

## ESTUDO ECONÔMICO DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SERVIDAS NUM EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES PARA ÁGUAS RESIDUAIS

*João Bosco Santos Souza<sup>1</sup>, Wagner D Barrella<sup>2</sup>, Biagio Gianetti<sup>3</sup>*

1- Vice reitoria de Pesquisa - Universidade Paulista – CEP : 03067-000 - R. Teixeira de Melo , 127 ap 111 A – São Paulo – SP – Brasil - [jboscosss@ig.com.br](mailto:jboscosss@ig.com.br)

2- Vice reitoria de Pesquisa - Universidade Paulista – CEP : 04026-002 - R. Dr. Bacelar 1212 – São Paulo – SP – Brasil - [barrella@unip.br](mailto:barrella@unip.br)

3- Vice reitoria de Pesquisa - Universidade Paulista – CEP : 04026-002 - R. Dr. Bacelar 1212 – São Paulo – SP – Brasil - [biafgian@unip.br](mailto:biafgian@unip.br)

**Palavras-chave:** Reuso de água ; recursos hídricos ; águas residuárias ; volumes de água poupados ; efluentes pós-tratados

**Área do Conhecimento:** II - Engenharia

### Abstract

At the face of growing difficulty to finding news source for potable water production, this work attempt to give aid to theme about Water Reuse, shows theri kinds and their advantages at economic point of view. This work go ahead with a pratical exemple, for better understanding. Likewise, it shows that Water Reuse is one of the best options to face defiance of supplying water enough to answer domestic use demand, and, at a future deeper article, industrial and agricultural use, also, to help economic increases. Today, Water Reuse and Conservation constitute in keywords of greatest importance, in order to hydric resource administration. At water scarcity context, reuse appears like a new resource that may revolutionize the basic sanitation projects, attributing a new economic dimension to potable water and drain purveyance process.

**Palavras-chave:** Reuso de água ; recursos hídricos ; águas residuárias ; mananciais ; volumes de água poupados ; efluentes pós-tratados

**Keywords :** Water reuse; hydric resources ; residuary water ; source ; economical water volume ; pos treat effluent

**Área do Conhecimento:** Reaproveitamento de águas servidas na construção civil

### 1. Introdução

Face a crescente dificuldade de se encontrar novos mananciais para produção de água potável, procura-se com este trabalho, dar subsídios para discussão do tema Reuso da Água, mostrar os tipos de reuso de água e

suas vantagens do ponto de vista econômico. Prossegue esse trabalho com um exemplo prático para melhor entendimento. Mostra-se, outrossim, que o reuso de água é uma das melhores alternativas para enfrentar o desafio de fornecer água o suficiente para atender a demanda de uso doméstico, e num artigo mais aprofundado, uso industrial e da

agricultura, e por fim auxiliar no crescimento econômico.

O reuso e conservação da água se constituem, hoje, nas palavras chave de maior importância, em termos de gestão de recursos hídricos. Dentro de um contexto de escassez de água, o reuso surge como um novo recurso que poderá revolucionar os projetos de saneamento básico, atribuindo uma nova dimensão econômica aos processos de abastecimento de água potável e de esgotos.

## 2. Conceituação

A água é o mais precioso dos nossos recursos, mas é freqüentemente esquecida. O ser humano tem a péssima prática de usar, desperdiçar, poluir, sem pensar no futuro, esquecendo-se de que maneira a água chega às torneiras e se terá ou não água disponível no futuro. Sabe-se que os seres humanos são constituídos de aproximadamente 70% de 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 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.

