

ECONOMIA DE ÁGUA

Engenheiro civil Plínio Tomaz

ECONOMIA DE ÁGUA

Nas empresas e residências.

Um estudo atualizado sobre medidas convencionais e não-convencionais do uso racional da água

- Uso de aparelhos e peças sanitárias que economizam água: caixas de descargas, arejadores, torneiras de acionamento automático, mictórios, misturadores, torneiras acionadas com o pé, etc.
- Conserto de vazamentos nas casas evitam desperdício
- O programa de uso racional da água da Sabesp funciona mesmo
- Dicas para economia de água em residências e empresas.
- Aproveitamento de águas servidas: *gray water*
- Aproveitamento de água de chuva
- Dessalinização de água do mar e salobra
- Microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa
- Controle de desperdícios nas industriais com a instalação de medidores
- Aproveitamento de água de drenagem nos subsolos dos prédios de apartamentos
- Estudo de caso: água industrial. Reúso.
- Metodologia para economia da água em indústrias

PLÍNIO TOMAZ

EDITORA NAVEGAR

(DADOS DA EDITORA NAVEGAR, FICHA TÉCNICA, ISBN ETC)

INTRODUÇÃO

...Tudo o que está coberto vai ser descoberto; e tudo o que está escondido será conhecido. Mateus, 10 -26

Percebi a grande falha que temos de não possuímos uma visão global do problema de economia de água.

É freqüente as campanhas para economia de água por rádios, televisões e jornais, esquecendo-se que o resultado das mesmas é muito pequeno. Tive oportunidade de constatar pessoalmente tal medida. Em uma campanha violenta e multas pesadíssimas para o consumo de água em Guarulhos, conseguimos somente 1% de economia de água. Na verdade é necessário mais de uma campanha publicitaria para economizar água. É isto que estamos mostrando neste livro onde há necessidade de consertos de vazamentos nas ruas, nas casas, educação pública, redução das pressões de água nas ruas, uso de aparelhos que economizem água.

Apresento uma visão global para dois tipos de medidas para economia de água, as convencionais e as não convencionais, tais como aproveitamento de água de chuva, dessalinização, tratamento de água servida e bacia sanitária de compostagem.

Uma das grandes dificuldades que tenho observado em indústrias é de como economizar água e para isto apresento um modelo de monitoramento.

Saliento o programa do uso racional da água da Sabesp no Estado de São Paulo, o qual vem obtendo excelente resultado, quando são consertados os vazamentos nas instalações e são colocadas peças sanitárias que economizam água.

Usaremos indistintamente os termos conservação da água e economia da água como sinônimo, conforme proposto pelo eng. Marcos Helano Fernandes Montenegro e Arquiteto Ricardo Toledo Silva no “Simpósio Internacional sobre Economia de Água” em outubro de 1986 realizado em São Paulo no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP).

Agradeço ao *Grande Arquiteto do Universo* a oportunidade que me deu de poder contribuir na procura do conhecimento com a publicação deste livro.

Eng.º civil Plínio Tomaz
17 de abril de 2001

PREFÁCIO

(Dr. Isaac Moysés Zimelman)

Curriculum

Plínio Tomaz, formou-se engenheiro civil em 1966, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Neste ano assumiu a Diretoria de Águas e Esgotos na Prefeitura Municipal de Guarulhos, na qual atuou por 30 anos. Foi um dos fundadores em 1967 da Associação dos Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de Guarulhos (ASSEAG), tendo sido varias vezes presidente e hoje é vice-presidente.

Foi fundador do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos (SAAE) de Guarulhos e atuou em áreas como administração, projetos de abastecimento de água e esgotos sanitários, construção de obras de saneamento básico, manutenção e operação. Fez parte do Conselho Estadual de Águas e Esgotos representante de Guarulhos. É sócio da AWWA (American Water Works Association), ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária), IWA (International Water Association), WQA (Water Quality Association), ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas) e ABRH (Associação Brasileira de Recursos Hídricos).

Em Guarulhos, executou 1.610km de rede de água desde 75mm até 1.400mm, 963km de rede de esgoto sanitário, estação de tratamento de água potável, estações de elevatórias de água potável, boosters fixos e removíveis, reservatórios de concreto e aço. Em 1968, inaugurou uma oficina de hidrômetros feita somente com funcionários do SAAE de Guarulhos.

Paralelamente ao cargo efetivo de Diretor, exerceu durante muitos anos o cargo de Superintendente do SAAE de Guarulhos. Na área administrativa, implantou a emissão e controle de contas de água no SAAE e impostos prediais e territoriais urbanos na Prefeitura Municipal de Guarulhos.

Sob a orientação do prof. dr. Kokei Uehara, participou de diversos cursos de pós-graduação e especialização na Escola Politécnica da USP e na Faculdade de Saúde Pública de São Paulo. Ministrou aulas de Hidráulica na CETESB, como consultor, e na Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC) da Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP).

Foi professor assistente, Coordenador do Núcleo de Pesquisas Hidráulicas e fez parte da Congregação da FATEC.

No SAAE, teve a oportunidade de fazer inúmeras pesquisas, como determinação dos erros em medidores, instalações de hidrômetros em prédios de apartamentos, determinação do Coeficiente C de Hazen-Willians em redes de água e utilização de novos materiais, como por exemplo, o tubo de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), utilização do til radial para redes de esgotos e pesquisas da deformação diametral dos nos tubos de plásticos para esgotos sob efeitos de cargas móveis.

Participa de duas normas da ABNT, a de Filtros e Purificadores de Água da qual é o presidente e da normas de Instalações de água fria e quente.

Aposentado do SAAE de Guarulhos em 1996, assumiu o cargo de Diretor de Exploração Mineral, no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), do Ministério de Minas e Energia (MME) em julho de 1997 até agosto de 1999.

É relator da Câmara Técnica de Macrodrenagem e Enchentes da Região Metropolitana de São Paulo representando a Associação dos Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de Guarulhos (ASSEAG) e membro suplente do Comitê da Bacia do Alto Tietê representando a Prefeitura Municipal de Mairiporã e membro titular da Sub-bacia Cantareira-Juqueri, representando a Associação Comercial e Industrial de Guarulhos (ACIG).

Em maio de 1999 publicou o livro “Conservação da Água” e em maio de 2000 publicou o livro “Previsão de Consumo de Água”.

Índice Geral

1	Introdução	5
1.1	Água doce no mundo	5
1.2	Região Metropolitana da Grande São Paulo	8
2	Conservação da água	9
3	Medidas convencionais e não convencionais para conservação da água	9
4	Medidas convencionais de conservação da água	9
4.1	Mudanças nas tarifas	11
	Os alemães pagam a água mais cara do mundo e os Canadenses a mais barata	12
4.2	Educação pública	13
4.3	Conserto de vazamentos no sistema de distribuição de água potável	14
4.4	Redução de pressão da água nas redes públicas	14
4.5	Leis sobre aparelhos sanitários	14
	Caixa de descarga para 6 litros ou 9 litros	16
	Bacias sanitárias com 6 litros /descarga no Brasil	16
	França e Japão	17
	Pesquisas de vasos sanitários com uso de vácuo	17
	Peças economizadoras de água	17
	Arejadores da Docol	18
	Torneiras de acionamento automático	19
	Mictório com acionamento com o pé da Docol	20
	Torneiras da Docol com acionamento com o pé	21
	Registro regulador	22
	Torneira com sensor que abre automaticamente (Docol)	22
	Misturador de água fria e quente (Docol)	23
	Máquinas de lavar pratos e roupas	25
	Consumo interno de uma casa	26
	Hidrômetros em apartamentos	27
	Como controlar o consumo de água num prédio de apartamento	27
4.6	Reciclagem e reúso da água	28
	<i>Água Industrial</i>	30
	Objetivo	30
	Reuso não potável da água para uso industrial	30
	Uso da água de uma indústria	31
	Alternativas de água de uma indústria	31
	Avaliação das alternativas	31
	usar água potável do SAAE	32
	usar água de poço tubular profundo	32
	água de chuva	33
	reciclar esgoto sanitário e industrial de uma fábrica vizinha	34
	retirar água de um córrego ou rio próximo	34
	adquirir água por caminhão tanque	34
	reciclar o esgoto sanitário e industrial	35
	Adquirir água industrial por tubulação e medidor	35
	Fazer a conservação da água através de peças sanitárias que economizem água e	35
	fazer campanha educativa de economia de água e verificação do uso da água nos	
	processos industriais, para ver o que pode ser economizado	
	Demanda Industrial	36
	Local a retirar água industrial	37

Amortização de Capital	37
Custo final	37
4.7 Consertos de vazamentos nas casas evitam o desperdício	39
Dicas para conservação d' água em residências	41
Banheiro	41
Cozinha e Lavanderia	41
Fora da casa e dados gerais	42
Dicas gerais para economizar água	43
Sugestões gerais para economia de água em comércio	43
5 Medidas não convencionais para conservação da água	44
5.1 Grey water	44
5.2 Bacias sanitárias para compostagem	45
5.3 Aproveitamento de águas de chuvas	46
5.4 Dessalinização de água do mar ou salobra	47
Produção de energia elétrica e osmose reversa	47
A dessalinização termal está bem e viva	48
5.5 Aproveitamento de água de drenagem do subsolo de prédios de apartamentos	50
6 Metodologia para conservação da água em indústrias	51
Métodos não convencionais	53
6.1 Atividades	54
7 Estudo do caso: reduzir as despesas com água potável e esgoto sanitário em uma indústria de alimentação	55
8 Conclusão	56
9 Referências bibliográficas	57

Economia de Água

1 Introdução

A água é o mais precioso dos nossos recursos, mas é freqüentemente esquecida. Nós a usamos, desperdiçamos, poluímos, sem pensar no futuro esquecendo de que maneira a água chega as torneiras e se temos ou não água disponível. A água é vida. Os seres humanos, plantas, animais e o ecossistema dependem da água para sua sobrevivência. Todos os seres vivos necessitam da água para as reações bioquímicas que ocorrem durante o metabolismo e o crescimento das células que se dão somente em meio aquoso.

A primeira iniciativa da preocupação com a *conservação da água ou economia de água* no Brasil deve-se ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), documentada nos “Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público” realizado em São Paulo na Escola Politécnica no período de 28 a 30 de outubro de 1986. Os pesquisadores do IPT foram os engenheiros Adilson Lourenço Rocha, Douglas Barreto e Marcos Helano Fernandes Montenegro.

1.1 A água doce no mundo

Embora não exista problema de escassez global de água no mundo, alguns problemas locais já estão acontecendo. Na Rússia o mar Aral era alimentado pelos rios *Amu Darya* e *Syr Darya*. A retirada de água para irrigação das plantações de algodão, fizeram com que os dois rios, não chegassem mais ao mar Aral. Morreram os peixes e todo o ecossistema existente e o mar do Aral está praticamente desaparecendo. As vazões mínimas nos rios devem ser preservadas para proteger o ambiente natural do ecossistema.

Em 1997 durante sete meses seguido o Rio Amarelo localizado na China não chegou ao mar. Os rios Indo entre a Índia e o Paquistão e o rio Colorado nos Estados Unidos também alguns meses não chegaram ao mar. O rio Nilo cuja descarga média em 1900 era de 85 km³/ano, hoje caiu para a média 52 km³/ano atingindo o mínimo de 42km³/ano.

Na Arábia Saudita está sendo consumida toda a água subterrânea fóssil (aquela que não tem reposição). Na Índia e na China o uso indiscriminado da água subterrânea para agricultura, está rebaixando os mananciais subterrâneos, assustando o países por não praticarem uma agricultura auto-sustentável.

A água é um recurso finito e praticamente constante durante os últimos 500 milhões de anos.

Do volume total 1.386 milhões de km³ de água na Terra, 97,5% é de água salgada e os 2,5% restantes são de água doce (*Shiklomanov,1998*).

Quanto a água doce, 68,9% estão congelados nas calotas polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas. A água subterrânea compreende 29,9% do volume total de água doce do planeta. Somente 0,266% da água doce representa toda a água dos lagos, rios e reservatórios (significa 0,007% do total de água doce e salgada existente no planeta). O restante da água doce está na biomassa e na atmosfera sob a forma de vapor.

O Brasil possui 12% da água doce do mundo, mas a mesma não está bem distribuída dentro do nosso país.

No Brasil, 68,5% dos recursos hídricos estão na região Norte, enquanto que no Nordeste temos 3,3% , Sudeste 6,0%, Sul 6,5% e Centro-Oeste 15,7%. O interessante é que apesar de a região Norte possuir 68,5% da nossa água doce, possui somente 6,83% da população, enquanto que o Nordeste, tem 28,94%, a região Sudeste 42,73%, o Sul 15,07% e o Centro-Oeste 6,43%. Portanto, o Brasil tem bastante água, mas a mesma está mal distribuída, pois, onde existe muita água, existe pouca população e onde existe muita população existe pouca água.

Existe uma distribuição mundial em todos os países do *potencial* de volume de água doce anual disponível relativo ao número de habitantes fornecido em m³/hab/ano. A disponibilidade da água por país compreende todos os recursos de água doce tanto superficiais como de água subterrânea e são chamados também de *disponibilidade sociais de água*.

Convencionou-se que os países “*muito pobres*” ou com “*escassez de água*” seriam aqueles que teriam índices menores que 500 m³/hab/ano. Estão classificados a Líbia, Arábia Saudita, Israel, Jordânia, Singapura entre outros.

Os países ‘*pobres em águas*’ são aqueles que possuem índice de 500 m³/hab/ano até 1000 m³/hab/ano, tais como o Egito, Quênia, Cabo Verde e o baixo Colorado nos Estados Unidos. As Nações Unidas definiu que os países com índices menores de 1000m³/hab/ano estão com “*estresse de água*”. Os países com “*abastecimento regular*” possuem índice de 1000 m³/hab/ano a 2000 m³/hab/ano e entre eles temos o Paquistão, Etiópia, Ucrânia Bélgica, Polônia. Os países seriam considerados “*suficientes*” quando o índice é de 2000 m³/hab/ano a 10000 m³/hab/ano e são a Alemanha, França, México, Reino Unido, Japão, Itália, Índia, Holanda, Espanha, Cuba, Iraque, Estados Unidos e outros. Os países “*rico em água*” são aqueles que têm índice de 10.000 m³/hab/ano a 100.000 m³/hab/ano e são entre outros, o Brasil, Austrália, Colômbia, Venezuela, Suécia, Rússia, Albânia, Canadá, Argentina, Angola. Os países “*muito ricos em água*” são a Guiana Francesa, a Islândia, o Gabão, o Suriname e a Sibéria (Rússia).

O Brasil é considerado um país “*rico em água*” possuindo uma disponibilidade hídrica de 35.732 m³/hab/ano. São Paulo possui 2.209 m³/hab/ano menor que o Ceará que tem 2.279 m³/hab/ano, que possui problemas devido a relação precipitação/evaporação estar entre 0,20 e 0,50, classificando aquele estado como semi-árido, fato este que se encerra em menor aproveitamento de água. Isto também acontece na Austrália que apesar de ser um país *rico em água*, possui na maior parte um clima árido tropical. A disponibilidade hídrica social do estado do Amazonas é 773.000 m³/hab/ano e a maior do Brasil é Roraima com 1.506.488 m³/hab/ano.

