**TECNOLOGIAS DE REUSO APLICADAS AO ABASTECIMENTO DE AGUA
POTAVEL E INDUSTRIAL NA BAIXADA SANTISTA**

CARLOS LOPES DOS SANTOS

**São Paulo
1992**

TECNOLOGIAS DE REUSO APLICADAS AO ABASTECIMENTO DE
AGUA POTAVEL E INDUSTRIAL DA BAIXADA SANTISTA

CARLOS LOPES DOS SANTOS
cac

TESE APRESENTADA A FACULDADE DE SAUDE
PUBLICA DA UNIVERSIDADE DE SAO PAULO,
DEPARTAMENTO DE SAUDE AMBIENTAL, PARA
OBTENÇÃO DO TITULO DE "DOUTOR EM
SAUDE PUBLICA"

ORIENTADOR: Prof. Dr. ARISTIDES ALMEIDA ROCHA

São Paulo

1992

A Maíra e ao Fernando, meus filhos amados
e a Mady, esposa querida.

Todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido mais uma vez que chegássemos ao fim do nosso trabalho mais importante trabalho, e por nós ter amparado em todos os momentos difíceis.

A Lúcia Rodrigues, Marilza Romero do Rozário, Linamar Barbosa Mauriz, José Rodrigues Filho que formaram a espinha dorsal da equipe a que pertencço, e responsáveis pelos trabalhos de campo, datilografia, pesquisa bibliográfica, entre outros.

A Maurina Passos Goulart de Oliveira e a Dra. Regina Elsa Araujo pela revisão da redação (e a equipe de Informática da Superintendência Regional da Baixada Santista da SABESP).

Ao Dr. Antonio Carlos Rossin, pela significativa contribuição sobre o tema, tendo sido o primeiro orientador desta tese, hoje trabalhando nos EUA.

A FILSAN e WALLACE & TIERNAN pela cessão de equipamentos que, em princípio, deveriam ser avaliados neste trabalho, mas que pelas dificuldades da própria SABESP não puderam ser aqui testados, podendo ainda proximamente sê-los.

Ao Dr. Aristides Almeida Rocha orientador desta tese, organizando o trabalho, dando forma correta, adequando cada capítulo e proporcionando clareza ao "amontoado" de informações que tínhamos.

Aos professores, membros da banca examinadora, Dra. Neusa Monteiro de Arruda Juliano, Dr. Nelson Luiz Rodrigues Nucci, Dr. José Maria Soares Barata, Dr. Roque Passos Piveli, pelo incentivo e sugestões oferecidas, razão das alterações introduzidas neste trabalho, que o tornaram menos árido e mais acessível ao entendimento daqueles que se dignarem a dele tomar conhecimento.

INDICE

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações sobre Reuso

1.1.1 - Histórico

1.1.2 - Considerações sobre reuso industrial para a Baixada Santista

1.1.3 - Alternativas de Abastecimento da Baixada Santista.

1.1.4 - Projeto de Reuso na ETA-Cubatão.

1.1.5 - Reuso Industrial para a Grande São Paulo.

1.1.6 - Estudos sobre trihalometanos

1.1.7 - Circunstâncias limitadoras ao estudo

1.2 - Objetivos

2. ESTADO DA ARTE

2.1 - Resumo da literatura, discussão do conceito e classificação do Reuso.

2.1.1 - Resumo da literatura

2.1.2 - Conceito de Reuso

2.1.3 - Classificação de Reuso

2.1.3.1 - Reuso indireto não planejado da água

2.1.3.2 - Reuso planejado

2.1.3.2.1 - Reuso indireto planejado da água

2.1.3.2.2 - Reuso direto planejado da água

2.1.3.2.2.1 - Reciclagem da água

2.1.3.3 - Classificação de reuso segundo Westerhoff

2.2 - Reuso Potável

2.2.1 - Reuso Potável Direto

2.2.2 - Reuso Potável Indireto

2.3 - Reuso não Potável

2.3.1 - Seleção das Águas Industriais

2.3.2 - Demanda Potencial/Qualidade de Água

2.3.3 - Outros tipos de Reuso não Potável

2.4 - Riscos Sanitários

2.5 - Riscos à Saúde Pública

2.5.1 - Contaminantes biológicos

2.5.2 - Contaminantes químicos

2.5.3 - Riscos associados a baixos índices de carcinogênico na água.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Caracterização da Area Estudada

3.1.1 - Localização Geográfica dos principais mananciais da Baixada Santista.

3.1.2 - Localização geográfica dos mananciais e do Parque Industrial de Cubatão

3.1.3 - Localização das Indústrias e seus despejos industriais no Rio Cubatão.

3.1.4 - Estações de Tratamento de Água de Cubatão.

3.2 - Forma de Execução do Trabalho

3.2.1 - Reuso Potável Indireto

3.2.2 - Reuso Industrial

3.3 - Descrição das Experiências de Reuso Potável Indireto.

3.3.1 - Ensaio de laboratório

3.3.1.1 - Processos de Tratamento realizados em laboratório

3.3.1.2 - Objetivos dos processos

3.3.1.3 - Procedimentos dos Ensaio

3.3.2 - Experiências em ETA com Intercloração e Cloraminação para reduzir a formação de THM.

3.3.2.1 - Mudança de Aplicação de Cloro ou Intercloração na ETA-3-Cubatão

3.3.2.2 - Aplicação de cloramina na ETA-Caixa 10

3.3.3 - Levantamento de resultados de THM na rede de distribuição das cidades de Santos e Cubatão

3.3.4 - Amostragem - Técnica de Coleta

3.3.5 - Método de determinação

3.4 - Reuso Industrial

3.4.1 - Consulta Cadastral

4. RESULTADOS

4.1 - Reuso Potável Indireto

4.1.1 - Ensaios de Laboratório

4.1.2 - Intercloração na ETA Cubatão

4.1.3 - Cloraminas

4.1.4 - Variação de TTHM na rede das cidades da Baixada Santista

4.2 - Reuso Industrial

4.2.1 - Levantamento da demanda industrial

4.2.2 - Custo das Obras

5. DISCUSSÃO

5.1 - Reuso Potável Indireto

5.1.1 - Ensaios de Laboratório

5.1.2 - A redução de THM pela mudança de ponto de aplicação de cloro para o decantador - Inter-cloração -Um estudo de caso para a ETA-Cubatão

5.1.2.1 - Aspectos positivos que induzem à realização de nova experiência.

5.1.2.2 - Aspectos negativos que dificultam a aplicação de cloro no decantador

5.1.3 - Cloraminas

5.1.4 - Discussão sobre a variação de THM na rede de distribuição de Santos e São Vicente

5.2 - Discussão dos Resultados Obtidos para Reuso Industrial

5.2.1 - Algumas considerações sobre problemas de captação e tratamento das águas.

5.2.2 - Vantagens e Desvantagens dos locais destinados à captação da Água Industrial

5.2.3 - Considerações de Ordem Qualitativa para a escolha da melhor alternativa

5.2.3.1 - Grau de complexidade do Sistema

5.2.3.3 - Interferências

5.2.3.4 - Indústrias passíveis de serem atendidas

6. CONCLUSÕES

6.1 - Dos resultados de Reuso Potável Indireto

6.1.1 - Dos ensaios de laboratórios

6.1.1.1 - Físico-Química

6.1.1.2 - Bacteriológico

6.1.2 - Redução de THM pela mudança de ponto de aplicação de cloro para o decantador - Inter-cloração- Um Estudo de caso para a ETA Cubatão

6.1.3 - Cloramina

6.1.4 - Variação de THM na rede de distribuição de Santos e Cubatão

6.2 - Reuso Industrial

7. RECOMENDAÇÕES

7.1 - Propostas genéricas sobre Reuso Potável Indireto

7.2 - Propostas genéricas para Reuso Industrial

7.3 - Propostas específicas para a Baixada Santista sobre Reuso Potável Indireto

7.4 - Propostas específicas para a Baixada Santista sobre Reuso Industrial

7.5 - Recomendação Geral

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Variação Sazonal da concentração de TTHM e clorofórmio na água final distribuída na cidade de Santos-SP, no período de setembro de 1985 a dezembro de 1986
- FIGURA 2 - Gráfico comparativo dos valores médios de TTHM clorofórmio para redes de distribuição da Baixada Santista
- FIGURA 3 - Esquema geral do projeto para recuperação, tratamento e disposição dos resíduos da ETA-Cubatão
- FIGURA 4 - Classificação do Reuso de Água, segundo Westerhoff.
- FIGURA 5 - Esquema dos principais mananciais da Baixada Santista
- FIGURA 6 - Esquema dos principais mananciais e do Parque Industrial de Cubatão.
- FIGURA 7 - Fluxograma da Bacia do Rio Cubatão e seus despejos industriais
- FIGURA 8 - Esquema de produção e distribuição de água de Cubatão
- FIGURA 9 - TTHM na água final distribuída na cidade de Santos-SP no período de janeiro de 1989 a novembro de 1991

INDICE DE TABELAS

- TABELA 1 - Processos de tratamento examinados na ETA Piloto em Cubatão
- TABELA 2 - Alguns contaminantes químicos inorgânicos de interesse sanitário para as águas e doenças a eles associadas
- TABELA 3 - Eficiência dos vários processos para redução de TTHM
- TABELA 4 - Características da água bruta quanto a alguns parâmetros físico-químicos
- TABELA 5 - Características físico-químicas da água bruta após CAG.
- TABELA 6 - Eficiência dos processos quanto a ação desinfetante (1º experimento)
- TABELA 7 - Eficiência dos processos quanto a ação desinfetante (2º experimento)
- TABELA 8 - Cloro residual livre nas entradas dos filtros e água final (21/08 a 23/08/90)
- TABELA 9 - Cloro residual livre nas entradas dos filtros e água final (20/11 a 23/11/90)
- TABELA 10 - Monitoramento dos testes de cloro-amoniação na ETA-Caixa 10
- TABELA 11 - Resultados de TTHM na cidade de SANTOS no período de 1989 a 1991

TABELA 12 - Distribuição dos resultados de TTHM através de faixas significativas de valores

TABELA 13 - Resultados de TTHM na cidade de CUBATÃO no período de 1989 a 1991

TABELA 14 - Distribuição dos resultados de TTHM através de faixas significativas de valores

TABELA 15 - Demandas de Água Industrial na Região de CUBATÃO

TABELA 16 - Custo Preliminar (US\$)

TABELA 17 - Vantagens e desvantagens das zonas para implantação das captações do Sistema de Água Industrial

LISTA DE SIGLAS

AWWA	- Associação Americana de Serviços de Água
BNDES	- Banco Nacional de Desenvolvimento
CA	- Carvão Ativado
CAG	- Carvão Ativado Granular
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIESP	- Centro das Indústrias do Estado de São Paulo
COSIPA	- Companhia Siderúrgica Paulista
COT	- Carbono Orgânico Total
DAEE	- Departamento de Águas e Energia Elétrica
DNOS	- Departamento Nacional de Obras e Saneamento
EPA	- Environmental Protection Agency
ETA	- Estação de Tratamento de Água
ETE	- Estação de Tratamento de Esgoto
MCL	- Limite de Contaminante Máximo
OMS	- Organização Mundial de Saúde
PETROBRAS	- Petróleo Brasileiro S.A.
pH	- Potencial Hidrogeniônico

PRODESAN - Progresso de Desenvolvimento de Santos

R.M.S.P. - Região Metropolitana de São Paulo

R.P.B.C. - Refinaria Presidente Bernardes

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de
São Paulo

SAI - Sistema de Abastecimento Industrial

TDR. - Tanque de Regularização dos Fluxos de Lodo

THM - Trihalometano

TTHM - Trihalometano Total

TR - Tanque de Recuperação

USEPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados
Unidos

RESUMO

Nesta tese, é apresentada uma revisão bibliográfica de reuso potável indireto e reuso industrial. Examina-se na prática dois estudos de caso, um de reuso industrial e um de reuso potável com aplicação para a Baixada Santista.

O de reuso industrial refere-se ao projeto de fornecimento de água oriunda da represa Billings, que com pequeno tratamento é oferecida às indústrias de Cubatão para fins não nobres como por exemplo, refrigeração, aquecimento a vapor, rega de jardins, abatimento de material particulado, etc.

Quanto ao de reuso potável a apresentação se faz através de experimentos de laboratórios, examinando-se trihalometanos (THM) e o poder desinfetante de alguns produtos químicos após passagem da água por carvão ativado granular e outros tratamentos, e suas consequências na rede de abastecimento de água.

Concluiu-se que o melhor ponto de instalação da captação para o abastecimento de água industrial fica entre os canais de fuga da usina Henry Borden, em Cubatão, por seu melhor desempenho econômico e pela possibilidade de atendimento no futuro a outras indústrias.

Ainda, se comprovou a eficiência do carvão ativado granular na remoção dos precursores de THM e o baixo poder desinfetante da cloramina.

ABSTRACT

There is in this thesis, a small literature revision about the matter, mainly about indirect potable reuse and industrial reuse.

In the practical part they are examined in two cases, industrial reuse and potable reuse, both for the Santos Basin.

In the Industrial Reuse, there is a project to distribute industrial water to Cubatão industries, using water from Billings after a small treatment. This water is to be used in refrigeration of steel or to boil water to obtain steam or put in solid material to avoid air pollution, etc.

In Potable Reuse, there are many laboratory experiences about THM and disinfection by many chemical products and their consequences in distribution of water.

In conclusion, the best place for instalation of the collection of water is located between the Henry Borden Power Plant Channels, in Cubatão, for it's superior economic performance and for the possibility to support other industries in the future.

It has already confirmed the efficiency of the granular activated carbon to remove THM precursors and its inability to disinfect ammonia chlorine.

1. INTRODUÇÃO

Reuso pode ser definido como "o aproveitamento das águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original"¹⁵.

A utilização das tecnologias de reuso da água é absolutamente necessária, porque num futuro próximo não deverá haver água suficiente para o abastecimento público. Esta também poderá vir a ser uma alternativa para a redução de custos do abastecimento de água.

Os opositores desta idéia talvez possam alegar que provavelmente ocorrerão perigos à saúde pública, em especial quando se tratar de reuso industrial se inadvertidamente alguém consumir água inadequada para dessedentação. Entretanto, se o processo for conduzido com segurança, e tecnologia conveniente o risco será mínimo e, o custo de novas linhas construídas compensado pelo abatimento da tarifa da água industrial. Com certeza será maior a disponibilidade de água para a população devido à substituição, na indústria, da água potável pela água reusada evitando sobretudo o complexo tratamento exigido pela água potável.

Assim, neste trabalho, além de examinar teoricamente as teorias das tecnologias de reuso, procederam-se a dois estudos de caso da Baixada Santista. No primeiro pode-se observar o reuso industrial, através do abastecimento de água não potável para a zona fabril de Cubatão; para usos em refrigeração, aquecimento através de vapor, etc.

No segundo, o exame foi mais além: se propôs a modificar o atual sistema de abastecimento de água da SABESP em Cubatão. No caso em tela, a adoção destas medidas

poderia, perfeitamente ser considerada como a transformação do reuso potável indireto não planejado, em planejado, uma vez que hoje são utilizadas para tratamento, e posterior distribuição, águas do Rio Cubatão misturadas com as da represa Billings que contém esgotos domésticos e efluentes industriais, e se postas em prática, as experiências aqui descritas, então o reuso seria potável, indireto e planejado.

Assim, pode-se defini-lo quando os efluentes, após convenientemente tratados são despejados de forma adequada no meio ambiente para diluição e auto depuração e, a seguir captados a jusante, de forma controlada, para produção de água potável.

1.1.1 - Histórico

No século XIX, o novelista francês Victor Hugo observou em "Os Miseráveis" que os elementos nutrientes dos esgotos teriam melhor aplicação no solo do que ao serem conduzidos ao mar. Durante o mesmo período a Comissão Real Inglesa recomendou que a disposição do esgoto deveria ser feita na terra para evitar a poluição da água. Estes precursores do pensamento atual indicam o caminho a ser seguido para que a tecnologia inicie o processo de reuso das águas; mas o assunto é, ainda bastante controverso. Agressivamente perseguido, ou virtualmente ignorado, o reuso tem se apresentado como questão intermediária para os planejadores, operadores ou controladores de empresas prestadoras de serviços públicos, não se constituindo, assim, como objetivo-fim. Contudo, para satisfazer a grande variedade de necessidades dos municípios, das indústrias e da agricultura as aplicações de reuso planejado da água estão crescendo em número e volume².

Hoje, a opinião pública sobre reuso planejado de água, é ainda negativa, o que constitui um dos muitos obstáculos à sua adoção. A idéia de que o esgoto é sujo e "impurificável" para uso potável, prevalece. Os levantamentos de opinião pública mostram, todavia, que os "medos" são injustificados no que concerne a segurança do reuso da água. Assim, um trabalho de marketing deveria ser realizado para reverter o sentimento de repulsa da grande massa, quanto ao reuso da água.⁶

Embora a lógica do reuso do esgoto tenha sido percebida há séculos, somente agora as técnicas estão se tornando acessíveis à aplicação segura em irrigação ou água potável. Como a demanda da água, particularmente em áreas carentes, continua crescendo, inexoravelmente, a visão de Victor Hugo parece mesmo a mais presciente. Na escassez permanente ou sazonal de água, o reuso dela apresenta-se como estratégia eficaz para a solução do problema.⁶

Dois casos extremos se adaptam, sem grande esforço, a estratégias deste tipo:

1º) Regiões que em função de seu clima, dispõem de escassos recursos hídricos naturais; aqui se enquadram as regiões áridas e semi-áridas, como Israel e Califórnia, nos E.U.A., só para citar alguns exemplos de forte tradição no reuso da água.⁷⁻¹² Seria também o caso do Nordeste Brasileiro, onde as águas naturais mobilizadas para o abastecimento das cidades, por vezes a duras penas e a altos custos, poderiam ser utilizadas a jusante para, inclusive, aumentar a eficiência da utilização desse recurso hídrico e, eventualmente, resolver a questão da disposição final dos esgotos.¹³

2º) Regiões onde se verificam escassez de recursos hídricos naturais se contrapondo a demanda, mormente em

função do excessivo aumento desta, decorrente do desenvolvimento urbano, industrial, ou mesmo em regiões onde a existência de recursos hídricos é relativa, ou até em regiões de clima temperados e úmidos. Estes são os casos da Alemanha e da França que, não obstante possuírem abundantes recursos hídricos, lançam mão do reuso para atender suas demandas de água. Poderia ser o caso da Região Metropolitana de São Paulo - R.M.S.P. que, já experimenta "déficits" em relação aos seus recursos primários, ao mesmo tempo em que produz enormes quantidades de efluentes tratados com problemas de disposição final.^{10.2}

1.1.2- Considerações Sobre Reuso Industrial para a Baixada Santista.