O reuso da água para fins não potáveis foi impulsionado em todo mundo nas últimas décadas, devido a crescente dificuldade de atendimento da demanda de água para os centros urbanos, pela escassez cada vez maior de mananciais próximos e/ou de qualidade adequada para abastecimento após tratamento convencional. Com a política do reuso, importantes volumes de água potável são poupados, usando-se água de qualidade inferior, geralmente efluentes secundários pós-tratados, para atendimento daquelas finalidades que podem prescindir da potabilidade. As imagens mais comuns

associadas ao reuso da água são normalmente aquelas ligadas ao abastecimento doméstico, industrial e agrícola. O reuso da água entretanto afeta outras utilizações dos recursos hídricos, como a da diluição dos despejos nos cursos d'água receptores, como o uso de mananciais para abastecimento, a navegação, as atividades recreacionais, a pesca, e mesmo a geração de energia hidroelétrica. Torna-se assim recomendável que o reuso da água seja abordado sob a óptica do uso múltiplo dos recursos hídricos. A seleção de uma determinada alternativa deve considerar seus efeitos locais e sobre as regiões vizinhas, em cenários atual e estimado para o futuro. Os impactos sociais, ambientais e econômicos, positivos e negativos do reuso planejado, devem ser criteriosamente avaliados para que a proposta se aproxime da ótima na exploração dos recursos hídricos. A forma de reuso pode ocasionar importantes alterações na qualidade e na quantidade das águas, bem como na morfologia dos corpos d'água devido a mudanças no regime de transporte da descarga sólida nestes cursos.

A transposição do recurso hídrico entre bacias hidrográficas pode as vezes gerar conflitos entre as necessidades dos usuários das bacias afetadas, trazendo para a bacia importadora, como a da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) por exemplo, a necessidade de captar mananciais adequados cada vez mais distantes do pólo consumidor. Por outro lado, a bacia exportadora do recurso hídrico tem sua oferta para consumo local diminuída, com eventuais prejuízos para manutenção de sua qualidade de vida. O reuso das águas surge como forma de minimizar, ou mesmo evitar, estes conflitos. Um programa de reuso da água não pode prescindir de informações confiáveis a respeito das características quantitativas e qualitativas do recurso hídrico do estudo, tanto o superficial como o subterrâneo. Devem ser avaliadas as demandas de água, as cargas poluidoras afluentes aos cursos d'água e a autodepuração que eles possam promover. As variáveis qualitativas e quantitativas significativas devem ser selecionadas e monitoradas com uma freqüência e duração satisfatórias. A confiabilidade destas

informações aumenta com a extensão das séries históricas de dados, fato importante a considerar no dimensionamento e na operação das redes de monitoramento.

Em 1992, o jornal "O Globo" de 8 de maio, página 16, já abordava o assunto da escassez, uma síntese apropriada para enfatizar a atenção que deve ser dada à escassez mundial de água: *"A água pura é mercadoria rara. E o desperdício é a prática comum. De toda a água do planeta, apenas seis por cento servem ao consumo humano. Estima-se que no ano 2000 a água será produto escasso em diversos países; pelo aumento do consumo doméstico, na agricultura e na indústria"*.

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

Este exemplo confirma que a água é um recurso finito e praticamente constante durante os últimos 500 milhões de anos. Do volume total 1.386 milhões de km<sup>3</sup> de água na Terra, 97,5% é água salgada e os 2,5% restantes são de água doce (Shiklomanov, 1998).

Quanto a água doce, 68,9 % estão congelados nas calotas 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 de 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 42,7%, 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. 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:

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

B ) - 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.

C ) - 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.

D ) - 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/m<sup>3</sup> a US\$ 0,80/m<sup>3</sup> para dessalinização da água do mar e de US\$ 0,20/m<sup>3</sup> a US\$ 0,35/m<sup>3</sup> para a água salobra. O uso da dessalinização efetuado junto às 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 extremamente baixo da dessalinização nunca aconteça.

E ) - Intervenção ativa no processo de precipitação das águas de chuvas.

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

G ) - Redistribuição dos recursos hídricos através do território.

A utilização dos recursos hídricos deve ser sustentável, isto é, deve ser administrada 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.

A água para ser considerada potável, deve estar apta a ser bebida sem riscos de contaminação, contendo entre outras, as seguintes características:

Incolor, inodora e insípida;

Turbidez máxima: 5 mg/l de SiO<sub>2</sub>; Dureza total: 200 mg/l de CaCO<sub>3</sub>

pH e alcalinidade máxima: pH = 6 e isenção de alcalinidade; Sólidos totais: máximo de 1000 mg/l.