Atualmente a *disponibilidade social dos recursos hídricos* no mundo está entre 6000 m³/hab/ano a 7000 m³/hab/ano, isto é, é 6 a 7 vezes maior que o *estresse de água* definido pelas Nações Unidas que é de 1000 m³/hab/ano, mas problemas regionais existem (dr. Aldo Rebouças, 1999).

O estado de Pernambuco com 1.270 m³/hab/ano (menor disponibilidade hídrica no Brasil), enquanto que Israel possui 470 m³/hab/ano. Existe falta de água em Pernambuco e não existe em Israel, o que nos faz observar o mal gerenciamento de água naquela unidade de nossa nação.

A água tem que ser encarado no sentido holístico (global), considerando o uso na agricultura, na indústria, nas municipalidades e na evaporação de água das grandes barragens e reservatórios. Muitas vezes nos esquecemos que o maior uso da água é na agricultura e na irrigação.

No mundo a retirada de água na agricultura em 1900 era de 513 km³/ano e em 2000 era de 2.605 km³/ano e para o ano 2.025 será de 3.189 km³/ano, aumentando em mais de 6 vezes em 100 anos. A água usada para irrigação aumentou do ano 1900 de 47,3 km³/ano para 264 km³/ano para no ano 2000 e 329 km³/ano no ano 2.025. O uso municipal da água no ano 1900 era de 21,5 km³/ano e no ano 2000 é de 384 km³/ano e no ano 2.025 será de 607 km³/ano. O uso industrial em 1900 era de 43,7 km³/ano, no ano 2000 foi de 776 km³/ano e no ano 2025 será de 1.170 km³/ano. A perda de água por evaporação em reservatórios que era de 0,30 km³/ano em 1900, e 208 km³/ano em 2000 será de 269 km³/ano no ano 2.025.

A retirada total de água no ano de 1900 foi de 331 km³/ano e no ano 2000 foi de 3.973 km³/ano e em 2.025 será de 5.235 km³/ano.

Com o crescimento da população mundial que até o ano 2000 foi de 6 bilhões de habitantes, será no ano 2025 de aproximadamente 8 bilhões de habitantes, quando então teremos grandes problemas de água em determinadas regiões, principalmente na África. Os índices de *estresse de água* regionalmente, atingem hoje a 35% da população do planeta (*Shiklomanov, março de 2000*) e para o ano 2025 dois terços da população mundial (*WHYCOS, 2000*). Como exemplo, o Peru que em 1990 possuía 1.790 m³/hab/ano, terá no ano 2025 o índice de 980 m³/hab/ano. A Tanzânia que possuía em 1990 o índice 2.780 m³/hab/ano, terá no ano 2025 o índice de 900 m³/hab/ano.

As ações antropogênicas irão piorar o problema, aumentando o aquecimento global da atmosfera e poluindo ainda mais os mananciais superficiais e subterrâneos.

As atitudes a serem tomadas a partir de agora, segundo *Shiklomanov*, são as seguintes:

1) *Proteção dos recursos hídricos através de um decréscimo drástico no consumo da água, especialmente na irrigação e indústria.*

2) *Cessação ou redução das descargas de águas residuárias nas bacias hidrográficas.*

Nos países desenvolvidos a tendência das indústrias é o da reciclagem total da água, não havendo lançamento dos efluentes nas redes coletoras de esgotos sanitários ou em córregos ou rios.

3) *Melhor utilização da água através de planejamento a longo prazo, das águas de escoamento superficial dependendo da época sazonal.*

Na época de chuvas as águas superficiais poderiam ser armazenadas no subsolo ou em túneis subterrâneos para serem usadas na época das secas.

4) *Uso da água salgada ou salobra através da dessalinização térmica ou osmose reversa.*

Cada vez mais são conseguidos menores custos da água de produção dessalinizada nestes 50 anos. Chegou-se a preços de US\$0,50/m³ a US\$0,80/m³ para dessalinização da água do mar e de US\$0,20/m³ a US\$0,35 /m³ para a água salobra. O uso da dessalinização efetuado junto as Usinas Termelétricas próximas dos litorais, reduzirá cada vez mais o custo da produção. Haverá um ponto em que os preços não mais cairão, como aconteceu com a energia elétrica de origem nuclear. Talvez o custo super-baixo da dessalinização nunca aconteça.

5) *Intervenção ativa no processo de precipitação das águas de chuvas.*

6) *Uso da água das geleiras, das águas seculares dos grandes lagos e dos aquíferos subterrâneos.*

O Brasil tem uma das maiores reservas subterrâneas de água do mundo denominado Aquífero Botucatu (chamado de Aquífero Guarani devido aos índios que habitaram a região) que além do nosso país, atinge o Paraguai, Argentina e Uruguai. Só a parte do Brasil possui 50.400 km³ de água. Há pensamento generalizado de se transportar (rebocar) geleiras (água doce) para as grandes cidades litorâneas, tais como Nova Iorque e outras.

7) *Redistribuição dos recursos hídricos através do território.*

Como exemplo, temos o projeto de transferência de parte da água do rio São Francisco para alguns estados do Nordeste Brasileiro e o aqueduto do rio Colorado localizado na Califórnia (EUA) com 387 km de comprimento que conduz 51 m³/s. As grandes transferências acontecerão e com elas os problemas ecológicos. A Turquia pretende vender água doce, através de adutoras de grande diâmetro (Adutora da Paz) que passaria por 11 países árabes e custaria 20 bilhões de dólares. Devido a problemas políticos previsíveis os planos foram suspensos. A Turquia enquanto isto, vende água doce para a Ilha de Chipre em container de 10.000 toneladas rebocado por navio. Em breve os containers passarão para 20.000 toneladas de água doce.

A utilização dos recursos hídricos devem ser sustentáveis, isto é, deve ser administrado globalmente, com o objetivo de atender a sociedade agora e no futuro, mantendo a integridade ecológica, ambiental e hidrológica (UNESCO, 1999). Portanto, o desenvolvimento sustentável da água necessita de um compromisso no presente, para atender as nossas necessidades sem comprometer as futuras gerações.

1.2 Região Metropolitana da Grande São Paulo

Chama-se **vazão de referência** a vazão mínima da bacia hidrográfica considerando a regularização dos reservatórios e os usos consultivos. Nos termos da lei estadual n.º 9034 de 27 de dezembro de 1994, a *vazão de referência* para orientar a outorga de direitos de uso de recursos hídricos é calculada com base na média mínima de 7 (sete) dias consecutivos e 10 (dez) anos de período de retorno, o chamado $Q_{7,10}$.

O Artigo n.º 13 da Lei Estadual n.º 9034, diz que quando a soma das vazões captadas em uma determinada bacia hidrográfica for superior a 50% (cinquenta por cento) da vazão de referência, a mesma será considerada *crítica* e haverá gerenciamento especial do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica).

Na Bacia do Alto Tietê onde se situa a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) o *valor de referência* é de 201 m³/ano/habitante sendo que a *vazão média* é de 157m³/ano/habitante, 78% da vazão podemos afirmar que a situação de abastecimento de água é *crítica*, isto é, superior aos 50% da vazão média. Notar que está incluso os 32 m³/s que vem para a RMSP provindo de outra bacia ou seja do vale do Piracicaba.

Economia da água

A **economia da água** é um conjunto de atividades com objetivo de:

- reduzir** a demanda da água;
- melhorar** o uso da água e reduzir as perdas e desperdícios da mesma;
- implantar** práticas agrícolas para economizar a água.

Benefícios obtidos com a economia da água:

- economia** de energia elétrica;
- redução** de esgotos sanitários;
- proteção** do meio ambiente nos reservatórios de água e nos mananciais subterrâneos.

Levando-se em conta o uso consumptivo da água, isto é, aquela água que após a utilização não é devolvida à bacia onde a mesma está localizada, a economia de água refere-se a redução da demanda do uso consumptivo enquanto que a conservação de água, refere-se a redução da demanda, independentemente do uso consumptivo ou não (Montenegro e Silva,1986). Como já foi observado, usaremos os termos “economia de água” e “conservação de água” como sinônimos.

3 Medidas convencionais e não convencionais para economia da Água

As medidas para economia água para uso urbano (categorias: residenciais, comerciais e industriais) podem ser convencionais ou não convencionais.

4 Medidas convencionais de economia da água

A cidade de *Providence* localizada no Estado de *Rhode Island* nos Estados Unidos, apresentou no congresso de *Conservação da água de 1993* realizado em *Las Vegas*, Nevada, estratégias para conservação da água.

As medidas agressivas para conservação da água na cidade de *Providence* prevista para o ano 2010 estão na Tabela (1) e Figura (1). Do total das medidas para conservação da água o conserto de vazamentos no sistema de distribuição de água feito pelo serviço público é o mais importante.

Tabela 1- Medidas convencionais de conservação da água e as porcentagens aproximadas de economia para medidas agressivas na cidade de *Providence*, Estados Unidos, prevista para o ano 2010

Medidas convencionais de conservação da água	Porcentagem aproximada de economia prevista
Consertos de vazamentos nas redes públicas	32%
Mudanças nas tarifas	26%
Leis sobre aparelhos sanitários	19%
Consertos de vazamentos nas casas	8%
Reciclagem e reúso da água	7%
Educação pública	5%
Redução de Pressão nas redes públicas	3%
Total	100%

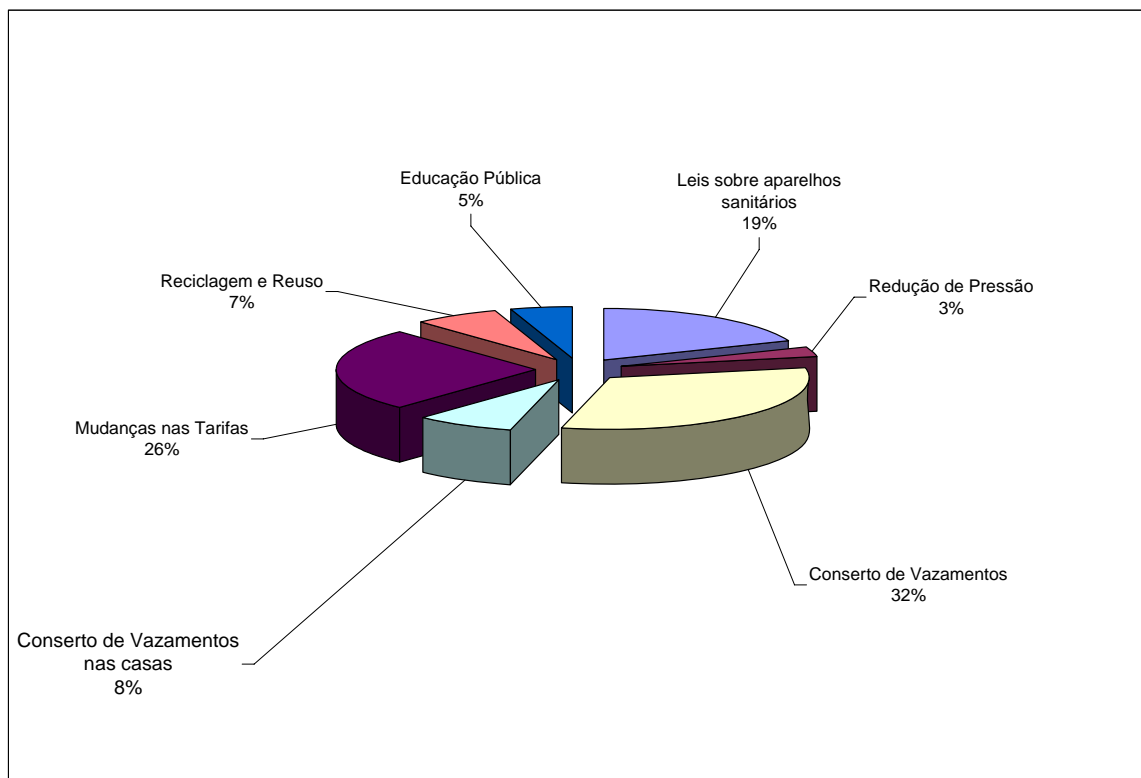
Fonte: Water Conservation and demand management strategies for Providence Water Supply Board página 1357 in Proceedings of Conserv93, December 12-16,1993- Las Vegas, Nevada, USA.

Não confundir as medidas convencionais de conservação da água com as perdas d'água em um sistema público de distribuição de água.

Os americanos chamam de *Unaccounted-for-water (UFW)* que representa as perdas por vazamentos de água, as imprecisões nos hidrômetros, furtos de água, contas de água subestimada, hidrômetros impróprios para o consumo, erros de leituras de hidrômetros e erros cadastrais.

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tais perdas *UFW* são chamadas de Índice Global de Perdas e chegam a 45% (quarenta e cinco por cento) conforme “Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê” elaborado pela Fundação Universidade de São Paulo (FUSP) em abril de 2001, no programa de obras de controle e redução de perdas.

O mesmo relatório diz que 23% ou seja praticamente a metade da perda total refere-se a perdas físicas, que são os vazamentos visíveis e invisíveis de redes e ligações de água. O restante 22% refere-se a perdas não físicas, também chamada pela Sabesp de perdas comerciais. São os hidrômetros que marcam volume menor que o consumido, ligações clandestinas, deficiências cadastrais etc.



Estimativa das medidas convencionais para conservação da água
Figura 1- Gráfico das porcentagens de economia de água conforme a medida convencional adotada.

Vamos detalhar cada uma das medidas convencionais para a conservação da água.

4.1 Mudanças nas tarifas

Nos Estados Unidos era muito usada a estrutura tarifaria *decrecente*, isto é, quanto mais se gasta água, menor é o preço/m³ pois havia água em abundância. Atualmente nos Estados Unidos se usam *tarifas uniformes*, isto é, em que o valor do m³ é sempre constante ou *tarifas crescentes*, isto é, o valor do m³ da água aumenta por faixa de consumo. O objetivo da tarifa crescente é a conservação da água.

No Brasil é comum o uso da *tarifa crescente*, aliada a *tarifas sociais* para possibilitar o uso da água para pessoas de baixa renda. Em geral adota-se um mínimo de 10m³/mês subsidiado internamente pelos consumidores de maior consumo.

Na avaliação do consumo de água com relação a algumas variáveis como preço, renda, número de pessoas que moram numa casa é importante para as ações de conservação da água em relação a tarifa.

Define-se *elasticidade da demanda* como o quociente entre a porcentagem da variação na quantidade da demanda pela porcentagem na variação do preço (ou renda ou número de pessoas na casa). Toma-se o valor da elasticidade em valor absoluto. Se o valor obtido for maior que 1 a *demanda é elástica* e se for menor que 1 a *demanda é inelástica*.

Existem produtos inelásticos como o sal. Diminuindo o preço do sal, o consumo não será alterado. Se aumentarmos o preço do sal, o consumo será o mesmo.

Na Tabela (2) mostramos a elasticidade do consumo em relação ao nível de renda, preço da água e número de habitantes em uma casa, nas diversas categorias: residencial, comercial e industrial, conforme pesquisas efetuadas nos Estados Unidos, onde se pode verificar que a água é um bem inelástico.