O abastecimento de água para atender às demandas industriais, localizadas no município de Cubatão, foi objeto de avaliação da SABESP nos anos de 1976/77. Contratou-se a firma projetista SERETE S.A - Engenharia, para elaboração de estudos nos aspectos de diagnóstico de situação e de concepções alternativas das obras de captação e regularização, bem como de estudos preliminares de adução, tratamento e distribuição, com as respectivas estimativas de custo - Relatório nº 1 - Sistema de Abastecimento de Água para os Distritos Industriais de Cubatão e Quilombo - SERETE S.A - 06/77.

Elaborou-se também o estudo de viabilidade econômico-financeira do empreendimento. Este projeto gerencial foi apresentado à COSIPA - Companhia Siderúrgica Paulista, que teria papel preponderante no empreendimento devido ao grande significado de sua demanda de água. O projeto gerencial contudo não teve continuidade nos seus demais aspectos de ordem institucional e jurídica, como por exemplo, a definição de entidades financiadoras, exame e

aprovação do projeto pelas demais entidades públicas e particulares nele envolvidas.⁴

O estudo mencionado abordou o abastecimento de água industrial para a região de forma ampla considerando:

- as características gerais do Parque Industrial de Cubatão com o levantamento da demanda de água de 17 indústrias, inclusive a COSIPA;
- os fatores limitantes ao desenvolvimento industrial da região, como por exemplo a área;
- o balanço geral entre demandas e disponibilidades, nele incluído o saldo líquido dos recursos hídricos utilizados e restituídos aos rios Cubatão, Perequê, Moji e Quilombo;
- exame da situação das principais indústrias, sob os aspectos de abastecimento de água e poluição.⁴

A propósito, deve-se ressaltar, inicialmente, que as características naturais do município de Cubatão não eram de molde a estimular o desenvolvimento industrial que ali se processou. Trata-se, de fato, de uma região de pé de serra, onde parte apreciável dos terrenos planos, são áreas alagadiças, inclusive de manguezal, pouco favoráveis à implantação de atividades humanas em geral e, industriais em particular.

Todavia, uma série de fatos veio alterar essas perspectivas relativamente pouco promissoras, ou seja:

- a proximidade do porto de Santos, que além de ser o de maior movimento do Brasil, tem sido objeto de vários planos de expansão e de melhoria dos seus serviços;

- as diversas ligações rodoviárias e ferroviárias entre a Grande São Paulo e Santos, que atravessam o município de Cubatão;
- a disponibilidade de energia elétrica decorrente da existência das usinas Henry Borden, situadas na margem esquerda do rio Cubatão;²⁵
- a disponibilidade de água para usos industriais, resultante precisamente, do fato de que a usina Henry Borden tem suas descargas no rio Cubatão a uma vazão média da ordem de dez vezes a média do próprio rio.

O marco inicial do desenvolvimento industrial na região foi a instalação da Refinaria Presidente Bernardes (RPBC), da PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A, a partir da qual criou-se um pólo petroquímico constituído atualmente por mais de dez indústrias.²⁶

Posteriormente a implantação, em Piaçaguera, da Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA veio dar maior destaque ao parque industrial de Cubatão ensejando, outrossim, a instalação de uma fábrica de cimento que utiliza as escórias da COSIPA como matéria prima. Deve-se ressaltar ainda, que esta é um dos elementos mais importantes do Plano Siderúrgico Nacional e que, desde sua implantação, vem experimentando sucessivos aumentos da capacidade produtiva.²⁷

Quanto aos principais fatores limitantes do desenvolvimento industrial na região, que atualmente entravam a expansão do processo produtivo devem ser ressaltadas a pouca disponibilidade de áreas e a escassez de recursos hídricos.

No que tange ao primeiro aspecto, deve-se salientar que no município de Cubatão existem ao todo aproximadamente 3.000 ha de áreas planas não inundáveis, sendo a parte restante constituída por áreas de relevo mais íngreme ou de áreas alagadiças.²⁰

A PETROBRAS por exemplo, dispõe de uma área ociosa da ordem de 400 ha. Porém, esse não é o caso da COSIPA, nem das novas indústrias que desejam se instalar na região. Assim, nos últimos anos tem-se assistido ao aterramento de áreas de manguezal, dentre as quais cita-se um "polder" de 90 ha que o Departamento Nacional de Obras e Saneamento-DNOS construiu conveniado à COSIPA. Na realidade, da estrita visão ecológica o que se procede é a destruição do que resta dos manguezais. De outro lado, a Prefeitura Municipal de Santos elaborou através da Prodesan - Progresso de Desenvolvimento de Santos, o projeto de um Distrito Industrial no vale do rio Quilombo, vale esse, onde a COSIPA adquiriu uma área de mais de 600 ha, visando à implantação, em etapa futura, em data ainda não apazada, de novas unidades produtoras.²⁰

1.1.3 - Alternativa de Abastecimento da Baixada Santista

Embora a disponibilidade de área seja crítica e tenha acarretado sensíveis aumentos do custo da terra, é possível afirmar-se que o abastecimento de água continua sendo o principal entrave ao desenvolvimento das atividades industriais na região.²⁰

Por outro lado, observando-se as condições do sistema de abastecimento público na Baixada Santista nota-se que as redes de distribuição de água estão praticamente todas interligadas e os sistemas produtores também já atingiram o limite máximo de produção. Está apenas prevista a

entrada em funcionamento do Manancial Mambú, mas isto para fins de 1992. A lentidão nas obras poderá também ter como consequência a falta d'água na região, principalmente nas temporadas de verão, quando há a presença de milhares de turistas (população flutuante).

Para essa região o aproveitamento das águas da represa Billings para reuso industrial poderia permitir que a Baixada Santista pudesse dispor de água potável de melhor qualidade pois, as águas do rio Cubatão que atualmente abastecem as indústrias e a população viriam no futuro servir principalmente ao abastecimento público, desde que a solução de se vender água industrial fosse efetivamente adotada.

Portanto, estima-se que possa haver um colapso de abastecimento de água potável a curto prazo nas regiões mencionadas. Em paralelo, pode-se aqui lembrar ainda que há outras áreas no Estado de São Paulo que também estão atingindo índices de comprometimento preocupantes.

A solução mais simples seria a aplicação de maciços investimentos no setor e construção de novas estações de tratamento de água. Contudo é preciso enfatizar que as distâncias dos novos mananciais até os centros consumidores são muito longas e essas soluções tornam-se antieconômicas.

Assim, a alternativa de reuso industrial pode ser uma excelente solução, não só para a Baixada Santista, mas também para a cidade de São Paulo e outras zonas urbanas municipais. Os custos deste processo, com certeza, serão muito mais reduzidos do que os do tratamento de água por sistema convencional.

Pensa-se pois, que o sistema de reuso industrial possa ser empregado na Baixada Santista com a venda de água industrial para o parque industrial Cubatense.

1.1.4- Projeto de Reuso na ETA Cubatão

Está em andamento um projeto de reuso na Baixada Santista. Trata-se de um estudo para a recuperação das águas de lavagem dos decantadores e filtros da ETA-3-Cubatão, executado através da JNS Engenharia, Consultoria e Gerenciamento Ltda, em 1989.

O projeto consistiu de análises de vários sistemas de tratamento e disposição final dos Resíduos da ETA. (V.Fig.3).

A alternativa selecionada compreende:

- Tanque de recuperação (TR) - em número de dois, circulares, com diâmetro útil de 17,75 m e altura útil de regularização de 3,5 m, dotados de equipamento rotatório mecanizado para raspagem de lodos sedimentados e de vertedor flutuante para captação junto à superfície livre, e encaminhamento das águas clarificadas para a entrada da ETA;
- Removedor dos lodos do decantador - em número de seis, um por decantador, com remoção por sifonamento para canais laterais, formados por tubos-sifões, suportados por ponte flutuante dotada de deslocamento longitudinal mecanizado e temporizado;
- Tanque de regularização dos fluxos de lodo (TDR) proveniente dos tanques de recuperação e do removedor do decantador, circular, com diâmetro útil de 9,0 m e

FIG.03 — ESQUEMA GERAL DO PROJETO PARA RECUPERAÇÃO, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA ETA CUBATÃO.

altura útil de 3,5 m, dotado de equipamento mecânico rotatório para raspagem de lodos sedimentados e de vertedor flutuante para captação de água clarificada junto à superfície livre e encaminhamento para a entrada da ETA ou para lançamento;

- Adensador dos lodos provenientes do TDR, funcionando por gravidade, circular, com diâmetro de 13,4 m e altura útil de 3,5 m, com raspador rotatório mecânico de lodo e vertedor de soleira fixa à superfície, vertendo em canaleta periférica para encaminhamento do líquido clarificado para a entrada da ETA ou para lançamento;
- Elevatória EE-1 para bombeamento das águas de lavagem com três conjuntos motor bomba de 60 CV e 25 m³/min cada um, sendo um de reserva;
- Elevatória EE-2 para bombeamento para TDR dos lodos separados no TR e dos removidos dos decantadores de 2,2m³/min e 5 CV cada um, sendo um de reserva;
- Elevatória EE-3 para bombeamento dos lodos para o adensador, com dois conjuntos motor bomba de 0,45 m³/min e 1CV cada um, sendo um de reserva;
- Unidades de desidratação mecânica dos lodos adensados e pré-condicionados com polieletrólitos, segundo duas variantes para serem objeto de seleção na fase atual de projeto de engenharia, respectivamente por centrífugas ou por filtros-contínuos de esteira.¹⁴

1.1.5- Reuso Industrial para a Grande São Paulo

A cidade de São Paulo já atravessou um longo período de racionamento de água em pleno inverno, sem que tenha havido nenhum fator anormal como por exemplo, uma grande estiagem. O problema contudo, sempre se agrava no verão, ocasião em que o consumo é maior.

O lançamento descontrolado de esgotos domésticos na represa de Guarapiranga tem causado crescimento exagerado de algas e recentemente a equipe da ETA do Alto da Boa Vista foi obrigada a reduzir a vazão de saída por colmatção acelerada dos filtros.

O crescimento vegetativo da população da Grande São Paulo tem sido muito acentuado, e os recursos alocados para saneamento básico nos últimos anos no entanto foram mínimos, não havendo a curto prazo a entrada de nenhum outro sistema produtor de água exceto o do Alto Tietê com vazão inicial de 5 m³/s. Além disso, os sistemas produtores em operação estão praticamente no seu limite de expansão, não havendo portanto, qualquer possibilidade de ampliação dos sistemas produtivos de água sem novos investimentos.

Além disso, praticamente não há mais outras fontes de água disponíveis e facilmente aproveitáveis. Mesmo aquelas que porventura existam estão a grandes distâncias. A cidade de São Paulo, por exemplo já traz água desde há mais de 100 km da capital.

O custo do transporte da água está sendo cada vez mais proibitivo e, indubitavelmente, outras soluções precisam ser encontradas.

A própria qualidade da água da represa Billings na RMSP está mais prejudicada por dois principais fatores: a entrada de mais uma bomba no sistema de reversão do Rio Pinheiros e a deterioração crescente dos rios Tietê e Pinheiros.²²

Na cidade de São Paulo o reuso da água poderá ser oriundo de duas grandes fontes:

- aproveitamento das águas de lavagem dos decantadores e filtros das ETAs com pequeno custo (o somatório destas águas de lavagem pode chegar a produção inicial da ETA do Alto Tietê (5m³/s) ou;
- também com custos não elevados, o aproveitamento dos efluentes das ETEs de Suzano e Barueri.

1.1.6- Estudos Sobre Trihalometanos

As pesquisas com Trihalometanos (substâncias formadas através de reação de halogênios com certos compostos orgânicos presentes na água bruta) nas águas de abastecimento público, são importantes porque estes produtos podem ser cancerígenos.

Essa a razão que indica que no estudo de reuso de águas deve ser considerada obrigatória a inclusão do THM. Assim, está incluso o resumo da dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Saúde Pública.²⁴

RESUMO DA DISSERTAÇÃO

Vários estudos sobre trihalometanos foram realizados em São Paulo, na ETA Alto Cotia, no município de Cotia a oeste da cidade de São Paulo. A Água de abastecimento nesse sistema é oriunda da represa de Pedro Beicht, manancial bastante protegido, muito piscoso, cercado por matas nativas de beleza singular. A água da represa encanta pelo aspecto estético, pois não apresenta quase cor e turbidez. Entretanto, possui uma das mais altas concentrações de substâncias precursoras de THM no Estado de São Paulo.

As experiências anteriores que a SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, realizou em Cubatão na década de 80 para controle de THM, são mostradas na tabela 1. 24

TAB.1 PROCESSOS DE TRATAMENTO EXAMINADOS NA ETA PILOTO BM CUBATÃO

PROCESSO DE TRATAMENTO (Vide legenda a seguir)	cloração break point		cloramina início do tratamento	cloramina na água decançada	cloramina na água filtrada	cloramina fim do tratamento	cloramina início do tratamento	ClO ₂ início do tratamento
	início	água filtrada						
A			X					
B	X							
C	X			X				
D	X				X			
E					X		X	
F			X				X	
G	X					X		
H	X				X		X	
I								X
J					X			X
K	X							X
L		X						X
M	X							X
N	X						X	X

observações: Todos os processos testados apresentam ausência de coliformes, *Salmonella Typhimurium* e poliovirus na água final.

Fonte: Macedo, L.H.H et al.,¹⁶

Legenda:

- A. Aplicação de cloramina;
- B. Cloração ao "break point";
- C. Cloração ao "break point" e aplicação de cloramina;
- D. Cloração ao "break point" e aplicação de cloramina;
- E. Aplicação de cloramina e carvão ativado em pó;
- F. Aplicação de cloramina e carvão ativado em pó;
- G. Cloração ao "break point" e cloramina;
- H. Cloração ao "break point" e carvão ativado em pó, e cloramina na água filtrada
- I. Aplicação de dióxido de cloro;
- J. Aplicação de dióxido de cloro e cloramina;
- K. Aplicação de dióxido de cloro e cloramina;
- L. Aplicação de dióxido de cloro e "break point";
- M. Aplicação de dióxido de cloro e "break point";
- N. Aplicação de dióxido de cloro, carvão ativado e "break point".

Em síntese, destes processos de tratamento obtiveram-se as seguintes conclusões: 24

- a) Sob o ponto de vista de controle de THM, a desinfecção com dióxido de cloro, no início do tratamento e cloramina na água filtrada, foi bastante eficiente. O mesmo fato ocorre com a aplicação de cloramina no início do tratamento;
- b) A utilização de cloramina no tratamento de água possibilitou a redução da concentração de trihalometanos quando comparado com o tratamento utilizando cloro livre;
- c) A aplicação de amônia em diferentes pontos do processo mostrou ser possível a redução de formação de THM para uma concentração sempre abaixo de 100 µg/l;
- d) Dependendo das características de água bruta e da necessidade de redução da concentração de THM da água de abastecimento, a utilização da cloramina é uma alternativa promissora para o controle dos THM e custo relativamente baixo;
- e) Os tratamentos que utilizam cloração ao "break point" produziram maiores quantidades de THM, aumentando a concentração com o decorrer do tempo;
- f) Ensaios práticos com carvão ativado em pó, indicaram baixa eficiência na remoção de THM;

- g) O coagulante cloreto férrico é um pouco mais eficiente na remoção de THM quando comparado com o sulfato de alumínio;
- h) A retirada da pré-cloração trouxe uma redução no consumo de cloro embora não tenha alterado os consumos de cal e do sulfato de alumínio;
- i) O sulfato de cobre, usado no controle de algas para eliminar os inconvenientes da retirada da pré-cloração, não foi considerado viável para ser implantado, devido ao custo elevado e pouco benefício ao tratamento;
- j) Não se observaram alterações significativas, seja no consumo de produtos químicos, na qualidade da água tratada e no processo de tratamento quando dos testes da cloroamoniação. 24

Além da ETA Piloto foi feito também um acompanhamento dos resultados de THM nas redes de distribuição da Baixada Santista. Assim, apresentam-se a seguir os dados relativos a THM nas localidades da região, desde Peruíbe no litoral Sul a Bertioga no litoral Norte no período de 1985 a 1988.

Os resultados mostraram que o maior risco da ocorrência de trihalometanos, no caso da Baixada Santista situa-se na região de Santos, São Vicente e Cubatão e, em segundo lugar, na região de Itanhaém. As demais localidades não apresentaram, na oportunidade, problemas tão significativos. Entretanto, não devem ser negligenciados os resultados de Praia Grande, Guarujá e Vicente de Carvalho. (vide fig. 1)

FIG.1 GRÁFICO COMPARATIVO DOS VALORES MÉDIOS DE TTHM E CLOROFÓRMIO PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO DA BAIXADA SANTISTA

Na cidade de Santos pode-se observar (fig.2) que a variação sazonal de THM esteve (como esperado) com valores mais altos por ocasião do verão.

Infer-se, ainda, que os valores de clorofórmio (CHCl_3) estiveram acima do limite fixado pela Organização Mundial de Saúde ($30 \mu\text{g/l}$) durante o período estudado, a exceção de agosto e outubro de 86. Oportuno lembrar que o clorofórmio foi o parâmetro escolhido pela Organização Mundial de Saúde, em vez do THM, com o objetivo de se evitarem riscos à saúde.

Fig. 2 - Variação sazonal da concentração de TTHM e cloroformio na água final distribuída na cidade de Santos-SP, no período de Setembro de 1985 a Dezembro de 1986.

1.1.7- Circunstâncias Limitadoras dos Estudos

Apesar da importância do tema muitos óbices concorreram, entretanto, para que a pesquisa fosse delimitada.

Por exemplo, o custo das análises de certos parâmetros seria extremamente alto. Mesmo para uma empresa como a SABESP que por não contar durante a experiência com laboratórios equipados com cromatógrafos e espectrofotômetros de absorção atômica, teve que contratar serviços externos de laboratório. Por esse motivo o número de análises foi reduzido, o que limitou bastante a possibilidade de reprodução das experiências.