Uma das maneiras de reutilizarmos a água, ocorre quando o esgoto tratado por meio de processo avançado é injetado numa adutora de água potável. Define-se água não potável, toda aquela que não se enquadra às exigências da água potável.

Considerando a importante parcela da água potável que é consumida em todas as metrópoles brasileiras, a ABES - SP acha oportuno lembrar que desde os anos 600 Conselho Econômico e Social das Nações Unidas Endossa a política:

*"Nenhuma água de qualidade superior à requerida para um determinado fim deve ser utilizada salvo se encontrar em excesso, se o fim pretendido tolerar uma água de qualidade inferior".*

O SAAE vende água de boa qualidade bacteriológica e físico-química, mas a elevado custo, ou seja US\$ 3,05/m<sup>3</sup>.

Considerando que normalmente o SAAE cobra esgoto da mesma quantidade da água e sendo o valor da tarifa de esgoto de US\$ 3,05/m<sup>3</sup> então o custo da água é de US\$ 6,10/m<sup>3</sup> um custo bastante elevado, o suficiente para que o consumidor procure alternativas.

A elasticidade relativa ao preço-consumo, para consumo varia de 0,1 á -0,3. Isto significa que, se aumentarmos o preço da água em 10%, a redução do consumo variará de 1% a 3%. Teoricamente 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.

Um poço com 150 m custará US\$ 33.149,00 e com conjunto motor-bomba e parte mecânica de conexão terá o total de US\$ 38.674,00.

Caso o fornecimento de água seja de 10.000 litros/hora ou seja 10 m<sup>3</sup>/hora e considerando a vida útil do poço de 10 anos:

- Amortização de capital em 5 anos a juros: US\$ 774/mês

- Volume mensal: 10m<sup>3</sup>/hora x 10 horas/dia x 22 dias = 2200 m<sup>3</sup>/hora

- Energia elétrica: 2500 kwh/mês x US\$ 0,09/kwh = US\$221/mês

- Manutenção preventiva e operação: US\$ 49,71 (3 meses) = US\$1, 66/mês

- Preço: (US\$ 774/mês + US\$ 22 1/mês + US\$1, 66/mês)/ 2200 m<sup>3</sup>/mês = US\$1.19/m<sup>3</sup>

Na prática os perfuradores de poços tubulares profundos usam a estimativa de US\$1,55/mês (Hidrogesp 20/10/99)

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 18 h/dia. O funcionamento poderá ser automatizado.

Algumas outras soluções permitem usar 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 pelos consumidores. O aproveitamento da água de chuva é de 80%, sendo o resto perdido por ser a primeira água e devido a evaporação e aderência às superfícies. 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/m<sup>3</sup>, embora menor que o custo da água do SAAE, que é US\$ 3.05/m<sup>3</sup>. Mais uma solução é comprar água de caminhão tanque a US\$ 1,38/m<sup>3</sup> como alternativa, pois, assim, evita usar a água do SAAE e pagar a tarifa de esgoto que é de US\$ 6,08/m<sup>3</sup>.

O uso do caminhão tanque deverá ser usado como alternativa e 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. 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, poderia ser feito o seu reaproveitamento. Os custos de reciclagem são aproximadamente de US\$ 1,05/m<sup>3</sup>.

A água dentro de um condomínio 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.

O consumo doméstico tem que ser uma água potável de acordo com a Portaria 36/90 do Ministério da Saúde.

Conforme 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 de 10,75%, foi obtido para a amortização de capital o custo de US\$0,57/m<sup>3</sup>.

Portanto, no caso de instalação de um poço artesiano e tratamento de esgoto, conjuntamente num condomínio, o consumo de água do poço diminuirá ainda mais, porém para efeito de comparação, vale notar que o custo ao final da amortização do poço, ou seja 10 anos, US\$ 1,19 + US\$ 1,05 por m<sup>3</sup>, resultando US\$ 2,24 / m<sup>3</sup>, correspondente a 36% da utilização normal.