Tabela 2- Elasticidade do consumo em relação ao nível de renda, preço da água e número de habitantes na casa nas diversas categorias

Categoria de consumo	Elasticidade		
	Nível de Renda	Preço da Água	Número de habitantes
Residência uni-familiar	+0,3 a +0,5	-0,2 a -0,4	+0,2 a +0,5
Edifícios multi-familiares	+0,4 a +0,6	0 a -0,2	+0,3 a +0,5
Comércio		-0,1 a -0,3	
Indústria		-0,1 a -0,3	

Fonte: AWWA (American Water Works Association) Evaluating Urban Water Conservation Programs

O significado da elasticidade é bastante importante. Conforme Tabela (2), uma residência que tem o aumento do nível de renda familiar em 10% o consumo de água aumentará de 3% a 5% donde se vê a inelasticidade. Se o preço da água da mesma residência subir 10%, então o consumo diminuirá de 2% a 4%, onde também se poderá verificar a inelasticidade da água. Se o número de habitantes aumentar em 10%, o consumo aumentará de 2% a 5%.

No caso de comércio e indústria o aumento da tarifa de 10% implicará na diminuição do consumo em 1% a 3%.

Na prática a indústria é quem mais diminui o consumo com o aumento das tarifas de água e esgoto sanitário, pois a mesma pode comprar maquinário que usa menos água ou pode tratar os esgotos e reusá-los. As residências para uma maior economia de água necessitam além das mudanças de hábitos da família, de aparelhos e peças sanitárias que consomem menos água.

Os alemães pagam a água mais cara do mundo e os Canadenses a mais barata

Pesquisas feitas pela *National Utility Service* (NUS) em 15 países sobre o custo do m³ da tarifa de água no mundo chegou a conclusão que o maior custo é o da Alemanha e o menor do Canadá.

Os americanos pagam US\$ 0,66/m³ em média enquanto que os Alemães pagam US\$2,44/m³.

A pesquisa foi publicada em setembro de 1999 na revista *Water Conditioning & Purification Magazine* dos Estados Unidos conforme Tabela (3). A pesquisa divulgou também o acréscimo ou decréscimo da tarifa em relação ao ano anterior.

Tabela 3-Preço/m³ da tarifa de água em 15 países do mundo

País	Custo do m ³ da água	Porcentagem de acréscimo ou decréscimo da tarifa em relação ao ano anterior
	US\$/m ³	
Alemanha	1,89	15,2
Dinamarca	1,62	12,5
Bélgica	1,53	21,4
Holanda	1,24	2,2
França	1,22	-0,9
Inglaterra	1,17	6,3
Itália	0,75	1,3
Finlândia	0,68	-6,2
Irlanda	0,62	6,9
Suécia	0,57	-2,2
Espanha	0,56	0
Austrália	0,49	-39,4
Estados Unidos	0,47	-1,4
África do Sul	0,45	22,8
Canadá	0,40	4,3

Fonte: setembro de 1999 revista *Water Conditioning & Purification Magazine*- Estados Unidos.

Na cidade de Guarulhos, localizada na Região Metropolitana de São Paulo, o preço médio da água vendida é de US\$0,70/m³.

4.2 Educação pública

Há uma idéia geral de que a educação pública funciona muito para a economia de água. Na prática a campanha pela televisão, rádio, jornal e panfleto não ultrapassa de 5% do total de economia de água.

É necessário que se façam panfletos ensinando como se faz a economia de água, e os mesmos devem ser distribuídos nas escolas. Deverão ser feitas palestras em escolas e visitas técnicas e assessoramento às indústrias, encorajando as medidas de conservação da água. Em uma indústria típica a distribuição de consumo é assim: 52% do consumo deve-se a água para resfriamento, 28% água para processo industrial, 16% água para abastecimento de caldeiras e 4% uso doméstico e outros.

O uso da Internet e as contas dos concessionários de água e esgotos, com mensagens para economia da água também ajudarão.

A economia da água usando a educação pública deverá estar dentro do programa geral de economia de água.

4.3 Conserto de vazamentos no sistema de distribuição de água potável

Dentro do programa de infra-estrutura, a redução das perdas de água nas redes e ligações de água é bastante importante. Deverão ser feitos reparos nas rede e ligações de água, bem como instalação de medidores de água em setores da rede para conhecimento a distância (telemetria) das vazões e constatar a perda de água quando ela acontecer (tempo real).

A reabilitação anual de cerca de 1% da rede de distribuição, isto é, a reconstrução de trechos muito velhos que apresentam problemas de construção ou de material inadequado.

Os vazamentos nas redes e ligações de água em Guarulhos é de 22m³/km/dia enquanto que na Inglaterra é 8,4m³/km/dia e na Alemanha 3,7m³/km/dia.

4.4 Redução de Pressão da água nas redes públicas

Nos Estados Unidos existem válvulas redutoras de pressão que são instaladas nos cavaletes a fim de abaixar a pressão a um máximo de 56mH₂O. Nos Estados Unidos o abastecimento é direto, isto é, não há reservatório, e a pressão da rua chega diretamente as torneiras e peças. Daí a necessidade das válvulas redutoras de pressão.

O abaixamento da pressão daria economia de água de cerca de 3%. Na rede pública isto deve ser feito em regiões de alta pressão de água, isto é, acima de 50 mH₂O. Existem válvula redutora de pressão (VRP) modernas com comando a distância (telemetria) que realmente funcionam. A Sabesp está instalando inúmeras válvulas redutoras de pressão na capital de São Paulo. As VRP antigas praticamente não funcionavam, pois, quando se ia inspecionar, as pressões de montante e jusante eram as mesmas.

4.5 Leis sobre aparelhos sanitários

Nos Estados Unidos em 24 de outubro de 1992 foi promulgada Lei Federal 102-486- *Energy Policy Act*, onde para as pressões máxima de 56mH₂O, foram estabelecidos, que a partir de 1º de janeiro de 1994 não poderiam ser vendidos nos Estados Unidos, peças sanitárias que ultrapassassem o valor abaixo:

Bacia sanitária:	6 litros/descarga (EUA)
Torneiras:	10 litros/minuto(EUA)
Descargas em mictórios:	3,8 litros/descarga(EUA)
Chuveiros:	10 litros/minuto(EUA)

Como o consumo das bacias sanitárias no Brasil, segundo o IPT em 1986 variavam de 20 litros/descarga a 12 litros/descarga, a importância da lei americana, é que com a exportação de aparelhos sanitários para os Estados Unidos, é que já está sendo vendido no mercado nacional, bacia sanitária com baixo consumo de água. Na cidade do México foram substituídas em 1998 gratuitamente 350.000 bacias sanitárias possibilitando o abastecimento de mais de 250.000 pessoas (IWRA,2000).

A partir aproximadamente de 1995, é que começaram a aparecer no mercado brasileiro aparelhos economizadores de água, como bacia sanitárias, torneiras de fechamento automático, controle de água nos chuveiros, mictórios etc.

No mundo existem três tipos básicos de bacias sanitárias: gravidade, pressão e vácuo.

As bacias sanitárias por *gravidade* são usadas no Brasil. Com a descarga de água de 1,6 litros/segundo segundo a NBR 6452 da ABNT, temos a sifonagem da água contida no vaso junto com os dejetos humanos. Após a sifonagem é recomposto automaticamente o selo hídrico, que evita o retorno dos gases de esgoto para o banheiro.

As bacias sanitárias com *pressão*, liberam o ar comprimido que fica armazenado em um tanque necessitando de menos água para o arraste.

As bacias sanitárias a vácuo quando é acionada é criado *vácuo relativo* e a descarga é feita com pouca água..

Caixa de descarga da Docol para 6 litros ou 9 litros

Para economizar água, a caixa de descarga Docol consome de 6 litros/descarga a 9 litros/descarga. O volume é determinado pela bacia sanitária. Atualmente existem bacias sanitárias que consomem 6 litros/descarga e outras de 9 litros/descarga.



Figura 2- Caixa de descarga da Docol para bacias sanitárias de 6 litros/descarga ou 9 litros/descarga.

Bacias sanitárias com 6 litros/descarga no Brasil

O governo federal incluiu no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Habitação (PBQPH) que todas as bacias sanitárias devem ser reprojctadas para a categoria Volume de Descarga Reduzida (VDR para 6 litros/descarga) até o final do ano 2002 (<http://www.deca.com.br>).

A Deca, Laufen Incepa e a Celite fabricam bacias sanitárias com caixa de descarga acoplada para 6 litros/descarga.

A DECA fabrica as bacias sanitárias acopladas com 6 litros/descarga nas Linhas *Windsor, Ritz e Nuova*.

A firma *Celite* adquirida pela firma *Laufen* (Rua Itapura,626 telefone 296-8122 0800-121941) foi a primeira fábrica no Brasil a vender bacia sanitária com caixa acoplada (linha Clássica), com consumo de 6 litros/ descarga.

França e Japão

Na França a *Fondital* vende bacia sanitária com caixa de descarga que possui dois botões para descarga, sendo um para descarga de 3 a 4,5 litros e outra para descarga de 6 a 9 litros. Ainda na França a firma *Clara-Fabrications Sanitaires* vende bacias com 3 litros/descarga que utiliza injeção de ar e tem preço aproximado de US\$ 1000. Uma bacia a vácuo usada em avião custa cerca de US\$ 4.000.

No Japão as bacias sanitárias estão se sofisticando cada vez mais, ‘*devido a obsessão japonesa pela limpeza*’ (*Takahiko Furata diretor of Uaomori University’s Modern Social Studies Institute*).

No Centro de Pesquisa de *Matsushita* em Tóquio estão testando bacias sanitárias, que após o jato da urina, são feitos instantaneamente testes de glicose ou doenças em crianças, usando inclusive raios laser. Existem bacias que têm braços para apoios e outras têm botão para levantamento do assento. Os preços das bacias avançadas no Japão variam de US\$1000 a US\$10.000 com uma média de US\$4000.

Pesquisas de vasos sanitários com uso de vácuo

Na Noruega estão se fazendo pesquisas para transformar água de esgotos (*black-water*) em fertilizantes usando vasos sanitários a vácuo que gastam somente um litro de água/descarga. A economia de água no vaso sanitário, é de 25% a 30% do consumo doméstico.

A idéia é bastante simples. Numa residência a água de esgotos das bacias sanitárias com uso de vácuo seria recolhido por caminhão tanque e transformado em adubo. A água dos chuveiros, pia e da cozinha seriam tratadas convenientemente e usadas para irrigação de jardins ou jogada num córrego. O fertilizante não teria cheiro, seria reciclado 80% a 90% do nitrogênio e de fósforo. Haveria economia de fertilizantes químicos de alto custo.

Peças economizadoras de água

Existem as conhecidas válvulas automáticas em torneiras de banheiros públicos que são reguladas para um determinado tempo, muito comum em aeroportos. Nestas torneiras se regula a vazão e o tempo em que a mesma fica aberta. Temos a linha *Pressmatic mesa* da Docol e a *Pressmatic parede*.

O chuveiro devido a pressão da água pode deixar pelo mesmo uma vazão muito pequena ou muito grande. Isto pode ser resolvido usando a *linha pressatic chuveiro da Docol* que possibilita regular facilmente a vazão.

Arejadores da Docol

Existem três modelos: autolimpante, econômico e vazão constante. O arejador autolimpante garante um jato de água suave e confortável mesmo quando há uma grande quantidade de impurezas na água. Este modelo pode ser utilizado universalmente e quase não necessita de manutenção.

O arejador econômico proporciona uma economia de até 50% de água. Enquanto um arejador normal dispensa 15 litros de água/minuto, a 30 mH₂O (300 kPa), o modelo Econômico reduz esta vazão para aproximadamente 7,5 litros/minuto, sem perda de conforto.



Figura 3- Arejador (ampliado) de água da Docol (<http://www.docol.com.br>)

O arejador de vazão constante mantém a vazão da água em 6 litros/minuto independentemente da pressão, garantindo economia de água e energia sem perda de conforto.

Torneiras de acionamento automático

Acionamento hidromecânico com leve pressão manual (Figura 4); Conceito mundial de higiene e economia; Fechamento automático sem intervenção do usuário; Controle de higiene e consumo de água; Fácil instalação e manutenção; Dispensa adaptações no sistema hidráulico; Design moderno, resistente a depredações; Acabamento cromado. Aplicações: Restaurantes, hotéis, indústrias, shoppings, escolas, universidades, rodoviárias, aeroportos, banheiros públicos. Consultórios médicos e dentários, clínicas, laboratórios, hospitais, centros de saúde, bares, lanchonetes, indústrias de alimentos, cozinhas industriais.

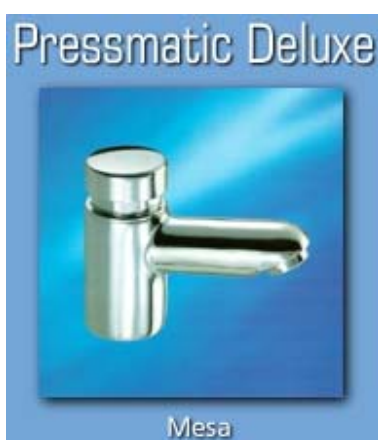


Figura 4- Torneira de acionamento automático da Docol

A torneira de acionamento automático tipo Pressmatic, muito usado em shoppings e Aeroportos tem tempo de fechamento de 8 segundos e descarga de 0,5 litros a 0,75 litros. A regulagem deve ser feito com o registro regulador onde se acha a vazão mais confortável para o usuário. Na ponta da torneira temos um arejador autolimpante que dá a impressão de haver mais água do que realmente há. Existem torneiras especiais feitas de aço para uso em lugares de grande movimento como shopping.

Existe também torneiras Docoltronic com acionamento por sensor de raios infravermelho acionado por uma pilha pequena (não é ligado a eletricidade).

Mictório com acionamento com o pé da Docol

Concebida para assegurar maior privacidade ao usuário, a Divisória Hidráulica para Mictório Docol apresenta válvula de acionamento por pé integrada (Figura 5), garantindo também higiene total e conforto na sua utilização.

Características: Design limpo e moderno, de fácil limpeza e manutenção; Forma que possibilita a utilização como suporte para pequenos volumes como carteiras, pastas, etc;

Acionamento da descarga com os pés e fechamento automático proporcionam maior higiene e economia de água; Fácil instalação, inclusive sobre tubulações já existentes, dispensa adaptações no sistema hidráulico; Registro regulador permite o ajuste da vazão de



Figura 5- Mictório com acionamento com o pé da Docol

água; Válvula hidráulica confeccionada em latão cromado e aço inoxidável de grande resistência; Parede constituída por estrutura de fibra de vidro com núcleo de poliuretano e pintura epóxi; Acabamento branco brilhante.

Aplicações: Banheiros de uso coletivo.

A vazão é em torno de 0,05 litros/segundo a 0,07 litros/segundo e o tempo de acionamento médio de 8 segundos.

A descarga média é de 0,5 litros/acionamento é uma economia considerável.

Torneiras da Docol com acionamento com o pé

Em cozinhas industriais principalmente usam-se *torneiras acionadas com o pé*, o que economizam água. A Docol fabrica dois modelos básicos, a **linha Pematic** para acionamento com o pé e que fica na parede e a **linha Piso** que fica ao rés do chão. O acionamento no pé e na parede é mais seguro devido a água de lavagem nos pisos.