1.2 - Objetivos

A presente tese consubstanciou-se no alcance dos seguintes objetivos principais:

- a) estudo de reuso industrial, tendo por base um projeto de venda de água industrial para as indústrias de Cubatão;
- b) estudo de reuso potável indireto, tendo por base o aproveitamento de águas da represa Billings na ETA Cubatão, e a necessidade de um tratamento especial que as torne adequadas ao consumo humano.

Em decorrência destes objetivos pretendeu-se obter o seguinte:

- a) conhecer o coeficiente máximo de diluição das águas da represa Billings que, misturadas as águas do Rio Cubatão, não crie riscos à saúde da população após tratamento convencional;
- b) discutir a aplicação de outros processos de tratamento além do convencional, para melhorar a qualidade do produto final da ETA Cubatão, que utilizou parte das águas provenientes da Billings.
- c) apresentar subsídios ao controle dos teores de trihalometanos nas águas de abastecimento público, oriundas de mananciais poluídos ou não por efluentes industriais e esgotos domésticos, procedendo a experiências de mudanças do ponto de aplicação de cloro nas estações de tratamento de água e a desinfecção por cloraminas;
- d) divulgar as teorias de Reuso e;
- e) divulgar os conhecimentos sobre o THM.

2 - ESTADO DA ARTE

Sobre as técnicas de reuso são conhecidas duas dissertações de mestrado: a de Pedro Caetano Sanches Mancuso intitulada "Reuso de Aguas", apresentada à Faculdade de Saúde Pública - USP, em 1988 e a de José Lavrador Filho intitulada "Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil", apresentada à Escola Politécnica de São Paulo - USP em 1987.

Ambas apresentaram excelentes revisões bibliográficas esgotando, praticamente, o tema até a época de suas respectivas apresentações. Daí em diante, interessante é notar, que dos inúmeros artigos publicados até o presente poucos foram aqueles que acrescentaram algo de maior importância. Por esta razão, a revisão aqui apresentada está baseada, de modo específico nas dissertações mencionadas.

Quanto aos trihalometanos a dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Saúde Pública sob o título "O Controle de THM nas Aguas de Abastecimento Público", em 1988 24 trouxe uma extensa compilação de artigos sobre esses poluentes da água, procedendo a uma abordagem crítica.

2.1- Resumo da Literatura, Discussão do Conceito e Classificação do Reuso

2.1.1- Resumo da Literatura

Da literatura pode-se observar o seguinte:²⁰

- 1- De todas as fontes de água disponíveis para as indústrias, o efluente do esgoto doméstico é a mais confiável em termos quantitativos porque apresenta a mesma vazão, que é crescente e acompanha o aumento vegetativo da população.
- 2- Eis, algumas razões que têm levado os consumidores das indústrias e das cidades a hesitarem sobre a utilização dos efluentes domésticos:
 - a- falta de informação adequada por parte dos gerentes industriais, o que dificulta as negociações tanto com os usuários de indústrias quanto dos municípios;
 - b- problemas de dureza, cor, e relutância estética ao aspecto do efluente;
 - c- A redução da vazão e paralisações a que estão sujeitas as estações de tratamento de esgotos que concorrem para tornar o abastecimento inseguro e de qualidade variável.
- 3- Cinco diferenças principais são apontadas por Keating e Calise entre os efluentes de ETE, se comparadas aos abastecimentos superficiais ou subterrâneos:
 - cor alta;
 - teor de nitrogênio mais elevado;
 - DBO;
 - sólidos dissolvidos; e
 - presença de fosfatos, devido aos detergentes.

Ressalte-se que o efluente industrial pode também possuir estas características, entre as quais, por exemplo, a temperatura elevada.

Importante dizer, por oportuno, que em muitas partes dos Estados Unidos, o efluente do esgoto tratado adequadamente, a nível secundário, é realmente superior aos mananciais de água superficial e subterrânea disponíveis.

- 4- é sabido que a matéria orgânica do esgoto melhora a estrutura do solo, mas quando o esgoto é industrial, pode-se constatar a presença de metais pesados, o que torna necessário o tratamento por lagoas de oxidação seguidos de outros, igualmente, adequados.
- 5- Dentre as limitações possíveis, a concentração dos sólidos totais é um dos principais fatores que limitam o reuso de qualquer água servida. O número de vezes de reutilização do esgoto para abastecimento de água industrial é controlado, entre outras variáveis, pela acumulação dos sólidos dissolvidos, que podem ser removidos, porém, por métodos de tratamento de custo, significativamente, elevado.
- 6- Para muitas indústrias a concentração de sólidos dissolvidos deve ser menor que 2 mg/l, porém, os efluentes de esgoto contém muito mais que esse indicador, podendo mesmo, após tratamento terciário, conter, no mínimo, 7 mg/l. Os constituintes orgânicos do esgoto ainda são conhecidos muito superficialmente.
- 7- O método sugerido para a redução da maior parte da matéria orgânica tem sido o da adsorção.
- 8- A remoção da amônia, do nitrito, do nitrato, é relativamente cara e difícil. A amônia pode ser removida pela passagem de ar em altos teores de pH; todavia, a sua remoção em concentrações maiores do que 0,1 mg/l nos abastecimentos de água potável cloradas

torna-se difícil. Entretanto, o uso de processos biológicos no tratamento de águas residuárias poderia, a baixo custo, remover a amônia e o fosfato. Neste último caso a importância redobra-se onde a água usada pela indústria estiver sujeita a condições de crescimento de algas.

Os métodos de lodos ativados e precipitação química tem-se mostrado bastante eficazes na remoção destes fosfatos.

Por fim, vale lembrar que tem sido possível remover muitos vírus com a aplicação de altas dosagens de cloro; porém o efluente de esgotos por conter muitos tipos de microorganismos, deve ser esterilizado mesmo para uso em processos industriais. Tenha-se em conta, ainda, que a cor e a dureza do efluente do esgoto doméstico podem ser indícios da presença de elementos caracterizadores de certas doenças.²⁰

2.1.2 - Discussão do Conceito

A maior dificuldade para aplicação da definição de reuso (vide página 1) é saber a partir de que momento ela começa a valer.¹⁷

Embora pareça estranha esta afirmação, ela não o é, porque o conceito é dinâmico. Elucide a questão, analisando a seguinte situação: um corpo receptor (por exemplo, um rio) que recebe esgotos domésticos de uma cidade e que tem suas águas recolhidas a jusante para consumo humano. Tal situação pode ser considerada reuso? Sim, se a quantidade de despejos domésticos for grande; mas se forem poucas as casas que lançam os seus dejetos no rio, não será um simples caso de poluição? Portanto, pergunta-se: quando começa o reuso? Quando a carga

poluidora for grande? Quando a vazão do corpo receptor for pequena? Verifica-se pois, ser difícil saber exatamente a partir de que momento está caracterizado o reuso.¹⁷

2.1.3 - Classificação de Reuso¹⁷

O reuso da água pode ser classificado em:

2.1.3.1- Reuso indireto não planejado da água

Ocorre quando a água, já utilizada, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, é devolvida ao meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Neste caso, o reuso da água é subproduto não intencional da descarga de montante.

Após o seu retorno ao meio ambiente, o efluente estará, em seu caminhar até o ponto de captação para o novo usuário sujeito não só as ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração), como também a eventuais misturas com outros dejetos, advindos de outras atividades humanas.

2.1.3.2- Reuso planejado de água

Ocorre quando o reuso é resultado de uma ação humana consciente, posterior ao ponto de descarga do efluente a ser usado de forma direta ou indireta. O reuso planejado das águas pressupõe a existência de um sistema de tratamento de efluentes que atenda aos padrões de qualidade requeridos pelo reuso objetivado. O reuso planejado também pode ser denominado reuso intencional da água. Pode ser indireto ou direto.

2.1.3.2.1- Reuso indireto planejado da água

Ocorre quando os efluentes, depois de convenientemente tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos d'água, superficiais ou subterrâneos, para serem utilizados, a jusante, em sua forma diluída, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico. O reuso indireto planejado de água pressupõe que, além do controle de montante, na descarga, e de jusante, na captação exista também um controle das eventuais novas descargas de efluentes no caminho, para garantir que, além das ações naturais do ciclo hidrológico, o efluente tratado estará sujeito apenas a eventuais misturas com outros efluentes que também atendam aos requisitos de qualidade do reuso objetivado.

2.1.3.2.2- Reuso direto planejado da água

Ocorre quando os efluentes, após convenientemente tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, sofrendo em seu percurso os tratamentos adicionais e armazenamento necessários, mas não sendo, em nenhum momento, descarregados no meio-ambiente.

2.1.3.2.2.1- Reciclagem de água

É o reuso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, para servir como fonte suplementar de abastecimento do uso original. É um caso particular do reuso direto.

2.1.3.3- Classificação de Reuso Segundo Westerhoff¹⁷

A classificação de reuso de água mais abrangente é a de WESTERHOFF, G.P. citado em Mancuso¹⁷ que prevê dois grandes tipos de reuso planejado: potável e não potável. Nesta tese é adotada a referida classificação, o que não invalida a adoção do conceito de reuso para recarga de aquíferos subterrâneos, cujo detalhamento é aqui buscado no sentido de diferenciá-lo do reuso não potável agrícola. Para efeito de simplificação, todos os termos adotados foram, literalmente traduzidos do inglês. A seguir, a classificação, no tocante ao reuso planejado, encontra-se ilustrada na figura 04.

FIGURA 04 - CLASSIFICAÇÃO DO REUSO DE ÁGUA SEGUNDO WESTERHOFF¹⁷

O reuso potável pode ser:¹⁷

- Reuso potável direto: é o caso em que o esgoto recuperado através de tratamento avançado, é injetado diretamente no sistema de água potável; e,
- Reuso potável indireto: neste caso o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

O reuso não potável pode ser: ¹⁷

- agrícola: embora quando se pratica esta modalidade de reuso via de regra haja, como subproduto a recarga do lençol subterrâneo, o objetivo precípua desta prática é a irrigação de plantas alimentícias (árvores frutíferas, cereais, etc.), bem como plantas não alimentícias (pastagens e forrações) além da dessedentação de animais;
- industrial: abrange os usos industriais de refrigeração, águas de processo, para caldeiras, etc.;
- recreacional: classificação reservada para irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais, etc.;
- doméstico: são considerados aqui os casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e a utilização desse tipo de água em grandes edifícios.

2.2 - Reuso Potável

2.2.1 - Reuso Potável Direto

Reuso potável direto se dá quando o esgoto após tratamento pelos processos mais avançados é injetado diretamente na rede de distribuição de água potável. Mas por não se poder acreditar que tal sistema seja empregado no Brasil num prazo menor do que 20 anos e, também, por não ser objeto desta tese, somente se fez aqui uma breve referência ao assunto.

A literatura discorre sobre alguns casos onde se usou o efluente de ETE a nível secundário, como o de Chanute, Kansas. Este efluente, após a cloração e detenção, por 17 dias, serviu de matéria prima para ETA convencional, não havendo registros de surtos epidêmicos na região, durante e após o período do trabalho.¹⁷

Outro caso de reuso direto foi o adotado pela cidade de Windhoek, na Namíbia, onde são utilizados, somente 15% dos esgotos tratados completando-se o restante com água tratada. O sistema está funcionando, há alguns anos, sem problemas.¹⁷

Em Denver, no Colorado há uma ETE Piloto que tem servido de modelo para o mundo e onde uma grande quantidade de experiências estão sendo realizadas. De 1985 a outubro de 1987 o Departamento de Água de Denver desenvolveu um trabalho de pesquisa dividido em vários módulos de processos alternativos sobre o reuso direto. Em 1987, definiu-se como a melhor sequência o tratamento à base de cal utilizado para correção do pH, recarbonatação, filtração, irradiação ultravioleta, adsorção por carvão ativado, osmose reversa, "air stripping", ozonização, e cloraminacão.

2.2.2 - Reuso Potável Indireto

O reuso potável indireto é uma característica de vários sistemas, isto é, a utilização do manancial se dá sem nenhum planejamento.

No Brasil, os exemplos são fartos, sendo mais evidentes a ETA Cubatão que recebe águas da represa Billings e que constitui a base do estudo desta tese; o Baixo Cotia na Grande São Paulo e a sequência de tratamentos dos municípios do Vale do Paraíba, sendo que neste último caso, a cidade a montante procede a descarga dos seus esgotos domésticos e industriais sem o tratamento adequado e a cidade a jusante capta e trata a água poluída, distribuindo o produto final, que ainda vem sendo objeto de questionamento por parte dos técnicos e autoridades sanitárias.

No reuso potável indireto, o esgoto após tratamento é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e, finalmente utilizado como água potável.¹⁷

Exemplos de reuso potável indireto:- o Rio Uccoquam na Virgínia (EUA) tendo 12% da sua vazão por esgotos domésticos submetidos a tecnologia avançada; outro é o Rio Potomac, onde há uma experiência de aproveitamento de efluente de ETE como matéria prima para ETA com tratamento avançado.¹⁷ Também, em Los Angeles, Califórnia, foi feito um estudo que focalizou o projeto de recuperação do estreito de Whittier, através de uma mistura de águas do rio, das águas pluviais e do esgoto recuperado.¹⁷

Os resultados estão a demonstrar que a proporção utilizada de esgoto recuperado não interferiu na qualidade da água subterrânea ou na saúde pública da população local.¹⁶

2.3 - Reuso Não Potável

Depreende-se desta leitura que os principais ramos do reuso não potável são o agrícola, industrial e o doméstico. O agrícola não é tema desta tese, valendo, apenas, como simples referência. A SABESP ao fornecer água de lavagem dos decantadores e filtros para a Volkswagen, cobrando tarifa de preço inferior ao de potável dá bem o exemplo de reuso industrial; a possibilidade de venda deste tipo de água às indústrias de Cubatão é, também, objeto deste estudo.¹⁷

Vale lembrar que para o estudo de reuso potável doméstico já existem diversos trabalhos sobre sistemas duplos de distribuição de águas, que é o fornecimento de água potável e de não potável em linhas totalmente separadas para que se possa atender as descargas sanitárias, a rega de jardins, as lavagens de rua e as reservas para incêndio, tendo como consequência, economia de recursos naturais e de custos.¹⁸

O reuso não potável doméstico já está em operação nos Estados Unidos e Japão. Em particular no Japão já existem 14 edifícios em Shinjuku, um dos Bairros mais importantes de Tokyo, onde há verdadeiras estações de tratamento de esgotos a nível secundário nos próprios prédios reaproveitando-se as águas tratadas para usos que não exijam a potabilidade das mesmas.¹⁹

Além do agrícola, industrial e doméstico, há também outros tipos de reuso não potável como por exemplo a

recarga de aquífero e a captação por poços. No primeiro exemplo, a recarga de aquífero se dá pela infiltração direta de efluentes tratados ou mananciais de superfície. No segundo, deve-se lembrar que a captação de águas através de poços pode ser prejudicada, pela qualidade de suas águas, uma vez que pode haver infiltração de águas poluídas na área da captação.¹⁷

Outros exemplos de reuso não potável são: o recreacional, a utilização de água para fins paisagísticos, a irrigação de parques e jardins e de campos de esporte, etc. Atente-se que neste caso deverão ser adotadas as medidas específicas, principalmente porque há possibilidade de riscos à saúde pública, semelhantes ao de reuso agrícola.¹⁷

2.3.1 - Seleção das Águas Industriais

As águas podem ser selecionadas considerando-se a sua qualidade e o seu uso. Para muitas indústrias o tratamento necessário se consubstancia na simples correção de pH, visto ser a correção o maior problema por elas enfrentado. A Cosipa e a Carbocloro, em Cubatão, servem de exemplos típicos para este caso. Já as indústrias alimentícias necessitam obviamente, de água potável, não podendo sequer pensar em abastecerem-se com o mesmo processamento de água industrial.

Desnecessário frisar que, as águas utilizadas em caldeiras carecem de tratamento especial, em face da necessidade de redução da dureza. Neste caso, a melhor solução deverá ser encontrada pela própria indústria.

De modo geral e, apenas como lembrança, pode-se dizer que a água industrial por prescindir de grandes cuidados e o seu tratamento ser bastante simples, afigura-se como uma

alternativa tentadora para as indústrias, em face do seu baixo custo.

2.3.2 - Demanda Potencial/Qualidade de Água

É a indústria a maior usuária de água de todo o globo terrestre. Deste consumo a maior quantidade de água industrial consumida é devida a sua utilização para resfriamento que dispensa, entretanto, aprimoramento no seu tratamento.

Como cautela e economia, dever-se-ia utilizar mais a reciclagem, uma vez que proporciona maior redução de custos e menores riscos sanitários, por sinal, praticamente nulos.

2.3.3 - Outros Tipos de Reuso Não Potável

O mais importante reuso não potável e que ainda não foi aqui citado é o utilizado para recarga de aquíferos subterrâneos onde se busca principalmente:¹⁷

- evitar o rebaixamento do aquífero
- proteger contra a intrusão de água do mar
- armazenar esgotos tratados

A recarga de aquíferos pode ser realizada de duas formas:

- através de filtração por cloração (indicado para solos arenosos) - cujo processo é semelhante ao de filtração intermitente
- injeção direta (sob pressão) no solo

2.4 - Riscos Sanitários

Dentre os riscos mais comuns, cite-se o "cross connection", ou seja o cruzamento, a interligação de água potável com água não potável. Adotando-se medidas

simples, tais como a pintura das tubulações ou a utilização de materiais diferenciados das mesmas, é possível reduzir-se significativamente os riscos sanitários, principalmente se tais providências estiverem sendo observadas pelas indústrias. Estes mesmos meios de prevenção podem inclusive serem utilizados na distribuição de água não potável para uso doméstico, como no caso do sistema duplo de distribuição, já anteriormente mencionado.

2.5 - Riscos à Saúde Pública

Segundo a American Water Works Association - AWWA, citada por Lavrador¹⁰, os elementos nocivos à saúde, constituintes dos esgotos, podem ser classificados em biológicos e químicos.

2.5.1 - Contaminantes Biológicos

São microrganismos oriundos dos esgotos domésticos que podem causar a cólera, a diarreia, a febre tifóide e paratifóide e outras doenças de veiculação hídrica.