Fonte: Livro Conservação da Água, Plínio Tomaz, 1999

Conforme manual AWWA, remoção de nutrientes é desnecessária quando o reuso for voltado para a irrigação urbana. Este reuso já é praticado há longa data no exterior e é recomendado pela ABES - SP. Domesticamente, trata-se do reuso do

efluente das ETES, convenientemente condicionado por tratamento posterior, para rega de jardins residenciais, lavagem de carros, áreas verdes de condomínios, descargas de vasos sanitários.

Em Cingapura, o sistema não potável foi ampliado, para realizar a descarga de vasos sanitários em um conjunto de prédios residenciais de 12 andares (25.000 habitantes). O reuso para a descarga de vasos sanitários, apresenta-se mais conveniente para grandes conjuntos residenciais ou edifícios comerciais do que para residências unifamiliares.

O reuso da água exige o conhecimento das características físicas, químicas e biológicas das águas residuárias ou poluídas, de modo a adequar seu tratamento à obtenção da qualidade que satisfaça os critérios recomendados ou os padrões que tenham sido fixados para determinado uso. No Brasil, os centros mais avançados tem procurado acompanhar a evolução mundial da legislação neste campo. Nas décadas de 70 e 80, foram estabelecidos padrões de qualidade de acordo com essa tendência. A Portaria 13/76 da SEMA e a resolução 20/86 do CONAMA, em vigor, tratam dos padrões de qualidade das águas interiores e costeiras. Os padrões de potabilidade foram alvo da Portaria 56/77, sendo hoje regidos pela Portaria 36'GM do Ministério da Saúde, publicada em 19 de janeiro de 1990.

A FEMMA e a CETESB colaboraram através do CEPIS da Organização Pan-Americana de Saúde (OPS), para a elaboração de um Manual de Avaliação e Manejo de Substâncias Tóxicas em Águas Superficiais (1988).

Entretanto o incremento constante da atividade industrial e as inovações tecnológicas tem introduzido um crescente número de substâncias orgânicas complexas no meio ambiente. Existem mais de sete milhões de substâncias químicas registradas no Chemical Abstract Service dos Estados Unidos, das quais setenta mil são usadas corriqueiramente nos países industrializados. Não é demais enfatizar que o grau de atendimento à legislação depende fundamentalmente da capacitação tecnológica dos laboratórios, da confiabilidade e da repetitividade dos dados das análises realizadas. Ao mesmo tempo

devem ser implantadas metodologias para estudos epidemiológicos e toxicológicos, de tal forma que a avaliação dos riscos do empreendimento reuso da água possa ser confiável, atual e continuamente realizada.

Embora de forma dispersa, informações sobre a qualidade da água para o reuso podem ser encontradas com relativa abundância na literatura especializada. Neste documento, a ABES - SP considera pertinente referenciar estas fontes para facilitar uma pesquisa objetiva orientada pelo interesse do leitor.

Segundo OKUN, D.A., DEAN, R.B. , e a OMS “para o Reuso Não Potável Doméstico, devem ser ainda enfatizados os aspectos de saúde pública na distribuição do efluente tratado para o reuso, cuja qualidade deve ser tal que não ofereça riscos à ingestão ocasional da água sendo distribuída”. Após o tratamento, o produto final da sobra ainda é vendável, sendo importante a manutenção da quantidade e qualidade oferecida aos consumidores. Desta forma devem ser previstas linhas de tratamento paralelas, fontes de energia de reserva, monitoramento contínuo da turbidez e do residual de cloro na saída e na ponta do consumo.