A linha Pematic tem acionamento hidromecânico. O acionamento suave com o pé



Figura 6-Torneiras acionadas com o pé da Docol. A Pematic está na parede e a outra no piso.

dispensa o contato manual com o produto. Aplicação: em Restaurantes, hotéis, indústrias, shoppings, escolas, universidades, rodoviárias, aeroportos, banheiros públicos, consultórios médicos e dentários, clínicas, laboratórios, hospitais, centros de saúde e bares.

A Docol apresenta o conceito mundial de racionalidade no consumo de água: a linha Docolmatic. Produtos automáticos que reduzem de 30 a 70% o consumo de água, evitando o desperdício.

Os produtos Docolmatic são acionados por pressão manual ou com os pés, liberando o fluxo de água. O fechamento é automático, sem a intervenção do usuário. Isso garante duas vantagens principais: economia de água e higiene; a mão limpa não volta a tocar o produto.

Desenvolvidos com tecnologia alemã e adaptados às condições brasileiras, os produtos Docolmatic são de fácil instalação e manutenção e têm design moderno, robusto, resistente a depredações.

Testes realizados pelo Centro de Tecnologia do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal de Santa Maria indicaram uma economia de água entre 29,38% e 77,11%.

O Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina também comprovou uma redução significativa do desperdício de água com a utilização dos

equipamentos Pressmatic, o que resultou em uma economia de 65% em locais públicos e 45% na indústria.

Registro regulador

A fim de regular a vazão de torneira, misturador, bidê e outros aparelhos, proporcionando economia de água são usados os reguladores de água. Possuem filtro para detenção de detrito. Podem ser de latão ou plástico.

Substituí os registros convencionais de torneiras e misturadores para lavatórios e bidês, máquinas de lavar roupa e louça ou em outros aparelhos.



Figura 7- Registro regulador de vazão da Docol

Torneira com sensor que abre automaticamente (Docol)

A torneira é alimentada por bateria de 9 volts.
Por segurança, fecha automaticamente após 2,5 minutos de fluxo.
Possui led interno na lente que indica quando a bateria está fraca.

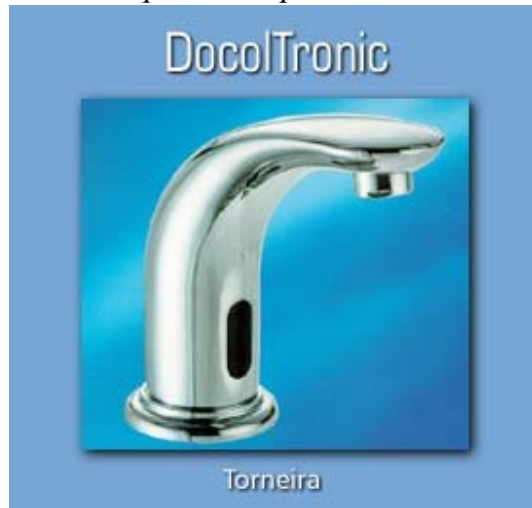


Figura 8- Torneira com sensor que abre automaticamente (Docol)

Misturador de água fria e quente (Docol)

Acionamento hidromecânico com leve pressão manual (Figura 9), economia de 60 para 24 litros de água/banho conforme Figura 10, resistente a depredações, acabamento cromado, com controle de vazão para ajuste da temperatura da água (Chuveiro Elétrico), com misturador para ajuste da temperatura da água (Aquecedores de Acumulação).

Aplicações: hotéis, indústrias, escolas, universidades, hospitais, clubes, alojamentos.

Cada vez que se aperta o botão do chuveiro, sai água durante 35 segundos. Não é o chuveiro elétrico.

Nos Estados Unidos as pesquisas (Dziegielewski, março 2000) mostraram que é consumido cerca de 43,9 litros de água/banho.

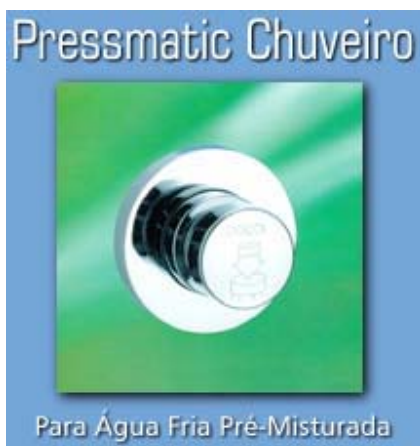


Figura 9-Misturador de água quente e fria da Docol

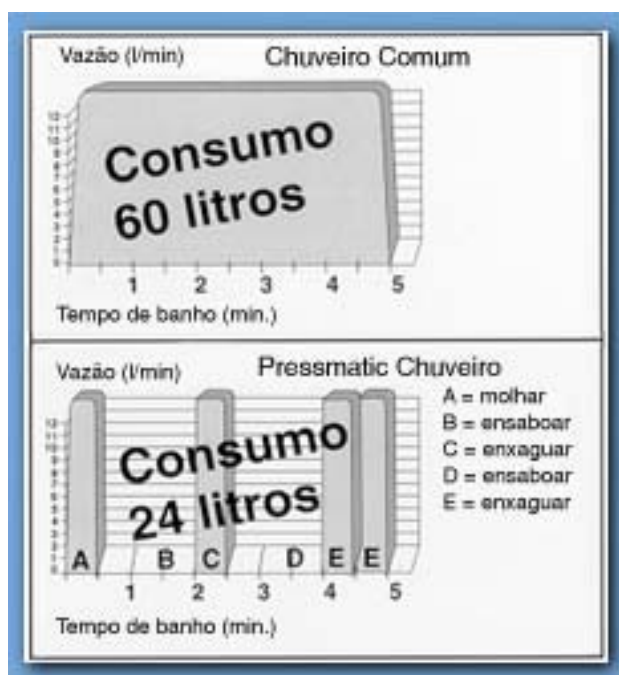


Figura 10- Curvas de consumo do chuveiro comum e o chuveiro da Docol usando o misturador de água quente e água fria.

Máquinas de lavar pratos e roupas

As máquinas de lavar pratos e roupas consomem bastante água, bem como energia elétrica, relativa ao volume aquecido. As máquinas de lavar pratos têm em média 0,10 carga/dia/pessoa.

Estão se fazendo cada vez mais, máquinas de lavar pratos que usam o menor volume de água, assim a “Enxuta” gasta 18 litros na lavagem completa dos pratos. Nos Estados Unidos é comum máquinas de lavar pratos que gastam 38 litros.

- máquina de lavar pratos 0,10 carga/pessoa/dia (Dziegielewski, março 2000)
- máquina de lavar pratos 18 (Brasil) a 38 litros/ciclo (Dziegielewski, março 2000)

As máquinas de lavar roupa têm em média 0,37 carga/dia/pessoa (Dziegielewski, março 2000). O consumo de água varia de 100 litros/ciclo até 153,5 litros/ciclo. Uma máquina moderna de lavar roupa (Brastemp) gasta 100 litros no ciclo completo. A máquina de lavar roupa gasta cerca de 4 vezes mais que a máquina de lavar pratos.

- máquina de lavar roupa 100 (Brasil) a 153,5 litros/ciclo (Dziegielewski, março 2000)
- máquina de lavar roupa 0,37 carga/pessoa/dia (Dziegielewski, março 2000)

Consumo interno de uma casa

Pesquisa feita em 1998 pela *American Water Works Association Research* (AWWARF) em 1.188 residências uni-familiares em 12 cidades nos Estados Unidos chegaram a seguinte conclusão.

O consumo interno de uma casa na qual são feitas as economias de água, com bacia sanitária que gastam 6 litros/descargas, torneiras econômicas etc, foi de 196litros/dia/habitante, enquanto que nas casas onde não houve o cuidado com a conservação da água, o consumo foi de 280litros/dia/habitante conforme Tabela (4).

Houve uma economia de 30% nas casas que tiveram medidas de conservação da água.

No Brasil não temos pesquisa com amostra representativa.

Tabela 4- Consumo interno de uma casa com conservação e sem conservação

Uso da água	Sem conservação		Com conservação	
	Porcentagem	Litros/dia/hab.	Porcentagem	Litros/dia/hab.
Bacia Sanitária	27,7%	78	19,3%	38
Lavagem de Roupas	20,9%	59	21,4%	42
Chuveiros	17,3%	47	20,1%	39
Torneiras	15,3%	43	21,9%	43
Vazamentos	13,8%	39	10,1%	19
Outros consumos domésticos	2,1%	6	3,1%	6
Banheira	1,6%	4	2,4%	5
Lavagem de pratos	1,3%	4	2,0%	4
Total interno	100%	280	100%	196

Fonte: American Water Works Association Research (AWWARF) em 1.188 residências uni-familiares em 12 cidades nos Estados Unidos

Hidrômetros em apartamentos

Uma outra medida adotada na Europa e agora no Brasil para economia de água em prédios, é o uso de hidrômetros em prédios de apartamentos, o que nos Estados Unidos se chama *submetering* e que aqui chamamos de sub-medidor. Em Guarulhos temos a Lei 4650 de 27 de setembro de 1994, que exige que apartamentos novos com área menor que 100m² tenham hidrômetros individuais. A economia de água pode chegar a 30%, comparando-se quando o apartamento não tinha hidrômetro.

Em Pernambuco na cidade de Recife tem sido usado com sucesso, hidrômetros em prédios de apartamentos novos e velhos. Isto foi feito pelos drs. Adalberto Cavalcanti Coelho e João Carlos B. Maynard, havendo atualmente cerca de 40.000 apartamentos no Recife com hidrômetros individuais.

Em São Paulo desde 1998 é obrigatório que todo prédio novo tenha hidrômetro individualizado no apartamento. Nos Estados Unidos o sub-medidor já é obrigatório nos estados da Flórida e Califórnia. No Brasil a fundação Linceu de Artes e Ofício (LAO) dispõe de tecnologia moderna para leitura a distância de medidores em prédios de apartamentos (eng.º. José Roberto Baptistella 011 864-0366 av. Santa Marina, 52 São Paulo-<http://www.laosp.com.br>).

Como controlar o consumo de água num prédio de apartamento

Uma maneira muito usada nos Estados Unidos para a cobrança das tarifas de água e esgoto sanitário era inclui-las junto com o aluguel.

Outra maneira é exigir que cada apartamento tenha um hidrômetro e a cobrança seja feita por apartamento. O custo da água nas áreas comuns seria inclusa no condomínio.

Uma terceira opção é cobrar as tarifas de água e esgoto usando um índice, como m² de área de apartamento, quantidade de pessoas/apartamento, quantidade de bacias sanitárias, quantidades de pontos de água etc.

Nos Estados Unidos, Kaplow e Lowma fizeram pesquisas em 32 prédios de apartamentos nos estados da Flórida, Texas e Califórnia, e chegaram a seguinte conclusão:

Os condôminos que pagam por sua água por hidrômetros ou por um índice qualquer, usam menos água.

Assim os apartamentos que têm hidrômetros individuais, economizam de 18% a 39%, em comparação do custo da água e esgoto estavam incluso no aluguel do apartamento.

Os apartamentos que pagam a tarifa de água e esgoto através de índices, como m², economizaram água de 6% a 27%, em relação ao apartamento onde o custo está incluso no aluguel.

Poder-se-ia pensar que os prédios mais velhos consumissem mais água que os novos, mas isto não aconteceu. Não deve ser esquecida a necessidade de uma campanha educativa para conservação da água.

Para efeito de comparação de consumo entre prédios, deve ser usado dois itens básicos, o consumo per capita e o consumo por m² de área de apartamento. Para se obter o

consumo per capita, deve-se dividir o volume anual de água pelo número médio de residentes naquele ano que geralmente são difíceis de se obter. Quanto ao consumo por m² de área de apartamento, é mais fácil de ser aplicado, porém não é o mais justo, pois, não existe correlação entre o volume de água e o tamanho do apartamento.

Não deve ser considerado os apartamentos vagos. Geralmente o mais importante é o número de residentes.

4.6 Reciclagem e reuso da água

A reciclagem e o reuso da água pode ser feita facilmente na própria indústria, em bairros ou cidades inteiras ou partes da cidade.

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) em 1992 através de uma comissão de estudos, realizou o primeiro estudo sobre reuso da água no Brasil, encabeçado pelos engenheiros Hilton Felício dos Santos, Pedro Caetano Sanches Mancuso, Manoel Henrique Campos Botelho e outros.

Para o reuso da água é subentendido o aproveitamento dos esgotos sanitários tratados. 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 reuso da água.

Os esgotos sanitários podem dispor de até três tipos de tratamento.

Tratamento primário: trata-se da retirada de materiais sólidos;

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%;

Tratamento terciário: após o tratamento primário e secundário é usada a floculação, filtração, carvão ativado, osmose reversa.

A desinfecção é usada nos tratamentos secundário e terciário para destruir as bactérias, vírus e outros patógenos.

O termo reuso e reciclagem são usadas muitas vezes como sinônimo nos Estados Unidos. A água de reuso 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 reuso ou reciclada terá cor vermelha (normas da Califórnia) e será identificada salientando tratar-se de água não potável.

Muitas indústrias no Brasil já começaram a reciclar a sua água dentro da sua propriedade. Os esgotos sanitários ou industriais são tratados e reutilizados, com o objetivo de se obter *descarga zero*, o que na prática é muito difícil de atingir.

O alto custo que os serviços de abastecimento de água cobram R\$5,50/m³ (US\$ 3,05/m³) das indústrias, levam as mesmas a fazerem a reciclagem e o reuso da água. Muitas indústrias em Guarulhos tratam águas poluídas de rios e córregos.

No que se refere ao comércio, a reciclagem e o reuso não são tão comuns quanto nas indústrias. Nos Estados Unidos muitos hotéis fazem a reciclagem e o reuso da água de esgotos sanitários com bastante sucesso.

No Japão o reuso da água vem sendo feito desde 1964. Geralmente os esgotos sanitários são submetidos a tratamento primário, secundário e terciário e após desinfecção são usados principalmente para descargas de vasos sanitários. Existem mais de 1.830 locais onde são efetuados os reusos conforme dados de 1998. Um grande conjunto de edifícios comerciais de Tóquio, os escritórios Shinjuku usam água de esgotos tratada para descargas em bacias sanitárias. O custo da água potável no Japão é de US\$ 3,73/m³ enquanto que a água de reuso é de US\$ 2,99/m³, portanto a água de reuso é cerca de 80% do custo da água potável. Mesmo assim, o Japão reaproveita anualmente 206.000.000 m³ (dados de 1998) com objetivo da conservação da água e se prever de secas.

O México possui o maior e mais velho projeto de reuso da água, usando esgoto sanitário para uso na agricultura e irrigação. São irrigados em todo o país 257.000 hectares com vazão de 102m³/s ou seja 8.812 milhões de litros/dia (dados de 1995). Para comparação, basta citar que a Região Metropolitana de São Paulo distribui 63m³/s.