Estas doenças são perfeitamente evitáveis desde que se utilize água adequadamente tratada. Por exemplo: sabe-se que a Giardia intestinalis, é resistente ao cloro; entretanto não sobrevive ao tratamento convencional, conforme informação pessoal da Dra. Petra Sanchez Sanchez, da CETESB.¹⁰

Quanto aos vírus, por sua maior resistência ao tratamento convencional de água, podem se constituir no maior problema para seu reuso.

Sobre os riscos de infecção, enquanto algumas bactérias para ocasionar infecções necessitam ser ingeridas aos

milhares, informam alguns autores¹⁸, que no caso dos vírus basta uma só entidade para ocasionar doenças graves.

A literatura americana noticia diversos casos de formação de aerossóis em estações de tratamento de esgotos, o que representa perigo, caso existam residências nas imediações. Os organismos patogênicos podem ser, assim, transportados por longas distâncias, e a virulência dos mesmos ser potencializada por esta disposição.

Além da possibilidade de infecção com aerossóis das ETEs, os riscos na irrigação de vegetais comestíveis, também aumentam quando, e se consumidos crus.

Para a inativação de vírus as dosagens de cloro variam de 4 a 10 ppm com um tempo de contacto de até 60 minutos. O Ozônio é melhor virucida que o cloro.²⁴ Doses de 6mg/l com tempos de contacto de até 10 minutos são utilizadas com sucesso na desinfecção.¹⁸

Quanto à remoção dos microorganismos pelo tratamento de esgotos, mister que se diga que os tratamentos secundários removem mais de 90% dos vírus e bactérias, podendo tal índice elevar-se a mais de 99%. A desinfecção pode melhorar ainda mais esta eficiência.

Os tratamentos terciários possuem eficiência média de 95% e 99%, podendo atingir valores mais altos.

As lagoas de estabilização, também removem mais de 99,99% dos coliformes, quando os tempos de detenção são superiores a 30 dias.

As lagoas em série mostram-se eficientes quando projetadas para períodos de detenção em torno de 20 dias

cuja eficiência é idêntica à citada anteriormente para coliforme, e ainda de 90 a 99% para vírus.¹⁵

2.5.2 - Contaminantes Químicos¹⁵

Há elementos químicos que produzem efeitos agudos e crônicos, detectáveis apenas após longos períodos de exposição. Podem ser mutagênicos, teratogênicos ou carcinogênicos e classificam-se em orgânicos e inorgânicos.

Dentre os inorgânicos os principais contaminantes são os metais pesados, os nitratos, o asbesto e a radioatividade.

Na tabela 2 estão relacionados os contaminantes e as respectivas doenças que podem causar.

TAB 2 ALGUNS CONTAMINANTES QUÍMICOS INORGÂNICOS DE INTERESSE SANITÁRIO PARA AS ÁGUAS E DOENÇAS A ELES ASSOCIADAS ¹⁵

Antimônio	Teratogenia;doenças cardiovasculares;dermatites
Arsênico	Disfunções renais e hepáticas; câncer da pele
Asbesto	Câncer gastrointestinal
Bário	Estimulante muscular; bloqueio nervoso
Berílio	Osteosclerose; câncer; teratogenia
Bromo	Danos ao sistema nervoso
Cadmio	Disfunção renal; Teratogenia
Dióxido de cloro	Irritação da mucosa bucal
Cobre	Disfunções Gastrointestinais
Cianeto	Tóxico ao sangue
Chumbo	Danos ao sistema nervoso central
Mercúrio	Danos ao sistema nervoso central; teretogenia
Nitratos	Metemoglobinemia
Prata	Argirose (deposição de prata sobre a pele)
Radioatividade	Danos genéticos
Selênio	Disfunções hepáticas e renais
Sódio	Hipertensão; doenças cardiovasculares
Tallo	Danos ao sistema nervoso central
Zinco	Danos gastrointestinais e ao pâncreas

Os contaminantes orgânicos existem em grande quantidade de produtos químicos orgânicos, que podem chegar aos esgotos domésticos, ou aos mananciais de abastecimento de água potável na forma de poluição industrial, onde os mais importantes, conhecidos até hoje, são os formadores dos organoclorados, que resultam das reações com desinfetantes nas ETAs ou ETEs.

Os pesticidas e os trihalometanos, como se vê, são tóxicos a partir de determinadas concentrações, podendo ser na maioria dos compostos, cancerígenos ou mutagênicos. De bom alvitre que se diga, que alguns organoclorados por serem cumulativos, podem ser transferidos de elo a elo na cadeia alimentar.²⁴

Para remoção de organoclorados pode-se usar carvão ativado e ozonização.

A remoção de metais pelos processos de tratamento pode atingir eficiência de 90 a 99% dependendo do processo escolhido. Assim, tratamento de esgotos secundários com precipitação química pode alcançar mais de 99% de remoção. Se além disso houver filtração haverá, obviamente aumento na eficiência.

Osmose reversa, eletrodialise e destilação também apresentam eficiências de remoção de metais superiores a 90%.^{19,21}

A remoção de nitrogênio de esgotos domésticos e industriais pode exigir maiores investimentos como tratamento terciário, com remoção de mais de 90%.¹ Todavia, a técnica mais comum empregada no Brasil para remoção de nitrogênio, e utilizada no tratamento de água potável é a de cloração ao "Break Point", que embora

condicionada a altos custos, pode remover 100% de nitrogênio.

Entretanto, a maior eficiência na remoção dos contaminantes químicos em geral, oriunda dos efluentes industriais, é obtida pelo tratamento na origem, isto é, no local de produção. Nestes casos, os processos empregados são mais econômicos e eficientes, reduzindo os efluentes a níveis tais, que os riscos de toxidez aguda são eliminados. Todavia, esses riscos deixarão de ser eliminados se houver exposição prolongada e contínua.

2.5.3 - Riscos Associados a Baixos Índices de Carcinogênicos na Água.

A exposição contínua de elementos químicos presentes na água mesmo em baixas concentrações pode ser responsável por grande número de casos de câncer.

Os pesticidas em geral podem ser carcinogênicos assim como o clorofórmio, o benzeno e o tetracloreto de carbono, além de uma gama considerável de produtos químicos de origem e natureza ainda desconhecidas e que, pelo fato de serem lançados ilegalmente em rios e córregos chegam a mananciais que abastecem de água as comunidades, podendo causar graves e irreversíveis doenças à população.

Quanto ao clorofórmio e outros organoclorados e seus respectivos riscos à saúde humana, um grande número de informações foram reunidas em dissertação de mestrado.³⁰ Infere-se deste trabalho que os testes feitos com águas que continham os referidos produtos químicos e tendo animais como cobaias, comprovaram as propriedades cancerígenas desses organoclorados. Daí deduzir-se que

estas substâncias possam também causar as mesmas doenças na espécie humana.

Deste modo, há compostos químicos que são cancerígenos em concentrações da ordem de p.p.b.- partes por bilhão, enquanto a tecnologia de monitoramento é o de no máximo p.p.m.- parte por milhão, evidenciando o grande risco presente.

Na verdade, além da impossibilidade técnica atual de remoção de todos os elementos químicos carcinogênicos da água, há toda uma série de incertezas que envolvem a questão.

Por derradeiro, cumpre dizer que, o aproveitamento de águas poluídas por efluentes industriais ou esgotos domésticos necessita de uma avaliação criteriosa, principalmente por parte das empresas que têm como objetivo o controle de meio ambiente e o saneamento básico. Infelizmente, nem sempre isso é feito.

2.5.4 - Riscos de Saúde Relacionados com o Tipo de Reuso¹⁰

Além da quantidade de contaminantes presentes na água recuperada, os riscos de saúde pública estão diretamente relacionados com as várias aplicações possíveis para o reuso da água e, portanto, à forma de exposição do homem aos contaminantes.

De um modo geral, pode-se afirmar que os riscos relacionados aos reusos para fins não potáveis são devidos à presença de contaminantes biológicos e/ou elementos químicos de efeitos tóxicos agudos ou sub-agudos, de resposta rápida. Para os reusos potáveis, além destes contaminantes devem ser considerados os riscos

decorrentes dos efeitos de exposição, contínua e de longo prazo, aos traços de elementos químicos potencialmente carcinogênicos, mutagênicos ou teratogênicos, mormente os traços orgânicos.

Shuvall, citado por Lavrador¹³ apresenta, de forma detalhada, os riscos sanitários, e as formas de mitigá-los, associados às diversas aplicações possíveis para o reuso da água, os quais são sintetizados na figura a seguir.

Quadro 5.4 - RISCOS DE SAÚDE ASSOCIADOS ÀS FORMAS POSSÍVEIS DE REUSO

FORMA DE REUSO	RISCO DE SAÚDE	MEDIDA DE MITIGAÇÃO DO RISCO
AGRÍCOLA	Contaminação de culturas com organismos patogênicos.	Tratamento adequado; eliminar contato direto do efluente com culturas comestíveis; substituição da cultura.
	Contaminação direta dos trabalhadores.	Tratamento adequado; educação dos trabalhadores a respeito de necessidade de adequados hábitos de higiene pessoal.
	Contaminação do público por aerossóis.	Tratamento adequado, fixação de zonas neutras e /ou cercas vivas entre as áreas irrigadas e as zonas residenciais ou vias públicas. Substituição do método de irrigação.
	Contaminação de animais que se alimentam em pastagens irrigadas.	Tratamento adequado.
	Contaminação de peixes ou lagoas.	Tratamento adequado e controle de vetores.
INDUSTRIAL	Conexão cruzada entre os sistemas de água potável e de reuso.	Adequada diferenciação (código de cores, materiais diferentes, etc.) entre os sistemas. Sinalização adequada.
	Se usada com água de processo, contaminação de produtos comestíveis	Tratamento adequado.
RECREACIONAL	Doenças de veiculação hídrica, infecção dos olhos, ouvidos e nariz.	Tratamento adequado. Restrição ao contato direto com a água.
	Ingestão de contaminantes químicos ou irritação dos olhos e mucosas, devido aos efluentes industriais.	Reduzir ou eliminar descargas industriais. Tratamento adequado. Restrição ao contato direto com a água.
RECARGA DO AQUÍFERO SUBTERRÂNEO	Contaminação de aquíferos utilizados como fonte de água potável.	Tratamento adequado anterior à recarga; o efluente deve percorrer uma adequada distância através do solo; adequada diluição com as águas naturais do aquífero; assegurar tempo de detenção mínimo no aquífero.
REUSO URBANO NÃO POTÁVEL	Conexão cruzada entre os sistemas de água potável e de reuso.	Tratamento adequado. Adequada diferenciação entre os sistemas. Sinalização.
	Contato com a água recuperada utilizada para irrigações de parques e jardins ou lavagem de ruas.	Tratamento adequado; irrigação e lavagem em horários de pouco contato com o público; restrição à irrigação com aspersão.
REUSO PARA FINS POTÁVEIS	Ingestão de contaminante biológicos e químicos.	Tratamento adequado; Monitoramento da qualidade da água antes da distribuição e outras medidas, conforme Item 5.5.

Montado a partir das referências: (Shuvail, 1977a e Montgomery, 1985).

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Caracterização da Area Estudada

A escolha de reuso industrial para tema deste trabalho valeu-se das peculiaridades regionais, posto que, na região encontra-se o município de Cubatão que tem um parque industrial que abriga o maior polo petroquímico da América Latina, onde se constata a proximidade entre as indústrias que se deparam com um problema comum: a falta d'água. Além disto, esse parque está situado no vale do Rio Cubatão, que tem suas águas conspurcadas pela poluição das próprias indústrias e dos esgotos domésticos e industriais, provenientes da Grande São Paulo. Há que se ressaltar, ainda, a intrusão da água do mar, que aumenta consideravelmente o teor de salinidade das águas do rio.

Em princípio, seria mais fácil projetar reuso para Cubatão do que para São Paulo, onde as indústrias não estão concentradas em área restrita, como no caso de Cubatão. Por seu turno, a escolha da Baixada Santista para estudo de reuso potável foi devido a existência de abastecimento na região de água já utilizada anteriormente, como as da represa Billings. Vejamos como isso ocorre:

- a) Os esgotos domésticos da Grande São Paulo são carreados principalmente do complexo Tietê-Pinheiros-Billings para a Baixada Santista via tubulações da Usina Henry Borden com a finalidade de gerar energia elétrica;
- b) Na estação de tratamento de águas em Cubatão, estes esgotos domésticos e industriais adicionados às águas do Rio Cubatão vão ser devidamente tratados

transformando-se em água potável, disponível para distribuição à população da região litorânea.

No entanto, o reuso é denominado potável indireto, porque conforme definição anterior, trata-se de águas residuárias que são misturadas às águas de boa qualidade do rio Cubatão.

A seguir, o detalhamento do reuso potável indireto, ou seja, quais os parâmetros a estudar e qual a metodologia de tratamento possível que garanta a sua confiabilidade. Desta maneira, tendo em vista trabalho anterior de pesquisa para a região recém concluído, passou-se ao estudo dos trihalometanos, que é um dos parâmetros previstos na legislação (portaria 36 do Ministério da Saúde) e que a torna obrigatória a todas as equipes técnicas de empresas brasileiras de saneamento.

Assim, escolheu-se estudar THM para Baixada Santista como um todo, porque a água de abastecimento da região é produzida em Cubatão e distribuída para Santos, São Vicente, Cubatão e parte da Praia Grande, havendo diversas interligações de maneira a abastecer inclusive Itanhaém.

Vale dizer que a reação de formação dos THM é extremamente lenta podendo se desenvolver em mais de 48 horas, o que leva a comprovar a necessidade de se estudar a região de forma global; isto porque, a água produzida em Cubatão, enquanto se transporta para vários pontos da Baixada enseja o processamento da reação de formação dos THM.

Os mapas (fig. 05 e 06) retratam fielmente as regiões estudadas.

3.1.1 - Localização Geográfica dos Principais Mananciais da Baixada Santista

Na figura nº 05 aparecem indicados os mananciais que suprem a ETA Cubatão (Rio Cubatão e Billings) e o envolvimento com a Grande São Paulo.²⁴

FONTE: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Plano Diretor.

3.1.3 - Localização das Indústrias e seus Despejos* Industriais no Rio Cubatão.

O fluxograma a seguir mostra a situação da bacia do Rio Cubatão, os despejos industriais e urbanos, e as captações.²⁵

Fig. 07 Bacia do Rio Cubatão e seus despejos Industriais

3.1.4 - Estações de Tratamento de Água de Cubatão.

ETA-3 Cubatão

A ETA Cubatão possui um sistema clássico de tratamento de água tendo sido submetida a reformas sucessivas e ampliações desde a sua inauguração, em 1962. Esta vem sendo observada frequentemente além de ser objeto de vários estudos. No começo da década de 80 foi instalada na mesma, uma ETA piloto com o objetivo principal de se estudar trihalometanos na região, servindo de base para outras experiências na Grande São Paulo. Assim, por exemplo, testes realizados na ETA Alto Cotia em São Paulo foram decorrentes dos resultados preliminares obtidos em Cubatão.

ETA-2 Caixa 10

É uma ETA que abastece parte do parque industrial de Cubatão e um pequeno bairro residencial (Vila Elizabeth). (vide fig. 08)

Para o tratamento são utilizadas apenas desinfecção e fluoretação.

É utilizado ainda, cal para elevação do pH da água bruta. Quando o pH da água bruta aumenta, o sistema é fechado e o abastecimento da região é feito através da ETA Cubatão.

Quanto à utilização de tecnologias de reuso para que se possa tratar águas da Billings e do Rio Cubatão, procedeu-se a ensaios de laboratório, verificando-se quais as soluções possíveis para cada caso.

A seguir se anexa esquema da região onde aparecem em destaque as ETAs Cubatão e Caixa 10 e suas respectivas linhas de recalque e distribuição.

Fig.8 - ESQUEMA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE CUBATÃO
Fonte: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

3.2 - Forma de Execução do Trabalho

3.2.1 - Reuso Potável Indireto

Para alcançar o objetivo de se conhecer o coeficiente de mistura ideal ou da máxima diluição entre águas do Rio Cubatão e Billings, de maneira que não houvesse riscos a saúde pública, realizaram-se alguns experimentos de laboratório, obtendo-se informações sobre a presença de vírus e bactérias através de análises de coliformes (totais/fecais), colifagos, e contagem de bactérias heterotróficas.

O controle de THM, nas águas de abastecimento público foi efetuado através da mudança do ponto de aplicação de cloro na ETA de Cubatão e do emprego de cloraminas como desinfetante alternativo, pretendendo-se reduzir assim a produção de THM, o que foi testado na ETA-CAIXA 10.

3.2.2 - Reuso Industrial

Pesquisou-se a maneira de fornecer água não potável para as indústrias, através de levantamentos, consulta a arquivos, tomou-se por base relatório específico feito pela SERETE⁽²⁵⁾. Também procurou-se estabelecer preços compatíveis para forçar o uso adequado da água na indústria deixando de utilizar água potável para fins que não a necessitem especificamente. Tal mecanismo levou em consideração a competitividade do mercado.

3.3 - Descrição das Experiências de Reuso Potável Indireto

Foram realizadas experiências de laboratório visando-se conhecer melhor:

- 1- A capacidade de desinfecção de alguns agentes desinfetantes e as consequências destas desinfecções.
- 2- O uso de carvão ativado para redução de algumas características negativas da água final.

3.3.1 - Ensaios de Laboratório

Local: Laboratório da ETA-Cubatão

Procedência da Água: Rio Cubatão e Represa Billings
(Canais de fuga das Usinas Henry
Borden)

Período de estudo: 03/10/91 a 25/10/91

Equipamentos: - Turbidímetro
- Aqua-Test (colorímetro)
- Condutivímetro
- Medidor de pH análogo
- Ozonizador "Ozon-Tec" Neo Life
- Aparelho Jar-Test
- Coluna de Carvão Ativado Granular
(Tubo de PVC de 4" e 76 cm de altura
com torneira a 15 cm da base)

Reagentes: - Água clorada
- Hidróxido de amônio
- Sulfato de alumínio
- Hidróxido de Cálcio
- Ácido sulfúrico
- Carvão Ativado Granular tipo GL-20/40
(ATICARBO)

3.3.1.1 - Processos de Tratamento Realizados em Laboratório

A: Adsorção com Carvão Ativado Granular seguida de coagulação, sedimentação, filtração e desinfecção com cloro.

