “a população ultrapassou o ponto que podia ser abastecida pelos recursos hídricos disponíveis. Hoje existem 26 países que abrigam 262 milhões de pessoas e que se enquadram na categoria de áreas com escassez de água”. Além do mais, deve-se considerar que a população está crescendo mais rapidamente onde é mais aguda a falta de água.

Santos e Mancuso (2003, p. 4) argumentam que “pelo menos 8% da reserva mundial de água doce está no Brasil, sendo que 80% destes encontram-se na Região Amazônica e os restantes 20% concentram-se nas regiões onde vivem 95% da população brasileira”. Eles acrescentam ainda que, segundo Hespanhol (2001), na esfera federal, a Agência Nacional de Águas (ANA), em 09/09/2002,

criou uma equipe de estudos para desenvolver um programa nacional de reúso da água como uma das soluções para diminuir a coleta dos mananciais e prolongar a reserva hídrica dos rios, fortalecendo a posição de que a gestão que afastaria a escassez deve ser apoiada na conservação e no reúso (Prof. Dr. Ivanildo Hespanhol à Folha de S. Paulo, 2001).

O reúso, até alguns anos, era visto como uma opção exótica. Contudo, diz Harremoes (2000), citado por Santos e Mancuso (2003) que

hoje é uma alternativa que não pode ser ignorada, notando-se distinção cada vez menor entre técnicas de tratamento de água *versus* técnicas de tratamento de esgotos. Realmente, o tratamento de água deve ser visto como um meio de purificar a água de qualquer grau de impureza para um grau de pureza que seja adequado ao uso pretendido, predominando, portanto, a importância de selecionar e combinar, competentemente, os diversos processos unitários que sejam adequados (HARREMOES, 2000, p. 72-92).

Os pesquisadores citados acima concluem que a sobrevivência do homem relaciona-se à sua capacidade de reaproveitamento dos recursos escassos, em especial a água, bem como sua proteção, recuperação e reúso.

2.2 Reúso da água: conceito

O reúso de água, conforme Brega Filho e Mancuso (2003, p. 22) subentende

uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente. O que dificulta, entretanto, a conceituação precisa da expressão “reúso de água” é a definição do exato momento a partir do qual se admite que o reúso está sendo feito.

No Brasil, é bastante conhecido o caso das cidades situadas no vale do Rio Paraíba, onde há uma sucessão de cidades que captam água e dispõem os seus esgotos no mesmo rio. Assim sendo, a caracterização de reúso deve levar em conta o volume de esgoto recebido pelo corpo de água, relativamente ao volume de água originalmente existente no rio (BREGA FILHO e MANCUSO, 2003).

Na opinião de Philippi Jr. e Boranga (2003),

o termo água de reúso passou a ser utilizado com maior freqüência na década de 1980, quando as águas de abastecimento foram se tornando cada vez mais caras, onerando o produto final quando usadas no processo de fabricação. Como o preço do produto, ao lado de sua qualidade, é fator determinante para o sucesso de uma empresa, a indústria passou a procurar, dentro de suas próprias plantas, a solução para o problema, tentando reaproveitar ao máximo seus próprios efluentes. Uma gama de processos foi desenvolvida visando à redução de custos, tendo obtido melhores resultados aqueles que utilizaram com sucesso esses métodos (PHILIPPI JR. e BORANGA, 2003, prefácio).

A questão mais preocupante com relação à escassez da água tem feito diversas entidades pensarem na situação atual que incomoda o planeta: “como enfrentar a relação demanda/oferta de água?” Para tentar resolver essa questão,

invariavelmente devem ser estabelecidas políticas adequadas e implementados sistemas de gestão efetivos. Após muita investigação, descobriu-se que a resposta para essa questão está no processo de reutilização da água, pois trata-se de “um importante instrumento de gestão ambiental do recurso e sua adequada utilização” (PHILIPPI JR., 2003, p. XIV). Para esse autor,

critérios e padrões de qualidade a serem aplicados em um sistema de reúso de água são considerados, ressaltando-se a questão da saúde pública, a aceitação da água pelo usuário, a preservação do ambiente, a qualidade da fonte da água para reúso e a adequação da qualidade ao uso pretendido (PHILIPPI JR., 2003, p. XIV).

Philippi Jr. (2003) destaca a importância da aceitação da água de reúso como prática usual e indispensável, “tanto pelos agentes econômicos quanto pelos sociais e políticos, baseados em processos de decisão com a devida participação da comunidade”.

2.2.1 Reciclagem e reúso da água

Os termos reúso e reciclagem são empregados, muitas vezes, como sinônimo nos Estados Unidos. Conforme as palavras de Tomaz (2001, p. 61)

a água de reúso ou reciclagem não é potável e poderá ser usada em descargas de bacias sanitárias, irrigação, uso industrial, recarga de aquíferos subterrâneos, etc, conforme o nível de tratamento. A tubulação que conduzir água de reúso ou reciclada terá cor vermelha (normas da Califórnia) e será identificada salientando tratar-se de água não potável.

Para Tomaz (2001, p. 60), a reciclagem e o reúso da água podem ser produzidos facilmente “na própria indústria, em bairros ou cidades inteiras ou partes da cidade”.

O autor relata que, por meio de uma comissão formada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) realizou-se, aqui no Brasil, o

primeiro estudo sobre reúso da água. Isso aconteceu em 1992 e teve como engenheiro principal Hilton Felicito dos Santos, acompanhados de outros engenheiros como Pedro Caetano Sanches Mancuso, Manuel Henrique Campos Botelho, dentre outros.

Mota (2000) considera que no Brasil o reúso de águas praticamente inexistente. Ele credita esse fato a dois fatores:

- a) A pesquisa incipiente desenvolvida, principalmente nas universidades, ainda não criou um conjunto de informações capaz de fomentar o reúso de água pela população em virtude do desconhecimento de alguns parâmetros representativos da qualidade da água a ser usada.
- b) A desconfiança do consumidor na utilização de um produto cujas características sanitárias não estão bem definidas, associada ao preconceito da sociedade pela origem da água em reúso (MOTA, 2000, p. 5).

O autor crê que seja necessária, além da pesquisa científica, uma campanha explicando claramente e conscientizando o público em geral, sobre o que vem a ser o reúso de água, mais especificamente, uma conscientização relativa aos parâmetros sanitários da água destinada ao reúso.

Nesse sentido, Tomaz (2001, p. 61) esclarece que para reúso da água “é subentendido o aproveitamento dos esgotos sanitários tratados”. Ele acrescenta ainda que “na Região Metropolitana de São Paulo praticamente todos os cursos d’água possuem lançamento de efluentes de esgotos em maior ou menor quantidade. O tratamento da água bruta destes córregos e rios é também o reúso da água”.

As figuras seguintes mostram como é feito o reúso de água do banho para o vaso sanitário (fig. 2); do banho para um sobrado (fig. 3) e do banho para descargas em vaso sanitário em casas térreas (fig. 4).



Figura 2 - Esquema de reuso água em banheiros
Fonte: www.eca.usp.br

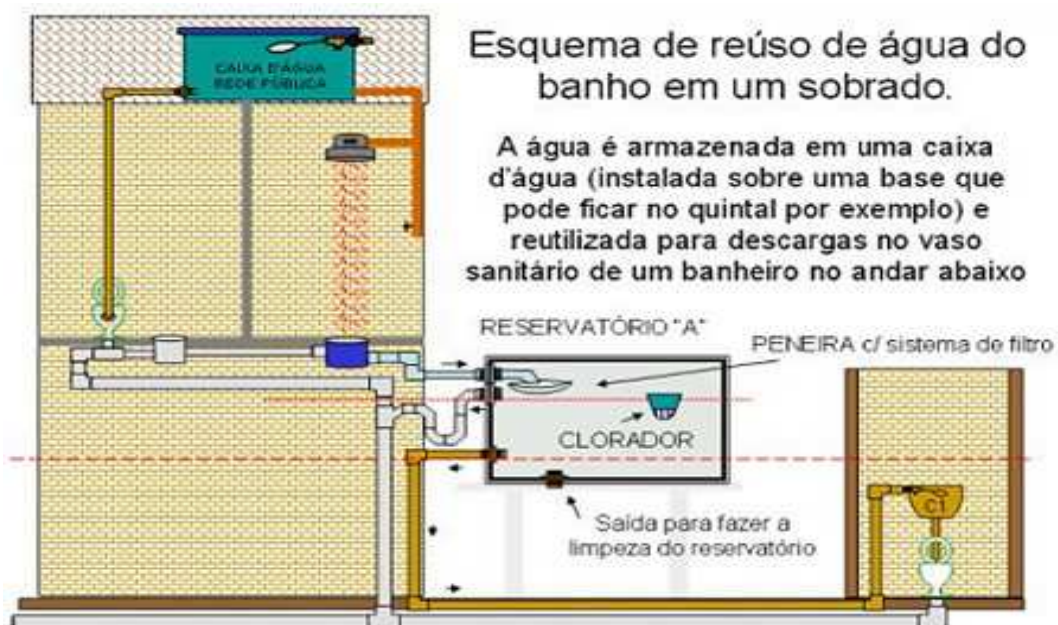


Figura 3 - Esquema de reuso de água em sobrado
Fonte: www.eca.usp.br

Com sistemas simples e de baixo custo (caixas de água, dutos de PVC, etc.), a água do banho e das pias, excetuando-se a da cozinha, seriam armazenadas em um reservatório isolado. Deste, segue para um segundo reservatório no teto, que abastecerá as caixas de descargas dos banheiros da residência. Nesta operação cerca de 30% da água residencial deixará de ser recebida da distribuidora local. A variável que necessita um ajuste especial é a do tratamento da água que contém o sabão e matéria orgânica humana que, se parada por alguns dias, inicia um processo de decomposição.

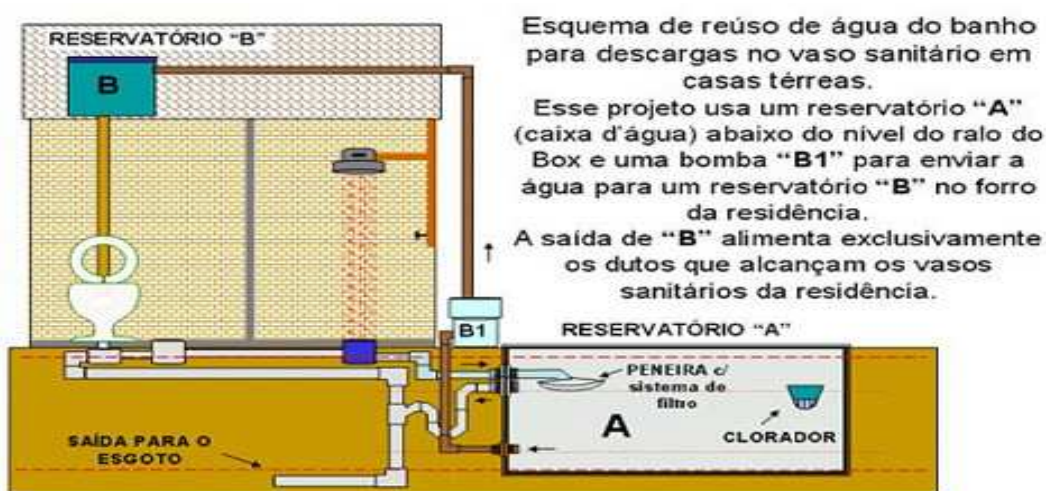


Figura 4 - Esquema de reúso de água em casa térrea

Fonte: www.eca.usp.br

Se a cidade de Belo Horizonte já tivesse sistemas de reúso implantados, esta região estaria economizando para a COPASA, cerca de 9,4 metros cúbicos de água por segundo, mais ou menos 14,5% da água fornecida a todos os usuários das regiões comerciais, industriais e residenciais.

Segundo Tomaz (2001), os esgotos sanitários podem dispor de até três tipos de tratamentos:

- a) **Tratamento primário:** trata-se da retirada de materiais sólidos;
- b) **Tratamento secundário:** após o tratamento primário. É a redução da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) a níveis tolerantes com redução considerável de microorganismos até aproximadamente 98%;

- c) **Tratamento terciário:** após o tratamento primário e secundário é usada a floculação, filtração, carvão ativado, osmose reversa (TOMAZ, 2001, p. 61).
Grifo meu.

Para as operações acima citadas, é utilizada uma desinfecção nos tratamentos secundário e terciário para que sejam extintas as bactérias, os vírus e outros patógenos.

De maneira geral, o reúso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não. A Organização Mundial da Saúde (1973) define assim os tipos de reúso:

- a) *reúso indireto:* ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída;
- b) *reúso direto:* é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável;
- c) *reciclagem interna:* é o reúso da água internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

Essa mesma publicação diferencia o reúso indireto intencional do não intencional, estabelecendo que, quando o reúso indireto decorre de descargas planejadas a montante, ou a recargas planejadas no aquífero subterrâneo, ele é designado reúso indireto intencional, como afirmam Brega Filho e Mancuso (2003, p. 23).

2.2.2 A escassez e o reúso da água

Infelizmente, a escassez da água é uma previsão de vários estudiosos do assunto, inclusive de Santos e Mancuso (2003) que fazem uma previsão de escassez mundial de água até o ano de 2025, que ora está representada na figura 5, a seguir.

PREVISÕES DE ESCASSEZ MUNDIAL DA ÁGUA ATÉ 2025	
Países com água escassa em 1955	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Barbados; ▪ Cingapura; ▪ Djibuti; ▪ Kuwait; e ▪ Jordânia
Países adicionados à lista acima em 1990:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qatar; Arábia Saudita; Emirados Árabes Unidos ▪ Iêmen; Israel; Tunísia ▪ Cabo Verde; Quênia; Burundi; ▪ Argélia; Ruanda e Somália.
Países que se encontram adicionados aos anteriores sob todas as projeções de crescimento populacional das Nações Unidas para o ano de 2025:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Líbia; Omã; Egito; ▪ Camarões; África do Sul; Síria; ▪ Irã; ▪ Etiópia; e ▪ Haiti.

Figura 5 – Previsões de escassez mundial da água até 2025

Fonte: [Adaptado de SANTOS e MANCUSO, 2003, p. 15.](#)

Para Santos e Mancuso (2003, p. 15), estudos que se referem ao reúso da água é uma tendência planetária, visto que as novas tecnologias e, pode-se dizer, as que ainda surgirão, possibilitam (e possibilitarão) a reutilização da água em todo o mundo “como uma alternativa marcante para alterar o panorama de escassez, cada vez mais evidente em diversos países (...)”, como mostra a figura 2.

2.2.3 Reúso das águas cinza

O reúso consiste na utilização da água mais de uma vez, partindo do princípio básico de utilizar sempre esta água com as qualidades mínimas requeridas pelos padrões e normas sanitárias.

As águas servidas são as águas que foram usadas nas atividades humanas e podem ser classificadas como águas negras ou águas cinza.

As águas negras são aquelas provenientes do vaso sanitário e da pia de cozinha, ou seja, águas ricas em matéria orgânica e bactérias com potencial patogênico.

As águas cinzas são aquelas provenientes do chuveiros, banheiras, lavatórios de banheiros e máquinas de lavar roupas. Estas águas são ricas em sabões,

sólidos suspensos e matéria orgânica (cabelos, sangue e sêmem) e podem possuir pequenas quantidades de bactérias.

O Brasil ainda é carente de normas e diretrizes que definam plenamente os conceitos, parâmetros e restrições ao reúso das águas servidas, tanto em nível residencial, comercial e industrial como públicos. No entanto, podemos extrair alguns parâmetros das normas fornecidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). A NBR 13969 de 1997 no item trata-se do reúso local, afirma que:

No caso do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais Como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e Canais com água, irrigação dos campos agrícolas e pastagens, etc.

A mesma norma chega a montar uma classificação para o reúso baseado na qualidade requerida:

Quadro 1 – classificação e reúsos previstos

Classe	Uso previsto	Turbidez	Coliformes Fecais	Sólidos Dissolvidos Totais	pH	Cloro residual
Classe I	Lavagem de carros e Outros usos que requerem contato direto do usuário com a água	Inferior a 5	Inferior a 200 NMP/100 ml.	Inferior a 200 mg/L	Entre 6 e 8	Entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l
Classe II	Lavagem de pisos,calcadas e irrigação dos jardins,manutenção dos lagos e canais para fins	Inferior a 5	Inferior a 500 NMP/100 ml	-	-	Superior a 0,5 mg/l

	paisagísticos, excetos chafaris					
Classe III	Reúso em descargas dos vasos sanitários	Inferior a 10	Inferior a 500 NMP/100 ml	-	-	-
Classe IV	Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos	-	Inferior a 5000 NMP/100 ml	-	-	-

Fonte ABNT norma 13969/1997

2.2.3.1 Águas servidas

As águas servidas devem ser tratadas porque

- a) está-se cada vez mais consumindo grandes quantidades de águas para nossas necessidades diárias e em contra partida estamos poluindo nossas fontes com os despejos de nossos esgotos deste mesmo uso.
- b) é necessário prevenir e reduzir a disseminação de doenças transmissíveis causadas pelos microorganismos patogênicos, encontrados nos esgotos domésticos: vírus hepatite, poliomielite, febre tifóide, cólera, disenteria amebiana, ascaridíase, esquistossomose, leptospirose e disenteria bacilar.
- c) além de ser de grande importância para preservar a flora e a fauna aquáticas.

As águas servidas podem ser recicladas das seguintes maneiras:

- a) o processo de reciclagem é bem simples, temos que criar uma alternância de ambientes com oxigênio e sem oxigênio.

b) construir filtro com materiais porosos que irão limpar a água dos resíduos sólidos em suspensão, estes materiais porosos podem ter tamanhos diferentes para reter todos os tipos de sólidos em suspensão. A dimensão do filtro esta relacionada com a demanda de águas servidas.

c) consociar com plantas aquáticas que irão ajudar na filtragem e limpeza da água.

Este processo funciona da seguinte maneira:

O principal responsável pela decomposição de matéria orgânica é a bactéria, estes organismos unicelulares podem se reproduzir em grande velocidade, a partir da matéria orgânica disponível. A capacidade de sobreviver dentro de uma variedade de condições ambientais é uma característica da bactéria.

Um grupo delas, chamadas bactérias aeróbicas, só vivem e se reproduzem em um meio que contém oxigênio molecular livre (atmosférico ou dissolvido na água) outro grupo, as anaeróbicas, não necessita por sua vez de oxigênio livre e morrem quando estão em ambientes com oxigênio. As bactérias decompõem as substâncias orgânicas complexas dos esgotos (carboidratos, proteínas e gorduras em materiais solúveis.

Em condições anaeróbicas, ocorre o seguinte processo: a matéria orgânica sedimentável se acumula no fundo da lagoa, formando uma camada de lodo que sofre um processo de digestão anaeróbica, as bactérias produzem substâncias solúveis utilizadas como alimento dentro do ecossistema e que podem ser convertidas em gases como dióxido de carbono, metano, gás sulfídrico e amônia.