A reciclagem e o reuso da água deverão fazer parte de um *programa de substituição*, com objetivo de diminuir o consumo de água potável por outra água, tais como água de rios, chuva, esgotos tratados. Na Região Metropolitana de São Paulo como quase toda água distribuída é superficial, os mananciais subterrâneos são usados como alternativas para o abastecimento de água. As indústrias e prédios de apartamentos e escritórios, usualmente perfuram poços tubulares profundos (poços artesianos) que além de fornecer água de boa qualidade, possui baixo custo,

O estado da Califórnia nos Estados Unidos tem um regulamento (*California Code of Regulations Title 22*) para o reuso da água de esgoto sanitário após tratamento.

Até o ano 2000 não existem normas europeias para o reuso da água de esgoto tratada, entretanto o Artigo nº12 sobre as Diretivas sobre o tratamento de esgotos (91/271/EEC) estabelece que os *esgotos tratados devem ser reaproveitados de maneira conveniente*.

Água Industrial: estudo do caso de Guarulhos

Objetivo

Em Guarulhos existem três regiões prioritárias para estabelecimento de uma rede dual de abastecimento público, com rede de água potável e não potável (água industrial). As regiões são: a Cidade Satélite Industrial de Cumbica em Guarulhos, Região de Bonsucesso e Jardim Santo Afonso.

Na Cidade Satélite Industrial de Cumbica é praticamente toda a região, desde o rio Tietê até a Rodovia Dutra. Na região de Bonsucesso é uma faixa de aproximadamente 400m de cada lado da Via Dutra, onde estão as indústrias e onde são poucas as possibilidades de poços tubulares profundos. Na região do Jardim Santo Afonso, localizado nos Pimentas, existe concentração de indústrias, principalmente de tinturarias, que consomem muita água não potável.

A implantação de uma rede de água industrial, terá como vantagem o menor custo da água, pois de 1990 a 31/12/1995 cancelaram a inscrição municipal em Guarulhos, 486 indústrias pequenas, médias e grandes. Pesquisas feitas na época, apontaram que no 8º lugar elas se mudaram de Guarulhos devido ao custo da água do serviço público.

O uso da água industrial já é comum nos Estados Unidos e na Europa, sendo o mesmo altamente recomendado.

Reuso não potável da água para uso industrial

Uma água poluída pode ser utilizada novamente. É o que se chama *reuso* da água. Quando após o tratamento secundário e terciário de um esgoto sanitário, o mesmo é lançado diretamente na rede de distribuição de água potável, temos o *reuso potável direto*, o que é desaconselhado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e por demais órgãos internacionais. Em resumo, a água obtida por intermédio de reuso, não deve ser usada como água potável

Quando os efluentes de uma estação de esgoto sanitário, após o tratamento secundário e terciário, for reforçar as águas subterrâneas através de injeção de poços tubulares profundos, ou quando for misturado e diluído com outra água de superfície, temos o *reuso potável indireto*.

O reuso pode ser também de água não potável, que é o nosso caso em questão. Quando o efluente de uma estação de tratamento de esgoto, após o tratamento secundário e terciário, pode abastecer indústrias e servir como água não potável, temos então o que se chama de *reuso não potável industrial*.

Em 1985 o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas, estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos, que suporta esse conceito: *”a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior”*.

A Conferência sobre Desenvolvimento e Ambiente realizada em junho de 1992 no Rio de Janeiro, onde nos assunto de água e esgoto sanitário, denominado *“Agenda 21”*,

dedicou importância especial ao reuso, recomendando aos países participantes, “a implementação de políticas de gestão, dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes integrando proteção da saúde pública de grupos de risco, com práticas ambientais adequadas”.

No *Capítulo 21 da Agenda 21*, é recomendado que se “*maximize o reuso e reciclagem ambientalmente adequadas*”.

Conforme página 271 do livro “Águas Doces no Brasil”, 1999, o dr. Ivanildo Hespanhol, salienta que a escassez de água do Brasil não está somente nas regiões áridas e semi-áridas. “*As bacias como a do Alto Tietê, tem população superior a 15 milhões de habitantes e um dos maiores complexos industriais do mundo, apresenta recursos hídricos insuficientes para atender a demanda excessivamente elevada, apresentando altos custos*”.

Estando Guarulhos na região metropolitana de São Paulo e na área do Alto Tietê, são necessárias alternativas para o consumidor industrial que precisa de água de baixo custo, face a enorme competição industrial no Brasil devido a globalização.

Os usos industriais da água podem ser: resfriamento, caldeiras, irrigação de áreas verdes e pátios, insumo, produção, etc.

A tendência de crescimento terciário em Guarulhos, isto é, de tornar-se uma cidade de serviços, vai acontecer, mas restarão na área metropolitana as indústrias de alta tecnologia.

No caso em Guarulhos, conforme estudos realizados pela Nações Unidas, a respeito das mega cidades da América Latina (*The Mega-City in Latin America*, Editado por Alan Gilbert, *United Nations*, 1996, Tokio, ISBN 92-808-0935-0, p. 224-240) temos a citação “*There is little doubt that São Paulo will thrive because it contains Brazil’s most efficient industries and most of its research and information technology capacity*”.

Não há dúvida que São Paulo irá prosperar porque contém as mais eficiente indústrias do Brasil e a maioria das pesquisas e das informações tecnológicas.

Uso da água de uma indústria

As indústrias da Cidade Satélite Industrial de Cumbica tem o seu consumo de água da seguinte maneira:

Consumo doméstico: é o consumo usado em banheiros, chuveiros, torneiras, restaurantes e usados para os empregados. Geralmente é considerado 70 litros/operários/dia. Varia de 16% do consumo conforme pesquisa feita em 1995 na região de Bonsucesso;

Consumo industrial: é consumo de água usado no resfriamento, na lavagem de pátios, lavagem de máquinas, uso em caldeiras, lavagem de caminhões, rega de jardins, insumo, processos, etc. A água usada como *insumo* industrial, é incorporada ao produto, tal como uma indústria de refrigerantes, papéis e outras. Existem indústrias, tais como de medicamentos, que necessitam de água industrial de qualidade especial.

Alternativas de água de uma indústria

Uma indústria tem as seguintes alternativas de fornecimento de água, que podem vir isoladamente ou junta com outras.

- a) usar água potável do SAAE;
- b) usar água de poço tubular profundo;
- c) usar água de chuva;
- d) reciclar esgoto sanitário e industrial de uma fábrica vizinha;
- e) retirar água de um córrego ou rio próximo;
- f) adquirir água por caminhão tanque;
- g) reciclar o esgoto sanitário e industrial;
- h) adquirir água industrial por tubulação e medidor;
- i) fazer a conservação da água através de peças que economizem água e fazer campanha educativa de economia de água e verificação do uso da água nos processos industriais, para ver o que pode ser economizado.

Avaliação das alternativas

a) usar água potável do SAAE

O SAAE vende água de boa qualidade bacteriológica e físico-química, mas a elevado custo ou seja R\$ 5,50/m³ de água (US\$ 3,05/m³ US\$1,00 = R\$1,81 em 13/01/2000).

Considerando que normalmente o SAAE cobra esgoto da mesma quantidade da água e sendo o valor da tarifa de esgoto de R\$ 5,50/m³ (US\$ 3,05/m³) então o custo da água é de R\$ 11,00/m³ (US\$ 6,10/m³) um custo bastante elevado, o suficiente para que o industrial procure alternativas.

A elasticidade relativa ao preço-consumo, para indústria varia de 0,1 a -0,3, conforme página 65 do livro *Evaluating Urban Water Conservation Programs, da AWWA, Denver, 1996*. Se aumentarmos o preço da água em 10% a redução do consumo variará de 1% a 3%. Teoricamente aumentado o preço da água em 100% a redução de consumo seria de 10% a 30%. Com o aumento da tarifa de água para a indústria, em resposta a mesma procura novas alternativas, entre elas o poço tubular profundo e caminhões tanque.

b) usar água de poço tubular profundo

A região da Cidade Satélite Industrial de Cumbica apresenta duas partes, a parte plana ao nível das margens do rio Tietê e uma região superior que se encontra a mais de 2km do rio Tietê e está ao lado da rodovia Dutra, onde existem bastantes indústrias também. Na região baixa os poços tubulares profundos atingem até 160m de profundidade e vazões de cerca de 25.000 L/hora. De modo geral os poços apresentam grande quantidade de ferro.

Na região superior, os poços não são muito favoráveis e apresentam vazões menores, ou seja no máximo de 10.000 L/hora.

A escolha de um poço tubular profundo é excelente, mas apresenta o seguinte problema. Perto da sua indústria outro vizinho pode fazer indiscriminadamente outro poço e praticamente secar o seu poço, pois, não há estudo hidrogeológico da região e nem controle de perfuração por parte da Prefeitura Municipal de Guarulhos e do DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica) do Estado de São Paulo.

Assim a segurança do poço quanto ao fornecimento, sofre o problema da interferência dos poços vizinhos e da possibilidade de o mesmo diminuir a produção ou praticamente deixar de fornecer água.

Quanto a existência do ferro na água, existem produtos chamados Ortopolifosfatos que através de processos químicos de complexação, “escondem” o ferro não trazendo problemas, para o aproveitamento da água para qualquer processo industrial.

Todos os poços tubulares profundos deveriam ser cadastrados, mapeados e feitos mapas das profundidades, sólidos totais dissolvidos (TDS), qualidade da água, ferro, condutividade elétrica, vazões etc. O controle poderia ser feito pelo SAAE.

O custo médio por metro linear para a construção de um poço tubular profundo é de R\$ 400,00/metro ou seja US\$ 221,00/m e custo do conjunto motor-bomba e painéis elétricos é de aproximadamente R\$ 10.000,00 (US\$ 5.525,00).

Um poço com 150m custará R\$ 60.000,00 (US\$ 33.149,00) e com conjunto motor-bomba e parte elétrica, fornecerá o total de R\$ 70.000,00 (US\$ 38.674,00).

Caso o fornecimento de água seja de 10 000 litros/hora ou seja 10 m³/hora e considerando a vida útil do poço de 10 anos:

Amortização de capital em 5 anos a juros: R\$ 1400/mês

Volume mensal: 10 m³/hora x 10 horas/dia x 22 dias = 2200 m³/mês

Energia elétrica: 2500 kwh/mês x R\$ 0,16/kwh = R\$ 400,00/mês

Manutenção preventiva e operação: R\$ 9000/ (3 meses) = R\$ 3000/mês

Preço: (R\$ 1400/mês+ R\$400/mês+ R\$3000/mês)/ 2200m³/mês = R\$ 2,18/ m³

Na prática os perfuradores de poços tubulares profundos usam a estimativa de R\$2,80/m³ (Hidrogsp 20/10/99) ou seja US\$ 1,55/m³

O custo da água de um poço artesiano é de 51% do custo da água industrial da SABESP ou do SAAE de Guarulhos.

O funcionamento do poço não deve passar de 18h/dia. O funcionamento poderá ser automatizado.

Na região de Bonsucesso temos dificuldade de se fazer poços tubulares profundos devido a presença de rochas a pouca profundidade, principalmente na faixa de uns 400m da Rodovia Dutra.

Para o Jardim Santo Afonso, vale as mesmas observações da Cidade Satélite Industrial de Cumbica.

c) água de chuva

Algumas indústrias de Guarulhos usam água de chuva. A mesma é armazenada em reservatório enterrado ou sobre o piso, chamado de cisterna. 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.

Podem ser feitos estudos os quais dependem da área em m².

O aproveitamento da água de chuva é de 80%, sendo o resto perdido devido a ser a primeira água e devido a evaporação e aderência as superfícies.

Nos Estados Unidos as indústrias fazem trechos de rios com pontes numa bela arquitetura 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**.

d) reciclar esgoto sanitário e industrial de uma fábrica vizinha

Uma indústria pode assim dizer “comprar” o efluente industrial de uma indústria vizinha, tratá-lo e transformá-lo em água industrial e usar para rega de jardim, resfriamento, caldeiras etc, a um custo estimado de **US\$ 1,05/m³**.

e) retirar água de um córrego ou rio próximo

A retirada de água de córrego ou rio é feita por concessão do DAEE e publicada no diário oficial do Estado. Na região temos os rios Tietê e rio Baquirivu, dos quais podem ser retirados água bruta. Existem algumas autorizações do DAEE para retiradas de água do rio Tietê, rio Baquirivu e de córregos da Cidade Satélite Industrial de Cumbica.

A água deverá sofrer um tratamento completo, o seu custo é baixo **US\$ 0,95/m³** e podem beneficiar quem está próximo aos rio Tietê e rio Baquirivu. A água somente poderá ser usada para uso industrial.

É necessário espaço dentro da indústria para a construção da Estação de Tratamento da Água e armazenamento. Há problemas por onde passar as tubulações, devidos a Rodovia dos Trabalhadores e as ruas e avenidas municipais, sendo que deverão ser obtidas as devidas autorizações.

A firma DK que se localizava na Cidade Satélite Industrial em Guarulhos, retirava água do Rio Tietê e usava uma estação de aço compacta. O custo para amortização em 5 anos, incluso manutenção e operação da ETA resultou num custo de **US\$ 0,80/m³**. Estudos feitos em Santo André em julho de 1998, para viabilidade do reuso de água em Santo André, chegou a preços de **R\$ 0,74/m³** a **R\$ 0,90/m³** ou seja **US\$0,78/m³** a **US\$ 0,95/m³** (1,00 US\$=R\$ 0,95).

Tivemos informações no curso de Tecnologia e Controle de Tratamento de água realizado em 1994, proferido pelo Prof. Danillo de Azevedo, que a indústria “Linhas e Corrente” retirava água do rio Tamanduatéi, com amortização de 7 anos, manutenção e operação incluso a um custo de **US\$ 0,70/m³**. Segundo o professor Danillo Azevedo é muito comum uso de 7 anos em amortização para indústrias nestes casos.

Adotamos o custo de **US\$ 1,05/m³**.

f) adquirir água por caminhão tanque

Muitas indústrias de Guarulhos preferem comprar água de caminhão tanque a **R\$2,50/m³** (**US\$ 1,38/m³**) como alternativa, pois, assim evitar de usar a água do SAAE e pagar a tarifa de esgoto que é de **R\$ 11,00/m³** (**US\$ 6,08/m³**).

O uso do caminhão tanque deverá ser usado como alternativa de emergência, por exemplo, na manutenção de poços tubulares profundos, que de modo geral demoram cerca de dois a três dias no caso de manutenção preventiva e nunca para uma situação normal de abastecimento.

j) reciclar o esgoto sanitário e industrial

Não é usual no Brasil, mas é nos Estados Unidos e na Europa, o reaproveitamento total dos efluentes domésticos e industriais.

No Brasil se faz normalmente nas indústrias pré-tratamento dos efluentes industriais de esgotos para atender o artigo 18 da Lei Estadual que é usada pela CETESB. São verificados alguns parâmetros fundamentais como pH, temperatura, sólidos sedimentáveis e outros. Na verdade não se trata de um tratamento completo. É um tratamento preliminar.

Caso fosse feito um tratamento completo dos esgotos sanitários industriais, poderia ser feito o seu reaproveitamento.

Deverão ser feitos estudos de benefício/custo para se decidir da conveniência da reciclagem dos esgotos e verificar também se existe espaço disponível dentro da indústria para isto.