B: Adsorção com Carvão Ativado Granular seguida de coagulação, sedimentação, filtração e desinfecção com cloramina.

C: Coagulação/Floculação/Sedimentação, Filtração e Desinfecção com Ozona.

D: Coagulação/Floculação/Sedimentação, Filtração, Desinfecção com Ozona + Cloro Residual.

E: Coagulação/Floculação/Sedimentação; Cloração; Filtração e Carvão Ativado Granular.

OBS: Cada processo foi realizado em duas etapas:

1a: Usando-se apenas água bruta proveniente dos canais de fuga da Usina Henry Borden (Billings).

2a: Usando-se uma mistura de 50% de água da Usina (Billings) + água do Rio Cubatão (Barragem).

3.3.1.2 - Objetivos dos Processos

- Processo A:

Redução dos precursores orgânicos de IHM possibilitando a desinfecção por cloro, e de um modo geral remoção de contaminantes orgânicos ainda não identificados que podem ser prejudiciais à saúde humana.

- Processo B:

Redução de precursores e mudança do desinfetante que não forma THM. Verificar a capacidade da cloramina como desinfetante primário.

- Processo C:

Tratamento convencional utilizando-se um poderoso oxidante que não forma THM (ozônio).

- Processo D:

Ozonização pós-filtração com adição de cloro residual.

- Processo E:

Mudança de ponto de aplicação do cloro (intercloração), e adsorção por CAG pós-filtração, para remoção dos subprodutos da desinfecção.

3.3.1.3 - Procedimento dos Ensaios

Processo A:

- A água bruta foi examinada quanto aos parâmetros físico-químicos de: pH, cor, turbidez, alcalinidade, e condutividade. Foi coletada amostra para análise bacteriológica: coliforme, colifagos, contagem, padrão de bactérias.

- Fez-se passar 2,5l da água bruta pela coluna de carvão ativado granular.

Procedeu-se aos mesmos exames descritos acima, e a coleta para bacteriologia

- A água saída da Torre seria tratada em Jar-Test (coagulação-floculação-sedimentação) e filtrada, porém isso não foi necessário devido a grande redução da cor e turbidez (vide Tabs. 4 e 5 nos resultados).

- A água proveniente da torre foi submetida à desinfecção com cloro, mantendo-se um tempo de contato de 40 minutos.
- Após o tempo de contato foram coletadas amostras para bacteriologia (mantidas sob refrigeração até chegada ao laboratório).
- A água assim tratada, permaneceu em repouso por 48 horas. Coletou-se então, amostra para determinação de TTHM.

OBS: Tanto as amostras para bacteriologia, como as amostras para TTHM foram enviadas para os respectivos laboratórios da CETESB/São Paulo.

Processo B:

- O procedimento foi idêntico ao do processo A, mudando-se apenas o desinfetante.
- A água proveniente da torre foi submetida a desinfecção com cloraminas na proporção de 1:3 (amônia; cloro); 40 minutos de contato.

Processo C:

- A água bruta foi testada em Jar-Test utilizando-se apenas sulfato de alumínio como coagulante (30 ppm) devido a alta alcalinidade e pH propício à floculação.
- A água tratada, decantada em 30 minutos, foi filtrada em papel de filtro e desinfetada com ozônio.

- Para a ozonização borbulhou-se ar ozonizado proveniente do aparelho "Uzon-1ec" durante 10 minutos mantendo-se o tempo de contato em 10 minutos após o qual coletaram-se amostras para a bacteriologia.
- Amostras de TTHM foram coletadas após 48 horas de repouso.
- As águas bruta e tratada foram examinadas quanto aos parâmetros: pH, cor, turbidez, alcalinidade, e bacteriologia.

As amostras de TTHM e de bacteriologia foram enviadas para os laboratórios da CETESB/São Paulo, como as dos processos anteriormente descritos.

- Não foi possível quantificar a ozona produzida durante o tempo de ozonização face a falta de recursos no laboratório da ETA.

Processo D:

- procedimento idênticos ao processo C, somando-se apenas aplicação de cloro após ozonização (CRL de 1,0 ppm).

A mesma sequência de determinação dos parâmetros citados acima repetiu-se neste processo.

Processo E:

- A água bruta em Jar-Test (coagulação-floculação-sedimentação).
- Após a sedimentação procedeu-se a desinfecção com cloro (intercloração) e filtração.

- Após a água tratada passou através da coluna de carvão ativado granular.
- Idem para os parâmetros analisados acima.

3.3.2 - Experiências em ETA com Intercloração e Cloraminação para Reduzir a Formação de THM.

Entre 1980 e 1986 foram coletados dados nas ETAs da Grande São Paulo e na ETA piloto da ETA Cubatão, sendo portanto uma pesquisa de campo, com a finalidade de verificar a melhor alternativa de tratamento para impedir que subprodutos de desinfecção chegassem a torneira do consumidor.²⁴

As alternativas mais viáveis sob o ponto de vista econômico e operacional foram:

a) Mudança de ponto de cloração:

Testado na ETA-Cubatão em 1989.

b) Aplicação de cloraminas - pesquisa de campo-ETA-Caixa 10 em 1991.

3.3.2.1 - Mudança de Ponto de Aplicação de Cloro ou Intercloração na ETA-3-Cubatão

O sistema foi composto por uma linha de PVC de 4,0 pol., conectada a um ejetor e dela partiram 15 difusores de 3/4 pol. de tubo PAD, que distribuíram a solução de água superclorada. Os difusores foram fixados com paralelepípedos (macadame) no fundo da canaleta de água decantada.

A cloração foi feita transferindo-se 5 ppm de cloro da pré-cloração para 3 ppm na pré-cloração e 1,5 ppm na intercloração.

Foi feito um monitoramento de cloro residual livre na entrada e saída dos filtros.

3.3.2.2 - Aplicação de Cloramina na ETA-Caixa 10

A cloraminação consiste na aplicação de gás cloro e amoníaco na proporção de aproximadamente 3:1 na água bruta. Para isto foram utilizados dois dosadores colocados em abrigos separados, por questão de segurança.

Para o gás amoníaco adaptou-se um dosador de cloro executando pequenas mudanças internas.

Para verificação da eficiência do sistema foi realizado um acompanhamento da qualidade da água final na rede de distribuição quanto aos padrões físico-químicos (pH, cor, turbidez, cloro residual) e bacteriológicos (coliforme total e fecal, bactérias heterotróficas).

Para isto, foram coletadas um total de 85 amostras durante o período de 31/10 a 06/12/91.

Todas as análises citadas foram realizadas nos laboratórios de controle de qualidade da SABESP-SANTOS, utilizando-se as técnicas descritas no "standard Methods for The Examination of Water and Wastewater" 17a. Edição.3

3.3.3 - Levantamento de Resultados de THM na Rede de Distribuição das Cidades de Santos e Cubatão.

O levantamento foi feito a partir dos resultados dos relatórios mensais da CETESB.

Quatro amostras mensais das redes de distribuição dos municípios foram recolhidas e analisadas, sendo dois pontos para Santos e uma para Cubatão somando-se um total de 57 análises, correspondentes ao período de 1989 a 1991.

Como está amplamente divulgado na literatura especializada, a reação da formação dos trihalometanos é extremamente lenta. Portanto conhecer-se os resultados do sistema produtor sem se saber qual o incremento durante o percurso desde a reservação e rede de distribuição tornaria o estudo incompleto. Assim decidiu-se examinar qual o alcance dos THM nos pontos mais extremos da rede.

3.3.4 - Amostragem - Técnica de Coleta

- Trihalometanos

Foram utilizados frascos de borossilicato com capacidade mínima de 2,5 ml. Nas amostras foram adicionados 2,5 a 3,0 mg do agente redutor sulfito de sódio, a fim de não permitir a formação de THM após a coleta. A amostra foi coletada de modo a não permitir a entrada de bolhas de ar nos frascos que a seguir foram agitados por um minuto. As análises foram realizadas até no máximo de 14 dias após a coleta.

- Bacteriológicas

Frascos de borossilicato com capacidade de 125 ml, contendo 0,1 ml de tiosulfato de sódio 10% para amostras de água clorada esterelizados a 170-180°C, a tampa e a boca dos frascos foram cobertos com papel metálico antes da esterilização.

Após a coleta, os frascos foram mantidos sob refrigeração, e enviados imediatamente ao laboratório da CETESB em São Paulo. As amostras foram coletadas dentro das normas para exames bacteriológicos.

3.3.5 - Método de determinação

- Trihalometanos

A técnica utilizada para determinação de THM em águas de abastecimento público foi a cromatografia gasosa, através de dois métodos básicos aprovados pela USEPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. São denominados geralmente por "Purge and Trap" e "Extração Líquido-Líquido". As análises realizadas pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, foram por nós acompanhadas.

- Bacteriológicas

Foram feitos exames na água bruta e tratada de:

- Coliformes totais e fecais (indicadores de poluição de origem fecal);
- Contagem de bactérias Heterotróficas (avaliação das condições sanitárias do sistema);
- Colifagos (presença de vírus).

Para a detecção de coliformes foram utilizadas as técnicas de tubos múltiplos e de Membrana Filtrante, (empregando-se equipamento Millipore).

As análises seguem as técnicas descritas no "Standard Methods for the Examination of Water Wastewater", 17ª. edição.

Necessário é ressaltar que outros testes importantes, como os de enterovírus e testes de Ames (observação de mutágenos), não foram efetuados devido a grande quantidade de amostras que seriam precisas à cada determinação, visto que a amostragem deveria ser realizada nos ensaios de laboratório com "Jar-Test", o que inviabilizou assim a possibilidade destes exames.

3.4 - Reuso Industrial

Os levantamentos feitos na região de Cubatão serviram de base para os cálculos de custos do sistema de abastecimento industrial. Isto foi feito através de alguns formulários que estão colocados em anexo, tendo por objetivo a demanda de água industrial, tais como:

- I - Identificação
- II - Localização
- III - Consumo de água nos últimos anos
- IV - Variações mensais do consumo de água industrial ao longo do ano
- V - Qualidade da água industrial (atual e desejada)

- VI - Problemas de abastecimento
- VII - Vazões médias restituídas ao Rio Cubatão e/ou seus afluentes
- VIII - Reservatórios existentes na Fábrica para atender aos Picos de demanda
- IX - Previsões de consumo de água para os próximos anos
- X - Custos unitários atuais

3.4.1 - Consulta Cadastral

A consulta cadastral foi realizada nos arquivos da SABESP/ São Paulo e Baixada Santista.²⁵

4 - RESULTADOS

4.1 - Reuso Potável Indireto

4.1.1. - Ensaios de Laboratório

A tabela 03 mostra os resultados de pesquisa de TTHM em diversos processos de tratamento utilizando-se as águas da represa Billings, e uma mistura com 50% do Rio Cubatão.

TAB.03 - EFICIÊNCIA DE VÁRIOS PROCESSOS PARA REDUÇÃO DE TTHM

PROCESSO	MISTURA	TTHM (ug/l)	OBSERVAÇÕES
A	(100% Billings)*	2,8	Dosagem cloro: 100 ppm Tempo contato: 40' CRL: 1,0 ppm
A	(50% Billings + 50% barragem)**	5,6	Dosagem cloro: 70 ppm Tempo contato: 40'
B	(100% Billings)	3,3	Dosagem cloramina (cloro/amonia) : 3:1 Tempo contato: 40'
B	(50% Billings + 50% Barragem)	2,0	Dosagem cloramina (cloro/amonia) : 3:1 Tempo contato: 40'
C	(100% Billings)	ND	10'borbulamento (aplicação de ozônio) 10'contato
C	(50% Billings + 50% Barragem)	ND	10'borbulamento (aplicação de ozônio) 10'contato
D	(100% Billings)	4,7	Tempo borbulhamento (ozônio): 10' Tempo contato: 5' Cloro Residual: 1 ppm
D	(50% Billings + 50% Barragem)	ND	Tempo borbulhamento (ozônio): 10' Tempo contato: 5' Cloro Residual: 1 ppm
E	(100% Billings)	ND	Dosagem: 50 ppm Tempo contato: 40'
E	(50% Billings + 50% Barragem)	ND	Dosagem: 50 ppm Tempo contato: 40'

OBS: * Canais de fuga da usina Henry Borden em Cubatão

** Água bruta do Rio Cubatão

- ND: Não detectado

- Todas as amostras foram coletadas 48 horas após o tratamento

As tabelas a seguir mostram o comportamento inicial do carvão ativado granular face aos parâmetros de cor e turbidez, alcalinidade e condutividade.

Destaque-se a redução de cor e turbidez observada.

A da tabela 04 mostra as características físico-químicas da água bruta e a tabela 05, mostra as mesmas características para a água após o carvão ativado granular; neste caso pode-se examinar em várias diluições.

TAB.04 - CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA QUANTO A ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

	PH	COR	TURBIDEZ	ALCALINIDADE	CONDUTIVIDADE
BILLINGS	7,3	75	4,0	110.	340.
BARRAGEM	6.5	30	3,6	13.	43.

TAB.05 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA BRUTA APÓS C.A.G.

	PH	COR	TURBIDEZ	ALCALINIDADE	CONDUTIVIDADE
BILLINGS - 100%	9,7	2,5	0,3	220	510
MISTURA - 80%	9,6	2,5	0,3	183	430
MISTURA - 60%	9,6	2,5	0,3	150	390
MISTURA - 40%	9,6	2,5	0,3	123	340
MISTURA - 20%	9,4	2,5	0,3	115	300

As tabelas 06 e 07 apresentam vários processos de tratamento e os respectivos resultados dos testes bacteriológicos em épocas diferentes usando-se somente água proveniente da represa Billings, considerada a de pior qualidade, e que portanto poderia causar maiores riscos à saúde pública.

Para melhor avaliação dos resultados bacteriológicos, deveria ser utilizada a mesma técnica de análise em todas as amostras, para que todos os resultados, tanto de água bruta e tratada, pudessem ser apresentados de forma quantitativa. Entretanto por falta de maiores recursos para a pesquisa essas técnicas não foram desenvolvidas.

**TAB.06 - EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS QUANTO A DESINFECÇÃO
(1º EXPERIMENTO - 10/10)**

PROCEDÊNCIA	N.M.P de coliforme/100 ml		Bacterias Heterotróficas UFC/ ml	Colifagos UFP/100 ml
	TOTAIS	FECALIS		
Água Bruta - Billings	$5,0.10^3$	30	$4,6.10^3$	1035
Água Bruta - após calvão ativado Granular	70	7	$1,5.10^3$	635
Água Tratada - Processo A (cloro)	AUSENTES	AUSENTES	1	PRESENTES
Água Tratada - Processo B (cloramina)	AUSENTES	AUSENTES	1	PRESENTES
Água Tratada - Processo C (Ozonio)	PRESENTES	PRESENTES	300	PRESENTES

Nota: Todos os processos foram realizados usando-se apenas água proveniente dos canais de fuga da Usina Henry Borden

**TAB.07 - EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS QUANTO A DESINFECÇÃO
(2º EXPERIMENTO - 25/10)**

PROCEDÊNCIA	N.M.P de coliforme/100 ml		Bacterias Heterotróficas UFC/ ml	Colifagos UFP/100 ml
	TOTAIS	FECALIS		
Água Bruta - Bilings	2,8.10	27	$1,5.10^4$	50
Água Bruta - após carvão ativado Granular	300	300	$1,2.10^4$	05
Água Tratada - Processo A (cloro)	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES
Água Tratada - Processo B (cloramina)	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	PRESENTES
Água Tratada - Processo C (Ozonio)	PRESENTES	PRESENTES	> 6.500	AUSENTES

Nota: Todos os processos foram realizados usando-se apenas água proveniente dos canais de fuga da Usina Henry Borden

4.1.2 - Inter-cloração na ETA Cubatão

As tabelas a seguir mostram resultados operacionais da inter-cloração quanto a concentração de cloro residual livre (CRL) na entrada e saída dos filtros.

A primeira inter-cloração ocorreu durante o período de 21/08/90 às 11:00 horas a 23/08/90 às 13:00 horas (Tab.08).

A segunda teve início em 20/11/90 às 9:35 horas e foi paralisado 23/11/90 às 9:00 horas (Tab.09).

Em ambos os testes, a suspensão da intercloração ocorreu devido a problemas operacionais, devidamente discutidos no item 5.

Pode-se observar na tabela do dia 20/11 que a distribuição de cloro nos decantadores esteve totalmente anormal apresentando amplitude muito grande, pois obteve valor máximo 10,5 e valor mínimo 0,6, e isto se repetiu, pois pode-se ver o resultado de > 20 ppm de cloro às 10:00 horas no filtro 11 e zero nos filtros 7, 8 e 10, portanto o processo esteve sem controle.

TAB.08 - CLORO RESIDUAL LIVRE NAS ENTRADAS DOS FILTROS E AGUA FINAL (21/08 a 23/08/90)

DATA	HORA	CLORO RESIDUAL LIVRE (MG/L)											
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F10	F11	F12	H2O FINAL
21/08	14:00	3,1	2,9	2,9	2,4	2,5	2,6	2,5	2,5	2,7	2,9	2,2	2,6
	15:00	2,6	2,5	2,4	1,9	2,3	2,2	2,2	2,0	2,1	2,4	1,8	1,8
22/08	09:00	2,6	2,8	2,5	2,2	2,9	2,5	2,8	2,8	6,5	*6,3	9,7	3,2
	11:00	0,9	1,8	1,2	1,2	1,2	0,9	0,7	0,5	0,5	1,2	0,6	2,2
	15:00	3,0	2,8	2,3	2,9	2,6	2,2	3,8	2,0	0,5	0,8	0,6	2,6
23/08	09:00	1,8	2,2	2,1	1,7	1,7	2,0	1,8	2,0	1,3	1,5	1,8	2,1

OBS.: Filtro 09 em reforma

* Filtro 11 na reserva

A Média das dosagens aplicadas em 22/08 foram de: 2,87 ppm na pre-cloração.

2,24 ppm na intercloração,

0,24 ppm na pos-cloração.