Também pode ser considerados processos físico-químicos para o tratamento de efluentes no planejamento de instalações novas dedicadas ao reuso. Os efluentes destas instalações podem passar por operações unitárias como por exemplo a precipitação com cal em PH elevado (efeito bactericida), a carbonização e a flotação, concentrando o fósforo (remoção de nutriente) no lodo do tratamento. Seria assim, em alguns casos, evitada a seqüência "ETE-ETA", uma vez que tais instalações poderiam produzir água de qualidade satisfatória para o reuso. Entidades ambientalistas e organizações públicas e privadas afins ao reuso da água devem ser informadas do programa e convidadas a participar de debates e programas educacionais sobre o tema. Ainda OKUN afirma : “A linha de tratamento e os padrões de qualidade adotados na Califórnia e em outros locais, e que tem garantido um efluente de qualidade adequada para fins não potáveis, consiste em :

- Tratamento biológico convencional em nível secundário.

- Coagulação química e floculação, sem decantação.
- Filtração convencional com areia, antracito, ou dupla camada filtrante.
- Turbidez após a filtração.
- Desinfecção com cloro.
- Cloro residual combinado de 2,5 mg/l na saída da instalação.
- Tempo de contato na câmara de cloração de 60-120 minutos, com o produto.
- Concentração residual de cloro (mg/l) multiplicado pelo tempo de contato (minutos), iguala 240.
- Coliformes totais <22/100 ml.”

A análise econômica de um projeto de reuso de água, está fortemente condicionada pelas circunstâncias de cada caso particular, não se prestando a generalizações. Porém, é possível notar que muitas são as soluções para a economia de água, mesmo que neste artigo, não tenha sido mensurado o aspecto de ganho ambiental.

A prática do reuso tem como consequência a redução parcial ou total da quantidade de água retirada do recurso hídrico, ao qual retorna após ser usada. Estas reduções representam valores que devem ser considerados nas análises econômicas respectivas, tornando imprescindível a avaliação dos custos em cada caso, com e sem o reuso, para fins de comparação.

Para comparação dos custos envolvidos na operação, com e sem o reuso, a ABES -SP sugere a avaliação dos itens a seguir discriminados, não como norma rígida e insubstituível, mas como um elenco de sugestões que visam auxiliar a sistematização da análise econômica que for feita.

- Custos de capital e de operação das instalações para tratamento das águas residuárias do grau requerido a obtenção da qualidade necessária a um determinado fim, seja este o reuso ou a disposição final.
- Custos de capital e de operação para dar destino adequado aos subprodutos dos processos de tratamento.
- Custos de capital e de operação para as instalações de condução das águas residuárias, desde os pontos de geração até o local de tratamento para disposição final ou reuso.
- Custos de capital e de operação para auto-produção de água com a qualidade requerida

pelo uso a que se destina, potável, industrial ou outros.

- Custos de capital e de operação da instalação necessária para assegurar um certo grau de confiabilidade ao sistema, como os requeridos por reservatórios de amortecimento, de regularização de vazões, de reservatórios para emergências, unidades de reserva, etc.

- Custos relativos à compra de água produzida por terceiros, abrangendo taxas, tarifas dentre outros.

- Custos operacionais relativos a atividades e a despesas normalmente inerentes à comunicação social, relações públicas, atendimento de exigências burocráticas dentre outros impostos pela legislação de proteção sanitária e ambiental.

- Custos decorrentes de reservas financeiras como ativos imobilizados e seguros, requeridos para enfrentar despesas eventualmente necessárias para restaurar a qualidade da água a jusante da descarga de efluentes, ou para indenizar prejuízos que tenham ocorrido e onerado usuários de jusante.

A análise econômica acima sugerida é mais adequada aos casos de reuso em que o usuário restitui seu fluxo residual após tratamento ao mesmo corpo d'água que irá utilizar como manancial sendo a descarga feita a montante da tomada d'água para abastecimento.

Quando a captação for feita a jusante da descarga do primeiro usuário por um outro usuário, este último pode realizar a análise econômica da forma convencional, ou seja, poderá comparar esta alternativa de captação com a de aduzir água de outra coleção hídrica mais protegida ou menos poluída.

As considerações cabíveis para o cotejo econômico de alternativas de captação para o reuso podem seguir em linhas gerais a seqüência de estudos acima discriminada, sem entretanto perder de vista a especificidade do uso, em alguns casos mais restritivos do que para os outros fins já discriminados.