Ambiente filtrante (brita, areia, pedrisco e terra) é responsável pela remoção de grande parte da matéria orgânica como as gorduras e sabão. Quando maior o número de ambientes anaeróbicos, maior será a eficiência do sistema de tratamento.



Figura 3 – Sistema de Reciclagem Composto de Filtros Mistos e Plantas Aquáticas

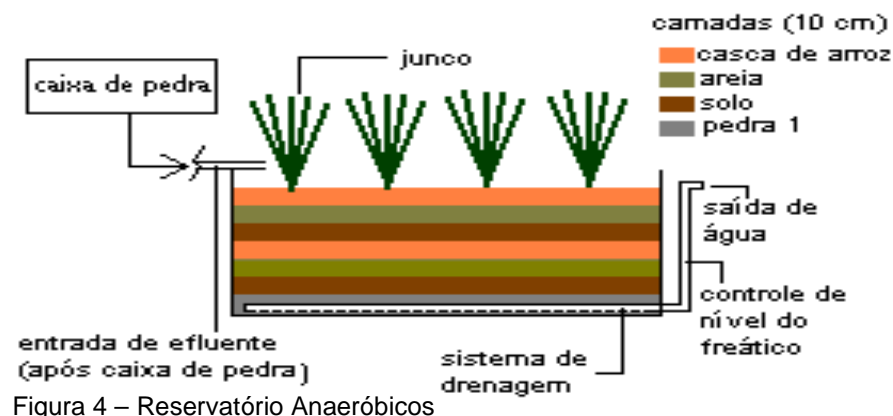
Fonte: <http://www.ipemabrasil.org.br/institutoweb13.htm#Rec>

Como podemos observar, temos que criar ambientes anaeróbicos e aeróbicos associados com materiais filtrantes e plantas.

2.2.3.1.2 Águas cinza e negras

Um sistema destinado para reciclagem das águas cinza e negras se compõe desta forma:

- a) reservatório anaeróbicos séptico (um tanque com água onde dejetos irão sofrer ação das bactérias anaeróbicas e também separarmos as gorduras). Este filtro já é usado em varias cidades brasileiras, como as do litoral norte de São Paulo.
- b) reservatório aeróbicos – filtro misto tanque de brita e terra, com plantas aquáticas ou arroz. Tem função de captar sólidos orgânicos grossos, as plantas ajudam a filtrar a água e a limpar as britas, a terra vai reter sabão.
- c) reservatório anaeróbicos com plantas (tanque com água e plantas aquáticas), neste tanque colocamos no fundo, novamente britas e plantas aquáticas de superfície (aguapés).
- d) reservatório aeróbicos filtro misto (filtro misto com areia,terra, brita e pedrisco e plantas aquáticas) .
- e) reservatório anaeróbicos água reciclada (tanque onde teremos a água para ser reutilizada)



Fonte: <http://www.ipemabrasil.org.br/institutoweb13.htm#Rec>

Um reservatório contendo terra, areia grossa, pedrisco e brita é um excelente filtro para reciclagem de águas cinza e negras. Colocamos estes materiais em camadas de 10 cm cada, por cima podemos plantar arroz, lírios e juncos.

Quanto mais camadas, melhor a eficiência do filtro e podemos separar as camadas filtrantes com camadas de casca de arroz. O tamanho do filtro depende do volume de esgoto a ser lançado. Os filtros mistos, com o tempo, podem ficar saturados, assim, tem-se duas opções para limpeza:

- a) retro lavagem: inserimos água com pressão na saída do filtro.
- b) termos um filtro de reserva: se deixarmos de utilizar o filtro, ele se auto limpará, este processo ocorre porque a matéria orgânica morrerá e secará com a falta da água, com uma retro lavagem antes de seu uso, podemos fazer uma limpeza bem eficiente.

2.4 A reutilização da água: água da chuva

Tomaz (2001) fez um estudo de caso na cidade de Guarulhos (SP) e constatou que algumas indústrias desta localidade usam água de chuva. Essa água é mantida em uma cisterna. Ele conta que “a primeira água de chuva é jogada fora, devido aos detritos que estão nos telhados, e a água de melhor qualidade é armazenada na cisterna e usada pelas indústrias” (TOMAZ, 2001, p. 70).

Nos Estados Unidos, relata Tomaz (2001),

as indústrias fazem trechos de rios com pontes e reaproveitam as águas de chuva, evitando também as enchentes. O aproveitamento de água de chuva apresenta problema devido ao custo da cisterna que normalmente é de concreto armado. O custo amortizado do uso da água de chuva é de US\$ 2,50/m³, embora menor que o custo da água do Saae, que é US\$ 3,05/m³.

Segundo o autor, os estudos acima apontados dependem de cada área. “O aproveitamento da água de chuva é de 80%, sendo o resto perdido por ser a primeira água e devido a evaporação e aderência às superfícies” (TOMAZ, 2001, p. 71).

2.4.1 Aproveitamento de águas de chuvas

A água de chuva não deve ser usada como água potável. O único caso experimental conhecido no mundo de reúso direto da água para fins potáveis foi feito na Namíbia (África) em 1968, porém a experiência não foi recomendada a nenhum outro país, afirma Tomaz (2001, p. 89).

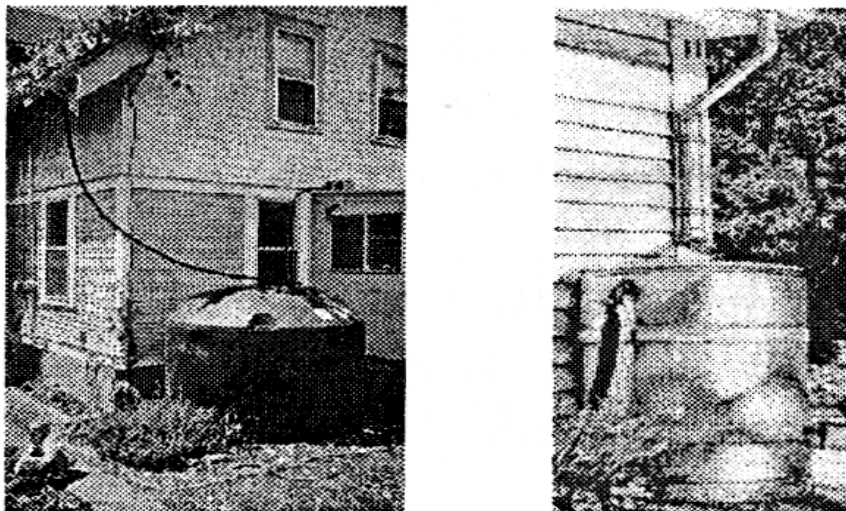


Figura 6 - Aproveitamento de água de chuva com reservatórios de plástico
Fonte: TOMAZ, 2001, p. 88

A Figura 6 mostra o uso comum de reservatórios de plástico para água de chuva. Atualmente o aproveitamento da água de chuva é feito nos Estados Unidos, na Alemanha, Austrália e Japão, entre outros. No Brasil, o aproveitamento é usado em algumas cidades do Nordeste. De um modo em geral, a água de chuva é acumulada em cisternas. Tomaz (2001, p. 88) assevera que

em Hamburgo, na Alemanha a água de chuva é muito usada para as descargas nas bacias sanitárias e serve para aliviar o pico das vazões de enchentes. A prefeitura de Hamburgo fornece US\$ 1.500 a US\$ 2.000 a quem aproveitar água de chuva. Em Guarulhos foi colocado no novo Código de Obras a exigência de reservatórios de retenção em lotes.

No Japão, o aproveitamento da água de chuva é feito em casas, prédios de apartamentos, estádios de beisebol e prédios de escritórios. A água de chuva é usada para as descargas nas bacias sanitárias e rega de jardins.

Na cidade de Berlim, na Alemanha,

em 1999, foi feito em um bairro com 213 pessoas, captação da água de chuva em telhados e nas ruas para que a água fosse usada principalmente em descargas de bacias sanitárias e também para rega de jardins. A água de chuva é conduzida à galeria de águas pluviais de diâmetro de 400 mm e daí vai para a cisterna de 160m³. A água de chuva é filtrada e desinfetada com raios ultravioleta e usado em média 35 litros/pessoa/dia (TOMAZ, 2001, p. 89)

O autor ainda conta que “os especialistas esperam que na Europa cerca de 15% da água utilizada seja colhida da água de chuva até o ano de 2010 e que na Alemanha chegue a 24% (dados de fevereiro/2000)” (TOMAZ, 2001, p. 89).

2.4.2 O tratamento da água

Na opinião de Tomaz (2001), o recente desenvolvimento da tecnologia das membranas incorporou o uso destas, além dos processos industriais já bastante conhecidos em tratamento de água e tratamento de esgotos sanitários.

TIPO DE MEMBRANA	TIPO DE POROS	DIÂMETRO DOS POROS
<i>Microfiltração (MF)</i>	<i>macroporos</i>	<i>> 50 nm</i>
<i>Ultrafiltração (UF)</i>	<i>mesoporos</i>	<i>2nm < tamanho poro < 50nm</i>
<i>Nanofiltração (NF)</i>	<i>microporos</i>	<i>< 5 nm</i>
<i>Osmose Reversa (RO)</i>	<i>microporos</i>	<i>< 2 nm</i>

Nota: 1nm (um nanômetro) = 10⁻⁹ m

Figura 6 – Membranas de poliamida e acetato de celulose para o tratamento da água
 Fonte: TOMAZ, 2001, p. 95

No tratamento da água são utilizadas as membranas de poliamida ou acetato de celulose: a microfiltração, a ultrafiltração, a nanofiltração e osmose reversa, de acordo com o tamanho dos poros em nm (1 nanômetro = 10 m) conforme mostra a figura 6.

Na figura abaixo verificamos o tratamento da água após a utilização de membranas de polimida ou acetato de celulose:



Fonte: Hidraulis

O engenheiro explica que “cientificamente se escolhe o tipo de membrana e o diâmetro dos poros”. Em tratamento de água e esgotos sanitários se usam membranas

de ultrafiltração, microfiltração e nanofiltração e vários tipos de materiais como polímeros ou cerâmicos. As membranas de Ultrafiltração são usadas para clarificação da água e desinfecção para água potável. A ultrafiltração e microfiltração são usadas principalmente para remoção de partículas sólidas. A osmose reversa será usada para tratamento de esgotos sanitários, principalmente para remoção de nitrogênio, fluoreto e sulfato. Quanto à aplicação da osmose reversa em dessalinização já é bastante conhecido (TOMAZ, 2001, p. 95).

Até hoje, um grande problema no uso de membranas é a deposição de partículas, o qual será resolvido com as pesquisas que estão sendo feitas com o uso de ultrassom. Uma das grandes vantagens da osmose reversa é o baixo custo, a possibilidade de se usar módulos e o advento das membranas de poliamida que substituíram as antigas membranas de acetato de celulose e que possibilitam a rejeição salina de 99%, com pressões inferiores a um décimo das utilizadas anteriormente (TOMAZ, 2001, p. 95-96).

2.5 A legislação de reúso da água

Fink e Santos (2003) relatam que o tratamento jurídico das águas no Brasil,

até o advento da Constituição Federal de 1988, sempre considerou a água como bem inesgotável, passível de utilização abundante e farta. Esse pensamento, aliás, pauta a utilização de recursos ambientais no mundo até mais da metade do século XX. Afinal, a Terra não tinha limites (FINK e SANTOS, 2003, p. 261).

Nesse sentido, os autores comentam sobre o Código de Águas, Decreto n.º 24.643, criado no Governo de Getúlio Vargas, em 10 de julho de 1934, no Rio de Janeiro. Esse decreto previa a propriedade privada de corpos d'água, como também assegurava o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente e também tratava os

conflitos sobre o uso das águas como meras questões de vizinhança (FINK e SANTOS, 2003).

Comenta-se que os recursos hídricos são finitos, portanto, faz-se necessário um tratamento jurídico, tanto é que a própria Constituição Federal de 1988 à Lei nº 9.433, instituem, com o Códigos das Águas, uma Política Nacional de Recursos Hídricos.

Para que funcione essa política, o governo Federal considera que o uso das águas no Brasil

tem-se regido até hoje por uma legislação obsoleta, em desacordo com as necessidades e interesse da coletividade nacional;

Considerando que se torna necessário modificar esse estado de coisas, dotando o país de uma legislação adequada que, de acordo com a tendência atual, permita ao poder público controlar e incentivar o aproveitamento industrial das águas;

Considerando que, em particular, a energia hidráulica exige medidas que facilitem e garantam seu aproveitamento racional;

Considerando que, com a reforma porque passaram os serviços afetos ao Ministério da Agricultura, está o Governo aparelhado, por seus órgãos competentes, a ministrar assistência técnica e material, indispensável a consecução de tais objetivos;

Resolve decretar o seguinte Código de Águas, cuja execução compete ao Ministério da Agricultura e que vai assinado pelos ministros de Estado: código de águas (CÓDIGO DAS ÁGUAS, 10de julho de 1943). *sic*

O referido decreto abrange também os itens referentes a águas em geral e sua propriedade; águas, álveo e margens; águas públicas, comuns e particulares; desapropriação e aproveitamento das águas; nascentes; águas subterrâneas; dentre tantos outros temas pertinentes à tão indispensável água.

2.6 Avaliação de risco em reúso da água

A saúde sempre foi e sempre será um item particularmente preocupante para a sociedade no que tange à água, por isso, Nardocci (2003, p. 403) ressalta dois dos principais motivos dessa preocupação:

- a) os recursos hídricos; e
- b) as limitações das técnicas de tratamento de água que, apesar dos avanços obtidos nos últimos anos, não removem completamente todas as substâncias indesejadas da água.

Diante disso, Nardocci (2003, p. 403) afirma que “é necessário equilibrar as relações risco/benefício e custo/eficácia das tecnologias de tratamento”, tendo em vista que quanto mais nobre o uso pretendido, mais alto é o custo dos investimentos necessários.

Nardocci (2003) segue esclarecendo que a escassez, aliada a baixa qualidade das águas veem fazendo que a avaliação e o gerenciamento dos riscos sejam um dos principais desafios com relação ao reúso dessas águas.

A autora explica ainda que o gerenciamento de riscos é

o conjunto de procedimentos e regras, tendo como objetivo controlar e minimizar riscos sendo abrangente de todas as atividades técnicas, legais, decisórias escolhas sociais, políticas e culturais que se encontrem associadas diretamente ou indiretamente, com questões de risco em nossa sociedade (NARDOCCI, 1999, In: MANCUSO e SANTOS, 2003, p. 404).

As fontes de riscos podem ser diversas, como diz Nardocci (2003). Entretanto, variam desde um simples objeto de ação, uma atividade, por meio de mudanças ambientais ou até mesmo o estilo de vida das pessoas. Nesse sentido, a autora classifica os riscos para a saúde humana como metodologias de avaliação quantitativa de riscos, os quais são:

- a) *riscos tecnológicos*: decorrentes de eventos acidentais não naturais e caracterizados essencialmente por efeitos imediatos (mortes ou efeitos irreversíveis à saúde humana);
- b) *riscos ambientais*: causados por fatores ou mudanças ambientais induzidas por atividades antropogênicas¹ e associados a efeitos crônicos;
- c) *riscos naturais*: causados por fenômenos naturais como enchentes, terremotos, vulcões, etc., podendo estar associados a efeitos imediatos ou de longo prazo.

Nardocci (2003) explica que “os riscos ecológicos procuram avaliar os efeitos adversos não para a saúde humana, mas para outros elementos de um ecossistema” (NARDOCCI, 2003, p. 405).

2.7 A economia gerada pelo reúso da água

Assim como os autores aqui já citados, Coelho (2001) sustenta a idéia de que os recursos hídricos não são ilimitados, ocorre, sim, o oposto. Essa é somente uma das razões pelas quais se deve conservar, cada vez mais, o patrimônio mais essencial para nossas vidas: a água. Qualquer tipo de economia que o usuário faça é de extrema importância, seja ela uma correção de problemas como vazamentos em prédios ou casas; a redução das perdas na rede de distribuição de água; nos reservatórios de distribuição, nas estações de tratamento ou mesmo nas tubulações de adução. Coelho (2001, p. 6) considera essencial também a “conscientização da população, assim como a postura dirigida à economia (...)”.

Isso se deve ao fato de que estudos sobre a demanda, vista como aspecto fundamental, avaliam que, “a cada 20 (vinte) anos, dobra a necessidade de utilização da água pelo homem (...)” (COELHO, 2001, p. 6). Por isso, afirma o autor que é imprescindível um planejamento global dos recursos hídricos considerando-se as necessidades de água tanto para a agricultura, quanto para as hidrelétricas, não podendo esquecer para o consumo humano.

¹ Antropogenia: estudo da origem e do desenvolvimento da espécie humana, especialmente como objeto de investigação científica. Fonte: Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa, versão 1.0, 2001.

2.7.1 Dimensões econômicas do uso eficiente da água

Segundo Coelho (2001), os fatores econômicos são fundamentais para se ter uma utilização eficiente da água. Por esse motivo, “(...) o controle dos consumos e a cobrança eqüitativa baseada nos consumos constitui-se numa ferramenta muito importante e até podemos dizer essencial para indução da atitude de uso racional de água por parte dos usuários” (COELHO, 2001, p. 7). O autor destaca três princípios citados por Donald M. Tate em seu trabalho intitulado: *Princípio do uso eficiente da água*, apresentado em um Seminário Internacional sobre o uso eficiente da água, no México, em 1991:

- a) Primeiro – o nível de atenção que se presta ao uso eficiente da água é diretamente proporcional ao preço cobrado por seu serviço;
- b) Segundo – a alta dos preços conduz a um incremento na atenção que se presta ao uso da água, e, com o tempo ao uso mais eficiente da água;
- c) Terceiro – quando os preços da água refletem os custos sociais do desenvolvimento do fornecimento, se criam incentivos para usar o recurso de maneira eficiente e razoável, refletindo seu valor na produção ou em seus vários outros usos (TATE, 1991, Seminário Internacional).

Para Coelho (2001, p. 7-8), o que Tate (1991) disse significou o seguinte: “quando o consumo é controlado e o usuário paga proporcionalmente ao consumo de forma eqüitativa, existe um incentivo a utilização de métodos de equipamentos que conduzam ao uso eficiente da água”.

Para se entender melhor sobre o uso eficiente da água, faz-se necessário um esclarecimento acerca do abastecimento de água, ou seja, de como ela chega a cada lar, a cada edifício; em outras palavras, ainda é necessário entender como funciona o ciclo hidrológico, o qual é exemplificado por meio da figura 8.