TAB. 69 - CLORO RESIDUAL LIVRE NAS ENTRADAS DOS FILTROS E AGUA FINAL
(28/11 A 23/11/93)

DATA	HORA	CLORO RESIDUAL LIVRE (MG/L)											H ₂ O FINAL
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F10	F11	F12	
28/11	18:00	5,7	5,5	4,9	4,9	5,7	5,6	7,5	5,5	5,6	3,5	3,2	2,4
	11:00	3,0	3,5	3,0	-	4,7	3,5	5,5	4,3	2,3	13,0	2,4	2,5
	12:00	5,5	5,4	5,5	5,2	3,6	3,9	5,5	5,3	2,4	6,8	2,2	3,0
	13:00	8,9	10,5	5,3	5,8	4,1	4,6	9,2	6,1	2,6	2,8	4,8	3,5
	14:00	3,0	4,4	1,2	1,7	4,6	2,4	1,5	2,2	8,6	3,1	8,8	3,6
	15:00	2,0	1,2	1,9	2,5	3,5	1,5	8,6	1,8	0,0	1,0	1,8	2,6
21/11	10:00	2,2	2,9	2,5	-	2,1	-	3,9	-	1,7	4,1	1,0	2,2
	11:00	3,8	3,2	2,8	-	2,8	-	6,4	-	1,9	3,5	2,4	2,6
	12:00	3,2	3,8	2,9	-	1,9	-	4,8	-	2,3	3,1	2,7	2,4
	13:00	3,6	3,7	3,4	-	3,0	-	3,3	-	1,6	3,5	2,4	2,5
	14:00	1,6	2,1	2,8	2,8	1,6	2,8	1,7	2,8	1,6	1,9	1,8	2,5
	15:00	1,7	1,6	2,6	2,2	1,9	1,9	2,1	1,4	1,3	2,8	2,0	1,7
22/11	09:00	1,1	1,1	1,0	0,9	1,1	1,2	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	3,3
	10:00	2,5	2,5	1,9	2,2	2,6	1,2	1,5	1,3	1,3	2,4	1,7	2,2
	11:00	3,0	2,7	2,0	2,2	2,2	1,8	1,9	1,6	1,3	3,8	1,2	2,5
	12:00	1,5	1,8	1,1	0,9	1,0	1,4	1,8	1,2	1,8	1,2	1,1	2,1
	14:00	2,2	2,1	1,0	1,0	1,7	0,9	1,1	1,9	0,4	2,8	1,2	2,3
	15:00	2,6	2,5	2,0	1,8	2,8	1,6	2,1	2,4	0,5	3,5	1,5	2,2
23/11	09:00	18,8	18,8	>20,0	<20,0	17,8	<20,0	12,7	10,0	0,7	5,5	5,2	5,9
	10:00	1,8	1,7	1,3	2,2	3,1	1,2	0,0	0,0	0,0	>20,0	13,0	12,2
	11:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0	10,8	3,1

ODS: Filtro 09 em reforma

4.1.3 - Cloraminas

A tab.10 mostra os resultados de acompanhamento dos testes da cloro-amoniação quanto à eficiência bactericida na água final e na rede de distribuição

Foram examinados os resultados de coliformes totais/fecais (indicadores de poluição fecal), e bactérias heterotróficas para avaliação das condições sanitárias da rede.

Os parâmetros físicos-químicos, principalmente cor e turbidez e CRL são também examinados, pois auxiliam no diagnóstico de resultados anômalos na água tratada.

TAB.10 - MONITORAMENTO DOS TESTES DA CLORO-AMONIAÇÃO NA ETA-CAIXA 10
(31/10 A 06/12/91)

PROCEDENCIA	DATA				CL ₂		COLIF/100ml		Bacterias Heterotroficas UFC/ml
		pH	COR	TURBIDEZ	CT	CRL	TOTAL	FECAL	
REDE 1	31/10	8,2	2,5	0,29	1,2	0,0	<1	-	2
REDE 2		8,8	2,5	0,34	1,8	0,0	4	-	13
REDE 3		9,1	2,5	0,18	2,0	0,0	<1	-	6
ETA-FINAL		9,2	2,5	0,17	2,2	0,0	<1	-	12
BRUTA		7,8	2,5	0,13	-	-	<2	<2	-
BRUTA		7,6	2,5	0,17	-	-	<2	<2	-
R1	01/11	6,9	20,0	1,30	0,7	0,0	<1	-	-
R2		7,4	2,5	1,20	2,3	0,0	<1	-	-
R3		8,0	2,5	0,38	2,4	0,0	<1	-	-
ETA-FINAL		3,2	2,5	0,57	3,0	0,0	<1	-	-
R1	04/11	6,3	20,0	0,52	0,4	0,0	<1	-	3
R2		6,8	2,5	0,22	1,4	0,1	<1	-	10
R3		6,9	2,5	0,23	1,6	0,0	<1	-	50
ETA-FINAL		6,9	2,5	0,16	2,0	0,0	<1	-	9
BRUTA		6,0	7,5	0,53	-	-	-	-	-
R1	05/11	6,2	35,0	4,10	0,1	0,0	<1	-	-
R2		6,5	5,0	0,34	1,3	0,0	<1	-	-
R3		6,5	15,0	0,79	1,1	0,0	<1	-	-
ETA-FINAL		6,6	2,5	0,24	1,9	0,0	<1	-	-
BRUTA		6,2	2,5	0,17	-	-	-	-	-
R1	06/11	7,0	7,5	0,57	0,6	0,0	<1	-	1
R2		7,3	2,5	0,33	1,7	0,0	<1	-	<1
R3		7,1	2,5	0,27	1,3	0,0	<1	-	1
ETA-FINAL		7,1	2,5	0,17	1,5	0,1	<1	-	1
BRUTA		6,7	2,5	0,21	-	-	-	-	-
R1	07/11	6,9	2,5	0,31	1,9	0,05	<1	-	134
R2		7,0	2,5	0,22	0,9	0,0	21	-	<1
R3		6,7	7,5	0,42	2,0	0,0	<1	-	<1
ETA-FINAL		6,7	2,5	0,10	2,2	0,0	<1	-	2
BRUTA		6,7	2,5	0,11	-	-	-	-	-
R1	11/11	6,8	15,0	2,40	0,3	0,1	<1	-	3
R2		6,9	10,0	2,80	0,8	0,0	<1	-	220
R3		7,0	2,5	0,10	1,6	0,0	<1	-	7
ETA-FINAL		6,7	2,5	0,10	1,7	0,0	<1	-	68
BRUTA		6,6	2,5	0,12	-	-	80	20	-
R1	21/11	6,9	30,0	2,0	0,4	0,0	<1	-	2
R2		7,1	2,5	0,25	1,8	0,0	<1	-	2
R3		7,0	2,5	0,23	1,4	0,1	<1	-	3
ETA-FINAL		6,6	2,5	0,12	1,7	0,1	-	-	-
BRUTA		6,5	2,5	0,18	-	-	-	-	-
R1	22/11	7,3	15,0	1,60	1,0	0,05	<1	-	-
R2		7,4	2,5	0,19	1,7	0,1	<1	-	-
R3		7,4	2,5	0,22	1,7	0,05	<1	-	-
ETA-FINAL		6,8	2,5	0,10	1,8	0,01	<1	-	-
BRUTA		6,7	2,5	0,10	-	-	-	-	-

Cont.

OBS: Ocorrência de chuva: * media
** fraca:

TAB.10 - MONITORAMENTO DOS TESTES DA CLORO-AMONIAÇÃO NA ETA-CAIXA 10
(31/10 A 06/12/91)

PROCEDENCIA	DATA	pH	COR	TURBIDEZ	CL ₂		COLIF/100ml		Bacterias Heterotroficas UFC/ml
					CT	CRL	TOTAL	FECAL	
REDE 1	25/11	7,1	20,0	1,60	0,3	0,0	26	-	420
REDE 2		7,2	5,0	0,22	1,4	0,0	<1	-	3
REDE 3		7,3	2,5	0,22	1,4	0,0	<1	-	6
ETA-FINAL		6,5	5,0	0,25	1,6	0,0	<1	-	4
BRUTA		6,8	5,0	0,22	-	-	<1	-	-
R1	27/11	7,2	20,0	1,70	0,2	0,05	26	-	35
R2		7,1	5,0	0,21	1,2	0,1	<1	-	1
R3		7,2	5,0	0,3	1,0	0,05	<1	-	2
ETA-FINAL		6,5	2,5	0,14	1,9	0,0	<1	-	2
BRUTA		6,8	5,0	0,15	-	-	<1	-	-
R1	28/11	7,1	15,0	1,5	-	-	<1	-	<1
R2		7,1	5,0	0,28	-	-	<1	-	<1
R3		7,2	5,0	0,32	-	-	<1	-	6
ETA-FINAL		6,7	2,5	0,19	-	-	<1	-	1
BRUTA		6,6	2,5	0,2	-	-	-	-	-
R1	02/12	6,1	15,0	1,4	0,8	0,0	<1	-	3
R2		6,2	5,0	0,24	1,7	0,0	<1	-	<1
R3		6,2	5,0	0,32	1,4	0,0	<1	-	<1
ETA-FINAL		6,0	2,5	0,19	2,0	0,0	<1	-	<1
BRUTA		6,7	2,5	0,17	-	-	300	80	-
R1	03/12	6,6	20,0	1,6	0,2	0,0	<1	-	30
R2		6,9	7,5	0,34	1,6	0,0	<1	-	15
R3		6,7	5,0	0,27	1,5	0,0	<1	-	<1
ETA-FINAL		6,6	2,5	0,1	1,6	0,0	<1	-	13
BRUTA		6,2	2,5	0,1	-	-	-	80	-
R1	04/12	7,0	25,0	1,2	0,2	0,0	<1	-	7
R2		6,9	7,5	0,34	0,7	0,2	<1	-	1
R3		6,9	5,0	0,31	0,7	0,0	<1	-	9
ETA-FINAL		6,2	2,5	0,11	1,8	0,0	<1	-	4
BRUTA		6,0	2,5	0,12	-	-	-	60	-
R1	15/12	7,1	25,0	2,5	0,4	0,0	13	-	15
R2		7,1	15,0	1,5	0,9	0,05	<1	-	2
R3		7,2	5,0	0,4	1,2	0,05	<1	-	4
ETA-FINAL		6,3	2,5	0,3	1,0	1,7	<1	-	5
BRUTA		6,5	2,5	0,26	-	-	-	-	-
R1	06/12	7,3	7,5	0,22	-	-	<1	-	-
R2		7,4	2,5	0,14	-	-	<1	-	-
R3		7,2	2,5	0,10	-	-	<1	-	-
ETA-FINAL		6,2	2,5	0,10	-	-	<1	-	-
BRUTA		6,3	2,5	0,10	-	-	-	-	-

OBS: Ocorrência de chuva: * fraca

** media

4.1.4 - Variação de TTHM na rede das cidades da Baixada Santista.

Nas tabelas a seguir podemos encontrar as médias, o número de análises, os valores máximos obtidos, as percentagens nas devidas faixas de variação de TTHM para o período de 1988 a 1991, para as cidades de Santos e Cubatão.

**TAB.11 - RESULTADOS DE TTHM NA CIDADE DE SANTOS
NO PERÍODO DE 1989 A 1991**

	TTHM (ug/l)
media ate 1991	48.82
nº de amostras	39
maximo ate 1991	189
minimo ate 1991	18

**TAB.12 - DISTRIBUICAO DOS RESULTADOS DE TTHM ATRAVES
DE FAIXAS SIGNIFICATIVAS DE VALORES**

	TTHM (ug/l)			
	0-50	50-79	80-100	>100
nº de amostras	26	8	2	3
porcentagem	66.7	20.5	5.1	7.7

**TAB.13 - RESULTADOS DE TTHM NA CIDADE DE CUBATÃO
NO PERÍODO DE 1989 A 1991**

	TTHM (ug/l)
media ate 1991	40.96
nº de amostras	18
maximo ate 1991	170
minimo ate 1991	13.1

TAB.14 - DISTRIBUICAO DOS RESULTADOS DE TTHM ATRAVES DE FAIXAS SIGNIFICATIVAS DE VALORES

	TTHM (ug/l)			
	0-50	50-79	80-100	>100
nº de amostras	13	1	2	2
porcentagem	72.3	5.5	11.1	11.1

Na figura 09 apresenta-se a variação mensal de TTHM na cidade de Santos nos períodos de 1989 a 1991. É possível visualizar que na maior parte do período, os resultados se mantiveram abaixo do parâmetro máximo permitido.

FIG.09 - VARIAÇÃO SAZONAL DA CONCENTRAÇÃO DE TTHM NA ÁGUA FINAL DISTRIBUÍDA NA CIDADE DE SANTOS-SP NO PERÍODO DE MARÇO DE 1989 A NOVENHRO DE 1991.

4.2.- Reuso Industrial

Estudo de caso sobre abastecimento de água Industrial para a Baixada Santista.

4.2.1 - Levantamento da Demanda Industrial.

A tabela a seguir apresenta o resultado das pesquisas realizadas através de questionários (vide formulários em anexo 1) onde se obteve a demanda industrial total, requerida pelas indústrias. (O assunto já é objeto de discussão pública e aqui são apresentados em anexo matéria de A TRIBUNA do dia 20/2/90) (V.anexo 2)

TAB.15 DEMANDAS DE AGUA INDUSTRIAL NA REGIAO DE CUBATAO

NOME DA INDUSTRIA	DEMANDAS (m3/s)			POSICAO EM RELACAO AO SAI
	1988	1998	2008	
COSIPA	10,88	10,8	10,8	Favoravel
RHODIA	0,813	(0,813)	(0,813)	
CARBOCOLOR	0,23	(0,23)	(0,23)	
Cimento Santa Rita	0,814	0,817	0,828	
Gesso Paulista Ltda	0,883	(0,883)	(0,883)	
Alba-Adria S.A.	0,814	0,814	0,814	
ENCECLOR S.A.	0,881	(0,881)	(0,881)	
Fertilizantes Uniao	0,814	0,842	0,842	
Petrocoque S.A.	0,885	(0,885)	(0,885)	
Ultrafertil (1)	0,380	(0,380)	(0,380)	
Union Carbide S.A	0,111	0,111	0,111	
SUBTOTALS	10,713	10,834	10,837	
PETROBRAS (RPBC)	3,333	6,888	9,888	Desfavoravel
FAFER	1,888	(1,888)	(1,888)	
ULTRAFERTIL (2)	1,611	(1,611)	(1,611)	
Cia Santista de Papel	0,388	(0,388)	(0,388)	
Cia.Dras.de Estireno	0,444	(0,444)	(0,444)	
Costa Moniz S.A.	0,881	(0,881)	(0,881)	
SUBTOTALS	7,489	10,156	13,156	
COPEBRAS	0,994	1,711	1,797	Indefinida
IAP S.A.	0,864	(0,864)	(0,864)	
MANAH S.A.	0,812	(0,812)	(0,812)	
SUBTOTALS	1,878	1,787	1,787	
TOTAIS GERAIS (Arredondados)	19,3	22,8	25,8	

Nota: () Indica que, nao havendo previsao, manteve-se o valor anterior

Fonte SERETE S.A. ENGENHARIA - Sistema de Abastecimento de Agua para o Distrito Industrial de Cubatao.²⁵

4.2.2 - Custo de Obras

A tabela abaixo mostra o custo das obras da alternativa escolhida, com variação de vazão,⁶ que foi a alternativa A, tendo a captação situada nos canais de fuga da Usina Henry Borden.

TAB. 16 - CUSTO PRELIMINAR (US\$)

UNIDADES	Vazões (m ³ /s)		
	0,45	1,40	5,89
Captação e Estação elevatória	450.000	1.700.000	5.700.000
Adução até o lago de reservação	4.282.000	6.512.000	12.506.000
Lago de reservação	237.000	494.000	782.000
Canal de adução	75.000	88.000	118.000
Barragem rio Mogi	152.000	152.000	152.000
Eventual	1.301.500	2.238.000	4.814.500
TOTAL	6.507.500	11.182.000	24.072.500

Fonte - Relatório Técnico Preliminar do Sistema de Abastecimento de Água para a Cia.Siderúrgica Paulista-COSIPA⁰

5 - DISCUSSÃO

5.1 - Reuso Potável Indireto

5.1.1 - Ensaio de Laboratório

Da tabela 03 (Eficiência dos vários processos para redução de TTHM) pode-se observar o seguinte:

- 1) Processo A: Adsorção com carvão ativado granular seguido de coagulação, sedimentação, filtração e desinfecção com cloro.

Em todos os processos testou-se duas condições de água bruta, ou seja, somente água da represa Billings, que é considerada a pior condição em caráter geral, e a mistura 50% de Billings e 50% do Rio Cubatão.

A experiência visou reduzir precursores antes da desinfecção por cloro que seria o processo através do qual mais TTHM formaria.

- 2) Processo B: Adsorção com carvão ativado granular seguido de coagulação, sedimentação, filtração e desinfecção com cloramina.

A diferença em relação ao processo A foi a mudança do desinfetante, trocando cloro por cloramina que é sabidamente um desinfetante mais fraco.

- 3) Processo C: Coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção com ozona.

Trata-se do tratamento tradicional, clássico, contendo pré cloração, mas com desinfecção por ozona ao final do tratamento.

Ao se analisar a bibliografia especializada fica patente que o ozônio é um poderoso desinfetante, sendo inclusive de ação mais rápida que o cloro. É também um redutor de sabor, odor e cor, e age numa faixa ampla de pH.²³

- 4) Processo D: Coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção com ozona mais cloro residual.

A diferença em relação ao processo anterior é a introdução de cloro residual. Como se sabe o ozônio não deixa residual na água, o que pode ser considerado como um ponto fraco no balanço das vantagens e desvantagens dos desinfetantes. Assim, buscou-se eliminar tal desvantagem e verificar se com isto haveria ou não aumento de teor de TTHM.

- 5) Processo E: Coagulação, floculação, sedimentação, cloração, filtração e carvão ativado granular.

Trata-se da inversão do processo A na aplicação de CAG. Neste caso o carvão foi adicionado no final do tratamento, portanto após a formação de TTHM, o que seria muito mais difícil de se remover.

5.1.2 - A Redução de THM pela Mudança de Ponto de Aplicação de Cloro para o Decantador - Intercloração - Um Estudo de Caso para ETA Cubatão

As mudanças de ponto de aplicação de cloro nas ETAs podem ser feitas, retirando-se o cloro da pré-cloração e passando-se a aplicar o produto no decantador, bem próximo ao filtro ou no reservatório de água final.