Evidentemente as idéias apresentadas não tem a pretensão de esgotar o tema Visam estimular a criação de uma mentalidade que utilize o reuso da água como alternativa de planejamento ambiental. A ABES -SP finaliza

apresentando as seguintes recomendações, que objetivam facilitar a implantação de um Programa de Reuso.

- Criação de um grupo de trabalho inter-institucional para implantação de diretrizes que levem a estudos sobre o reuso da água, observando o enfoque de uso múltiplo dos recursos hídricos.

- Criação de um programa de monitoramento de qualidade da água que subsidie o grupo.

- Desenvolvimento de modelos de acompanhamento da qualidade das águas de superfície que sejam utilizadas por várias comunidades, como fonte de água bruta para abastecimento público, como no caso do Rio Paraíba do Sul.

- Desenvolvimento de padrões de qualidade da água atendendo simultaneamente os requisitos ambientais e o pretendido reuso.

- Criação de programas de reciclagem da água em indústrias e em estações de tratamento de água, visando a minimização das descargas nos cursos receptores.

- Estudo e desenvolvimento dos chamados "*sistemas duplos de distribuição*" para utilização no reuso não potável industrial.

- Criação de núcleos de pesquisa para o desenvolvimento de processos avançados de tratamento de esgotos

- Desenvolvimento e implantação de programas de adequação de mão de obra de tratamento de esgotos.

- Criação de disciplina específica sobre reuso de água nos programas de pós - graduação das universidades

- Informar a sociedade da existência das diversas formas de reuso potável indireto não planejado já existentes, como forma de enfatizar as vantagens de planejar o reuso potável indireto.

### 3. Avaliação da proposta

Entendendo que o modelo proposto anteriormente possui características próprias, faz-se necessário evidenciar algumas características positivas e negativas :

#### VANTAGENS

Informação e educação do público que vai usar e cuidar da água deve ser rápida e eficiente, pois a propaganda pode esclarecer situações vantajosas à população.

A economia de água trará um redimensionamento de tubulação, tornando-a mais fina, mais leve, com menor manutenção e controle interno da qualidade de água, não dependendo das concessionárias para melhorá-la.

A tubulação da concessionária será menor, e portanto menor manutenção (menor número de buracos e emendas nos asfaltos das ruas).

Retorno de investimento de três a quatro anos, período pequeno em relação ao período de vida de construção.

Para a aeração já é possível contratar terceiros, assim como para execução total do tratamento, no caso do edifício não dispor de áreas para isto.

É possível e muito procurado, a venda, para terceiros, de dejetos orgânicos para adubo.

#### DESVANTAGENS

A ABES - SP não recomenda hoje o reuso potável direto porque (a) a tecnologia disponível torna o custo proibitivo, (b) porque inexistem conhecimentos em amplitude e profundidade necessários sobre o rol de poluentes e contaminantes do recurso hídrico e (c), porque a dificuldade em controlar a flutuação da qualidade da água processada, pode trazer riscos inaceitáveis à população.

A impossibilidade de quantificar analiticamente tal número de substâncias levou entidades como a EPA, a OMS, a Comissão das Comunidades Europeias e a do Rio Reno na Alemanha, a divulgarem listas contendo poluentes denominados prioritários. Foram assim designados por terem sido considerados os mais tóxicos, persistentes, bioacumulativos, carcinogênicos, mutagênicos, teratogênicos e por estarem presentes com maior frequência e concentração nos efluentes. Tem também como característica comum a possibilidade de serem identificados e quantificados. Tendo em vista a proposta de reuso da água, a ABES - SP sugere que o Ministério da Saúde desenvolva uma lista de contaminantes prioritários que seja adequada ao objetivo do programa e à nossa realidade. Esta lista levaria em conta as limitações analíticas no Brasil, os escassos recursos econômicos e humanos dedicados à esta área e as condições de uso e ocupação do solo dentro da bacia hidrográfica, alvo do programa de reuso da água. Seria

imprescindível a atualização dos padrões de qualidade de forma a acompanhar a evolução do Parque Industrial e os novos estudos epidemiológicos e toxicológicos.