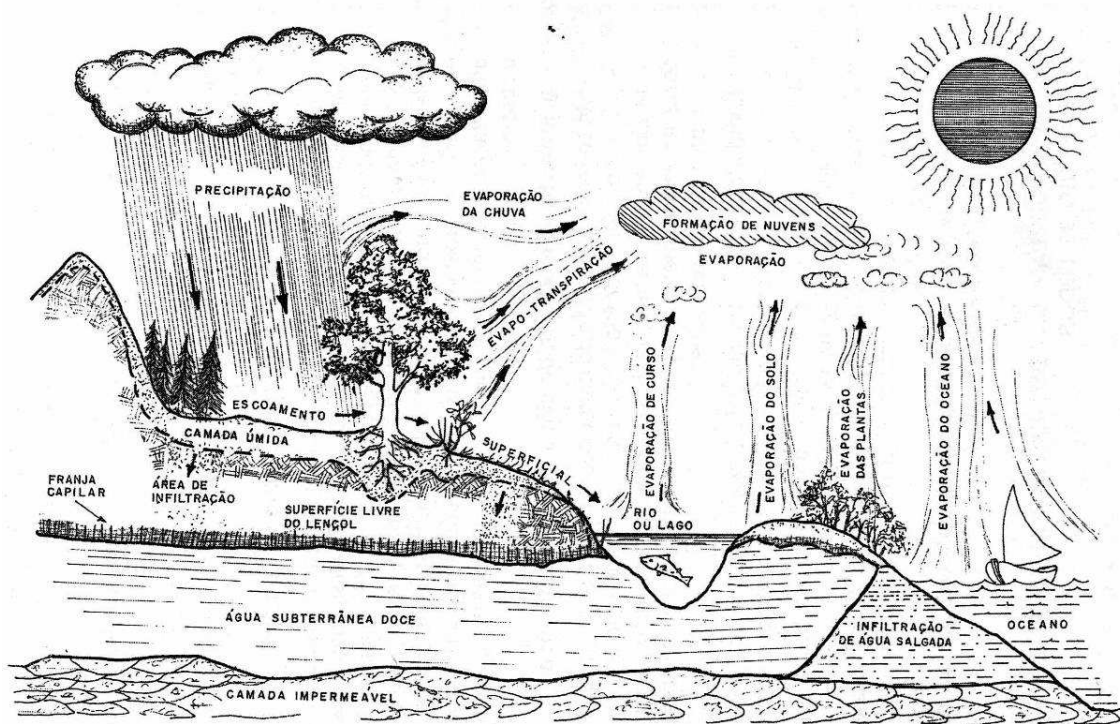


Figura 8 – Representação simplificada do ciclo hidrológico
 Fonte: [COELHO, 2001, p. 12](#)

Coelho (2001, p. 11) explica que “as fontes de água doce são componentes essenciais da hidrosfera da Terra e uma indispensável parte de todo ecossistema terrestre (...)”; além do mais, a água é necessária em todos os aspectos da vida. O autor acrescenta que

a água doce no meio ambiente está caracterizada pelo ciclo hidrológico, incluindo as enchentes e secas, que, em algumas regiões, têm conseqüência dramática. As mudanças do clima global e a poluição atmosférica ambos têm um impacto nas fontes de água doce e sua disponibilidade (COELHO, 2001, p. 11).

Portanto, completa Coelho (2001), o abastecimento de água deve ser adequado, com água de boa qualidade para que possa manter toda a população do planeta; para que se possa também, preservar “o ciclo hidrológico, as funções biológicas e químicas do ecossistema, adaptando as atividades humanas dentro da

capacidade limite da natureza e combatendo vetores de água relacionados a enfermidades”.

No Brasil, a disponibilidade de água está assim representada (fig. 9).

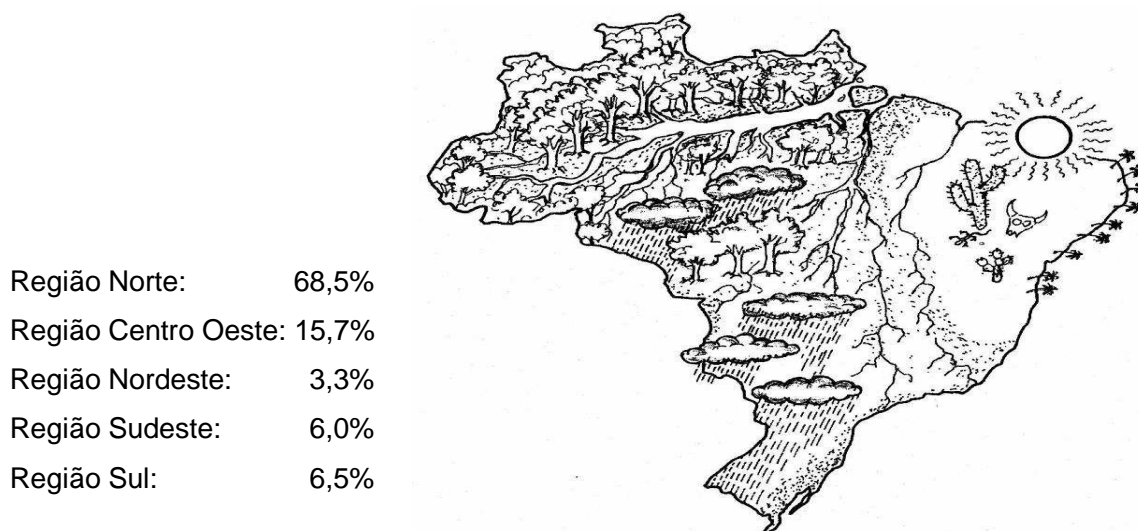


Figura 9 – Distribuição de água doce no território nacional
Fonte: [COELHO, 2001, p. 22](#)

A Figura 9 mostra esquematicamente o que acontece com a distribuição de água no território nacional, observando-se uma irregular distribuição ao longo do território.

O Brasil possui aproximadamente um território que representa 6% do território mundial e possui 14% da água doce existente no nosso planeta, sendo esta água, em nosso país, distribuída de forma irregular, 68,5% está na Região Norte, 15,7% no Centro-Oeste, 3,3% no Nordeste, e 6% na Região Sudeste.

Segundo Coelho (2001), nos últimos anos o Brasil

tem sido afetado pelo fenômeno *El niño* que modifica a estação de chuvas produzindo grande seca em áreas e enchentes em outras. Associado ao aquecimento da crosta terrestre já não se pode confiar na regularidade das chuvas, sendo necessário o desenvolvimento de programas para convivência com a seca (COELHO, p, 20)

O engenheiro pernambucano informa ainda que “a construção de grandes reservatórios de água, a preservação das matas, a proteção dos mananciais são medidas que ajudarão a convivência com as mudanças climáticas ocorridas nos últimos anos”.

2.7.2 Entendendo o consumo de uma residência

Antigamente, as pessoas não tinham a preocupação em economizar água. Mas hoje a situação mudou. Como diz Coelho (2001, p. 83), “os próprios equipamentos hidrossanitários utilizados nas residências, nos prédios comerciais, industriais e públicos não consideram o aspecto economia de água, no sentido de uso eficiente (...)”.

O autor exemplifica com uma antiga bacia sanitária, onde os seus dispositivos de evacuação, ou seja, a caixa e a válvula de descarga forneciam um fluxo de 10 a 12 litros. Coelho (2001) fala também que os preços da água praticados há algum tempo eram bem mais baixos, por causa da abundância e também porque “as empresas concessionárias de água, em muitos casos, não repassavam os seus custos operacionais e de ressarcimento do investimento plenamente” (COELHO, 2001, p. 83).

A figura 10, a seguir, apresenta um exemplo de como é feita a distribuição de consumo em uma residência nos Estados Unidos, conforme pesquisa realizada pela USP, em parceria com a SABESP, em 1995.

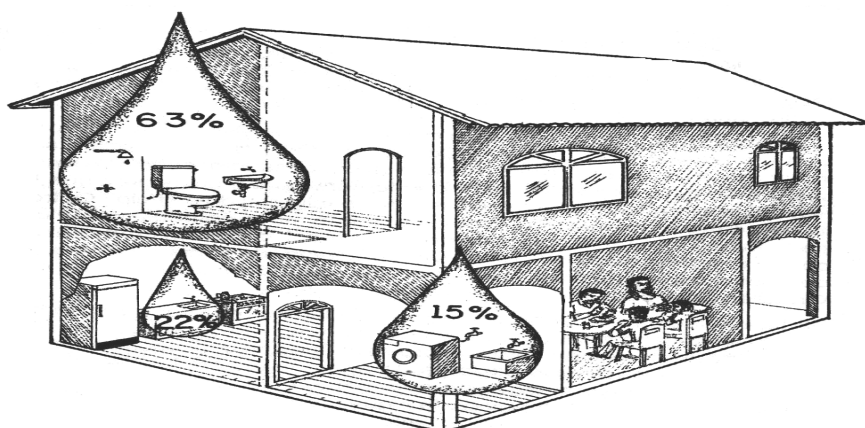


Figura 10 – Distribuição do consumo domiciliar

Fonte: *Niagara Conservation Corporation*. In: COELHO, 2001, p. 85

O resultado da pesquisa está representado no gráfico 1.

Tabela 1 – Distribuição de consumo de residências estudadas

Bacia Sanitária	29,0%
Chuveiro	28,0%
Lavatório	6,0%
Pia (cozinha)	17,0%
Máquina de lavar louça	5,0%
Máquina de lavar roupa	9,0%
Tanque	6,0%

Fonte: Pesquisa USP / SABESP, 1995. In: COELHO, 2001, p. 84

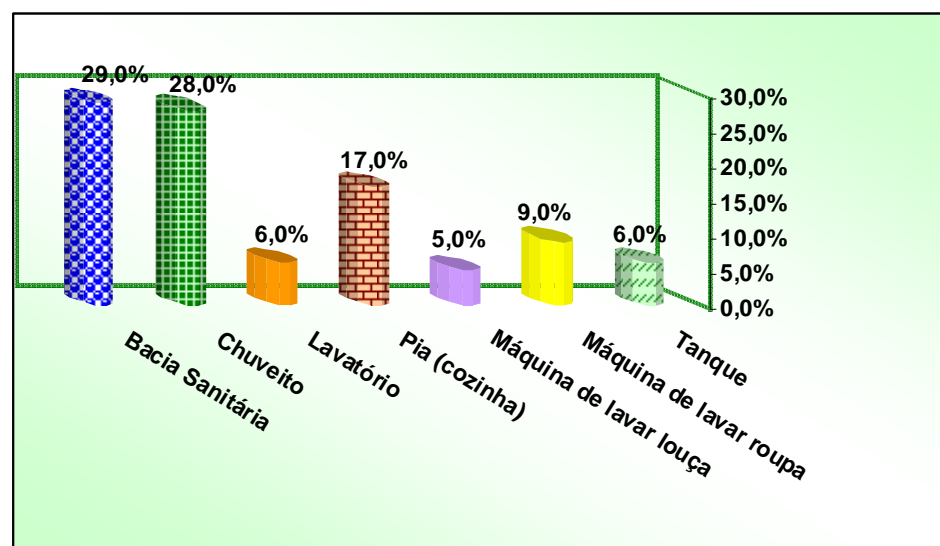


Gráfico 1 – Distribuição de consumo de residências estudadas

Fonte: Pesquisa USP / SABESP, 1995. In: COELHO, 2001, p. 84 (adaptado)

Classificando-se por setor da residência, tem-se o seguinte resultado (gráfico 2).

Tabela 2 – Distribuição de consumo de residências estudadas

Consumo no banheiro	63,0%
Consumo na cozinha	22,0%
Consumo na área serviço	15,0%

Fonte: Pesquisa USP / SABESP, 1995. In: COELHO, 2001, p. 84

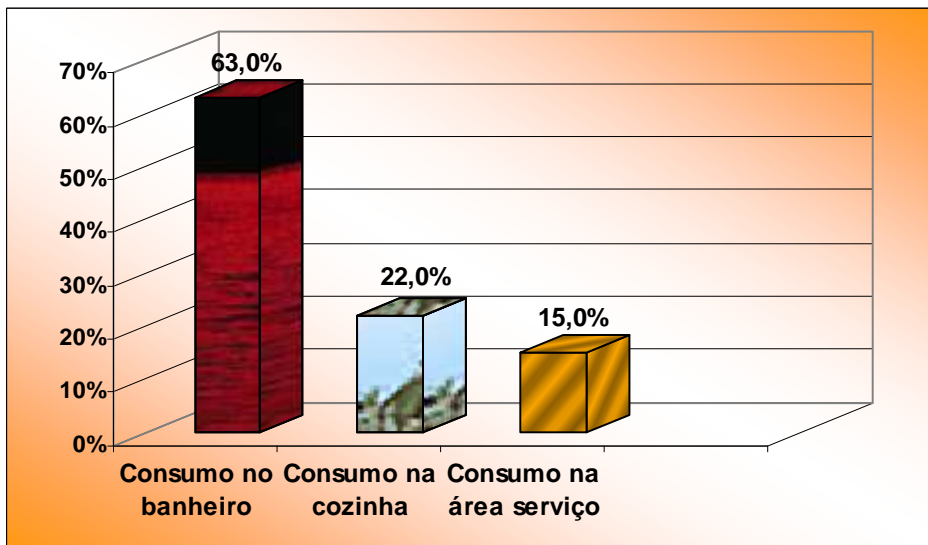


Gráfico 2 – Classificação por setor do domicílio
 Fonte: Pesquisa USP / SABESP, 1995. In: COELHO, 2001, p. 84 (adaptado)

Porém, a indicação da empresa *Niagara Producs Energy & Water Conservation* (EUA) é a seguinte (gráfico 3).

Tabela 2 – Distribuição de consumo de residências estudadas

Banheiro	75,0%
Cozinha e lavanderia	20,0%
Água p/ cozinhar e beber	5,0%

Fonte: Pesquisa USP / SABESP, 1995. In: COELHO, 2001, p. 84

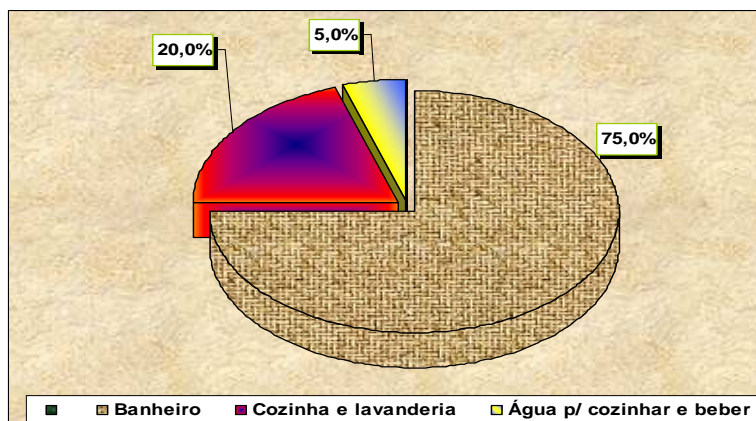


Gráfico 3 – Indicação da empresa norte americana para distribuição dos consumos
 Fonte: Pesquisa USP / SABESP, 1995. In: COELHO, 2001, p. 84 (adaptado)

Acredito que, se o usuário entender o que acontece com a distribuição e o consumo de água em uma residência e, principalmente, na sua própria residência, poderá passar a economizar água e, conseqüentemente, pagará também menos, uma vez que os serviços de esgotamento sanitário são cobrados com base no volume de esgotos.

2.7.2.1 Medidas para a redução do consumo de água

Há diferentes expectativas e comportamentos nos diversos segmentos sócio-econômico em relação à economia da água. Diferenças estas que devem ser levadas em conta ao se conduzir uma campanha de conscientização para uma determinada comunidade seja ela qual for.

O principal desafio de um programa de educação ambiental e torná-lo eficaz, ou seja, promover e consolidar uma mudança comportamental no seu público-alvo. O problema é que a maioria dos cidadãos tem resistência para assumir novos padrões, por isso, é preciso utilizar diferentes estratégias para se alcançar reais mudanças comportamentais.

Desse modo, é importante propor um trabalho com medidas sinérgicas, onde, de um lado, enfoque os incentivos econômicos e sociais², e de outro, as informações educacionais aos usuários. Seguindo esta linha de ação, indicam-se alguns aspectos para divulgar o conteúdo da campanha, e ações pertinentes como cursos específicos sobre vazamentos, ministrados pelas concessionárias ou por outras entidades; além das seguintes sugestões:

² incentivos econômicos: subsídios para aquisição de equipamentos, redução de impostos, multas, tarifas progressivas, etc. Incentivos sociais: reconhecimento, prêmios, benefícios, dentre outros.

- a) palestras de procedimentos para higienização de utensílios de cozinha e preparação de alimentos;
- b) palestras que abordem procedimentos de limpeza geral, limpeza geral de reservatório e irrigação de jardins
- c) sensibilizar o público para problemas decorrentes da não conservação, enfatizando a escassez, o uso incorreto da água, os custos envolvidos na produção da água e os custos de tratamento dos esgotos;
- d) esclarecer e eliminar resistências ou impressões equivocadas como perda de conforto ou de saúde, pela falta de conhecimento no assunto;
- e) focar claramente os objetivos a serem alcançados pelo programa;
- f) escolher o melhor método para transmitir as mensagens como fontes, emissoras e veículos de divulgação e público-alvo;
- g) conhecer as atitudes, valores e crenças dos usuários antes de iniciar a campanha;
- h) definir o conteúdo segundo os objetivos e o nível de instrução do grupo;
- i) utilizar adequadas técnicas e estratégias de marketing e de comunicação;
- j) apresentar os resultados do programa (feedback) para garantir a continuidade das mudanças comportamentais.

Qual o maior desafio? Como consolidar uma campanha educacional junto a um público com um perfil tão variado e individualista? Como garantir a cooperação necessária dos usuários para aceitar as mudanças de hábitos comprometendo-se em evitar desperdícios e diminuir o consumo de água?

Para Coelho (2001), as medidas para se reduzir o consumo de água são:

- a) revisão das instalações hidrossanitárias (como medida preventiva);
- b) conserto dos vazamentos;
- c) educação sobre o uso eficiente da água;
- d) equipamentos economizadores de água;
- e) medição individualizada de água em apartamentos.

A revisão das instalações hidrossanitárias consiste em fazer uma minuciosa inspeção nas instalações, para detectar possíveis vazamentos e também para diagnosticar cada equipamento hidrossanitário com relação ao uso eficiente da água. Quanto ao conserto dos vazamentos, deve ser realizado por profissionais devidamente capacitados ou por uma empresa especializada nesses tipos de serviços. No que se refere ao uso eficiente da água, aconselha-se a fazer peças de comunicação com o intuito de alertar as pessoas quanto ao uso ideal da água e sem desperdício. Aos economizadores de água, sugere-se o uso de equipamentos de última geração, desenvolvida justamente para uma economia de até 50% da água. Já a medição individualizada, consiste na instalação de hidrômetros em cada apartamento para se conhecer o volume de água consumido por cada morador (COELHO, 2001, p. 87-88).

2.8 Dispositivos economizadores de água

Quando se fabrica um dispositivo economizador, o fabricante geralmente pensa em obter as reduções desejadas, entretanto, um dispositivo economizador deve assegurar também as condições de higiene e conforto dos usuários, sem perder de vista o objetivo principal de reduzir o consumo bem como fazer o uso eficiente da água.