Os custos de reciclagem são aproximadamente de US\$ 1,05/m³

k) Adquirir água industrial por tubulação e medidor

Caso existisse uma rede de água industrial (rede dual: água potável + água industrial) que passasse em frente a indústria, poderia ser solicitada ligação de água, e a indústria contaria com água industrial para resfriamento, caldeiras, rega de jardins, uso nas descargas dos banheiros etc.

O custo do m³ poderia ser aproximadamente de US\$ 1,05/m³ ou seja R\$ 1,81/m³, 33% do preço do SAAE (US\$ 3,04/m³).

l) Fazer a conservação da água através de peças sanitárias que economizem água e fazer campanha educativa de economia de água e verificação do uso da água nos processos industriais, para ver o que pode ser economizado

A água dentro da indústria pode ser economizada através de peças que economizem água, como bacias sanitárias que dão 6 (seis) litros/descarga, metade do consumo de água das bacias antigas. O uso de torneiras de fecho automático, chuveiros especiais, acionamento de torneira no pé em cozinhas, etc.

Deveriam ser revistos as rotinas industriais do uso da água de modo a diminuir o seu uso, sem prejudicar a qualidade do produto a ser fabricado.

Os empregados poderiam ser orientados a economizar água.

Pode-se obter economia até 30% do volume de água.

Resumo das alternativas:

Tabela 5-Alternativas para água industrial em US\$/ m³

Alternativas	Custo do m ³ da água em dólar incluso amortização e energia elétrica (US\$/ m ³)
Usar água potável do SAAE; água industrial: R\$ 5,50/m ³ para água e R\$5,50/m ³ para esgoto	3,05
Usar água de poço tubular profundo	1,55
Reciclar esgoto sanitário e industrial de uma fábrica vizinha	1,05
Retirar água de um córrego ou rio próximo	1,05
Reciclar o esgoto sanitário e industrial.	1,05
Usar água de chuva	2,50
Adquirir água industrial por tubulação e medidor (Reuso)	1,05
Adquirir água por caminhão tanque. Janeiro/2000 R\$ 2,50/m ³	1,38
Conservação da água: novos dispositivos e campanha educativa	<i>Economia até 30%</i>

US\$ 1,00=R\$ 1,81 (13/01/2000)

Demanda Industrial

As indústrias usam água para consumo doméstico e água para uso industrial. O consumo doméstico tem que ser uma água potável de acordo com a Portaria 36/90 do Ministério da Saúde, enquanto que a água industrial pode ser uma água não potável, mas com alguns limites toleráveis para uso em resfriamento e caldeiras.

É muito difícil obter as informações de demanda das indústrias que estão na Cidade Satélite Industrial, em Bonsucesso e no Jardim Santo Afonso. É necessário que seja feito Questionário Industrial para todo o universo de dados e não uma amostragem. Devemos obter o número de pessoas empregadas e o consumo das mesmas em água potável e água industrial e as previsões futuras.

Todas as obras podem ser moduladas. Assim em Bonsucesso poderia ser feitos dois módulos de 70 L/s cada. Na Cidade Satélite Industrial de Cumbica, poderiam ser feitos dois módulos de 100 L/s cada. No Jardim Santo Afonso a vazão estimada é de 100L/s, podendo ser feito dois módulos de 50 L/s cada.

Local a retirar água industrial

Na Cidade Satélite Industrial de Cumbica a melhor opção para captação de água, é do Rio Baquirivu, sendo necessário outorga do Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE).

Em Bonsucesso a melhor opção é retirar água bruta do Córrego Guaraçau e no Jardim Santo Afonso, a melhor situação é retirar água bruta do Rio Tietê.

Amortização de Capital

Adotaremos os dados do livro Conservação da Água publicado em 1999.

Foi considerado perdas de água de 15%, prazo de financiamento de 20 anos e juros anuais de 10,75%, foi obtido para a amortização de capital o custo de **US\$ 0,57/m³**.

Custo final

O custo final por m³ para operação com vazão máxima, incluindo amortização de capital, custos operacionais da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) e custos de manutenção e operação da rede de distribuição da água industrial é o seguinte:

Tabela 6-Custo do m³ da água industrial para a região de Bonsucesso, Cidade Satélite Industrial de Cumbica e Jardim Santo Afonso Guarulhos

Discriminação	Custo estimado US\$/ m³	Porcentagem (%)
Amortização de capital 20 anos, 10,75% ao ano	0,57	54%
Manutenção e Operação da rede de distribuição	0,25	24%
Custos operacionais da ETE	0,23	22%
Total	1,05	100%

Fonte: Livro Conservação da Água, Plínio Tomaz, 1999

Aproximadamente os investimentos serão:

Tabela 7-Estimativas de demanda, rede e custo das obras nas três regiões de Guarulhos com objetivo de implantar água industrial

Região	Vazão (L/s)	Rede de água industrial (km)	Custo das obras em US\$
Bonsucesso	140	25	18.000.000
Satélite Cumbica	200	35	20.000.000
Jardim Santo Afonso	100	18	10.000.000
Total	440	78	48.000.000

As obras deverão ser feitas em dois módulos, devendo se dar prioridade a região escolhida.

Conclusão

O SAAE de Guarulhos é responsável pelo abastecimento de água potável e coleta de esgoto sanitário. Apesar de o SAAE estar fazendo um ótimo trabalho no sistema de distribuição de água potável e esgoto sanitário, não tem recursos externos para novas obras, para oferecer ao industrial uma água a baixo custo. Há intenção do governo federal de não fazer empréstimo (exemplo: BNDES, CEF) para autarquias e sim somente para companhias privadas.

Para a viabilidade da água industrial, é necessário a existência ou criação de uma companhia ou cooperativa especial para isto, para que sejam obtidos os financiamentos. É necessário que se façam estudos mais detalhados nas três áreas escolhidas, para melhor definição dos custos e verificação da demanda da água industrial. Estes estudos deverão ter a participação do SAAE de Guarulhos, da Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Guarulhos (PMG), da Secretaria da Indústria e Comércio da PMG, Proguaru e da FIESP/CIESP seção de Guarulhos e da sociedade civil de Guarulhos.

A decisão de se implementar a água industrial, Guarulhos dará um exemplo ao Brasil e facilitará o estabelecimento de novas indústrias em nosso município.

4.7 Consertos de vazamentos nas casas evitam o desperdício

A *perda* de água no sistema de distribuição de água potável não deve ser confundido com o *desperdício* que se dá nas casas após a água passar pelo hidrômetro.

Nos Estados Unidos é comum os concessionários dos serviço de água, com encanadores do próprio serviço ou contratados, vão as residências ensinar como achar vazamentos, distribuindo tabletes de corantes para uso nas bacias sanitárias e instalando arejadores de água nas torneiras da cozinha, colocando tijolos nas caixas de descargas e regulando o consumo dos chuveiros. Muitas vezes estes serviços são feitos gratuitamente e algumas vezes são cobrados. Os tijolos nas caixas de descargas é para diminuir o volume de água da mesma.

O custo desses serviços de encanador nas residências, nos Estados Unidos é cerca de US\$15,00/residência e a economia de água alcançada foi de 20%, podendo atingir até 32% no consumo. Nas visitas os encanadores informam da existência de bacias sanitárias de baixo consumo, isto é, com 6 litros/descarga. A intenção dos americanos é promover a divulgação de peças sanitárias e aparelhos que economizam água.

É comum nos Estados Unidos os serviços de água oferecerem desconto para quem instale bacias com 6 litros/descarga. A cidade de *Tempe* (Arizona, USA), oferece bônus de 50% das despesas com a nova bacia sanitária até o valor de US\$75,00. Para a rega de jardins a mesma cidade ajuda até com US\$100,00 para que se use grama que consome pouca água e que se construa sistema de irrigação eficiente.

Em Denver nos Estados Unidos, o serviço de água, fez novas instalações de água em casas de pessoas pobres com grande quantidade de vazamentos. Preferiram investir em novas instalações prediais de água fria e quente do que fazer uma tarifa social com baixos custos para o usuário.

Há tempos fizemos aleatoriamente com vereadores de Guarulhos, constatação *in loco* de casas com consumo exagerado e encontramos grande quantidade de vazamentos, tanto visíveis como invisíveis. Os vazamentos estavam principalmente nas bacias sanitárias.

Foi comum também se ver no bairro de Vila Augusta em Guarulhos, consumo muito grande nas casas devido ao uso indiscriminado de piscinas portáteis de pequeno volume de água usada pelas crianças, sendo a água renovada diariamente.

Existem no mundo firmas especializadas para achar vazamentos usando equipamentos eletrônicos sofisticados. Mesmo no Brasil já existem filiais daquelas firmas, que procuram vazamentos nos prédios residenciais, comerciais e industriais. Entre elas podemos citar a *American Leak Detection* (São Paulo, Ibirapuera rua Henrique Martins, 465 telefone: 011- 887-0010).

A Sabesp graças a equipe do dr. Paulo Massato fez varias pesquisas de vazamentos em diversos prédios, como cozinhas industriais, armazéns, escolas, escritórios comerciais, edifícios públicos, hospitais, obtendo resultados impressionantes, conforme se pode ver na Tabela (5).

Devemos salientar que além da procura de vazamentos visíveis e invisíveis foram instaladas torneiras de acionamento com o pé nas cozinhas, arejadores tipo econômico nas cozinhas, campanha educativa, torneiras de fecho automático, válvulas de fecho

automático, torneiras eletrônicas e em alguns casos bacias sanitárias de 6 litros/descarga. A economia de água variou de 16% a 52%.

Na Tabela (8) observamos que o Hospital das Clínicas após a localização de vazamentos, o consumo baixou de 255litros/leito/dia para 202litros/leito/dia, havendo redução de consumo de 21%. O retorno das despesas (*pay-back*) feitas no hospital das Clínicas foi de 0,20 mês ou seja 6 dias. Na prática o *pay-back* variou de 6 dias a 9 meses, sendo usual um mês.

O *pay-back* é o tempo em que a economia de água em valor econômico é igual as despesas feitas para tal economia.

Tabela 8- Redução de consumo de água em diversas categorias de consumo localizando vazamentos e instalando aparelhos economizadores de água.

Categoria de Consumo	Quota per capita (Antes) (litros/func/dia)	Quota per capita (Depois) (litros/func/dia)	Redução de consumo de água	Período de Pay-back (mês)
Escritório comercial	57	47	16%	9
Edifício da SABESP (sede)	83	32	62%	8
Cozinha da Ford	39	19	52%	1
Cozinha Ford Ipiranga	42	20	52%	1
Cozinha da SABESP (sede)	33	16	66%	0,5
Hospital das Clínicas	255 litros/leito/dia	202 litros/leito/dia	21%	0,20
Armazéns – Ceagesp	40 litros/pessoa/dia	27 litros/pessoa/dia	37%	0

Fonte: SABESP- Programa de economia de água em edifícios (<http://www.sabesp.com.br>)

Dicas para conservação d' água em residências

Inspecionando mais de 40 sites na internet em português e inglês e com as experiências que tivemos no SAAE de Guarulhos, fizemos o resumo de dicas para economizar água em uma residência.

Banheiro

Verificar se não há vazamentos nas torneiras e nas tubulações;

Feche a água enquanto estiver escovando os dentes ou fazendo a barba;

O banho no chuveiro não deve ultrapassar 5 (cinco) minutos. Desligue o chuveiro enquanto estiver usando o sabonete;

Um misturador de cozinha gasta 12 litros/minuto. Em 5 minutos gasta 60 litros;

Um chuveiro gasta 15 litros/minuto. Em banho de 5 minutos gasta 75 litros. Em banho de 10 minutos gasta 150 litros;

Use chuveiros com restritor de vazão e que portanto economizam cerca de 30% da água (Deca);

Uma torneira de lavatório gasta 10 litros/minuto. Em 1 minuto gasta 10 litros. Em 5 minutos gasta 50 litros;

Verifique periodicamente a bacia sanitária. Se a mesma for com caixa de descarga, coloque um pouco de alguma substância colorida na água. Espere alguns minutos e se você ver a cor na água da bacia sanitária então há vazamento. Se a bacia sanitária tem válvula de descarga, esvaziar a água contida no fundo da bacia e ver se a mesma enche de água através de vazamento da válvula. Isto pode ser feito com cinza de cigarro. Coloque cinza de cigarro e se a mesma está sendo deslocada existe vazamento;

Instale de preferências bacias sanitárias com caixa acoplada com 6 litros/descarga. As válvulas de descargas apresentam o grande risco de retrossifonagem, pois pode haver mistura de água limpa com água suja.

Cozinha e Lavanderia

As máquinas de lavar roupas e pratos são mais eficientes quando elas estão funcionamento a plena carga, isto é, na sua capacidade máxima. Evite usar um ciclo extra. Não ultrapasse a carga recomendada pelo fabricante. Adquira uma máquina de lavar roupas ou pratos que economize água. Existem máquinas de lavar roupas e pratos que usam 100 litros e 18 litros respectivamente;

Utilizar a quantidade de água correta para preparar alimentos sem exageros;

Um misturador de cozinha gasta 12 litros/minuto. Durante 5 minutos gasta 60 litros;

Instale torneiras na cozinha com arejador;

Uma torneira gasta 12 litros/minuto;

Quando lavar pratos com as mãos não deixe a água ficar correndo livremente. Tampe a cuba para proceder a limpeza. Lave tudo de uma vez. Os pratos ficam secos em duas horas aproximadamente;

Lave verduras, frutas e pratos com a cuba da pia cheia.

Fora da casa e dados gerais

Controle o consumo de água de sua casa. Uma pessoa gasta em média $5\text{m}^3/\text{mês}$. Assim uma casa com 4 pessoas deverá gastar em média $4 \text{ pessoas} \times 5\text{m}^3/\text{mês} = 20\text{m}^3/\text{mês}$. Pode haver uma variação para mais ou para menos de 30% (trinta por cento), o que ainda será considerado normal. Quando estiver fora da faixa dos 30% haverá problema de vazamentos ou desperdícios.

Quando lavar o carro use sabão e água num balde. Use uma mangueira com esguicho na ponta para fechar a água ou use máquina Vap que possui consumo reduzido;

Conserte os vazamentos visíveis, tais como vazamentos em torneiras, no ladrão da caixa d'água, nas máquinas de lavar roupa e pratos. A média em 100 casas é de 25 vazamentos nas torneiras e 25 nas bacias sanitárias;

Use uma vassoura e balde para limpar as calçadas e passeios;

Verificar vazamentos nas instalações internas, utilizando o método do copo e outros;

Verificar se não há vazamentos nos reservatórios;

No caso de sprinklers para rega de jardins não regar os passeios e calçadas. Verifique constantemente o sistema de sprinklers;

Um sprinklers gasta de 10 litros/minuto a 35 litros/minuto. O sprinkler deve trabalhar duas vezes por semana funcionando menos que uma hora;

Uma torneira de jardim ou de tanque gasta 12 litros/minuto. Em 5 minutos gasta 60 litros. Em 10 minutos gasta 120 litros;

Regue seu jardim sempre no terceiro dia. Regue ao amanhecer ou entardecer quando a temperatura do dia está mais baixa para evitar a evaporação;

Reaproveitar a água das máquinas de lavar roupa para lavagem de pátios;

Não regar jardins em dias de chuva ou quando acabou de chover;

Para irrigação de jardins instalar aparelhos automáticos que levam em conta a precipitação das chuvas;

Use gramas que usam pouca água;

Cubra a piscina para evitar evaporação. Verifique as tubulações, o sistema de filtração e as paredes da piscina para saber que não há vazamento;

Dicas gerais para economizar água

Ensine as crianças as medidas de conservação da água. A água não deve ser usada como um brinquedo.