#### ***Se faz necessário um programa de manutenção de esgoto dentro do condomínio para treinamento de manutenção e aplicação de produtos de tratamento.***

Turbidez pode transmitir ao público, insegurança no uso, já que a água não terá a mesma característica visual daquela tratada pela concessionária.

Como a população não tem muito clara esta situação, por vezes sequer tem idéia global do problema com a água, o descrédito de investidores para instalar este sistema em edifícios é grande, mesmo comprovando o seu lucro.

Estatística oficial de águas servidas não é exata, pois a concessionária, detentora destes dados, não tem interesse pela divulgação, desconfiando-se que o preço cobrado pelo esgoto é muito maior que o necessário.

Uma das fases do tratamento, necessitará de um tanque para aeração da água, isto fará com que o condomínio destine um grande espaço para tal, fato que economicamente, os investidores não vêem com bons olhos, portanto haverá falta de espaço para tanque de aeração na maioria de edifícios, os investidores preferem locais para piscina, churrasqueira e outros onde melhor possam envolver o convívio social.

Para a venda de dejetos, é difícil o manuseio e estocagem, principalmente levando em consideração o mau cheiro.

Tecnologia pouco avançada em São Paulo, portanto poucos fornecedores de serviços ligados a este tratamento, centralizando preços e condições de pagamento para reuso da água.

#### **4. Considerações**

Assim como se verifica em grande parte dos países do mundo, a escassez de recursos hídricos já começa a representar uma preocupação constante no Brasil. Apesar de suas enormes reservas hídricas, nosso país, principalmente nos grandes aglomerados

urbanos, já mostra necessidade de ampliação dos sistemas de abastecimento de água, indo por vezes buscá-la em mananciais distantes. Assuntos destes sistemas começar a se revelar altos o suficiente para que se começa a aventar a aplicação do reuso de água, fato este que poderia denunciar inclusive os custos de tratamento de esgotos.

As iniciativas individuais partem principalmente dos grandes consumidores de água não potável onde, para os quais, pode o reuso representar uma economia significativa, a ponto de encarar os custos iniciais de implantação, conforme ressaltado, a implantação de sistemas de reuso de água significa em muitos casos abastecimento, seja no menor volume de esgotos produzidos com a adoção de tal prática.

Esta tecnologia pode passar para condomínios e, no futuro, clientes de pequeno porte.

A menor geração de esgotos sanitários representa, além do mais, em benefícios maiores ao meio ambiente nas regiões não possuidoras de equipamento para tratamento de esgotos. Para estas regiões, o reuso de água pode evitar ou mesmo retardar a implantação de grandes obras de abastecimento de água potável e de tratamento de esgotos que por si só já representam um impacto ao meio ambiente.

Por último, como perspectiva de utilização nos anos vindouros, o reuso de água em um país, depende de uma série de fatores técnicos, conjunturais e também culturais. Nota-se em nossos dias, uma consciência maior em termos de proteção do ambiente, como maneira de elevar a qualidade de vida e de promover um desenvolvimento sustentável. A tecnologia disponível em termos de tratamento de esgotos é suficiente para representar um embasamento técnico para desenvolver os equipamentos de reuso de água quente dos fatores conjunturais, os últimos acontecimentos políticos e econômicos, referentes à escassez de água para geração de energia elétrica no Brasil, representam uma sério alerta aos gestores dos recursos hídricos, no sentido de reforçar a procura de soluções para o abastecimento de água.