Um exemplo de economizador de água são as bacias sanitárias. Coelho (2001, p. 125) comenta que, no Canadá e nos Estados Unidos, as bacias sanitárias já são acopladas com volumes entre 3 a 5 galões de volume útil. Já, no Brasil, de acordo com os entendimentos do Programa Nacional de Controle do Desperdício (PNCDA) para fabricação de bacias sanitárias de baixo custo, a implantação teve o prazo de 2

anos para ser adaptada. Essas bacias são chamadas de VDR, que significa: bacias sanitárias de baixo consumo. O autor explica que

(...) o dispositivo de descarga e a bacia devem fazer um par perfeito pois são fabricados um para o outro. Ao se projetar as curvas de fluxo do esgotamento sinfônico de uma bacia sanitária, determina-se o ponto de sinfonamento desejado no projeto e o dispositivo de descarga é projetado para o atendimento deste volume (COELHO, 2001, p. 125).

É importante se conhecer as características de funcionamento da bacia sanitária para que não se torne um “conjunto potencialmente desperdiçador”.

2.8.1 Bacias sanitárias de baixo consumo

Normalmente, o consumo das bacias sanitárias representam entre 28 e 38% do consumo interno de uma residência, é por isso que, segundo Coelho (2001, p. 126), “o desenvolvimento de qualquer projeto com o desejo de reduzir o consumo predial passa pela utilização de bacia sanitária de baixo consumo”.

Na seqüência, as figuras que se seguem, apresentam a classificação das bacias sanitárias, de acordo com o Programa brasileiro de Qualidade e Produtividade da Habitação (PBQPH), criado pelo Governo Federal exigindo que todas as bacias sanitárias sejam projetadas para um volume de descarga de 6 litros, independentemente do dispositivo de descarga adotado, conforme figura 11.

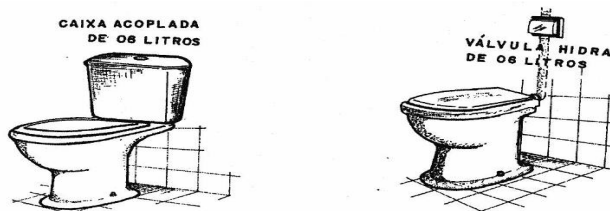
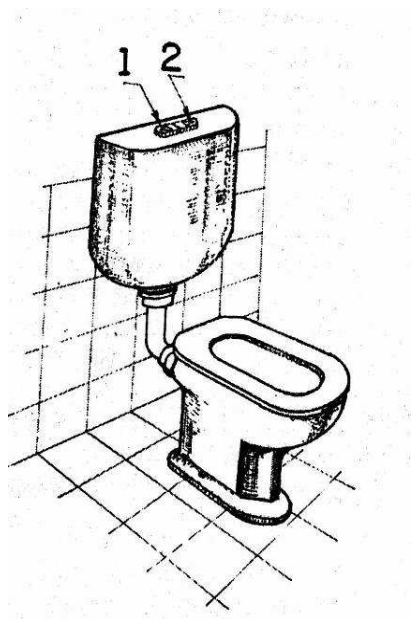


Figura 11 – Bacias sanitárias
Fonte: COELHO, 2001, p. 126

Pode-se dizer que a bacia sanitária é o principal componente dos sistemas de descarga, sendo responsável às vezes, por até 40% do consumo predial.

Há também a bacia sanitária com dispositivo de descarga de dois estágios, conforme mostra a figura 12.



Para Coelho (2001), as bacias sanitárias com dispositivo de dois estágios permitem dar uma descarga completa com 6 litros ou uma parcial com 3 litros, que permite perfeitamente a limpeza de líquidos.

Com este tipo de dispositivo pode-se obter uma economia de água de 75% com relação às bacias tradicionais (COELHO, 2001, p. 127).

Figura 12 – Bacias sanitárias com dois dispositivos/
Fonte: COELHO, 2001, p. 127

Existem dispositivos de descarga que, segundo Coelho (2001), ao acionar o segundo toque, o fluxo de água é interrompido. Então, em forma semelhante a anterior é possível fazer a descarga com pouco volume de água quando houver líquido na bacia. Dar uma descarga de 10 ou 12 litros para a limpeza de líquido representa um desperdício desnecessário.

O parâmetro mais importante de uma bacia sanitária é sua curva de sintonamento, ou seja, o desempenho desta para diversos volumes de água. No caso da bacia de baixo consumo com 6 litros consegue-se o arraste ótimo (COELHO, 2001, p. 127).

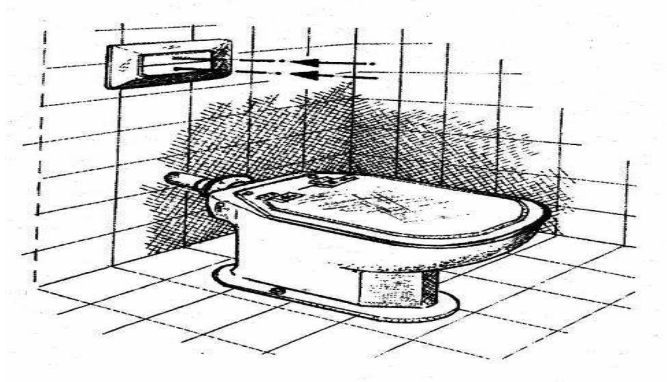


Figura 13 – Bacias sanitárias com dispositivo de interrupção

Fonte: [COELHO, 2001, p. 127](#)

2.8.2 Chuveiros de vazão reduzida

Na visão de Coelho (2001), o chuveiro é o segundo maior responsável pelos consumos nos domicílios, podendo responder entre 22 e 28% dos consumos internos. No Brasil, predomina a utilização de chuveiros de vazão elevada. No entanto, os principais fabricantes já têm disponíveis modelos de baixa vazão.

Coelho (2001, p. 128), explica que

nos edifícios de apartamentos de vários andares, nos apartamentos situados nos andares inferiores, a pressão pode ser 20, 30 e até 40 metros de coluna de água, o que faz com que os consumos ocorram a vazões elevada. Então, um banho que poderia ocorrer com 20 litros pode ocorrer com 60 e até 80 litros.

As figuras ao lado apresentam os dois extremos de utilização o chuveiro de alta vazão e o de baixa vazão.

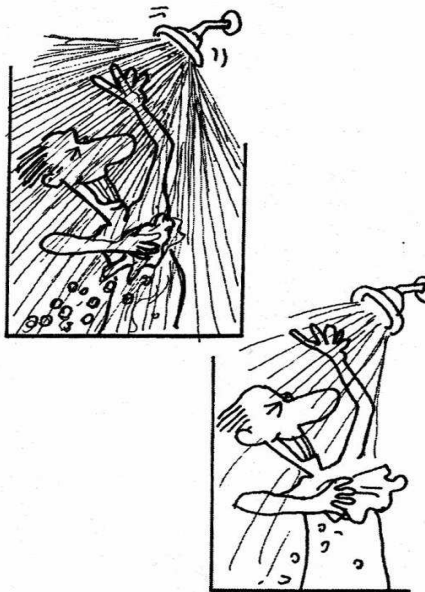


Figura 14 – Chuveiros de vazão reduzida
Fonte: [COELHO, 2001, p. 128](#)

2.8.3 Chuveiros de acionamento hidromecânico

Existem também os chuveiros de acionamento hidromecânico. Estes têm a vantagem de, após determinado tempo, fecharem automaticamente, reduzindo o consumo supérfluo, mesmo de pessoas relaxadas que se ensaboam sem fechar a torneira. Este tipo de chuveiro é muito utilizado em clubes e indústrias.



Figura 15 – Chuveiros de acionamento hidromecânico
Fonte: [COELHO, 2001, p. 128](#)

Para melhor compreensão, Coelho (2001) apresenta, esquematicamente, o que acontece com o consumo de chuveiros acionados manualmente e chuveiro com acionamento mecânico.

Ou seja, é uma comparação do consumo entre o chuveiro comum e o chuveiro de acionamento hidromecânico.



Figura 16 – Comparação entre chuveiros comum e por acionamento hidromecânico
Fonte: COELHO, 2001, p. 128

2.8.4 Chuveiros tipo ducha

Esse tipo de chuveiro é muito utilizado na Alemanha, França e alguns países da Europa. Com ele, o usuário pode fazer a lavagem localizada de cada parte do corpo reduzindo o desperdício de água.



Figura 17 – Chuveiro tipo ducha
Fonte: COELHO, 2001, p. 129

Atualmente, esses chuveiros já estão disponíveis no mercado nacional proporcionando economia de água e de energia.

2.8.5 Torneiras de baixo consumo

Coelho (2001) nos informa que com a utilização de torneiras com dispositivos de baixo consumo podemos economizar anualmente centenas de metros cúbicos de água. O autor vai além explicando que

nos Estados Unidos, alguns códigos de tubulações estabelecem uma vazão de 2,75 galões por minuto uma torneira completamente aberta. Se você vive num apartamento com pressão elevada, este consumo com uma torneira comum chega aos 4 galões por minuto (COELHO, 2001, p. 132)

A saída com spray é como um pequeno chuveiro que espalha a água de forma que o usuário pode lavar a louça de forma mais eficiente, ou seja, utilizando a água mais plenamente.

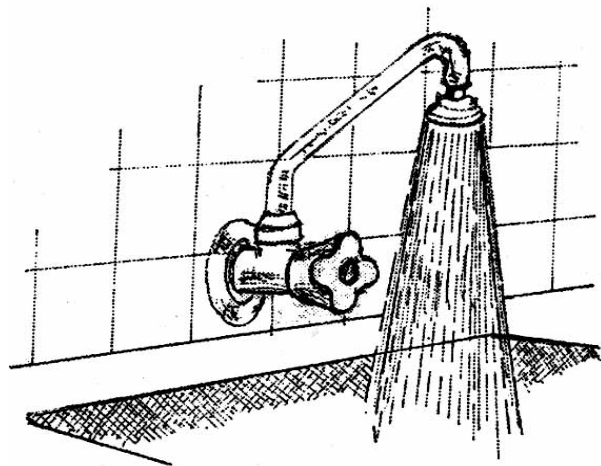


Figura 18 - Torneira com saída spray (chuveiro)
Fonte: [COELHO, 2001, p. 132](#)

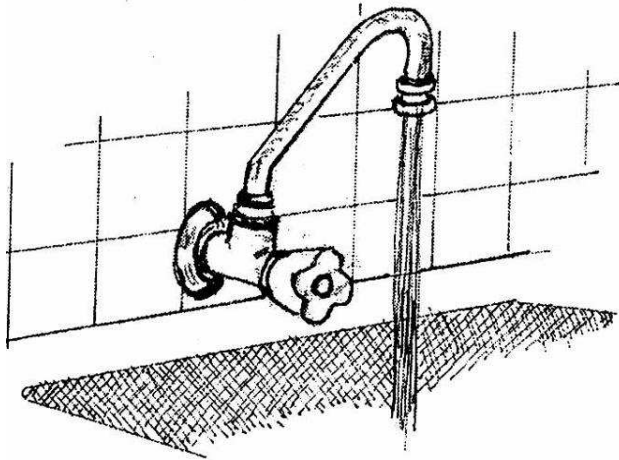


Figura 19 - Torneira com arejadores simples
Fonte: [COELHO, 2001, p. 132](#)

Um outro tipo de torneira existente chama-se arejador. Os arejadores têm a função de misturar o ar com a água da torneira para reduzir a vazão e permitir melhor aproveitamento da água.

O usuário pode comprar uma torneira nova com arejador ou uma peça para adaptar na torneira convencional.

Outra opção é a torneira com spray e arejador combinados conforme mostra a figura 20.

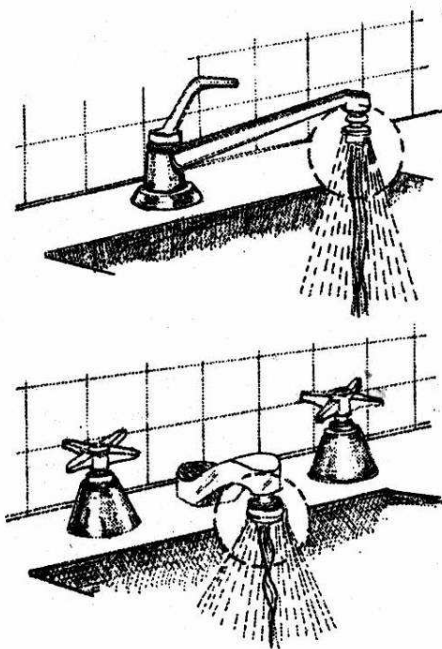


Figura 20 - Torneira com combinação spray e arejador
Fonte: [COELHO, 2001, p. 133](#)

Sob o ponto de vista de Coelho (2001), este é o sistema ideal para lavagem de pratos e de vegetais. Também pode ser utilizado para a cozinha ou para o banheiro.

Adaptadores também podem ser adquiridos para colocação em torneiras antigas.

Há também torneiras com arejadores de fluxo constante, que permitem uma vazão predeterminada qualquer que seja a pressão. Estes dispositivos podem reduzir o consumo em até 50%. Os arejadores podem ser adaptados às torneiras existentes.

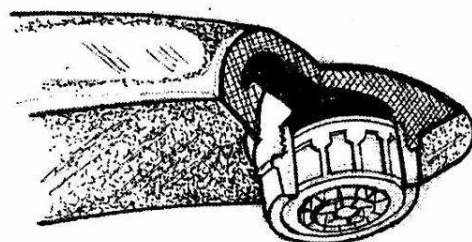


Figura 21 - Torneira com arejadores de fluxo constante
Fonte: [COELHO, 2001, p. 133](#)

Na figura acima, observa-se um modelo de torneira de fluxo constante, marca Deca.

A torneira de pia com fechamento mecânico é outra opção para se reduzir o consumo de água.

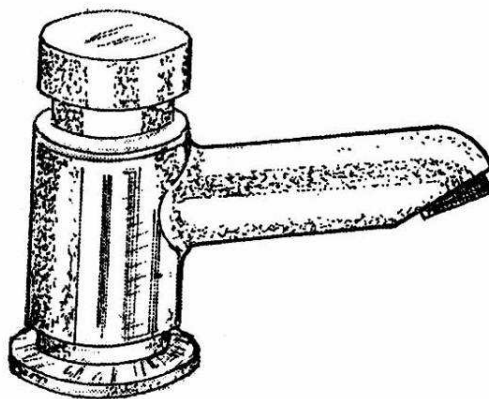


Figura 22 - Torneira de pia com fechamento mecânico automático
Fonte: [COELHO, 2001, p. 133](#)

É um dispositivo bastante conhecido no Brasil, principalmente por ser utilizado para os banheiros públicos, supermercados, restaurantes, bancos, escolas, universidades, quartéis, enfim, por empresas de diversos segmentos.

Outro modelo de economizador trata-se da torneira de lavatório com fechamento eletrônico automático.



Figura 23 - Torneira de lavatório com fechamento eletrônico automático
Fonte: [COELHO, 2001, p. 135](#)

Este tipo de torneira de lavatório proporciona uma economia substancial, pois, segundo Coelho (2001, p. 135), “independe do relaxamento das pessoas que o utilizam, sendo largamente utilizado em locais públicos como restaurantes, centros comerciais, consultórios, universidades, colégios, quartéis etc.”

Conforme mostra o gráfico ao lado, esta torneira pode conseguir uma economia de até de 70%.



Figura 24 – Comparativo: torneira convencional versus torneira Decalux /
Fonte: [COELHO, 2001, p. 135](#)

2.8.6 Arejadores

Conforme dito anteriormente, os arejadores hoje estão sendo bastante utilizados e com um resultado consideravelmente positivo.

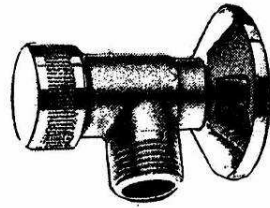


Figura 25 – Arejador de fluxo constante
Fonte: [COELHO, 2001, p. 135](#)

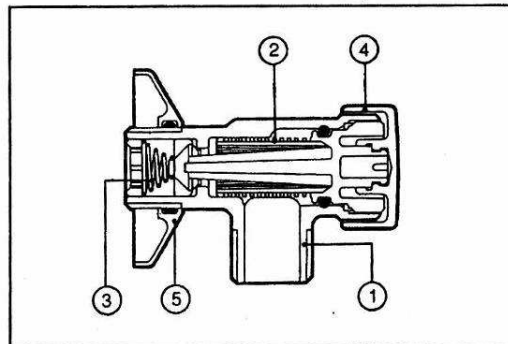
A vantagem da utilização destes dispositivos economizadores de água, que podem reduzir o consumo da peça em até 50%, é que podem ser adaptados em torneiras existentes de acordo com a compatibilidade de cada um (COELHO, 2001, p. 135).

2.8.7 Registro regulador de vazão

Coelho (2001) não especifica muito sobre a figura abaixo, apenas relata que se trata de um dispositivo que se instala no chicote das torneiras de lavatórios e bidês, possibilitando a redução de vazão no ponto de utilização.



Componentes (modelo em latão cromado)



Nº	Nome
1	Corpo
2	Filtro
3	Conjunto válvula
4	Volante
5	Canopla

Instalação

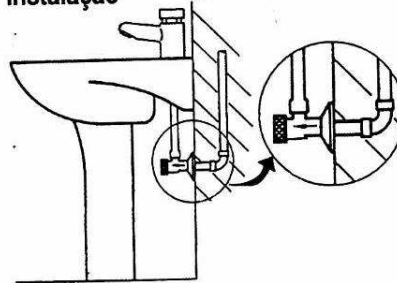


Figura 26 – Registro regulador de vazão
 Fonte: [COELHO, 2001, p. 136](#)

2.8.8 Mictórios com dispositivo fechamento mecânico e eletrônico

É observado por Coelho (2001) que, na prática, o dispositivo fechamento mecânico

tem sido nos prédios públicos não dotados de dispositivos economizadores de água num dos pontos de maior desperdício. É comum entrar num banheiro público e ver a água correr permanentemente pelo mictório. Lembramos que uma vazão pequena, de 60 litros por hora contínua, durante um mês, representa uma perda mensal de 43.200 litros. Uma vazão maior de 150 litros por hora de forma contínua comum nos mictórios significa uma perda de 108.000 litros por mês. Isto, em ambos os casos representa para um usuário comercial perdas monetárias elevadas (COELHO, 2001, p. 137).