Na ETA Cubatão por problemas operacionais esta experiência não apresentou resultados satisfatórios,

sendo entretanto, aconselhado o procedimento em outras ETAs.

5.1.2.1 - Aspectos Positivos que Induzem a Realização de Nova Experiência.

É o processo mais barato, para reduzir THM, que em geral gosa da confiança das pessoas ligadas ao tema, pela experiência de décadas com o uso de cloro. Portanto, esta deve ser sempre a primeira tentativa para reduzir THM em uma ETA, porque não haveria mudanças de desinfetante. Além disso poderia haver redução em aproximadamente 30% nos custos da aplicação do citado produto, conforme dados da literatura.

5.1.2.2 - Aspectos Negativos que Dificultam a Aplicação de Cloro no Decantador

Em algumas ETAs é possível que não haja redução dos THM. Entretanto, na ETA Cubatão não se chegou a testar, se houve ou não a tal redução porque ocorreram problemas operacionais que impediram o funcionamento por um período mais longo.

Os principais inconvenientes foram:

- Difusor inadequado de cloro;
- Falta de caixa de passagem que reúna toda a água que sai dos decantadores e distribua para os filtros;
- Consequências da falta de caixa de passagem ou canaleta de distribuição;
- falta de controle na dosagem em separado por cal no decantador;
- heterogeneidade nos residuais de cloro;
- falta de acompanhamento da experiência;
- falta de ajuste com difusores na ETA Cubatão.
- Soluções possíveis inclusive para a ETA Cubatão:

- 1) Instalação de um ejetor para cada decantador, ou ainda, separar totalmente o sistema evaporador/clorador/ejetor, para cada decantador
- 2) A outra forma para eliminação da pré-cloração é lançar-se o desinfetante no reservatório de água filtrada. Este procedimento foi aplicado na década de 60 no Brasil, e na de 50 nos Estados Unidos.

Novamente, serão observados algumas vantagens da aplicação no decantador ou seja:

- redução de THM;
- redução de custos pela diminuição da dosagem do desinfetante.

Entretanto não haverá proteção do decantador, permanecendo os inconvenientes do levantamento de lodo do fundo e o surgimento de algas nas paredes do mesmo. Neste caso sugere-se que a experiência seja efetuada em dois pontos:

- 1) No decantador, mas em dosagens extremamente reduzidas só para se obter as vantagens anteriores.
- 2) No reservatório de água filtrada com dosagem complementar permitindo um residual de cloro de proteção do reservatório de distribuição da cidade se houver e a respectiva rede de abastecimento.

5.1.3 - Cloraminas

A aplicação de cloramina como desinfetante primário na ETA-Caixa 10 tem sido bem sucedida, tanto no processo operacional como na eficiência bactericida, conforme resultados apresentados na tab.10 relativos à água final.

No sistema de distribuição da tab.10 aparecem alguns pontos de contaminação, (rede 1) e resultados anômalos quanto ao parâmetro cor em um mesmo ponto do sistema (rede 1) em aproximadamente 50% dos resultados.

Os locais que estão situados em pontas de rede que podem apresentar problemas tais como:

- 1) acúmulo de resíduos, geralmente devido a baixo consumo o que dificulta a ação do desinfetante;
- 2) problemas da rede, tais como tubulações velhas de ferro fundido ou galvanizado, favorecendo as infiltrações.

Ainda, é possível que haja negligência na amostragem podendo levar a resultados falsos de positividade bacteriológica. Todavia, estes problemas podem ser prontamente solucionados através de descargas sistemáticas com recoletas para análises, e/ou manutenção das tubulações.

5.1.4 - Discussão sobre a Variação de THM na Rede de Distribuição de Santos e Cubatão.

Das análises de TTHM feitas pela CETESB e publicadas em relatórios mensais, pudemos extrair as médias do período de 1989 a 1991 observando-se que o valor médio esteve bem abaixo do padrão máximo permitido (100 ug/l). (vide tabelas 11 e 12)

Realizou-se também a distribuição dos resultados colocando-se em grupos de 0-50, 50 a 79, 80 a 100 e > 100. Pode-se observar que a maior porcentagem esteve no grupo de 0 a 50 e que foram poucos os resultados acima de 100, tanto para Santos como para Cubatão. (tabelas 13 e 14).

5.2 - Discussão dos Resultados Obtidos para Reuso Industrial

5.2.1 - Algumas Considerações sobre Problemas de Captação e tratamento das Águas

5.2.1.1 - O rio Cubatão e seus afluentes na região em foco não têm capacidade, sequer, para atender a atual demanda das indústrias, cujo suprimento hídrico só se tornou possível pelo fato de que as usinas Henry Borden lançam no rio Cubatão uma vazão média que é a ordem de dez vezes a vazão média desse rio.

A partir destas considerações pode-se concluir que a sobrevivência do parque industrial de Cubatão está a exigir que as usinas Henry Borden continuem descarregando vazões adequadas no rio Cubatão.

Deve-se lembrar, a esse respeito, que no início de 1975 as autoridades federais e estaduais, preocupadas com a crescente deterioração sanitária do reservatório Billings, evocaram a possibilidade de alterar as condições de operação do conjunto Billings-Henry Borden, cessando de recalcar à Billings as águas do rio Tietê - que recebem hoje perto de 30 m³/s dos esgotos da Grande São Paulo - e desativando as usinas Henry Borden. A reação das indústrias de Cubatão foi praticamente imediata, tendo-se consubstanciado num relatório do CIESP - Centro das Indústrias do Estado de São Paulo, já citado, onde se indica claramente que se essas usinas fossem desativadas,

as atividades industriais no município de Cubatão tornariam-se praticamente impossíveis.

Não se sabe até que ponto esse relatório chegou a sensibilizar as autoridades, mas o fato é que as usinas não foram desativadas, definindo-se que sua operação seria feita em função de um certo número de limitações que não estão ligadas às necessidades de geração de energia, ou seja:

- controle de enchentes na Grande São Paulo;
- condições sanitárias no reservatório Billings.

Essas decisões induziram ao estabelecimento de um conjunto de normas operacionais que implicam, na prática, em definir, ano a ano, para cada mês, um nível mínimo e um nível máximo de operação.

5.2.1.2 - Uma análise da variação das vazões das usinas Henry Borden, foi realizada com base em dados disponíveis da operação dessas usinas.

Observa-se que a vazão diminui nos fins de semana, principalmente aos domingos e nos feriados. Assim, no período observado, as menores vazões médias diárias situaram-se na faixa de 20 a 30 m³/s, com mínimo absoluto de 21,9 m³/s em 01/08/1971, o que é perfeitamente compatível com a demanda de projeto do Sistema de Água Industrial, ou seja de 12 m³/s.

Os relatórios da SABESP informam que no período de 01/01 a 15/05/1975, as menores vazões médias diárias de cada mês variavam entre 49,0 e 59,6 m³/s; no mesmo período de 1971 essa variação tinha sido mais sensível, de 26,8 a 93,7 m³/s.

5.2.2 - Vantagens e Desvantagens dos Locais Destinados à Captação da Água Industrial.

As considerações tecidas sobre as vantagens e desvantagens das cinco possíveis zonas para implantação das obras de captação do SAI são apresentadas, sinteticamente, na matriz abaixo (tab. 17), em função da necessidade, ou não, de obras de:

- tratamento da água industrial;
- coleta e afastamento de efluentes industriais;
- prevenção da intrusão da cunha salina.

TAB.17 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS ZONAS PARA IMPLANTAÇÃO DAS CAPTAÇÕES DO SISTEMA DE ÁGUA INDUSTRIAL.

LOCALIZAÇÃO DA CAPTAÇÃO	TRATAMENTO	OBRAS DE AFASTAMENTO DE ESGOTO	OBRAS PARA EVITAR A INTRUSÃO DA CUNHA SALINA
A Montante dos Canais da Usina Henry Borden	IMPOSSÍVEL: VAZÃO INSUFICIENTE		
Nos canais da Usina Henry Borden	NÃO	NÃO	NÃO
Entre o ponto de lançamento dos efluentes da PETROBRÁS	SIM	NÃO	NÃO
Entre o ponto de lançamento dos efluentes da PETROBRÁS e a barragem da sua represa	SIM	SIM	NÃO
A jusante da barragem PETROBRÁS	SIM	SIM	SIM

5.2.3 - Considerações de Ordem Qualitativa para a Escolha da Melhor Alternativa

Além dos parâmetros econômicos e financeiros, existem outros aspectos a serem considerados na seleção da melhor alternativa, ou seja:

5.2.3.1 - Grau de Complexidade do Sistema ²⁵

Deve-se distinguir os problemas de implantação e aqueles de caráter operacional.

A alternativa A apresenta o inconveniente de exigir assentamento de duas linhas de adução, de grande diâmetro, atravessando praticamente toda a cidade de Cubatão: note-se que isto poderia implicar também em custos de difícil previsão, em razão da ocorrência de interferências. A alternativa B, além de ser de concepção mais compacta, tem as suas principais obras mais próximas da COSIPA, principal usuária potencial do SAI.

No que tange a complexidade operacional, as vantagens estão com a alternativa A, que dispensa tanto o tratamento da água como a coleta de efluentes industriais. A alternativa B requer uma ETA e um sistema de afastamento de esgotos; todavia, as operações estariam geograficamente bastante centralizadas.

5.2.3.2 - Qualidade da Água

Estima-se que o grau de tratamento previsto para a alternativa B, venha a resultar numa água de melhor qualidade, implicando num menor custo adicional para as indústrias, no tratamento complementar (para uso em caldeiras e outros processos que exigem melhor padrão) do que no caso da alternativa A.²⁵

5.2.3.3 - Interferências²⁰

- Interferência das obras do SAI com a usina Henry Borden e com a navegação no rio Cubatão além da poluição causada à rede hídrica.

A alternativa A interfere com a Usina Henry Borden, posto que a captação deveria estar em áreas dessa Empresa, próxima dos seus canais de fuga; ademais seria imprescindível a autorização da Usina Henry Borden para execução das obras previstas.

A alternativa B, por sua vez, interferiria com a navegação na parte baixa do rio Cubatão; a construção de uma pequena eclusa solucionaria essa dificuldade.

Finalmente, embora as obras de coleta de esgotos no trecho situado a montante da barragem prevista na alternativa B não devam alterar sensivelmente as condições ambientais, ora prevalecentes - exceto num trecho da ordem de 3,5 Km do rio Cubatão, onde se constataria uma melhora da qualidade da água - deve-se atentar para o fato de que, ao coletar águas residuárias industriais, a SABESP passaria a ser responsável pela poluição decorrente do despejo desses efluentes, sem tratamento, a jusante da barragem.

As implicações deste fato são de difícil avaliação.

5.2.3.4 - Indústrias Passíveis de Atendimento

A alternativa A permitiria abastecer as indústrias da Região, inclusive aquelas que não demonstraram interesse pelo SAI. Na alternativa B, a PETROBRAS, a ULTRAFERTIL S/A IND. COM. FERTILIZANTES, a COMPANHIA BRASILEIRA DE ESTIRENO e a COMPANHIA SANTISTA DE PAPEL (que fica a montante da ETA Cubatão- vide mapa pg.42) não poderiam ser atendidas, em hipótese nenhuma.

A indústria que consumiria maior quantidade de água industrial é a COSIPA, e o seu engajamento no programa tornaria viável todo o investimento. Em anexo, estão atas de reunião onde se discute a possibilidade de convênio entre a SABESP e a COSIPA (anexo 3).

6. CONCLUSÕES

6.1 - Dos Resultados de Reuso Potável Indireto

6.1.1 - Dos ensaios de laboratório

6.1.1.1 - Físico-Químico

- a) Todos os processos de tratamento testados em laboratório através de: mudança de desinfetante primário (processos C,D); remoção dos precursores (processo A) e do trihalometano formado (processo E) ou ainda, combinando-se dois processos (B), mostraram resultados satisfatórios em relação a redução de TTHM (Tab. 03).

Comparando-se o processo A com B, ou seja, utilizando-se cloramina em vez de cloro, o resultado da desinfecção por cloramina foi de positividade bacteriológica, comprovando que a cloramina tem menor poder desinfetante. Pudemos verificar também, que no tocante a redução de THM, os dois processos mostraram-se eficientes.

- b) Os testes feitos com carvão ativado granular comprovaram sua eficiência na remoção dos precursores orgânicos dos THM, assim como dos THM formados, o que permite a utilização do cloro como desinfetante.
- c) Verificou-se, como mostra a Tab.05, uma grande redução da cor e turbidez da água bruta após passagem da mesma pela coluna de carvão ativado granular, não sendo necessário em todos os experimentos o tratamento com coagulante. Nestes casos, após o tratamento com carvão ativado granular realizou-se, apenas, filtração e desinfecção. Foi constatado, um sensível aumento da alcalinidade, condutividade e pH.

Não foi possível, em vista do curto espaço de tempo, chegar a conclusões quanto ao comportamento do carvão ativado granular em relação às mudanças físico-químicas da água.

- d) Não podemos oferecer qualquer conclusão quanto ao coeficiente máximo de diluição de água da Represa Billings às águas do Rio Cubatão, uma vez que seria necessário um maior número de diluições e análises de outros parâmetros como o Teste de Ames e de metais pesados.

6.1.1.2 - Bacteriológico

- Embora os resultados do 1º experimento tenham mostrado uma sensível redução da carga bacteriológica na água após passagem pela coluna de carvão ativado granulado, o mesmo não se verifica no 2º experimento, pois foi constatado um aumento do número de bactérias heterotróficas e coliformes fecais.

Isto se deveu, provavelmente, pela formação de um filme bacteriano em torno das partículas do carvão ativado granular propiciando aí o desenvolvimento da flora bacteriana, a exemplo do constatado em outros experimentos com carvão ativado granular. Registra-se por oportuno que um maior número de testes seriam necessários para se poder, com segurança, confirmar-se tal fato.

- A eficiência do cloro na eliminação tanto de bactérias como de vírus, pôde ser comprovada, enquanto que as cloraminas foram ineficazes na eliminação de vírus (mais resistentes à desinfecção que as bactérias).

O resultado insatisfatório do cloro em relação a eliminação de vírus do 1º experimento, se deveu,

provavelmente à insuficiência da concentração do desinfetante para atingir o break-point.

- No caso do ozônio, a insuficiência da ação desinfetante em ambos os experimentos ocorreu principalmente devido a falta de recursos técnicos para o desenvolvimento de uma adequada operação de desinfecção. Assim, não foi possível obter os resultados esperados com o ozônio, um poderoso desinfetante.

Por fim, poder-se-ia afirmar que uma avaliação mais objetiva dos resultados seria obtida com a adoção de um processo adequado de ozonização que permitiria, não só melhorar o contato do desinfetante com a água como, também, determinar a dosagem correta do ozônio.

6.1.2 - Redução de THM pela Mudança de Ponto de Aplicação de Cloro para o Decantador - INTERCLORAÇÃO - Um Estudo Específico para a ETA Cubatão -

Infelizmente, devido aos problemas operacionais da ETA Cubatão, a experiência aqui proposta, qual seja, a redução de THM pela mudança de ponto de aplicação de cloro para o decantador não foi coroada de êxito. Entretanto, espera-se que se obtenha melhor resultado em teste a ser efetuado na ETA Piloto, que aliás, está em fase final de montagem; entretanto, prematura qualquer avaliação que aqui se faça. Mesmo assim é lícito afirmar que a solução ora proposta é válida para outras Estações de Tratamento de Água, razão pela qual ela deve ser tentada, pois tem tudo para dar certo, basta que se tenha equipe, especialmente formada para acompanhamento dos testes, e persistência na pesquisa, fatores considerados essenciais nesse processo-piloto.

Os problemas operacionais serão resolvidos e as dificuldades hidráulicas no difusor serão superadas se houver vontade política das autoridades competentes e

identificação do pessoal técnico com os objetivos aqui declinados.

6.1.3 - Cloramina

Da simples leitura do capítulo 5 deste trabalho, o sucesso das experiências realizadas na ETA-Caixa 10, tanto no aspecto de redução do Trihalometano como na desinfecção propriamente dita, salvo alguns problemas de rede, que serão sanados com o tempo, afigura-se absoluto, inconteste.

Acresça-se a tal resultado, o sucesso obtido, não só com a transformação de clorador para dosador de amônia, como também em todos os testes de instalação dos equipamentos.

6.1.4 - Variação de Trihalometano na rede de distribuição de Santos e Cubatão

Tanto os resultados de laboratório (Tab. 3) como os registros na ETA Cubatão e na rede de Santos e Cubatão (Tab. 11 e 13), estiveram no período das experiências, aquém do esperado, fato esse que não permitiu uma análise mais conclusiva. Os períodos de altos valores caracterizaram-se como períodos de chuvas e sazonalidade (época de verão) Fig. 09, que não são novidades, uma vez que, tais conclusões já houveram sido apontadas, anteriormente.

6.2 - Reuso Industrial

6.2.1 - Em razão das considerações tecidas anteriormente e após a realização de algumas inspeções de campo, foram definidas três alternativas básicas considerando-se três possíveis localizações das obras de tomada d'água.²⁵

- Alternativa 1

A captação seria feita diretamente nos canais de descarga das usinas Henry Borden, antes que as águas atinjam o rio Cubatão. Evita-se, também, a poluição provocada pelas indústrias localizadas na área.

- Alternativa 2

A tomada ficaria situada à margem direita do rio Cubatão, pouco a montante da captação existente da PETROBRAS. Neste caso haveria necessidade de tratamento mas, a água a ser tratada não se misturaria com as residuárias das indústrias, exceto, as da COMPANHIA SANTISTA DE PAPEL.

- Alternativa 3

A captação ficaria na margem esquerda do rio Cubatão, perto da CARBOCLORO S/A INDÚSTRIAS QUÍMICAS, ou seja, em local mais próximo da COSIPA, o principal usuário potencial do SAI. Além do tratamento, seria preciso implantar um sistema de coleta e disposição dos efluentes industriais lançados no rio Cubatão, a montante do local de captação, bem como construir uma barragem no rio Cubatão, que impediria a intrusão da cunha salina até a captação.