Evite comprar brinquedos que usem a água.

Ensine os empregados das medidas de conservação da água.

Encoraje as escolas nas medidas da conservação da água;

Ensine os amigos e vizinhos das medidas de conservação da água.

Sugestões gerais para economia de água em comércio

Os postos de gasolina e lava-rápidos podem economizar água, fazendo a reciclagem da mesma, podendo ser obtido redução de até 80% do consumo;

Os edifícios de escritórios podem diminuir o consumo de água, fazendo-se uma verificação em todas as bacias sanitárias e torneiras;

Em restaurantes pode-se obter economia verificando-se as bacias sanitárias, torneiras de lavatórios, mictórios e torneiras nas cozinhas.

5 Medidas não convencionais para conservação da água

As medidas não convencionais para conservação da água são o uso do *grey water*, o uso da água de chuva, bacias sanitárias para compostagem, dessalinização e aproveitamento de água de drenagem do subsolo em prédios de apartamentos.

5.1 Grey Water

O uso do *grey water* (ou *gray water*) é muito grande nos Estados Unidos principalmente na Califórnia. *Grey water* é o esgoto residencial provindo da torneira do banheiro, do chuveiro, da banheira, da máquina de lavar roupas. Não inclui os esgotos das bacias sanitárias (*black water*), das torneiras das cozinhas e nem das máquinas de lavar pratos. Na Figura (11) temos um modelo de tratamento de *grey water* para o uso do efluente na irrigação de jardins usado nos Estados Unidos.

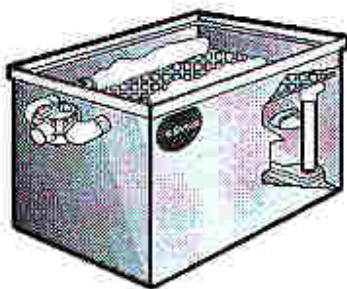


Figura 11- Tratamento de esgoto (grey-water) para uso na irrigação
Fonte: internet: Jade Mountain

Em 1986 em uma palestra na Escola Politécnica, um engenheiro Sueco afirmou que pesquisas efetuadas naquele país, mostrou que os esgotos da pia da cozinha (água servida) eram tão perigosos a saúde pública como os esgotos provindos das bacias sanitárias.

Na Califórnia o uso do *grey water* é legalizado e usado somente para irrigação abaixo da superfície através de tubulações enterradas. Existem para serem adquiridos na Califórnia cerca de 20 sistemas que usam o *grey water* cujo custo varia de US\$200,00 a US\$1000,00. O uso da *grey water* reduz o consumo de água na Califórnia de cerca de 15 a 25%.

Não há odor e o uso do *grey water* também pode ser usado para descargas das bacias sanitárias.

5.2 Bacias sanitárias para compostagem

Embora seja completamente desconhecido no Brasil, nos Estados Unidos usam-se muito bacias sanitárias que fabricam um adubo natural, isto é, fazem a compostagem conforme Figura (12). Nas bacias sanitárias com compostagem é usado processo aeróbio para quebrar o material orgânico produzindo o CO₂. É instalado em residências e em prédios menores que três pavimentos. Nestas bacias sanitárias para compostagem praticamente não se usa água, havendo economia da mesma em cerca de 28%. Periodicamente é necessário uma pequena manutenção.

Nos Estados Unidos e Canada existem 20.000 banheiros públicos onde se usam as bacias com compostagem do tipo Sueco denominada *Clivus Multrum*.

O custo de uma bacia de compostagem varia de US\$750,00 a US\$1200,00. Não produz odor, fácil instalação e necessita de ventilação. Na prática são adicionados materiais de carbono para melhorar a eficiência da compostagem.



Figura 12- Bacia de Compostagem
Fonte: internet Jade Mountain

5.3 Aproveitamento de águas de chuvas

O aproveitamento de águas de chuva é bastante velho. Existe lei de 870 a.C., feita pelo rei Mesha dos Moabitas obrigando as casas a aproveitar a água de chuva dos telhados.

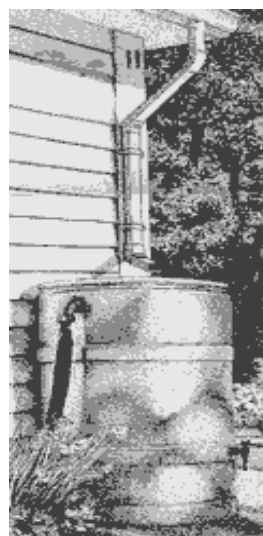


Figura 13- Aproveitamento de água de chuva com reservatórios de plástico.

A Figura 13 mostra 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 é usada em algumas cidades do Nordeste.

De modo geral a água de chuva é acumulada em cisternas. Em Hamburgo na Alemanha a água de chuva é muito usada para as descargas nas bacias sanitárias e servem para aliviar o pico das vazões de enchentes. A prefeitura de Hamburgo fornece US\$ 1500 a US\$ 2000 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 basebal 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 a galeria de águas pluviais de diâmetro de 400mm e daí vai para a cisterna de 160m³. A água de chuva é filtrada e desinfetada com raios ultra violeta e usado em média 35 litros/pessoa/dia.

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).

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

5.4 Dessalinização de água do mar ou salobra

A dessalinização da água do mar ou de águas salobras está sendo usada desde a década de 1950. As técnicas de dessalinização são duas, a osmose reversa e destilação. São muito usadas no oriente médio nos países detentores de petróleo.

Cada vez mais são conseguidos menores custos da água de produção dessalinizada. Chegou-se a preço de US\$0,50/m³ a US\$0,80/m³ para dessalinização da água do mar e de US\$0,20/m³ a US\$0,35/m³ para a água salobra. O uso da dessalinização efetuado junto as Usinas Termelétricas próximas dos litorais, reduzirá cada vez mais o custo da produção.

No atual estágio de desenvolvimento da dessalinização no mundo, confirmou dois processos básicos (*World Water, june, 2000*). Para dessalinização da água do mar é usada a destilação através do processo *Multi-Stage Flash (MSF)* que é o melhor. Para água salobras o processo mais eficiente e econômico é da Osmose Reversa (RO) muito usado no nordeste do Brasil devido a pesquisas e incentivo da Universidade de Campina Grande na Paraíba.

Na Arábia Saudita existe desde 1978 estação dessalinizadora para 59.000m³/dia e em Trinidad de 113.000m³/dia.

Haverá um ponto em que os preços não mais cairão, como aconteceu com a energia elétrica de origem nuclear. Talvez o custo super-baixo da dessalinização nunca aconteça.

Na ilha de Malta a dessalinização é responsável por 45% da água local. Nos Estados Unidos é muito usada a dessalinização nos estados da Califórnia e da Flórida.

O custo europeu de dessalinização da água do mar é de US\$ 0,70/m³.

Na prática a tendência mundial é a utilização dos esgotos sanitários tratados (reuso) ao invés da dessalinização. Para o reuso é usado com muito êxito a ultra-filtração.

Produção de energia elétrica e osmose reversa

É usado há muitos anos um processo de fornecimento de energia elétrica através de usinas térmicas, sendo usado para dessalinização termal da água do mar a energia do calor produzido. É a tecnologia MSF (*Multi-Stage Flash*), que é ainda muito usado no Oriente Médio.

Atualmente surgiram novas tecnologias, como a osmose reversa (RO) e o sistema GTCC (*Gas Turbine Combined Cycle*).

A osmose reversa já é bastante conhecida. Nela a água do mar é bombeada a pressão de 69 bar a 82,7 bar ou seja 1000 psi (1,00mH₂O=0,70 psi) a 1200 psi, e bombeada através de uma membrana. Tem como vantagem, que os projetos são simples, a operação também não é complicada A manutenção é fácil, a seleção do local de construção para a instalação de osmose reversa também não apresenta problemas e não existe problemas sobre poluição ambiental.

Quanto ao sistema GTCC utiliza combustível a elevada pressão em um combustor onde se produz vapor quente que move turbinas. Este sistema pode usar o petróleo ou gás natural, como combustível. O oriente médio tem 2/3 do gás natural do mundo, sendo o outro 1/3 da Rússia.

O uso desta energia GTCC fornecerá eletricidade para a produção de água dessalinizada do mar através de osmose reversa. Se houver problema na produção de energia elétrica através da GTCC e como as estações de energia elétrica estão interligadas, a energia elétrica do sistema de redes elétricas, irá funcionar as plantas de osmose reversa.

Mesmo nas ocasiões em que não há consumo de energia elétrica na usina termelétrica ao lado, será usado a energia elétrica para a produção de água.

Daí se vê a grande flexibilidade do uso da energia GTCC para os projetos de osmose reversa, que produzira água dessalinizada.

A dessalinização termal está bem e viva

Quando surgiram as membranas de osmose reversa, devido aos baixos custos de investimentos, pensou-se que tinha acabado a dessalinização por destilação, mas isto não aconteceu, os processos de destilação ainda estão vivos e passam muito bem.

Nos processos de osmose reversa, é usado a eletricidade para o bombeamento a alta pressão, nas membranas. Assim a água salobra ou água do mar é dessalinizada. Como regra prática, as membranas rejeitam 99% de sal. Em outras palavras, 1% de sal fica na água. Para a água do mar que usualmente tem TDS (sólidos totais dissolvidos) de 410 mg/litro a 500 mg/litro, sendo predominante o cloreto de sódio (NaCl).

No processo de destilação, a água do mar ou salobra é aquecida até o ponto de ebulição, que se dá a 100°C, dependendo da concentração de cloreto de sódio. No processo de destilação ou seja dessalinização termal, a água do mar produz tipicamente 2 mg/litro a 10 mg/litro de TDS em um simples estágio, principalmente de cloreto de sódio.

Quanto a corrosão das tubulações, a água destilada apresenta menos problemas que a água que passa na osmose reversa.

Os custos de dessalinização térmica são de US\$ 0,70/m³.

Na dessalinização térmica se necessita de 4 kwh/m³ a 6 kwh/m³ de água produzida para bombeamento. Os vapores estão usualmente a 3 bar a 5 bar é usado para aquecimento da água do mar de 105°C a 115°C.

Os processos de dessalinização térmica estão sendo feitos em vazões da ordem de 231 L/s a 289 L/s (20.000 m³/dia a 25.000 m³/dia).

São conhecidos três tecnologias fundamentais para dessalinização da água do mar, usando o calor. A tecnologia MSF (*Multi-Stage Flash evaporation*), MED (*Multiple effect distillation*) e VC (*Vapor Compression*)

A primeira tecnologia é a MSF que está em funcionamento desde 1960. As maiores instalações de dessalinização do mundo estão na tecnologia MSF.

Na tecnologia MSF, as instalações de dessalinização são construídas próxima a uma Termoelétrica, com o objetivo de se aproveitar o calor gerado para produzir eletricidade.

É usado principalmente o calor ou o vapor que não estão aproveitados para produção de energia elétrica. Desta maneira a tecnologia MSF aproveita o que se chama “*waste heat*” ou “*waste steam*”.

Na tecnologia MSF o vapor da água que vai ser dessalinizada percorre cerca de 40 câmaras ou estágios, sempre operando a uma pressão mais baixa que a anterior.

A tecnologia MED a destilação é feita numa série de câmara sendo o abaixamento da pressão progressivo. Opera a temperatura de 65°C a 80° C, havendo redução de deposições e corrosão, sendo melhor que o método antigo MSF.

A tecnologia VC não é tão eficiente quanto as duas anteriores MSF e MED, entretanto é muito usada para pequena produção de água dessalinizada com menos de 480 litros/minuto. A tecnologia VC usa o calor da compressão do vapor ao invés da troca direta de calor das caldeiras que produzem o vapor, para evaporar a água.

Os americanos prevêem que nos próximos 20 anos serão aplicados cerca de 70 bilhões de dólares em dessalinização. Os lugares que têm falta de água e estão perto do mar, estão investindo em dessalinização. Desta maneira as cidades do Sul da Califórnia, tais como *San Diego, Irvine, Los Angeles* e *Santa Barbara* estão investindo em dessalinização para obtenção de água potável para consumo doméstico e comercial.

Segundo *Phillipe Kessler*, diretor de uma subsidiária da firma francesa *Generale des Eaux*, especializada em abastecimento de água, afirma que os custos da dessalinização com as privatizações continuam a cair, sendo que será criadas condições satisfatórias para que as municipalidades e as entidades privadas, considerem a dessalinização como uma solução para as necessidades de água.

O uso híbrido da dessalinização, combinada com a osmose reversa é o que está apresentando resultados satisfatórios. O uso da nanofiltração evitará o depósito de materiais, o que aumentará a eficiência da dessalinização térmica.

Membranas de poliamidas ou acetato de celulose para tratamento de água

Os recentes desenvolvimentos da tecnologia das membranas, incorporou o uso das mesmas, além dos processos industriais já bastante conhecidos, em tratamento de água e tratamento de esgotos sanitários.

As membranas podem ser colocadas em um quadro para serem facilmente distinguidos, a microfiltração, a ultrafiltração, a nanofiltração e osmose reversa, conforme o tamanho dos poros em nm (1 nanômetro = 10^{-9} m) conforme Tabela (9).

Tabela 9-Tipos de membranas usadas

Tipo de membrana	Tipo de poros	Diâmetro dos poros
Microfiltração (MF)	macroporos	> 50 nm
Ultrafiltração (UF)	mesoporos	2nm<tamanho poro<50nm
Nanofiltração (NF)	microporos	< 5 nm
Osmose Reversa(RO)	microporos	<2 nm

Nota: 1nm (um nanômetro) = 10^{-9} m

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 a aplicação da osmose reversa em dessalinização já é bastante conhecido.

Nas aplicações industriais, é muito usado a osmose reversa para a remoção de metais pesados. A indústria de papel e textil irá usar no futuro a osmose reversa.

Até hoje um grande problema no uso de membranas é deposição de partículas, o qual será resolvido com as pesquisas que estão sendo feitas com o uso de ultra-som.

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.

5.5 Aproveitamento de água de drenagem do subsolo de prédios de apartamentos.

O dr. Isac Moysés Zimelman, exímio projetista de instalações prediais, lembrou-me de não esquecer da necessidade do aproveitamento da água de drenagem do subsolo de apartamentos. É preciso conscientização para o aproveitamento desta água.

Em prédios de apartamentos em geral as garagens são feitas através de escavações no subsolo. Frequentemente é encontrada água dos lençóis freáticos que são bombeadas para as águas pluviais ou as redes de esgotos sanitários dos serviços públicos.

Uma alternativa é usar estas águas para a rega de jardins, plantas e limpeza de pátios. Verifiquei em Guarulhos um prédio que usa esta água além dos usos referidos, em lavagem de carros para os moradores do condomínio. As águas não devem ser usadas para fins

potáveis, pois não há controle de qualidade, mas podem ser usadas para descargas de bacias sanitárias.