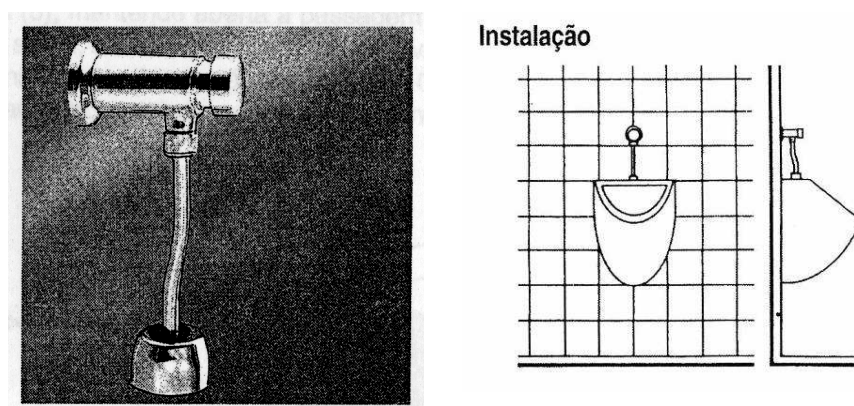
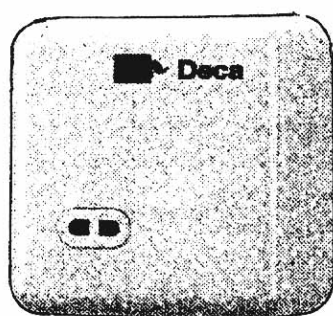


Figura 27 – Mictório com dispositivo fechamento mecânico e instalação
Fonte: COELHO, 2001, p. 137

A figura acima é um dispositivo de descarga automático mecânico para mictório, juntamente com o esquema de instalação.



Na figura 28, o dispositivo de descarga automático é eletrônico.

Figura 28 – Mictório com dispositivo fechamento eletrônico
Fonte: COELHO, 2001, p. 138

Na figura 29, apresentam-se os detalhes de instalação do dispositivo de descarga automático eletrônico.

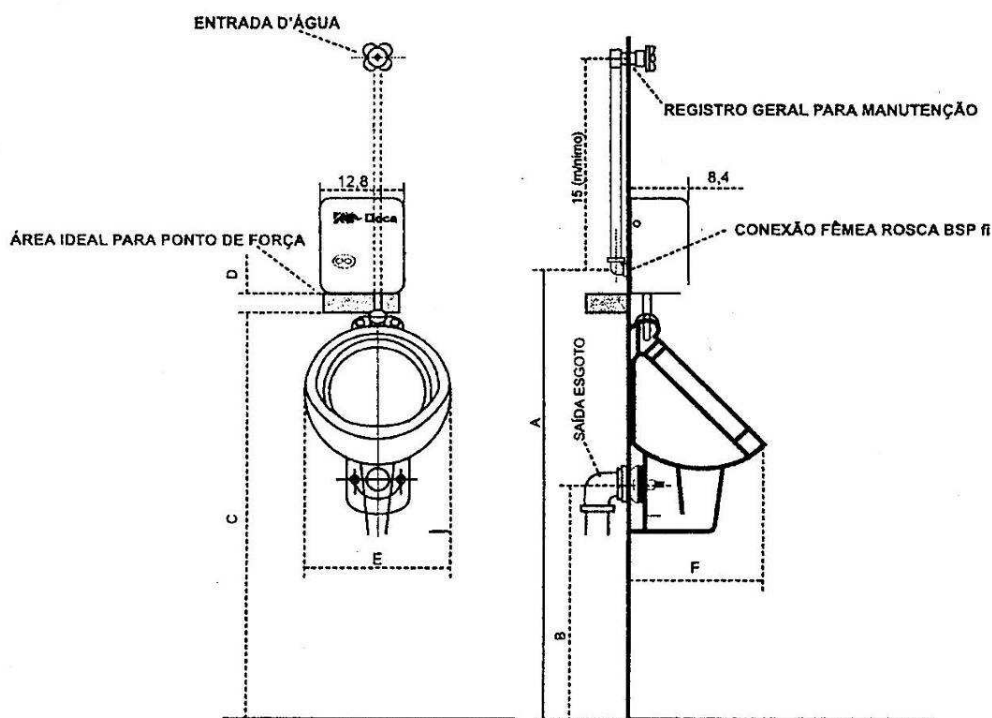


Figura 29 – Detalhes da instalação do dispositivo de descarga automático eletrônico
Fonte: [COELHO, 2001, p. 138](#)

2.8.9 Válvulas automáticas para redução de pressão

Nos edifícios muito altos, relata Coelho (2001, p. 139) que “os apartamentos dos andares inferiores são submetidos a elevadas pressões provocando consumos elevados nos pontos de consumo, além de propiciar o deterioramento dos equipamentos hidro-sanitários”.

Assim, nestes casos é necessária a instalação de válvulas automáticas de redução de pressão para fazer com que as peças de utilização trabalhem com pressões de acordo com o exigido pelas normas técnicas.

A figura 30 mostra um esquema de montagem da válvula redutora de pressão no subsolo.

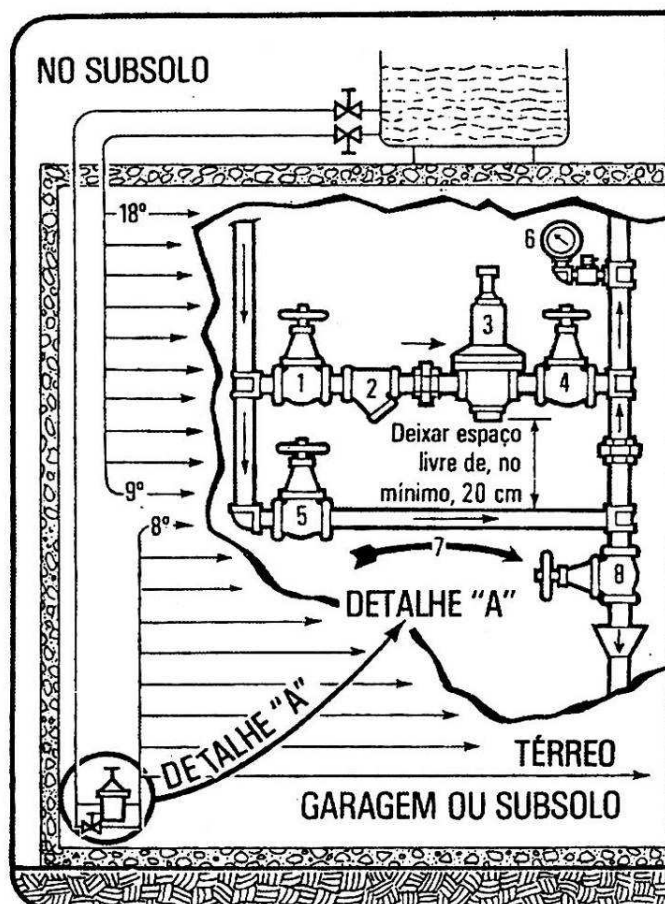


Figura 30 - Esquema de montagem válvula redutora de pressão no subsolo
Fonte: [COELHO, 2001, p. 139](#)

Normalmente, esclarece Coelho (2001, p. 139), utilizam-se dois tipos de disposição das válvulas redutoras de pressão nos edifícios: a) instalação no subsolo; b) instalação no meio do prédio.

a) Instalação no subsolo: esta instalação normalmente é a mais recomendável. Do pavimento 9 ou 10 para cima a distribuição pode ser direta da caixa.

Em seguida, continua direto para o subsolo, passa pela válvula redutora, e segue para os pontos de consumo.

b) Instalação no meio do prédio: nesta instalação, a tubulação direta da caixa alimenta a distribuição até o nono andar. No 7º pavimento é construída uma caixa de inspeção para acomodar a estação redutora. A saída da estação redutora de pressão alimentará do 8º andar ao térreo.

Na figura 31, é mostrado em detalhes como funciona a válvula redutora de pressão no meio do prédio.

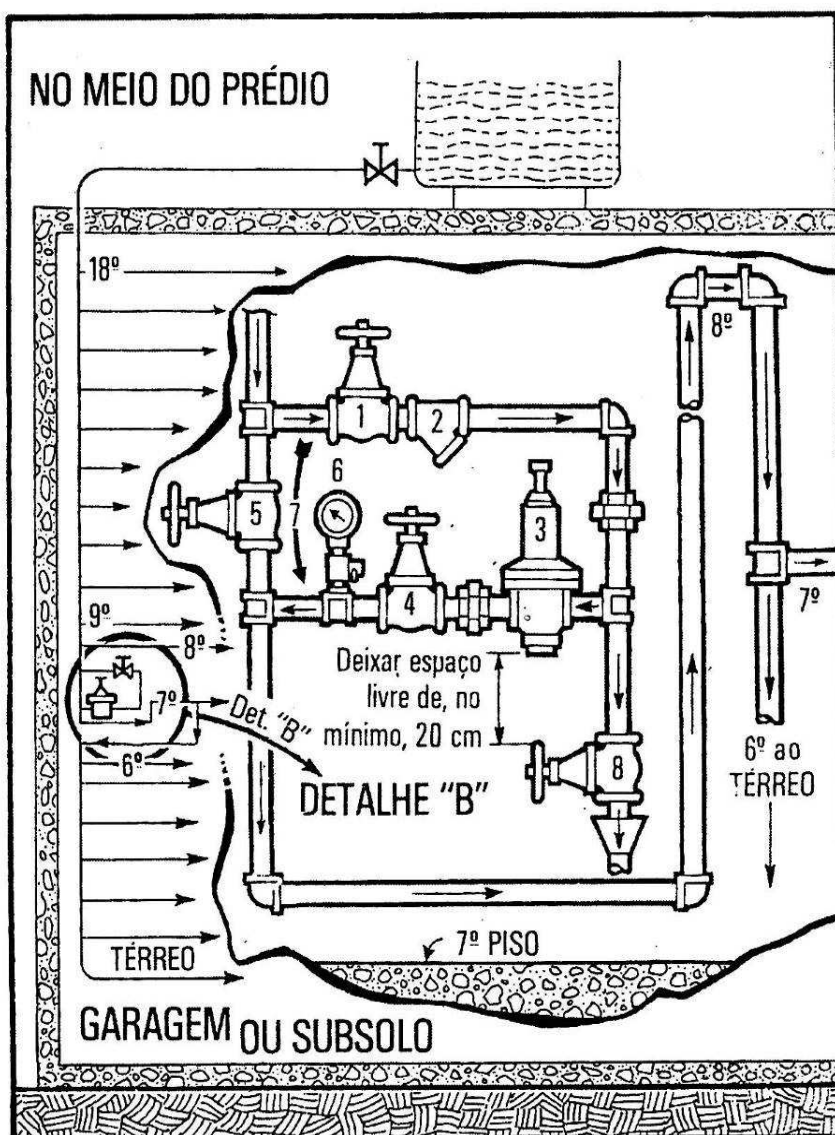


Figura 31 - Esquema de instalação da válvula redutora de pressão no meio do prédio
Fonte: COELHO, 2001, p. 140

4 CRIAÇÃO DO LABORATÓRIO ARTESANAL

A hipótese de reaproveitar a água usada na cozinha, para irrigação de jardins motivou a criação do laboratório, pois o consumo médio em cozinhas residenciais é de 17% (segundo a Deca²) do consumo total registrado em conta, e essa água sempre foi descartada diretamente na rede de esgoto da COPASA.

A economia por si só seria um benefício para o contribuinte, além disso, haveria redução significativa de lançamento de resíduos na rede pública, reduzindo a poluição dos recursos hídricos.

O laboratório demonstrado na figura 31, foi criado com o objetivo de analisar e classificar a água da pia de cozinha de acordo com os parâmetros definidos pela Norma NBR 13969/97, após passar por processo de filtração simples, e, se possível, reaproveitá-la para irrigação de jardim.

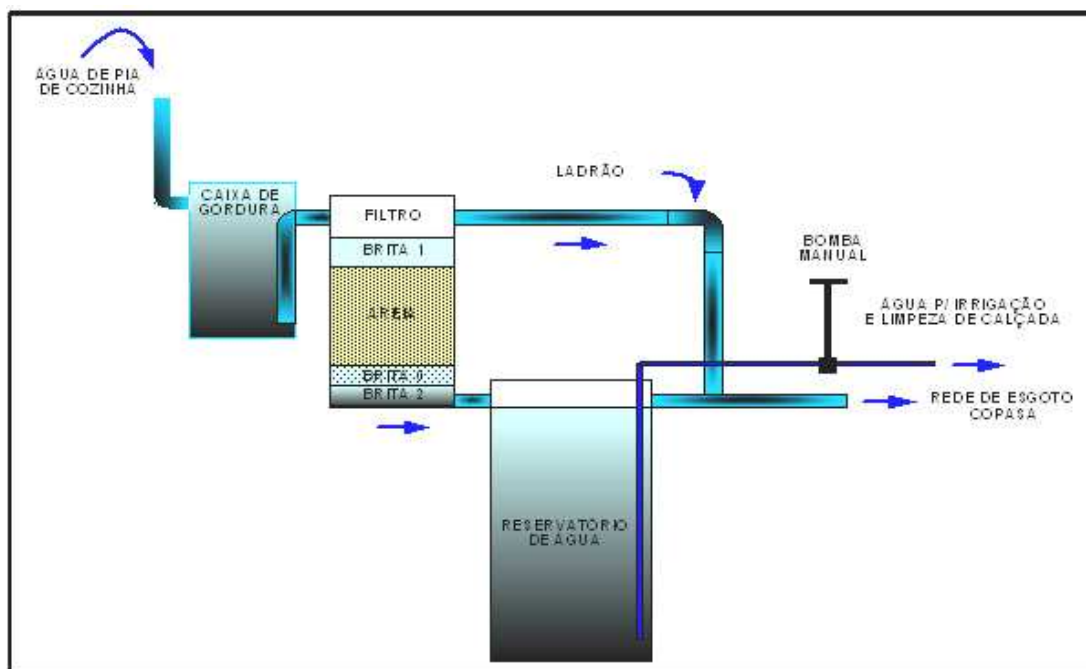


Figura 31: Esquema básico do sistema

Fonte: [Desenhado por José Geraldo de Souza](#)

² Fonte: Deca. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em: 15/08/2007.

Para tal fim, foi desenvolvido um sistema dividido em três fases: fase 1, captação; fase 2, filtração e fase 3, armazenamento. A figura a seguir (32) ilustra o fluxo de água que sai da pia da cozinha, percorrendo todo o sistema até o reservatório. A partir daí a água poderá ser bombeada manualmente ou por bomba elétrica, para a irrigação, neste caso não foram instaladas, pois a intenção era determinar a qualidade da água, portanto dois drenos (ladrões) foram construídos, um no filtro para o caso de saturação e outro no reservatório recebendo o dreno do filtro e direcionando o fluxo para a rede de esgoto pública.

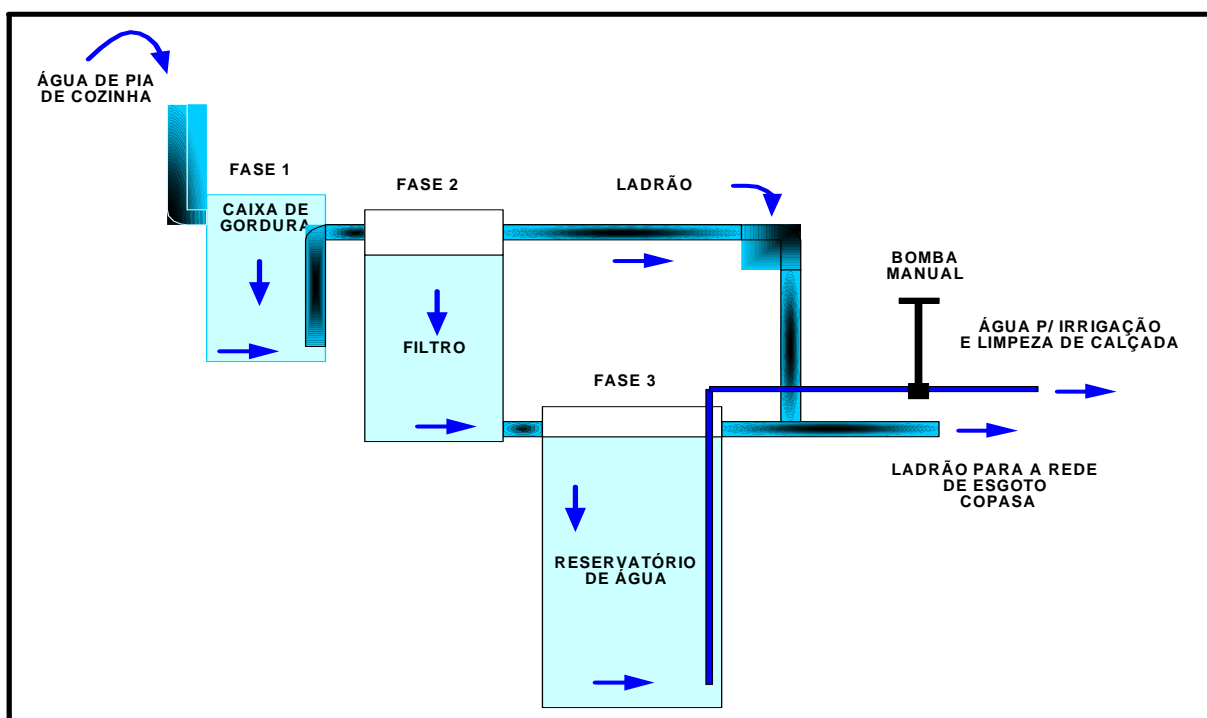


Figura 32: Etapas do sistema e direcionamento do fluxo
Fonte: [Desenhado por José Geraldo de Souza](#)

Para a captação da água foi usado uma caixa (caixa de gordura) sifonada plástica cilíndrica com capacidade de 40 litros, filtro e reservatório recipientes plásticos cilíndricos de capacidade de 70 e 200 litros e, para a rede de ligação do sistema, foram usados mangueiras, tubos e conexões em PVC.

Os insumos usados para a composição das camadas filtrante e drenante foram areia lavada e brita.

Todos os materiais foram escolhidos pelos mesmos critérios: fácil acesso à população, baixo custo e comumente encontrados em depósitos de materiais de construção.

A implantação do laboratório iniciou-se no dia 21 de maio de 2009, na residência da Sr^a. Maria Inês Antunes Vilela, na rua Agílio Cruz de Souza, nº 555, bairro Serrano, Belo Horizonte, Minas Gerais, com a escavação para a instalação do reservatório, sendo que no mesmo dia foi montado todo sistema de captação (caixa de gordura) e filtração.

Como o objetivo era pesquisa e a residência oferecia condições, o sistema foi adaptado diretamente na saída da pia da cozinha, preservando o projeto original, como mostra a foto a seguir.



Foto 33: Caixa de gordura e filtro instalados
Fonte: [José Geraldo de Souza](#)

O sistema foi dimensionado para 4 (quatro) pessoas, de acordo com as possibilidades do local, e gerando o menor custo possível. Os equipamentos foram escolhidos após análise de produtos existentes no mercado. A caixa de gordura com capacidade 0,04 m³, o filtro 0,07 m³ e o reservatório 0,20 m³ de recipientes reciclados

sem contra indicação para armazenamento de água. As figuras abaixo detalham o dimensionamento da caixa de gordura sifonada, filtro e reservatório, utilizados no laboratório.