## 5. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

- (1) AMARAL, R (1979) apud Environment Canada, Water Quality Sourcebook, Canada
- (2) AWWA MANUAL M24 (1983), DENVER, Colorado, 1-56, SABESP-ET4 -ET
- (3) BLUMENTHAL,U.J, STRAUSS, M., MARA, D D CAIRNCROSS. S. (1989). *Generalized Model of the Effect of Different Control Measures in Reducing Health Risks from Waste Reuse, Water and Science Technology*, vol.2 1,Brighton, pp 567-577
- (4) BRAILE,P.M. & CAVALCANTI,J.E.W.A . , *Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais*. São Paulo,BR.CETESB,1993
- (5) CAMP DRESSER & McKEE INC., (1980), *Guidelines for Water Reuse*, 1-106, - Arquivo E TÁ. - SABESP
- (6) CROOK, J (1991). Quality Criteria for Reclaimed Water, *Wat Scl Tech Vol 24 N°9 pp 109-121*
- (7) CULP, G. et alli (1980), *Waste water Reuse and Recycling Technology*, New Jersey, Noyes Data Corporation
- (8) DEAN,RB, LUND, E. (1981), *Water Reuse. Problems and Solutions*, New York, Academic Press, pp 1-263
- (9) LEVY.I., PLONSKY, G A (1981), Viabilização do Abastecimento de Água Mediante o Atendimento do Mercado de Grandes Consumidores, Revista DAE, n° 126, 231-238
- (10) MANCUSO, P.C.S (1990), *Reuso de Água*, 1-16, Seminário sobre Proteção do Meio Ambiente, Santiago do Chile- SABESP
- (11) OKUN, DA (1990), *Water Reuse in Developing Countries*, *Water and Wastewater International*, 5-1, 13-2/.
- (12) OKUN, DA, CROOK, J (1989), *Water Reclamation and Reuse in Sao Paulo,Brazil*, *Relatório Preparado para a Organização Pan-Americana de Saúde*, 1-29, SABESP -ETA.-ET

(13) OKUN, DA, CROOK, J (1975), A Potential for Water Reuse -Dual Supplies, A WWA SEMINAR ON REUSE, Proceedings, Minneapolis, Minnesota

(14) SANTOS, H. F., *Reuso da Água para Fins Não Potáveis: Seu Lugar no Gerenciamento dos Recursos Hídricos* (1991)- *Revista DAE* - nº160, 15-19, tradução do *Journal WPCF*, May, 1987, 237-241, "The Place of Nonpotable reuse in Water Management", James Crook; Daniel A. Okun

(15) ST. PETERBURG PUBLIC UTILITIES DEPARTMENT, FLORIDA (1987) Urban Water Reuse in the City of St. Petersburg - Water Quality and Public Health Considerations- 1-16, SABESP-ETA -ET

(16) TOMAZ, Plínio *Economia de Água p/ Empresas e Residências* Navegar Editor

(17) WEBER, MD. et alil (1984) apud ENVIRONMENTAL PROTECTION PROGRAMS DIRECTORATE, MINISTER OF SUPPLY AND SERVICES CANADA, Manual for Land Application of Treated Municipal Wastewater and Sludge, Ontario, Canada, pp 1-216

(18) WORLD HEALTH ORGANIZATION (1973), *Reuse of Effluents*. Methods of

Wastewater Treatment and Health Safeguards of a WHO Meeting of Experts, Technical Reports Series Nb 5/ 7- Geneva

## TRABALHO ENVIADO

**Prezado(a) João Bosco Santos Souza, recebemos o seu trabalho completo, agradecemos pela sua participação.**

Confira seus dados enviado via formulário.

**Data: 04/Jul/03**

**IP: 200.152.27.2**

**NOME: João Bosco Santos Souza**

**AUTORES: João Bosco Santos Souza , Wagner D Barrella , Biagio Gianetti**

**PALAVRAS-CHAVES: Reuso de água ; recursos hídricos ; águas residuárias ; volumes de água poupados ; efluentes pós-tratados**

**ÁREA: III- ENGENHARIAS**

**SUB-ÁREA: Engenharia Civil**

**TRABALHO EM ANEXO: C:\Meus**

**Documentos\Meus trechos\Mestrado**

**UNIP\Artigos\reuso de água\_2003.doc**

**E-MAIL: jbosscoss@ig.com.br**