Os órgãos públicos não podem cobrar a tarifa de esgoto quando for para a rega de jardins, plantas e lavagem de pátios. Na verdade deveria haver um incentivo.

Orientei há tempos um condomínio com quatro prédios de 20 andares e com o total de 320 apartamentos. Com o uso da água de drenagem do subsolo, houve uma economia de 15% no suprimento de água público para o prédio. A média por apartamento que era de 20m³/apartamento passou para 17m³/apartamento. O uso foi rega de jardins lavagem de pátios. Não houve cobrança da tarifa de esgoto.

6 Metodologia para conservação da água em indústrias

O ambiente em que procuramos fazer a conservação da água é dentro da indústria.

A indústria pode possuir uma ligação de água do serviço público e um reservatório e daí a água é distribuída para vários setores. É como se fosse um sistema de abastecimento municipal, em que a água vai para um grande número de usuários. Cada usuário terá que possuir um medidor para se constatar o consumo e desta maneira, cada setor da indústria deverá possuir um medidor, pois, como diz *Lord Byron*, só se conhece um problema quando se consegue medir.

Sistema é um conjunto de elementos ligados por um conjunto de relações (De Lesourne in Branco,1999).

O Sistema de Abastecimento de Água dentro da indústria tem os seguintes *caracteres estruturais* (De Rousnay in Branco,1999). Podemos possuir sistema com água fria e com água quente.

Limites: é a definição da fronteira do sistema. Uma indústria poderá possuir um sistema de abastecimento de água ou vários sistemas e estes sistema poderão ainda estar interligados fisicamente.

Reservatório: é onde se acumula a água. O sistema de abastecimento poderá possuir um reservatório ou ser alimentado através de outro sistema.

Elementos: são os componentes do sistema que podem ser separados por categorias ou grupos. São os consumidores de água, como caldeiras, torres de resfriamento, água para cozinhas, água para banheiros, etc.

Redes de tubulações: possibilita o abastecimento de água do reservatório para os elementos do sistema.

Os *caracteres funcionais* do Sistema de Abastecimento de Água são

Vazões: é o fluxo da água que sai do reservatório e vai para os elementos do sistema. As unidades podem ser: L/s, m³/h, m³/dia, m³/mês.

Válvulas reguladoras (registro de gaveta): *controlam o abastecimento de cada elemento, podendo aumentar ou diminuir a vazão.*

Medidores (hidrômetros): medem a vazão de saída do reservatório, sendo neste caso o hidrômetro denominado de Master ou seja o principal e medem a vazão que cada elemento abastece.

Retroação (feedback): é a comparação das vazões de entrada com as vazões de saída, para manter o equilíbrio das mesmas.

Válvula de retenção: evita o refluxo da água.

O Sistema de Abastecimento de Água é aberto. A água entra no sistema e vai para o reservatório e daí distribuí pela rede para os elementos e destes vai para o consumo direto, abastecendo caldeiras, torres de resfriamento etc. A energia elétrica também entra no sistema para acionar bombas centrífugas ou *booster* na rede de tubulações.

Entrando a água no reservatório e sendo esta distribuída na rede de tubulação, o sistema se manterá em *equilíbrio dinâmico*, com garantia contínua de fluxo da água e de energia elétrica.

No equilíbrio é visível o nível do reservatório. É o efeito *macroscópico*.

O efeito *microscópico* é invisível. Assim a soma de vazões que abastece os elementos deve ser a vazão de saída.

Sistema de Abastecimento de Água nº 1

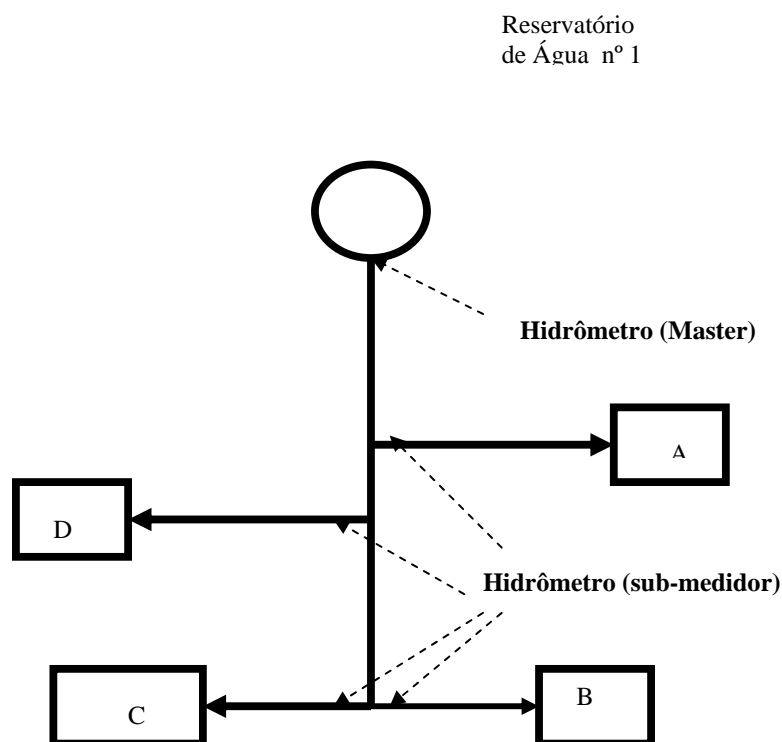


Figura 14 - Esquema da distribuição de água na indústria nos elementos (A,B,C,D,...)

Métodos não convencionais

Após estas medidas deverão ser estudados métodos não convencionais, como o aproveitamento de águas de chuvas e o aproveitamento dos esgotos tratados (reuso).

As águas de chuvas podem ser usadas na rega de jardins, lavagem de pátios e uso em bacias sanitárias, devendo ser construído cisternas para armazenamento da mesma.

O aproveitamento dos efluentes dos esgotos sanitários tenderá a diminuir o volume de esgoto a serem lançados na rede pública.

6.1 Atividades

Objetivo: economia de água em todos os elementos do sistema de abastecimento de água, devendo ser reduzido o volume mensal de água, por exemplo, em 30% no prazo de 8 meses.

Treinamento de pessoal: através de palestras deverá ser mostrado a todos a necessidade de economia de água do ponto de vista financeiro e da conservação da água. Deverá ser entregue apostila e projeções sobre a metodologia que será aplicada (*motivação*).

Seleção dos Sistemas de Abastecimento de Água: deverá ser decidido quais os sistemas que deverão ser considerados, bem como deverá ser estabelecido *prioridade* para cada Sistema de Abastecimento de Água.

Instalação de medidores, válvulas reguladoras e válvulas de retenção: no Sistema de Abastecimento de Água prioritário, deverá ser o hidrômetro Master e os outros medidores bem como válvulas reguladoras para permitir o controle do fluxo da água e válvulas de retenção para evitar o retorno da mesma. Os medidores e válvulas poderão possuir acionamento manual ou a distância com ou sem fios (telemetria).

Leitura dos medidores: deverá ser feita aproximadamente por uns três meses a leitura do medidor Master e dos sub-medidores dentro do Sistema de Abastecimento de Água escolhido.

Localização de vazamentos visíveis e invisíveis na rede do Sistema de Abastecimento de Água: para a localização dos vazamentos invisíveis na rede poderá ser contratado firma que utiliza equipamentos eletrônicos para localizar fugas de água. Os vazamentos deverão ser reparados.

Estabelecimento de prioridades dos elementos dentro do Sistema de Abastecimento de Água: dentro do Sistema de Abastecimento de Água escolhido, deverá ser estabelecido prioridades para as medidas de conservação da água, levando em conta dois conceitos: *facilidade de resolver o problema e grande consumo de água*.

Auditoria final: verificar a economia real atendida e verificar os custos despendidos fazendo o *pay-back*., verificando em quantos meses se paga o investimento feito. Usar em Guarulhos US\$3,05/m³ para a tarifa de água e US\$3,05/m³ para tarifa de esgoto sanitário.

Revisão do objetivo: após a auditoria deverá ser estabelecido novo objetivo e começar novamente.

7 Estudo do caso: reduzir as despesas com água potável e esgoto sanitário em uma indústria de alimentação.

As variações de consumo das indústrias são muito grande, mesmo considerando uma determinada categoria. Isto se deve ao maquinário existente, tecnologia aplicada, etc.

A melhor maneira para se diminuir o consumo de água dentro de uma indústria, é conhecer o consumo de água de cada setor da mesma. Na indústria de alimentos o uso da água está aproximadamente assim distribuído conforme Tabela (10):

Tabela 10- Uso da água em 5 indústrias de alimentos em Denver, Colorado

Uso da água	Uso da água em porcentagem
Água para lavagem	41,9%
Água para resfriamento e aquecimento	19,1%
Água para resfriamento s/ reaproveitamento.	14,4%
Água de processo	12,7%
Desperdício e vazamentos de água	7,6%
Consumo doméstico	3,3%
Outros usos da água	0,9%
Água para lavanderia	0,1%
Uso total da água =	100,0%

Fonte: AWWA, 1995 in Tomaz,2000- Previsão de Consumo de Água

Pesquisas feitas em Portugal sobre a desagregação da água na indústria alimentícia (confeitaria) levou aos seguintes resultados (Tabela 11):

Tabela 11 –Desagregação da água na Indústria Alimentar em porcentagem

Tipo de Utilização da água	Confeitaria
Resfriamento por recirculação	46%
Lavagem de equipamento	35%
Integrante do produto	11%
Lavagem de exteriores	3%
Uso doméstico	3%
Alimentação de caldeiras	1%
Lavagem de material produzido	1%
Total	100%

Santos, 1984 in Tomaz, 2000- Previsão de Consumo de Água

Conforme Tomaz,2000 para a indústria de alimentos e produtos similares, o consumo médio é de 1773 litros/dia/empregado (Dziegielewski,1996). Conforme o Laboratório de Engenharia Civil (LNEC) de Portugal, para confeitaria o consumo é de 694 litros/dia/empregado.

Como se pode verificar existe uma grande variação de consumo. Sendo o consumo médio mensal da indústria de alimentação de 12.797 m³ e sendo de 450 funcionários, teremos a quota per capita de 948 litros/dia/funcionário.

Deverá ser provisoriamente admitido uma meta, por exemplo, atingir 694 litros/dia/empregado, o que significa que teremos que atingir uma economia de água em volume de 27% em um prazo de oito meses.

8 Conclusão

Para as medidas da conservação da água é preciso motivar a sociedade civil, os órgãos governamentais, as indústrias e o comércio, para que as medidas convencionais e não convencionais que estão sendo usadas no mundo inteiro. Cuidados especiais merece a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) que se encontra em situação crítica de abastecimento de água potável.

9 Referências bibliográficas

- *American Leak Detection*, São Paulo, Ibirapuera. Rua Henrique Martins, 465 telefone: 887-0010.
- American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation WEF). *Water Reuse 1998*. Conference Proceedings. Lake Buena Vista, Flórida, 1-4 de fevereiro de 1998. Denver: AWWA, ISBN 0-89867-950-8m 757 pp.
- American Water Works Association (AWWA). *Evaluating Urban Water Conservation Programs: a procedures manual*. 238 pp. Denver: AWWA, 1993, ISBN 0-89867-676-2
- American Water Works Association, American Society of Civil Engineers e American Resources Association. *Proceedings of Conservation 1993*. Las Vegas: AWWA, 12 a 16 de dezembro de 1993.
- American Water Works Association, American Society of Civil Engineers e American Resources Association. *Proceedings of Conservation 1996*. Orlando, Flórida: AWWA, 4 -8 de janeiro de 1996.
- Branco, Samuel Murgel. *Ecossistêmica*. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999, 202 pp.
- Celite (Laufen). 0800-121941 av. Brasil, 1837 SP CEP 01431-000 (011) 3064-9122 Fax (011) 3064-2777. <http://www.celite.com.br>
- Coelho, Adalberto Cavalcanti e Maynard, João Carlos B. *Medição Individualizada de água em apartamentos*. Recife: Editora Comunicarte, 1999, CDU 628.17.08, 174 pp.
- Comitê de Bacia do Alto Tietê. Fundação da Universidade de São Paulo. São Paulo: abril, 2001.
- Deca, <http://www.deca.com.br>. Showroom: Avenida Brasil, 1589 SP 0800-117073. Fábrica: av. Santa Marina, 698/708 Água Branca São Paulo CEP 05037-090 atendimento ao consumidor: 0800 117073. Em Guarulhos: Hidrovan Comércio Ltda Av. Emílio Ribas, 925 (011) 603-5125 e Fax 6441-1042.
- Diário Oficial do Estado de São Paulo. *Recursos Naturais e meio ambiente*. Tomo V Recursos Naturais e Meio Ambiente, volume 110, número 111, sábado 10 de junho de 2000.
- Docol, <http://www.docol.com.br>. Showroom: Av. Brasil. 0800-122944. Fábrica: rua Visconde de Mauá, 67 Joinville Santa Catarina CEP 89204-500 Fone (047) 451-1000 e fax (045) 451-1006
- Dziegielewski, Ben. *Efficient and inefficient uses of water in North American households*. Austrália: Xth IWRA World Water Congress, Melbourne, 12-17 march 2000.
- European Environment Agency. *Environment in the European Union at the turn of the century*. Capter 3.5: Water Stress, junho 2000.
- European Environment Agency. *Sustainable water use in Europe*. Copenhagen: 1999.
- Gleik, Peter H. International Water Resources Association (IWRA), volume 25, Número 1, março de 2000, página 127-138. *The Changing Water Paradigm - a look at twenty-first century Water Resources Development*.
- Incepa (Laufen). <http://www.incepa.com.br>
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT). *Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público*. São Paulo: IPT, 28 a 30 de outubro de 1986.

- International Water Association (IWA). *Water 21- Magazine of IWA*, junho 2000.
- Lei Estadual 9034 de 27 de dezembro de 1994 que dispõe sobre o *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo*.
- Liceu de Artes e Ofício (LAO). Engenheiro *José Roberto Baptistella*. Fone (011) 864-0366. Av. Santa Marina,52 capital. São Paulo. <http://www.laosp.com.br>.
- Mancuso, Pedro Caetano Sanches et al. *Reúso da Água*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental Seção São Paulo- ABES-SP, São Paulo: ABES-SP, 1992.
- Perrier, François. *Les économies d' eau*. Centre Scientifique & Technique du Batiment-France. São Paulo: ABES, setembro 1987.
- *Recycled Water- Rules and Regulations*. Califórnia: junho, 2000.
- SABESP. Programa de economia de água em edifícios. Elaborado pela SABESP, Instituto de Pesquisas Tecnológica de São Paulo (IPT) e Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). Internet: <http://www.sabesp.com.br>
- Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. *Uso racional de água. Controle de Perdas. Seminário. Reúso da Água*. Documenta 5. São Paulo: 2000, 142 páginas.
- Tomaz, Plínio. *Conservação da Água*. Guarulhos: 1999, 294pp
- Tomaz, Plínio. *Previsão de Consumo de Água*. São Paulo: Navegar, 2000, 250pp
- Wonnacott, et al. *Introdução à Economia*. São Paulo: McGraw-Hill, 1985.
- World Water. *Aiming for affordable desalination*. Page 18, volume 23, issue 3, may/june 2000. Reino Unido.