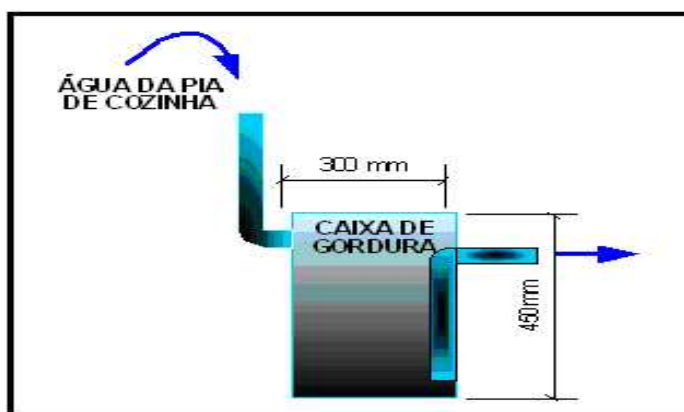


Foto 34 – Dimensionamento da Caixa de Gordura
Fonte: desenhado por José Geraldo de Souza

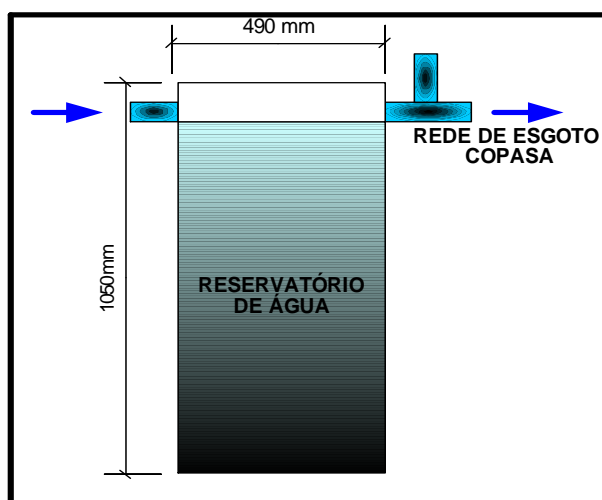


Foto 35 – Dimensionamento do Reservatório
Fonte: Desenhado por José Geraldo de Souza

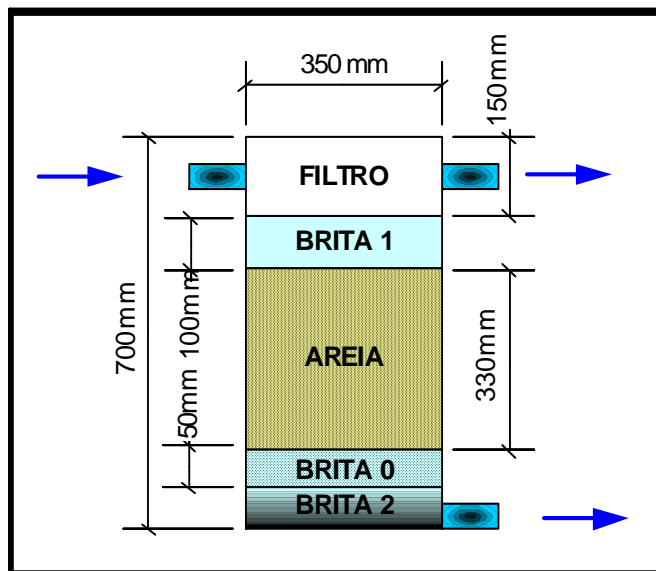


Figura 36: Dimensionamento do filtro
 Fonte: [Desenhado por José Geraldo de Souza](#)

Para a composição das camadas do filtro 01 (primeira experiência), foram utilizados dois tipos de materiais: areia lavada e brita calcária dos tipos 0, 1 e 2, divididos em camadas, como mostra figura abaixo.

Os materiais empregados foram classificados de acordo com a norma ABNT NBR 7211.

- a) A areia foi classificada como areia média com dimensões variando de 0,48 a 2,0 mm, material passado na peneira de malha 10 e retido na 40.
- b) Brita 0 com dimensões variando de 4,8 a 9,5 mm.
- c) Brita 1 com dimensões variando de 9,5 a 20,0 mm.
- d) Brita 2 com dimensões variando de 20,0 a 25,0 mm.

Entre a camada de Brita 0 (zero) e a camada de areia foi colocada uma camada de manta geotêxtil (Bidin), para que a areia não obstruísse a camada drenante. A camada de brita 1 foi acomodada dentro de um cesto de tela galvanizada com alças,

para que além de funcionar como filtro percolador, pudesse proporcionar fácil manutenção e limpeza.

Com o sistema em funcionamento, coletou-se amostras diárias para análise visual. O resultado aparente foi satisfatório, uma vez que a água apresentou-se incolor e sem cheiro, porém a experiência durou apenas 21 dias visto que a filtração ficou muito lenta, com a maior parte da água saindo direto da caixa de gordura para o ladrão (saída superior) do filtro.

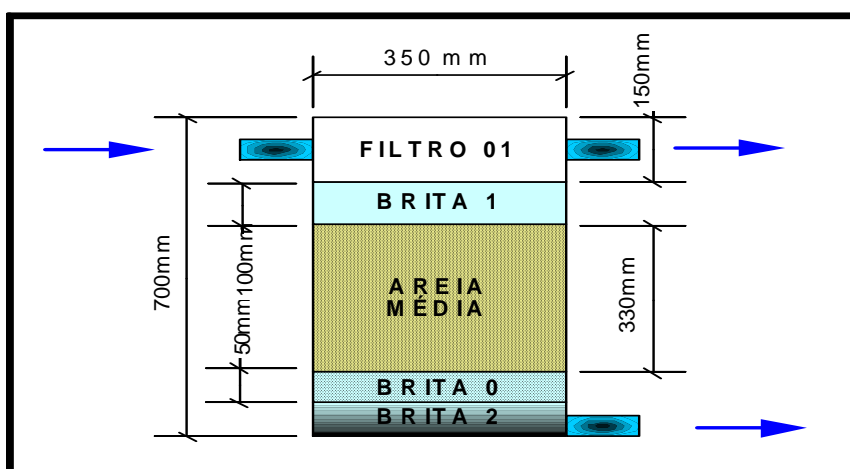


Figura 37: Filtro nº 01 com areia média
Fonte: [Desenhado por José Geraldo de Souza](#)

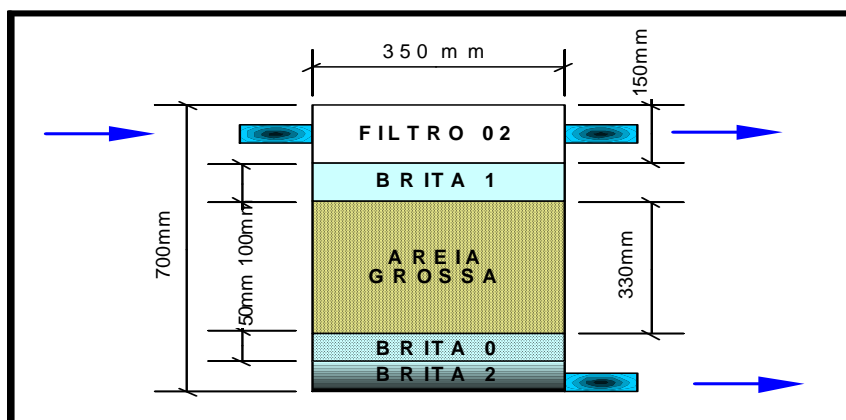


Figura 38: Filtro nº 2 com areia grossa
Fonte: [Desenhado por José Geraldo de Souza](#)

Diante do exposto, partiu-se para uma nova tentativa, filtro 02 (figura 07) mudando a granulometria da areia para grossa com dimensões de 2,0 a 4,8 mm, material passado na peneira de malha 4 e retido na 10, e preservando as camadas restantes iguais as do primeiro experimento.

A areia grossa possibilitou aumento na drenagem e maior fluxo de água na saída do filtro, por um período maior em relação ao material usado nas camadas do filtro da primeira tentativa, porém a qualidade da água caiu expressivamente, apresentando, analisada visualmente, turvidez elevada e forte odor.

Após análise do Professor Marcos Temponi, no laboratório da Escola de Engenharia Kennedy no dia 28 de junho de 2009, foi constatado que realmente a água apresentava forte odor e turvidez elevada (análise visual), tornando desnecessário análises mais complexas. A partir daí, resolveu-se desmontar o laboratório e encerrar a experiência, pois a água não atendia aos parâmetros de qualidade e seu uso seria inviável.

Entretanto, constatou-se que a caixa de gordura não retém toda matéria orgânica, deixando passar resíduos para a rede pública. E durante o período de funcionamento do sistema, nas duas tentativas, percebeu-se também que o cesto funcionou com características de um bom filtro percolador, retendo toda a matéria orgânica que não foi contida na caixa de gordura, como é mostrado na foto abaixo.



Foto 39: Cesto de tela galvanizada, com camada drenante de brita 01.

Fonte: [José Geraldo de Souza](#)

Portanto, percebeu-se que a caixa de gordura não exerceu sua função plenamente e um sistema complementar simples seria muito útil, impedindo a passagem dos resíduos para a rede pública, como, por exemplo, uma caixa de passagem com uma camada de brita 01 funcionando como um filtro percolador, retendo toda a matéria orgânica que não é contida na caixa de gordura.

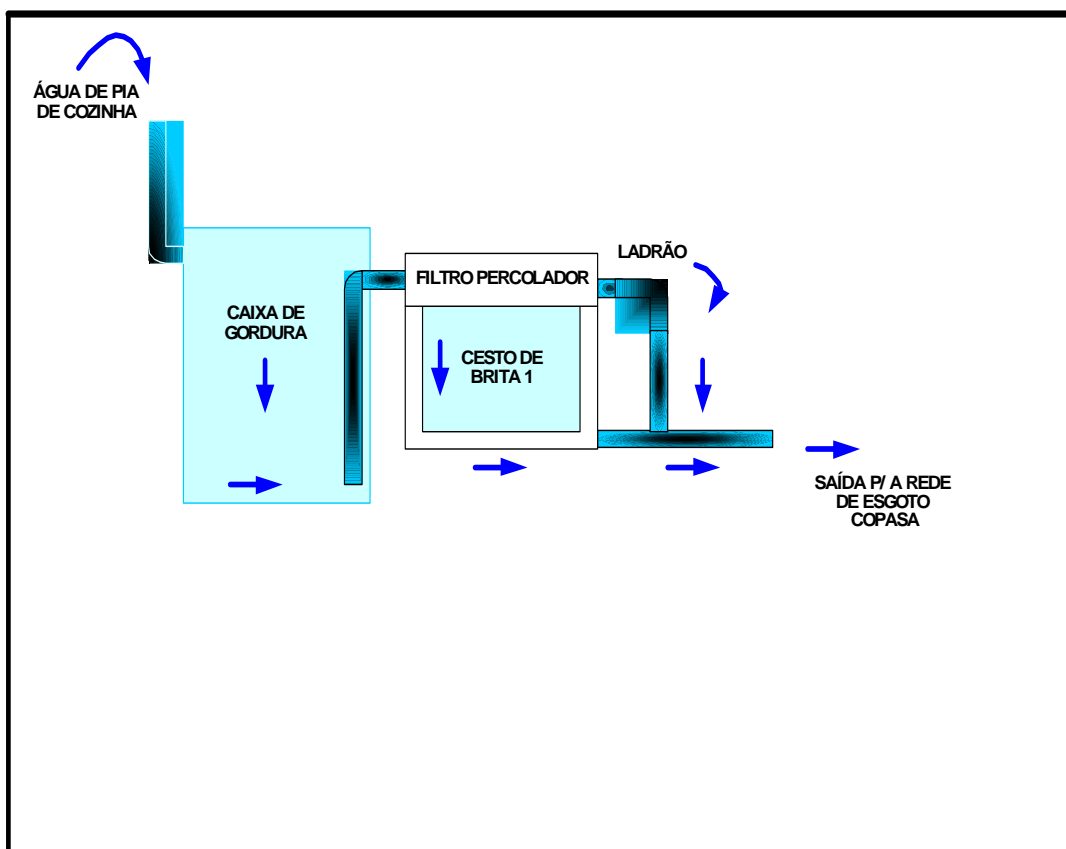


Figura 40: Esquema alternativo, para redução de lançamento de resíduos na rede pública.

Fonte: [Desenhado por José Geraldo de Souza](#)

4.1 Planilha de custo dos materiais utilizados na construção do laboratório

Custo dos materiais e mão de obra empregados na instalação do sistema.

ITEM	PRODUTO	UNID.	QTDE.	PREÇO R\$
1	Areia lavada	m ³	0,75	33,75
2	Brita calcária 0	m ³	0,03	4,00
3	Brita calcária 1	m ³	0,06	8,00
4	Brita calcária 2	m ³	0,03	4,00
5	Caixa de esgoto sifonada	un.	1	165,00
6	Reservatório 70 litros	un.	1	40,00
7	Reservatório 200 litros	un.	1	40,00
8	Adaptador soldável 20 mm 1.1/2"	un.	3	17,70
9	Redução em pvc 100/50 mm	un.	1	4,80
10	CURVA 90° PVC C/ ROSCA 1.1/2"	un.	1	10,00
11	Tubo pvc 50 mm	m	1	3,00
12	Tela p/ viveiro malha 10 mm	un.	1,5	9,00
13	Arame galvanizado nº	kg	1	15,00
14	Cola de silicone	un.	1	5,80
15	Mão de obra p/ escavação	vb	1	50,00
16	Mão de obra p/ instalação hidráulica	vb	1	100,00
TOTAL.....				510,05

Figura 41: Custo dos materiais e mão de obra empregados na instalação do sistema.

Fonte: [Os autores deste trabalho](#)

4.2 Relatório fotográfico



Figura 42 - Instalação da caixa de gordura
Fonte: José Geraldo de Souza



Figura 43 - Caixa de gordura e filtro instalados
Fonte: José Geraldo de Souza



Figura 44 - Lançamento da camada drenante de brita 02, no filtro
Fonte: [José Geraldo de Souza](#)



Figura 45 - Colocação da manta geotêxtil entre a camada drenante e a próxima camada de areia.
Fonte: [José Geraldo de Souza](#)



Figura 46 - Cobertura da camada de areia para apoiar o cesto de tela com brita.
Fonte: [José Geraldo de Souza](#)



Figura 47 - Filtro montado e em funcionamento com a última camada envolvida pelo cesto de tela galvanizada
Fonte: [José Geraldo de Souza](#)



Figura 48 - Instalação do reservatório.

Fonte: José Geraldo de Souza



Figura 49 - Características do cesto e material drenante (brita 01), um mês após a desmontagem do sistema.

Fonte: José Geraldo de Souza



Figura 50 - Características da tela do cesto após a retirada do material drenante.
Fonte: [José Geraldo de Souza](#)



Figura 51 - Instalando o sistema.
Fonte: [José Geraldo de Souza](#)



Figura 52 -
Fonte: José Geraldo de Souza

4 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Por intermédio do Sr. Péricles Martins Junior, obtive a informação da existência de um sistema de captação de chuva, feito artesanalmente, em uma residência, na Cidade de Santa Luzia. Assim, surgiu a Idéia de estudar o sistema implantado, e de acordo com a situação, desenvolver um projeto com viabilidade técnica e econômica, para melhoria do sistema, resguardando a integridade e a saúde dos moradores.

O sistema de captação e armazenamento de água de chuva, foi implantado pelo Sr. Antônio em sua residência localizada na rua Canaã, nº 73, Bairro São Benedito, Santa Luzia, Minas Gerais, CEP: 33.125-180, para alimentação da caixa de descarga de seis litros do banheiro social.

O sistema consiste em através da área do telhado captar a água de chuva e por tubulação específica direcioná-la para um reservatório.

Para a implantação do projeto, o Sr. Antônio utilizou a estrutura existente, criando apenas uma tubulação para captar a água da calha e direcioná-la ao

reservatório, outra tubulação para direcionar a água até a caixa de descarga do banheiro, um reservatório de 1000 litros e uma tubulação com função de ladrão, descartando o excesso de água para a rede pluvial.

Nas tubulações, foram usados tubos de PVC de 50 mm, e um registro de gaveta de 1.1/2", equipamento usado para a inversão do fluxo, insumos comumente encontrados em depósitos de materiais de construção. A foto abaixo, detalha o processo artesanal criado para o sistema, que exerce a função de inverter o fluxo da água para o reservatório.



Foto 01: Registro Bruto de 1 1/2', para troca de fluxo da água

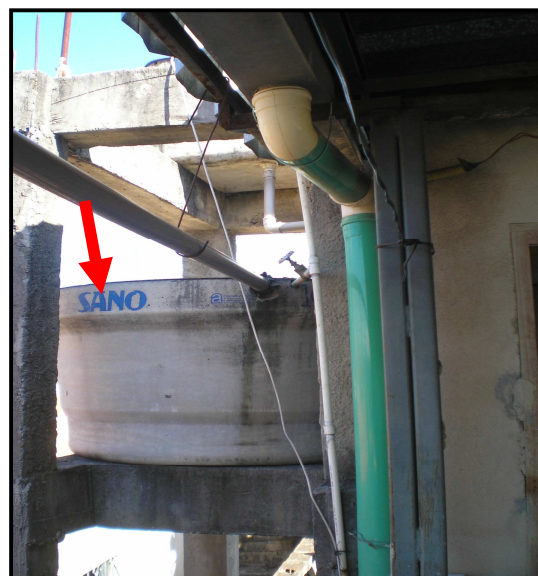


Foto 02: Reservatório Existente de 1000litros

(Fonte: [José Geraldo de Souza](#))

Com o registro aberto, a água da chuva é direcionada para a rede pluvial pública e quando fechado direciona o fluxo para o reservatório, este registro tem a função de evitar que a primeira água de chuva não vá para o reservatório, pois primeiramente o telhado tem que ser lavado com a própria água da chuva.

4.1 Projeto para melhoria do caso: aproveitamento da água da chuva

4.1.1. Características da residência

As características da residência são apresentadas no quadro 2, a seguir

Característica da Residência em Estudo

Número de moradores	área construída (m ²)	características
4	153	Sala de estar e jantar, cozinha, área de serviço, garagem, três quartos e dois banheiros (um social e outro no terraço)

4.1.2. Dados Pluviométricos

No quadro 3, abaixo, está representada a distribuição de valores médios mensais de precipitação da Estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) - 5º Distrito de Meteorologia de Belo Horizonte, da série histórica de 2000 a 2006. Pode-se observar que as maiores precipitações médias acontecem entre a primavera e o verão, e as menores entre o outono e o inverno.

Quadro 3 – variações da precipitação pluviométrica em Belo Horizonte. 2000 - 2006

Variações da precipitação pluviométrica em Belo Horizonte. 2000 - 2006													
Variação	PERÍODO												Total Anual
	Jan	Fev	Mar	Abri	Mai	Jun	Julh	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
2000													
Precipitação Pluviométrica													
Nº de dias com Chuva	16	13	7	10	0	0	0	3	7	7	20	13	96
Chuva Acumulada mensal	460	200	110	60	0	0	0	10	45	50	250	300	1.485
2001													
Precipitação Pluviométrica													
Nº de dias com Chuva	12	6	10	3	5	0	1	3	5	10	23	17	95
Chuva Acumulada mensal	170	60	110	10	50	0	10	50	60	170	320	420	1.430
2002													
Precipitação Pluviométrica													
Nº de dias com Chuva	13	20	10	4	3	0	4	2	7	5	17	20	105

Chuva Acumulada mensal	290	300	70	50	10	0	5	5	80	40	250	400	1.500
2003													
Precipitação Pluviométrica													
Nº de dias com Chuva	25	5	16	7	3	0	0	5	6	13	17	17	114
Chuva Acumulada mensal	700	200	200	10	10	0	0	10	10	10	210	290	1.650
2004													
Precipitação Pluviométrica													
Nº de dias com Chuva	17	21	14	13	5	4	4	0	0	8	12	21	119
Chuva Acumulada mensal	500	350	105	160	20	17	50	0	0	50	150	500	1.902
2005													
Precipitação Pluviométrica													
Nº de dias com Chuva	22	13	18	5	5	3	3	4	6	6	23	20	128
Chuva Acumulada mensal	25	150	255	20	20	15	10	10	120	50	300	395	1.370
2006													
Precipitação Pluviométrica													
Nº de dias com Chuva	6	13	22	10	3	1	1	3	7	8	18	24	116
Chuva Acumulada mensal	160	140	270	60	50	5	5	20	90	120	350	350	1.620
Média do período de 2000 a 2006 é de 1.565,30 mm/ano													
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia INMET.. 5ºDISME – SEOMA. 2007.													

4.1.3 Área de Contribuição

A partir da planta de cobertura, calculou-se as áreas de contribuição para o aproveitamento da água de chuva, conforme apresentado na figura abaixo.

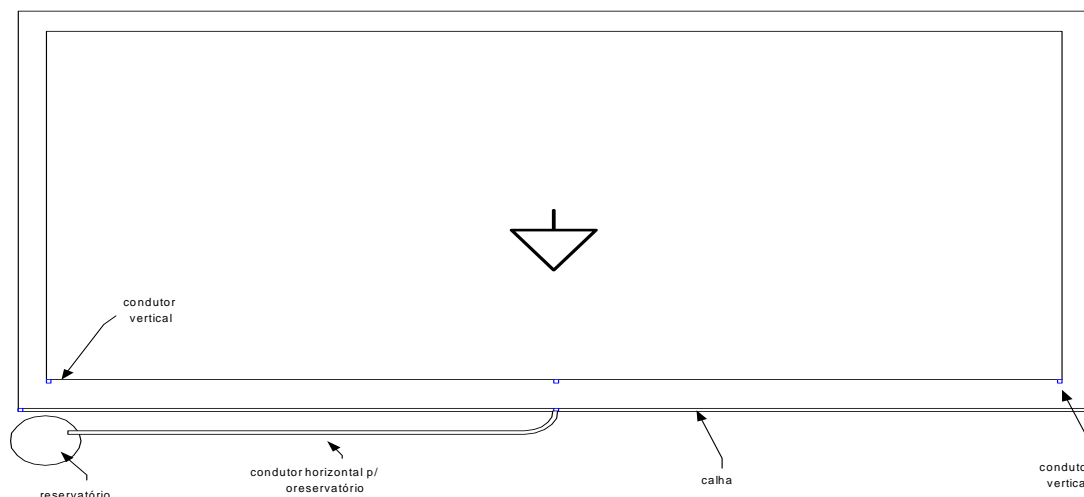


Figura 55 – planta de cobertura da residência

Fonte: Jose Geraldo de Souza



Foto 03: Telhado analisado
 Fonte: José Geraldo de Souza

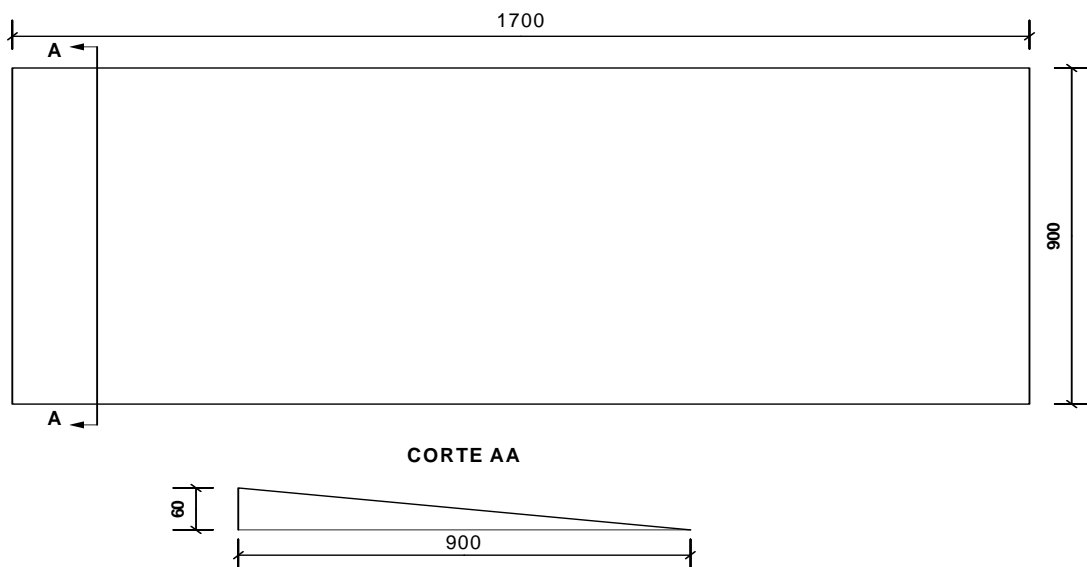


Figura 56 – Área do telhado
 Fonte: Jose Geraldo de Souza

Área do telhado (A_t):

$$A_t = 1700 \times [900 + (60 \div 2)] = 1.581.000 \text{ cm}^2 = 158,10 \text{ m}^2$$

5. Dimensionamento do Sistema de Coleta de Água da Chuva

5.1. Fatores meteorológicos

Para se determinar a intensidade pluviométrica (I) para fins de projeto, deve ser fixada a duração da precipitação e do período de retorno adequado, com base em dados pluviométricos locais.

5.1.1. Duração da precipitação

O período de retorno corresponde ao intervalo de tempo em que, para uma dada duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou superada. A Norma Brasileira NBR 10844/1989 estabelece, para o caso de instalação predial de água pluvial, os seguintes valores de período de retorno para projeto, correspondentes à duração de precipitação de 5 minutos, baseados nas características da área a ser drenada:

- T = 1 ano: para áreas pavimentadas onde empoçamentos possam ser tolerados;
- T = 5 anos: para coberturas e/ou terraço;
- T = 25 anos: para coberturas e áreas onde empoçamentos ou extravasamentos não possam ser tolerados.

5.1.2 Intensidade de precipitação

A intensidade de precipitação (I) a ser adotada deve ser de 150mm/h quando a área de projeção horizontal for menor que 100m². Se a área exceder a 100m², utilizar a tabela abaixo (Chuvas Intensas no Brasil) da NBR 10844/1989.

LOCAL	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)		
	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)		
	1	5	25
BELO HORIZONTE	132	227	230

Fonte: [NBR 10844/1989, Chuvas intensas no Brasil \(adaptado\)](#).

5.2. Dimensionamento de vazão do projeto

A vazão de projeto é determinada pela fórmula:

$$V = \frac{C_c \cdot I \cdot A_c}{60}$$

onde:

V = volume de água coletada (l/min);

I = intensidade pluviométrica (mm/h);

A_c = área de contribuição do telhado (m²).

C_c = coeficiente de deflúvio (%)

$$Q = \frac{0,90 \cdot 227 \cdot (158,10)}{60}$$

$$Q = 538,33 \text{ l/min}$$

5.3. Dimensionamento da vazão da calha

As calhas podem ser dimensionadas pela fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = \frac{K \cdot S \cdot \sqrt[3]{R_H^2} \cdot \sqrt{i}}{n}$$

onde:

Q = vazão da calha (l/min);

S = área molhada (m^2);

R_H = raio hidráulico = S/P (m);

P = perímetro molhado (m);

i = declividade da calha (m/m);

n = coeficiente de rugosidade;

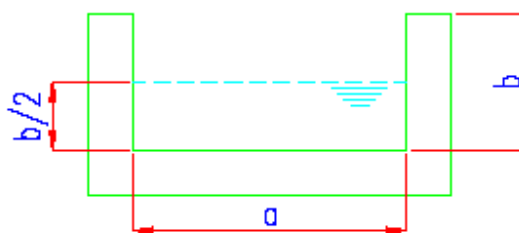
K = 60000 (coeficiente para transformar a vazão em m^3/s para l/min).

A Tabela 5-3 indica os coeficientes de rugosidade dos materiais normalmente utilizados na confecção de calhas.

Tabela 5-3 – Coeficientes de rugosidade.

Material	Coeficiente (n)
Plástico, fibrocimento, alumínio, aço inoxidável, aço galvanizado, cobre, latão	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica e concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

➤ Área da calha :



Calha retangular com secção transversal igual:

$a = 0,15$ m

$$b = 0,15 \text{ m}$$

E área igual $(0,15 \times 0,15) = 0,02 \text{ m}^2$.

- Área molhada = (S) m^2

$$\text{Admitindo } (b/2) = 0,15/2 = 0,075 \text{ m}$$

$$S = (b/2) \times a$$

$$S = 0,075 \times 0,15 = 0,011 \text{ m}^2$$

- Perímetro molhado = (P) m

$$P = (b/2) + a + (b/2)$$

$$P = 0,075 + 0,15 + 0,075 = 0,30 \text{ m}$$

- Raio hidráulico

$$R_H = \text{raio hidráulico} = S/P \text{ (m)}$$

$$R_H = 0,011 / 0,30 = 0,0367 \text{ m}$$

- Q = vazão da calha (l/min)

$$Q = \frac{60000 \cdot 0,011 \cdot \sqrt[3]{0,0367^2 \cdot \sqrt{0,005}}}{0,011} = 471,09 \text{ l/min}$$

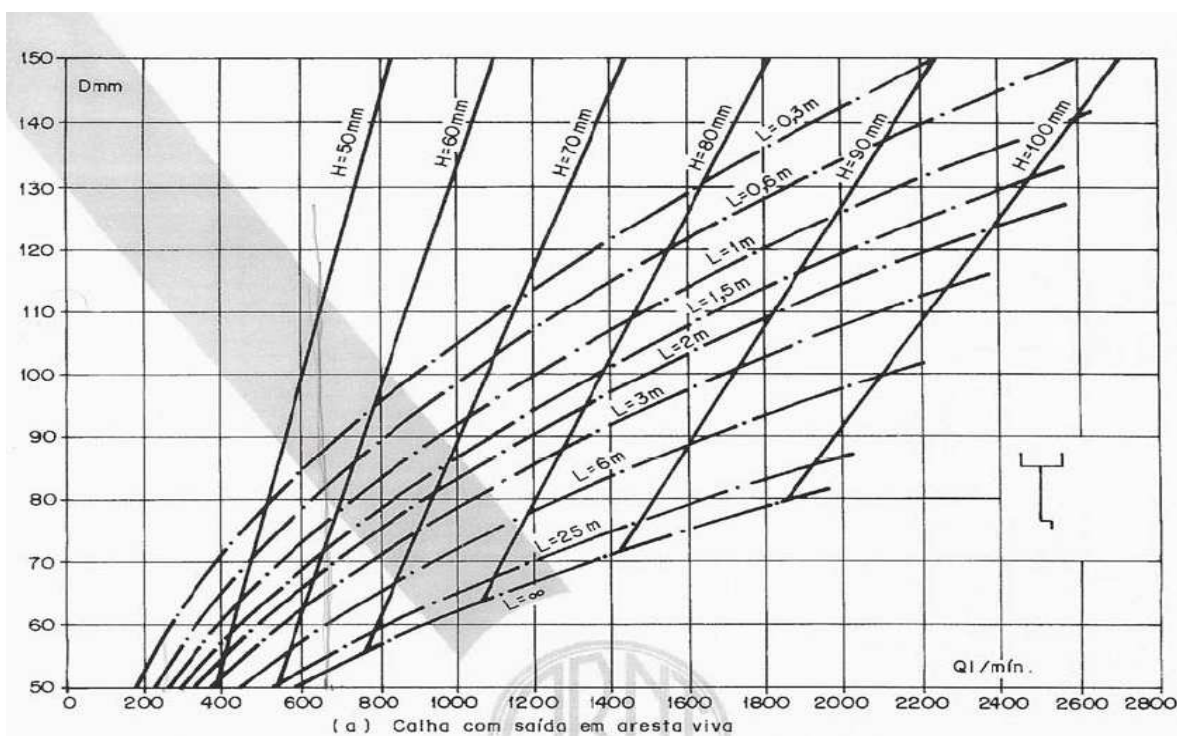
5.4 Dimensionamentos dos condutores verticais

O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção vertical é de 75mm e devem ser dimensionados a partir dos seguintes dados:

- Q = vazão de projeto (l/min);
- H = altura da lâmina de água na calha (mm);
- L = comprimento do condutor vertical (m).

A partir dos dados, deve-se consultar os ábacos abaixo, da seguinte maneira: levantar uma vertical por Q até interceptar as curvas de H e L correspondentes. No caso de não haver curvas dos valores de H e L, interpolar entre as curvas existentes. Transportar a interseção mais alta até o eixo D. Deve-se adotar um diâmetro nominal interno superior ou igual ao valor encontrado no ábaco.

Dimensionamento dos condutores verticais para calha com saída em aresta viva



No sistema existente há três condutores verticais circulares, sendo: dois de 100 mm em cada extremidade e um no centro de 50 mm (FORA DA NORMA) usado no sistema de captação de água instalado pelo Sr. Antônio. De acordo com os cálculos, obteve-se diâmetros menores do que o mínimo recomendado pela norma NBR 10844 Instalações Prediais de Águas Pluviais (ABNT, 1989), logo dois condutores verticais de 75 mm atenderia a vazão de projeto.

Adotaremos duas saídas nas extremidades de 100 mm, pois a vazão de projeto é maior que a vazão da calha. Para o novo sistema, serão aproveitadas a declividade e as duas descidas nas extremidades já existentes, eliminando a saída central que além de estar fora da norma, é desnecessária.

Na Tabela abaixo, tem-se os diâmetros e as inclinações da calha, dimensionadas, para o novo sistema.

Dimensionamento Dos condutores verticais

Calha	Pontos de descida	Diâmetro (mm)	Inclinação (%)
1	1	100	0,5
	2	100	0,5

6. Sistemas para Acumulação da Água de Chuva

6.1. Sistema de Filtragem da água de chuva

As águas de chuva são encaradas pela legislação brasileira hoje como esgoto, pois elas usualmente vão dos telhados, e dos pisos para as bocas de lobo onde, como "solvente universal", vão carreando todo tipo de impurezas, dissolvidas, suspensas, ou simplesmente arrastadas mecanicamente, para um córrego que vai acabar dando num rio que por sua vez vai acabar suprindo uma captação para Tratamento de Água Potável. Claro que essa água sofreu um processo natural de diluição e autodepuração, ao longo de seu percurso hídrico, como dito anteriormente, nem sempre suficiente para realmente depurá-la.

Uma pesquisa da Universidade da Malásia deixou claro que, após o início da chuva, somente as primeiras águas carregam ácidos, microorganismos e outros poluentes atmosféricos, sendo que normalmente pouco tempo após a mesma, ela adquire características de água destilada, que pode ser coletada em reservatórios fechados.

Para uso humano, inclusive para como água potável, deve sofrer evidentemente filtração e cloração, o que pode ser feito com equipamento barato e simplíssimo, tipo HD 320 captador de água de chuva (Figura abaixo). Em resumo, a água de chuva sofre uma destilação natural muito eficiente e gratuita. Esta utilização é especialmente indicada para o ambiente rural, chácaras, residências, condomínios e indústrias.

Existe no mercado hoje, um equipamento chamado “kit para captação e uso da água de chuva” é composto de:

- Separador de folhas, galhos, e detritos;
- Clorador para desinfecção da água;
- Filtro fino para pó (retém partículas até 5 micras - 10 vezes menores que um grão de talco);
- Aparelho para análise do índice de cloro, fabricado em fibra de vidro especial e PVC com visores em acrílico para visualização da situação interna dos componentes.

Medida total do sistema: Altura: 1,60 m x Largura: 0,68m.

Este aparelho tem a finalidade de melhorar a qualidade da água para reuso.



Fonte: www.hidraulis.com.br



Detalhe do separador de folhas



Detalhe do separador de folhas



Detalhe do filtro de partículas



Detalhe do Clorador de pastilhas



6.2. Sistema de captação de água de chuva

Na verdade, é possível e altamente desejável que o aproveitamento da água de chuva, seja integrada ao abastecimento da água potável, no sentido de substituí-la sempre que possível, tornando-se assim ainda uma contribuição descentralizada e importantíssima para retenção das águas pluviais.

O sistema de captação de água de chuva proposto para residência, inicialmente pode não ser tão atrativo economicamente, mas se levarmos em conta que o preço da água tratada tende a subir cada vez mais, devido ao alto custo de tratamento e a que a escassez de água trada já atinge muitas cidades do mundo, inclusive no Brasil, veremos no futuro que o sistema empregado para fins menos nobres, como descarga de bacias sanitárias, lavagem de calçadas e irrigação de jardins será imprescindível independente do empreendimento, seja ela residencial, comercial, industrial ou agrícola.

Apesar de o Brasil ter as maiores reservas de água do mundo, é dever de todos a preservação do meio ambiente e a conscientização sobre o uso racional da água, pois, se mudanças drásticas não forem realizadas, a população de cidades que nunca sofreram com falta da água, poderão se surpreender com a escassez deste bem, num futuro muito próximo.

6.2.1. Dimensionamento do reservatório

O potencial de economia para o dimensionamento do volume do reservatório para o aproveitamento da água da chuva é determinado através do consumo per capita de água tratada, o número de moradores da residência, a área de contribuição do telhado e o coeficiente de perdas.(Tabela abaixo).

Sistema existente com caixa de descarga acoplada de 6l.

Dados	Residência
Consumo diário de água tratada	138,54 l/pessoa por dia
Consumo diário de água para bacia sanitária (6L)	24 l/pessoa por dia
Nº de moradores	4

Sistema sugerido com caixa de descarga acoplada de duplo estágio de 3 e 6l foto abaixo.

Dados	Residência
Consumo diário de água tratada	138,54 l/pessoa por dia
Consumo diário de água para bacia sanitária (3 e 6L)	15 l/pessoa por dia
Nº de moradores	4



Fonte: www.amanco.com.br

A descarga tem um acionamento que se movimenta para ambos os lados para o lado direito se aciona o consumo de 03 litros/descarga utilizado para escoar a urina, já o acionamento da direita e de consumo de 06 litros para se escoar fezes.

O potencial de economia é relativo ao percentual de água necessário para abastecimento da caixa de descarga. Para o dimensionamento do reservatório na residência com quatro pessoas e consumo diário para bacia sanitária de 15 litros por pessoa, e período de estiagem adotado de quatro meses, teremos;

$$V = N_p \times q \times t$$

onde:

V é o volume do reservatório inferior (m³);

N_p é o número de habitantes da residência;


q é o consumo diário por habitante (m³/dia);

t é o número de dias consecutivos sem chuva (dias).

$$V = 15 \times 4 \times 120 = 7200 \text{ litros}$$

Então um reservatório de 6000 litros e outro já existente de 1000 litros.

Para a instalação do reservatório, deve-se atender aos seguintes procedimentos: escavar o local desejado; fazer uma base plana e paredes de alvenaria para evitar pressões externas além disso, devido a possíveis movimentações de terra, recomendamos deixar um espaço para manutenções e limpeza;

	Capacidade (Lts)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
	6000	230,0	200,0

<http://tinabras.com.br/caracter.htm>

6.2.2 Freio d'água

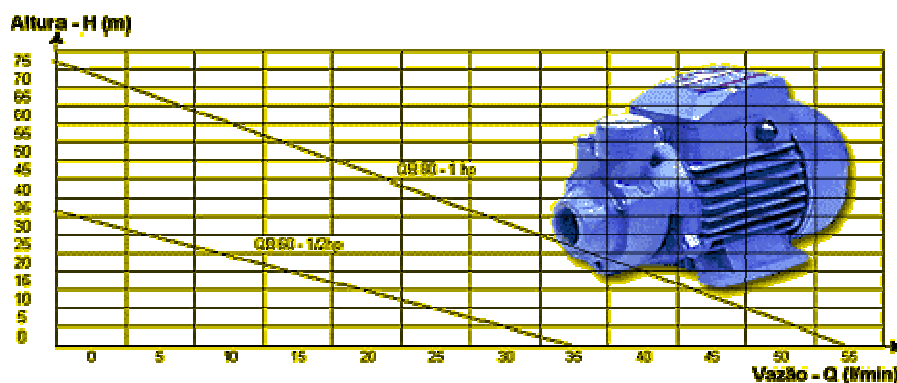
Faz com que a água entre pelo fundo da cisterna, reduzindo sua velocidade e não revolvendo o sedimento do fundo. Bitola 200mm.



www.acquasave.com.br

6.2.3. Bombeamento

O reservatório captaria água de fonte externa e através de uma bomba de 1/2 hp seria feita a transferência para o reservatório superior utilizando tubulação em PVC de 1/2" (meia polegada) ou 20 mm.



www.tinabrás.com.br

MODELO QB 60 1/2 HP

- Bivolt 110/220 v - 60 Hz
- Tecnologia Italiana
- Excelente acabamento interno, rotor de bronze e ótima isolação
- Altura máxima de sucção = 9 metros
- Pressão máxima = 10 bar;
- Temperatura máxima da água = 80° C;
- Temperatura do ambiente não pode exceder à 40° C
- 3.450 rpm
- Baixo consumo de energia
- Fácil instalação e de baixa manutenção
- 01 ano de garantia, seguindo as recomendações de instalação

Performance e limite de trabalho da Bomba	
	QB 60 - 1/2hp
Vazão máxima	35 l/min
Altura máxima	35 metros
kw	0,37

6.2.4. Eletrônível

O controle de nível e liga/desliga da bomba deve ser feito através de um eletrônível. Para esse caso, recomendamos a utilização da Bomba d'água e do eletrônível atendendo a norma NBR14799.

- Bóia para controle e indicação de nível, com grande precisão e durabilidade, com elemento de contato elétrico.
- Material atóxico
- Não contém mercúrio
- Para controle automático de bombas ou indicação de nível em líquidos no reservatório
- Liga/desliga por flutuação, comandando circuitos elétricos ou equipamentos
- Para caixas d'água, reservatórios e poços
- Opera automaticamente a bomba protegendo-a
- Evita transbordamento
- Economiza energia
- Para bombas até 2 HP

Trabalha em conjunto. Caso o reservatório não tenha água, ele não arma e quando abaixa o nível da caixa d'água ela aciona a bomba enchendo-a.



5.8 Croquis do sistema de captação e armazenamento de águas de chuva

Sistema de captação e armazenamento de água de chuva.

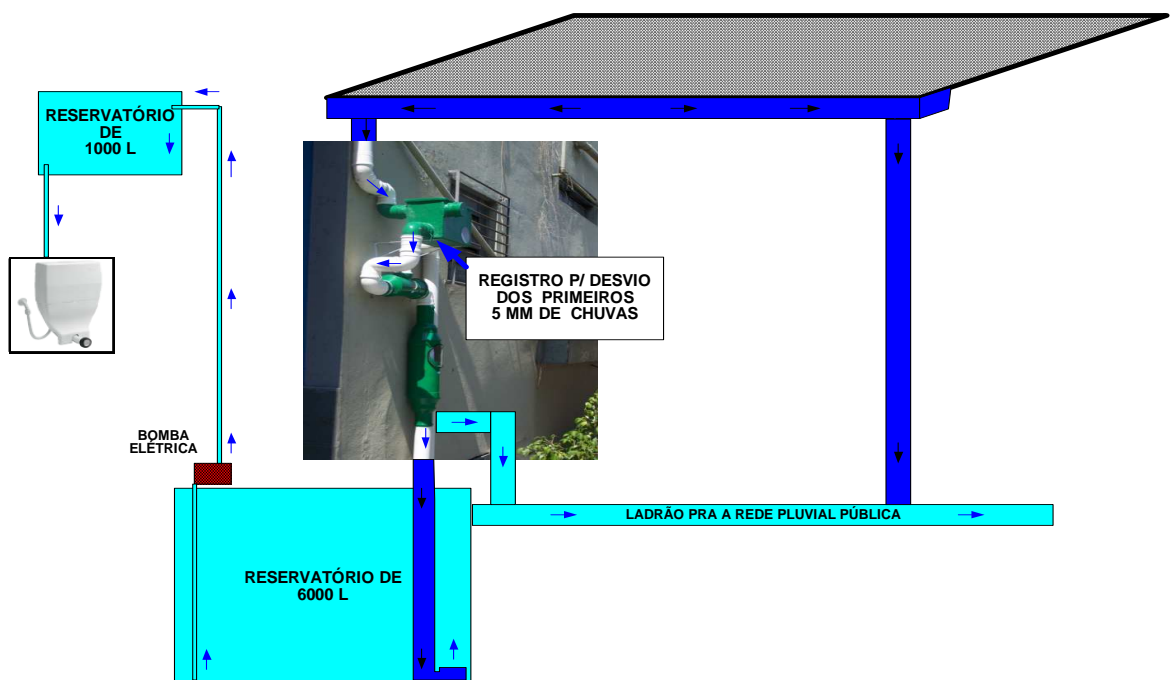


Figura 70 – Croquis do sistema de captação e armazenamento de água de chuvas

Fig

6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 Laboratório artesanal para o reúso

Inicialmente o resultado foi satisfatório. A água apresentou-se incolor e sem cheiro, porém houve diminuição na filtração e os agregados das camadas filtrantes tiveram que ser modificados, a partir daí, com o sistema em funcionamento, obteve-se novo resultado: a água apresentava forte odor e turbidez elevada (análise visual). Este fato tornou desnecessário uma análise mais complexa. Então, resolveu-se desmontar o laboratório e encerrar a experiência, pois a água não atendia aos parâmetros de qualidade e seu uso seria inviável.

No entanto, durante o período de pesquisa, constatou-se que a caixa de gordura não reteve toda matéria orgânica, deixando passar resíduos para rede pública. E durante o período de funcionamento do sistema, percebeu-se que o cesto com camada de brita funcionou com característica de um bom filtro percolador, retendo toda matéria orgânica que não foi contida na caixa de gordura, portanto não exercendo sua função plenamente. Um sistema complementar simples seria muito útil, impedindo a passagem dos resíduos para a rede pública. Como hipótese, uma caixa de passagem com uma camada de brita 01 e boa vedação na tampa, funcionando com o um filtro percolador e retendo toda a matéria orgânica que não é contida na caixa de gordura, conseqüentemente a diminuição de lançamento de resíduos na rede pública, seria reduzido.

6.3 dispositivos economizadores de água

Os equipamentos economizadores de água trazem grandes vantagem para a redução do consumo de água, mas o valor percentual de economia pode variar em

função da pressão do ramal de alimentação, do número de usos (frequência), tempo de acionamento e hábitos dos usuários, ou seja, as reduções obtidas são variáveis, mesmo assim é importante e expressiva a diferença do consumo de água e dos custos quando instalamos os materiais economizadores de água. A instalação de um simples arejador de vazão constante em uma torneira é possível economizar até 50% do consumo de água, em relação aos equipamentos convencionais. As bacias sanitárias com dispositivo de dois estágios permitem dar uma descarga completa com 6 litros ou uma parcial com 3 litros, economizando até 75% em relação às bacias tradicionais. Os chuveiros hidromecânicos podem reduzir o consumo de 60 para 24 litros, por banho.

Comprando ou substituindo os equipamentos considerados convencionais por econômicos será sempre vantajoso, enfim, com alta tecnologia e a produção de equipamentos que gastem menos água, sem deixar de considerar o conforto e a saúde de seus usuários, é possível seguir um caminho seguro e viável para universalização do saneamento ambiental.

6 CONCLUSÃO

Diante de todos os estudos e pesquisas realizadas, observou-se que há uma necessidade de se desenvolver uma cultura popular, que seja clara e convincente não somente para conscientizar a população, mas também conscientizar a gestão política responsável para a economia e formas de reutilização da água. É indispensável mostrar o quão essencial torna-se a conservação da água em todos os setores da sociedade, bem como fazer saber a reutilização e planejamento das águas: de drenagem, agrícola, da chuva, dos esgotos domésticos.

Considerando como fundamental o aumento irrestrito da demanda de água, associado ao aumento na poluição das reservas hídricas, uma nova estratégia de consumo está se desenvolvendo em todo o mundo visando conservar a sua disponibilidade e qualidade: “o reúso e o aproveitamento de água de chuva”.

O estudo apresentado neste trabalho procurou demonstrar alternativas inovadoras para a redução do consumo de água potável, através do reúso e aproveitamento de água de chuva, importância dos equipamentos economizadores de água para reduzir o consumo bem como fazer o uso eficiente da água. O impacto de medidas como estas que, em suma, significam uma redução na demanda, poderia no limite estender por longo período a vida útil dos sistemas de suprimentos de água existentes.

Além disso, foi exposto o importante papel das campanhas educativas no processo de conscientização das pessoas. O formato e o resultado das campanhas dependem diretamente da sua forma e conteúdo, o que para tal aceitação e positivo retorno, devem atingir todas as classes sociais.

O aproveitamento da água de chuva e o reúso são apenas algumas das alternativas que futuramente poderão ser bem exploradas. Mas a sociedade de hoje, ainda se preocupa muito com os custos financeiros relativos aos sistemas de abastecimento, considerando primeiramente as vantagens econômicas. Essa mentalidade deve mudar, pois a conservação de um bem essencial à vida é infinitamente maior que o custo de implantação e o tempo de retorno do valor investido para implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva e reúso.

Embora a prática da reutilização de água não seja amplamente difundida no Brasil, é chegada a hora de se incentivar, também, o tratamento de esgoto para reutilização em aplicação menos nobres, como irrigação, minimizando assim o lançamento de resíduo nos recursos hídricos.

Portanto, uma alternativa interessante apresentada é a captação e o aproveitamento de água pluvial aplicável a todo tipo de residência. A água de chuva tem um grande potencial de aproveitamento para vários fins não-potável, como descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, parques e praças; lavagem de pisos, calçadas e estacionamentos; limpeza de carros e equipamentos; sistemas de ar-condicionado; e reserva para combate a incêndio. Então a idéia é estudar um sistema implantado, e de acordo com a situação, desenvolver um projeto com a viabilidade técnica, para melhoria do sistema, resguardando a integridade e a saúde dos moradores. Evitando assim, reter parte da água pluvial que é responsável por enchentes e transtorno a comunidade no entorno.

Há medidas convencionais para conservação de água, consideradas de grande relevância e aplicabilidade para os sistemas prediais já existentes. Nas edificações, concluiu-se que o bom estado de conservação de seus equipamentos e de suas tubulações hidráulico-sanitárias aliado a uma manutenção eficiente evita vazamentos, significativas perdas de água no sistema e gasto desnecessário com uma alta conta de água.

A pesquisa enfatizou a contribuição dos equipamentos economizadores na conservação dos recursos hídricos. As exigências para manter o padrão de qualidade das peças e suas vazões máximas e mínimas, e assegurar as condições de higiene e conforto dos usuários, sem perder de vista o objetivo principal de reduzir o consumo bem com fazer o uso eficiente da água.

Embora muitas soluções sejam buscadas em esferas governamentais e em congressos mundiais, no cotidiano todos podem colaborar para que a água doce não falte. A economia e o uso racional da água devem estar presentes nas atitudes diárias de cada cidadão. A pessoa consciente deve economizar, pois o desperdício de água doce pode trazer drástica consequência em um futuro pouco distante.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969 – Tanques Sépticos – unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, set. de 1997.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10844 – Instalação prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro 1989

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5626 – instalações prediais de água fria. Rio de Janeiro 1998.

ADHITYAN, A. A **Dual-mode system for Harnessing Roofwater for Non-potable Use**. School of Civil and Structural Engineering, Nanyang Technological University, Nanyang Avenue. Singapore 639798. 2000. Disponível em www.elsevier.com/locate/urbawat, acesso em 15 de fevereiro de 2010.

AMBIENTE BRASIL. Chuva ácida, 2005. Disponível em [HTTP://www.ambientebrasil.com.br/noticia/index.php3?action=ler&id=20495](http://www.ambientebrasil.com.br/noticia/index.php3?action=ler&id=20495), acesso em outubro de 2009.

BAPTISTA, MÁRCIO BENEDITO; COELHO, MÁRCIA MARIA LARA PINTO.

Fundamentos da engenharia hidráulica. 2ª Ed. rev. Belo Horizonte, MG: Editora UFMG/Escola de engenharia da UFMG, 2003.

CÓDIGO DAS ÁGUAS. Decreto Nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643compilado.htm. Acesso em: 19/08/2009.

COELHO, Adalberto Cavalcanti. **Manual de economia de água: conservação de água**. Olinda, PE: Editora do Autor, 2001.

CSBE – Center for the study of the Built Environment – conservação de água. Olinda, PE: Editora do autor, 2001.

DECA. Disponível em: <http://www.deca.com.br>. Acesso em: 15/08/2009.

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DA ÁGUA. Universidade da água. Disponível em:
<<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=declaracao.htm>>. Acesso em: 02/05/2009.

FINK, Daniel Roberto; SANTOS, Hilton Felício dos. A legislação de reúso de água. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

GROUP RAINDROPS aproveitamento da água da chuva. Organic trading Editora.Curitiba, 2002.

HASEN, S. aproveitamento da chuva em Florianópolis. Trabalho de conclusão de curso de engenharia sanitária:UFSC .Florianópolis, 1996.

HARREMOES, P. *Advanced water treatment as a tool in water scarcity management*. Abstract. W. Sci. Tech, v. 42, n. 12, p. 72-92, 2000. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

HESPANHOL, Ivanildo. Folha de S. Paulo, 2001. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

LISBOA,H.DE MELO; COSTA,R.H.R. E WALTORTT, L.M.B.,análise da qualidade das águas de chuva no campus Universitário da UFSC no período de maio de 1991 a janeiro de 1992. Florianópolis, UFSC, 1992.

LITTE, Val I. Graywarte. Guidelines. The water Conservation Alliance of Southern Arizona. Disponível em:

<http://www.watercasa.org/pubs/graywater%20guidelines.pdf>. Acesso em 15/10/2009.

MAESTRI, R.S. Análise custo-benefício para o aproveitamento da água de chuva em Florianópolis. Trabalho de conclusão do curso de engenharia ambiental: UFSC. Florianópolis, 2003.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

MARTINS, José Pedro. **O apartheid da água no planeta Terra**. [La Insignia](http://www.lainsignia.org). Brasil, março de 2003. Disponível em: <http://www.lainsignia.org/2003/marzo/ecol_004.htm>. Acesso em: 07/05/2007.

MOTA, Suetônio. **Reúso de águas**: a experiência da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, 2000.

NARDOCCI, Adelaide C. Avaliação de risco em reúso de água. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

NETO, J.M.A., FERNANDEZ, M.F.Y.; ARAUJO, R. e ITO, A. E. Manual de hidráulica. 8 ed. São Paulo: Ed. Edgar Blücher, 669p, 1998.

PHILIPPI Jr., Arlindo e BORANGA, José Aurélio. Prefácio. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

POSTEL, Sandra. *Last Oasis*. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

SANTOS, Hilton Felício dos; MANCUSO, Pedro Caetano Sanches. A escassez e o reúso de água em âmbito mundial. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

SOECO/MG. Gerenciamento sustentável da água de chuva, 2003. Disponível em:
[HTTP://soecomg.hpg.ig.com.br](http://soecomg.hpg.ig.com.br)

TATE, Donald M. Tate. Princípio do uso eficiente da água. Artigo publicado no Documento Final do Seminário Internacional sobre o Uso Eficiente da Água. México, em 1994. In: COELHO, Adalberto Cavalcanti. **Manual de economia de água: conservação de água**. Olinda, PE: Editora do Autor, 2001.

TOMAZ, Plínio. **Economia de água para empresas e residências: um estudo atualizado sobre o uso racional da água**. São Paulo: Navegar Editora, 2001.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

CLOSSÁRIO

Apresentam-se abaixo algumas definições associadas aos conceitos de hidrologia e hidráulica:

1. **Altura pluviométrica:** é o volume de água precipitada em (mm) por unidade de área, ou é a altura de água de chuva que se acumula, após certo tempo, sobre uma superfície horizontal impermeável e confinada lateralmente, desconsiderando a evaporação
2. **Intensidade pluviométrica:** é a altura pluviométrica por unidade de tempo (mm/h)
3. **Duração da precipitação:** é o intervalo de tempo de referência para determinação de intensidade pluviométrica.
4. **Período de retorno:** número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou ultrapassada apenas uma vez.
5. **Área de contribuição:** soma das áreas de superfície que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação.
6. **Tempo de concentração:** intervalo de tempo decorrido entre o início da chuva e o momento em que toda a área de contribuição passa a contribuir para determinada seção transversal de um condutor ou calha.
7. **Calha:** canal que recolhe a água de cobertura, terraço e similares e a conduz a um ponto de destino.
8. **Condutor horizontal:** canal ou tubulação horizontal destinada a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais.
9. **Condutor vertical:** tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-la até a parte inferior do edifício.
10. **Perímetro molhado:** Linha que limita a seção molhada junta as paredes e ao fundo do condutor ou calha.
11. **Área molhada:** Área útil de escoamento em uma seção transversal de um condutor ou calha.
12. **Raio hidráulico:** é a relação entre a área e o perímetro molhado.
13. **Vazão de projeto:** vazão de referencia para o dimensionamento de condutores e calhas.
14. **Coefficiente de deflúvio superficial:** quantidade de chuva que esco superficialmente.