Verifica-se que a alternativa 2, isto é, com captação feita pouco a montante da existente, de propriedade da PETROBRAS, resultou ser a menos favorável das três; portanto, para efeitos dos novos estudos, serão consideradas somente captações indicadas nas alternativas 1 e 3; para se evitarem possíveis confusões, foi adotada uma nova nomenclatura, qual seja:

- Alternativa A: Captação nos canais de fuga das usinas Henry Borden; corresponde à antiga alternativa 1.

- Alternativa B: Captação perto da CARBOCLORO; corresponde à antiga alternativa 3.

6.2.2 - A alternativa A foi a escolhida, dentre outros dois esquemas alternativos, que prevê a captação nos canais de fuga da usina Henry Borden. As razões desta escolha foram:

- melhor desempenho econômico (investimento inicial e valor presente no fluxo de custos).
- menor risco de aumento do custos das obras em relação as estimativas elaboradas.
- possibilidade de se poder, no futuro, atender as indústrias que não manifestaram interesse pelo SAI (Sistema de Abastecimento Industrial); vale lembrar que tais unidades se localizam, principalmente a montante da EFSJ (Estrada de Ferro de Santos à Jundiaí).
- melhor perfil da tarifa média de equilíbrio.
- maior simplicidade operacional, por não requerer tratamento de água, nem um sistema de coleta de efluentes industriais.

6.2.3 - Todos poderão ser beneficiados com este projeto de abastecimento de água industrial.

6.2.3.1 - A SABESP, pelo aumento da receita, menor investimento, melhor abastecimento das indústrias e economia de água potável que seria mandado para as indústrias.

6.2.3.2 - A população, pela possível redução das tarifas ou pelo menos, com incidência menor de aumento futuros.

7 - RECOMENDAÇÕES

7.1 - Propostas Genéricas Sobre Reuso Potável Indireto

7.1.1 - Que se mude o ponto de aplicação de cloro para após a decantação porque: 1o) não haveria grandes alterações no tratamento; 2o) a confiança da maioria dos sanitaristas é muito grande quanto ao desempenho da desinfecção por cloro livre.

7.1.2 - Que se utilize cloramina somente quando a mudança de ponto de aplicação de cloro não der bons resultados. Há dois argumentos que recomendam a utilização de cloramina:

a) A não formação de THM durante a desinfecção, ou se forem formados, deverão estar em níveis insignificantes

b) O menor custo do que o de outras técnicas similares, como a do dióxido de cloro e carvão ativado. Entretanto, deve-se frisar que tal não vale como regra geral, devendo ser estudado caso a caso, com toda a segurança que uma experiência nova necessita, para não trazer riscos, por se tratar de Saúde Pública.

7.1.3 - Que se verifique a influência do pH na formação de THM, isolando-se o sistema produtor e rede de distribuição, e alterando-se as faixas de pH no decorrer da experiência.

7.1.4 - Que outras ações, tais como o estabelecimento de medidas efetivas para a proteção dos mananciais, e a implantação de rotinas de descargas na rede sejam, também enfatizadas.

7.1.5 - Que se inicie o estudo do tratamento biológico de água potável, a exemplo do Japão que há mais de uma década vem utilizando com sucesso este tipo de tratamento para água potável em escala operacional, em estações de mais de 1 m³/s. O estudo deste assunto poderia trazer como consequência não só a redução de gosto e odor mas também tornar o tratamento da água mais natural podendo haver ainda grande redução das despesas concernentes a aplicação dos produtos químicos.

7.1.6 - Que se dê continuidade aos estudos de aeração, não só para evitar a formação de THM, como para melhoria do gosto e odor, e principalmente para redução de custos de aplicação de produtos químicos.

7.1.7 - Que se estude a redução dos custos das análises de THM no investimento em equipamentos e no treinamento de técnicos.

7.2 - Propostas Genéricas para Reuso Industrial

7.2.1 - Que haja a divulgação das teorias de reuso industrial como elemento essencial para aumentar a receita das empresas públicas de Saneamento, considerando-se que a venda de água industrial poderá se constituir em excelente fonte de receita e concorrer para redução dos problemas de falta d'água.

A redução de falta d'água levaria não só a minimizar os incômodos à população como também a melhoria da saúde pública, pois a pressão interna das tubulações evitaria a possibilidade de entrada de líquidos poluídos na rede de abastecimento público.

- 7.2.2 - Que parte da receita auferida na aplicação das tecnologias de reuso, em particular, o abastecimento de água industrial, seja aplicado em pesquisa, pois ainda há muito que se fazer na questão referente ao reuso de água.
- 7.2.3 - Que se utilize em outros locais do Brasil, como São Paulo, por exemplo, as águas finais das estações de tratamento de esgotos, que tem este tratamento a nível secundário, pois as suas águas seriam facilmente aplicáveis ao consumo industrial.
- 7.2.4 - Que as próprias indústrias da Capital e da Baixada, iniciem ou incrementem a sua reciclagem (reuso interno) das águas, evitando assim a poluição dos rios que ficariam com boa qualidade, e poderiam ser aproveitados para fins industriais.
- 7.2.5 - Que se crie legislação específica para o fornecimento/compra de água industrial, uma vez que não se justifica que a empresa pública vá captar água a mais de 150 km da produção e que as indústrias usem água potável para fins não nobres com perda de numerário para ambos e com prejuízos ao abastecimento público.
- 7.2.6 - Que se inicie estudos de sistema duplo de distribuição de água, principalmente para abastecimento de água industrial para postos de gasolina e indústrias situadas na área urbana das cidades. O custo deverá ser compensador e os estudos e a instalação das linhas, e o financiamento poderá ser feito pelo Governo Federal por órgãos tais como BNDES, entre outros.

7.2.7 - Que as águas captadas nos rios, lagos, etc., sejam cobradas e que se implante um sistema que torne obrigatória a reciclagem das águas poluídas pelas indústrias ou que o lançamento do efluente líquido só seja permitido a montante da captação como aliás, já é lei em Cubatão. A finalidade desta cobrança é obrigar as indústrias a reaproveitar as águas que foram captadas, e conspurcadas sem o necessário tratamento. A cobrança com certeza tornará mais barato o tratamento e o reaproveitamento da água já captada do que se captar uma nova quantidade. Ademais, teremos menor carga poluidora e a possibilidade de aproveitamento das águas a jusante da captação.

- 7.3 - Propostas Específicas para a Baixada Santista Sobre Reuso Potável Indireto

7.3.1 - Que a SABESP proceda a conclusão da montagem da ETA Piloto, e que dê prosseguimento as experiências aqui projetadas, pois tudo leva a crer que poderão ser obtidas conclusões muito interessantes para o tratamento avançado de água. Mais, que estes estudos sejam realizados em convênio com as universidades, utilizando-se o corpo técnico das mesmas.

7.3.2 - Que se façam muitos outros testes com carvão ativado granulado para verificar principalmente, a sua viabilidade econômica e operacional, assim como se realizem testes complementares que tornem possível comparar-se a eficiência de vários tipos de Carvão Ativado Granular.

7.4 - Propostas Específicas para a Baixada Santista Sobre Reuso Industrial

7.4.1 - Caso sejam aplicadas as idéias de reuso industrial para a Baixada Santista aqui expostas e se como consequência obtiver um aumento substancial da receita pela venda desta água industrial, então deveriam ser iniciados estudos objetivando a redução da tarifa residencial. Entretanto, não se recomenda, como boa política, a isenção total da tarifa residencial, o que estimularia os desperdícios de água.

7.4.2 - De bom alvitre, estudos visando o abastecimento de água industrial para as empresas que ora se instalam na parte continental de São Vicente, mais precisamente, nas imediações de Samaritã, sejam iniciados. As águas finais de lodos ativados oriundas das E.T.E. de Humaitã e Samambaia poderão ser aproveitadas e constituirão em fontes passíveis de utilização, reduzindo da mesma forma as dificuldades de abastecimento da região.

7.5 - Recomendação Geral

Que as Empresas Públicas de Saneamento invistam mais em tecnologia e em recursos humanos, incentivando seus funcionários a cursarem mestrado e doutorado, o que minimizaria os seus problemas de ordem técnica, oferecendo à população serviços de melhor qualidade e, conseqüentemente contribuir para uma Saúde Pública de nível superior à existente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALÉM SOBRINHO, P. Estudo dos fatores que influem no desempenho do processo de lodos ativados - determinação de parâmetros de projetos para esgotos predominantemente doméstico. Rev. DAE, 154 : 49-85, 1983.
2. AMARAL E SILVA, C.C. A importância do Saneamento do meio ambiente no disciplinamento do uso do solo e da ocupação do espaço. São Paulo, 1987. (Tese de Livre Docência - Faculdade de Saúde Pública - USP).
3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater - 17 ed. New York APWA, AWWA, WPC, 1989.
4. BRANCO, S.M. & ROCHA, A.A. Ecologia: Educação Ambiental ciências do ambiente para universitários. São Paulo, CETESB, 1984. p. 195 - 199
5. BRUVOLD, W. H. Obtaining Public Support for Reuse Water. J. Amer. Wat. Wks. Ass., 77 : 72-77, 1985
6. COMPANHIA DE SANEAMENTO BASICO DO ESTADO DE SÃO PAULO-SABESP,
Relatório Técnico preliminar do sistema de abastecimento de água para a Companhia Siderúrgica Paulista-COSIPA. São Paulo, abril 1990. (CPT-CIP-CPE/APG)
7. CROOK, J. Water Reuse in California. J. Amer. Wat. Wks. Ass., 77 : 60-71; 1985

8. DE BOER, J. Water Reuse : The Second Time Around. J. Amer. Wat. Wks. Ass. , 77 : 51, 1985.
9. DENVER BOARD OF WATER COMMISSIONERS. Process Selection for Potable Reuse Health Effects Studies - Community Affaire. (AGO.), 1987.
10. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY-EPA. Federal Register-Rules and Regulations - Part II - (vol-54) nº 124 - jun, 29, 1989.
11. GALLIER, W.T. Planning and Implementing a Dual Distribution System. J. Amer. Wat. Wks. Ass.- 77 : 40 - 44, 1985.
12. GOFF, J.D. ; BUSH, P.L. Reclaiming Desert Lands Through Water Reuse. J. Amer. Wat. Wks. Ass. - 77 : 84 - 86, 1985.
13. JAPAN WATER WORKS ASSOCIATION. Design Criteria for Waterworks Facilities (English Edition). 4a. ed. Tokyo, Ed. Kogusuri Printing Co. Ltd., 1978.
14. JNS-ENGENHARIA CONSULTORIA E GERENCIAMENTO LTDA. Estudo de Concepção e Projeto de Engenharia do Sistema de recuperação, tratamento e disposição final do sistema de abastecimento de água de Santos, São Vicente e Cubatão - Abr. 1989.
15. LAVRADOR, J.F. Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil. São Paulo, 1987.

16. MACEDO, L.H.H. et al. Estudo dos trihalometanos. (Apresentado ao 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, SABESP, Santa Catarina, 1983).
17. MANCUSO, P.C.S. Reuso de Aguas. São Paulo, 1988. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da USP.
18. METCALF & EDDY. Wastewater Engineering-Treatment Disposal and Reuse. Nova Delhi, Tata MacGraw-Hill Publishing Company Ltda, 1979.
19. NELOR, M. H. et al. Health Effects of Indirect Potable Water Reuse. J. Amer. Wat. Wks. Ass., 77 : 88-96, 1985.
20. NEMEROV, N.L. Liquid Waste of Industry: Theories, practices, and treatment. Chapter 6: p.61-67.
21. RIDGWAY, H.F. et. al. Biofilm Fouling of RO Membranes Its Nature and Effect on Treatment of Water for Reuse. J. Amer. Wat. Wks. Ass., 76 : 94- 101, 1984.
22. ROCHA, A.A. A ecologia, os aspectos sanitários e de Saúde Pública da represa Billings na Região Metropolitana de São Paulo, uma contribuição à sua recuperação. São Paulo, 1984. (Tese de Livre-Docência - Faculdade de Saúde Pública da USP).
23. ROSSIN, A.C. Desinfecção. In: Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água. 2a. ed. São Paulo, CETESB, 1977, p. 919-921.

24. SANTOS, C.L. O controle de trihalometanos (THM) nas águas de abastecimento público. São Paulo, 1988. (Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Pública da USP)
25. SERETE S.A. ENGENHARIA. Relatório sobre o sistema de abastecimento de água para o distrito industrial de Cubatão. São Paulo, nov., 1978. (Relatório nº 2 Doc. nº 771-01/10/02).

A N E X O 1

REF.: item 4.2 -

Estimativas das demandas
industriais

ANEXO 1

PESQUISA DE DEMANDA DE ÁGUA PARA USO INDUSTRIAL
NA REGIÃO DE CUBATÃO

I - IDENTIFICAÇÃO

0.1 Razão Social	0.3 Número
0.2 Ramo de Atividade	0.4 Ano de Instalação

II - LOCALIZAÇÃO

0.5 Município	0.6 Bairro
0.7 Logradouro	0.8 Nº
0.9 CEP	

VARIAÇÕES MENSAIS DO CONSUMO DE ÁGUA INDUSTRIAL
AO LONGO DO ANO

$$(\text{cm}^3/\text{min})$$
[illegible]

QUALIDADE DA ÁGUA INDUSTRIAL (ATUAL E DESEJADA)

DADOS	UNIDADE	ATUAL	DESEJADA
Cor	UC		
Turbidez	FTU		
pH	-		
Alcalinidade	mg/l de CO_3Ca		
Dureza total	mg/l de CO_3Ca		
Outros			

II - PROBLEMAS DE ABASTECIMENTO

Assinalar, sucintamente os principais problemas decorrentes da qualidade das águas atualmente captadas e das vazões disponíveis:

**VAZÕES MÉDIAS RESTITUÍDAS AO RIO CUBATÃO E/OU
SEUS AFLUENTES**

(em m³/ano)

LOCAL DE RESTITUIÇÃO	ANO				
	1973	1974	1975	1976	1977

III - RESERVATÓRIOS EXISTENTES NA FÁBRICA, PARA
ATENDER AOS PICOS DE DEMANDA

NÃO

☐

SIM

☐

CAPACIDADE TOTAL:m³

1- CUSTOS UNITÁRIOS ATUAIS

ITEM	CUSTO (C\$/m ³)
gua para Uso Industrial	
gua para Uso Sanitário	

A N E X O 2

Ref.: item 4.2.1 -
Levantamento da demanda
industrial.

Região pode ficar sem água em 20 anos

A Baixada Santista poderá apresentar um quadro de grave crise hídrica nos próximos 20 anos, em decorrência do crescimento espontâneo do consumo de água. O alerta foi feito pelo superintendente do Departamento de Águas e Energia Elétrica (Daee), Paulo Bezerril Júnior, durante a instituição do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Segundo Bezerril, as projeções do Conselho Estadual de Recursos Hídricos indicam que em 2010 — para atender o abastecimento público, a irrigação e o uso industrial — o consumo na Baixada deverá ser de 43 mil litros por segundo, para uma disponibilidade de apenas 51 mil litros. Esse volume representa um crescimento de 113,5% em relação às condições atuais.

Hoje, a Baixada Santista utiliza 20 mil litros de água por segundo, sendo o complexo indus-

trial o maior consumidor, com 13.200 litros. O abastecimento público absorve 5.800 litros por segundo; e a irrigação, 1.000 litros por segundo.

O superintendente do Daee disse ainda que a Baixada Santista apresenta, para suas dimensões, recursos hídricos superficiais abundantes e baixo potencial de exploração do manancial subterrâneo, que é de apenas 3 a 20 mil litros de água por hora, por poço. O Plano Estadual de Recursos Hídricos determinou limites de crescimento para essas regiões, no sentido de compatibilizar as disponibilidades com as demandas.

PRIORIDADES

O plano considera o abastecimento urbano como prioridade máxima, isto é: a água só pode ficar disponível para outros usos com a condição de estar garantido um volume suficiente

para atender a demanda domiciliar. Atualmente, os 51 mil litros por segundo disponíveis na Bacia estão divididos em águas nobres (57%), que devem ser aproveitadas para o abastecimento público, e águas boas (43%), utilizáveis no abastecimento urbano e irrigação.

A Bacia caracteriza-se também, segundo o Daee, por ser receptora de água altamente comprometida em sua qualidade, da Bacia do Alto Tietê, do Sistema Billings, através da Usina Henry Borden. Além disso, a Baixada exporta água para o abastecimento da Região Metropolitana, através do Sistema Rio Claro e da represa de Guarapiranga.

ECONOMIZAR

Para atender os 2 milhões de habitantes que a Baixada terá no ano 2010, será preciso um volume de 16,9 mil litros de água por

segundo, com um crescimento espontâneo de 191% em relação a 1990. Os técnicos recomendam, porém, que esse crescimento seja de apenas 19%, ou seja, um consumo de no máximo 7 mil litros por segundo.

Isso só será possível se a própria população controlar melhor seu consumo, por meio de modificações nos aparelhos domésticos, que permitam realizar um mesmo trabalho com menos água e reduzir o desperdício. A demanda *per capita* na Baixada é a maior do Estado: 678,3 litros por dia, enquanto a média recomendada é de 250 litros por dia, por pessoa.

A perda do sistema é de 74%, ou seja, da água captada para abastecimento urbano, apenas 26% retorna aos rios. O restante é desviado por vários fatores, principalmente a infiltração em áreas não dotadas de rede coletora de esgotos e por vazamentos.

RESSURIA DE IMPRENSA E
REL. PÚBLICAS DA
NA SRE

18 FEV 1990

cont...

Pag 4

Indústrias são as maiores consumidoras

O complexo industrial é o maior consumidor de água na Baixada. Ele agrupa 43 grandes indústrias dos setores químico, petroquímico, mecânica e metalurgia, que utilizam água em seu processo de produção. Elas retiram 13 mil litros de água por segundo, diretamente dos mananciais, sendo o restante suprido por captações subterrâneas e pela rede pública.

As projeções indicam, para o ano de 2010, uma demanda industrial de 22,7 mil litros de água por segundo, ou seja, um aumento de 72% em relação a 1990. Para compatibilizar disponibilidade e demanda, seria recomendável um aumento de apenas 51%. Para isso, será necessário o desenvolvimento de novas tecnologias, tanto na

agricultura quanto na indústria.

De 1970 para 1990, a irrigação na Baixada cresceu 394%, passando de 607 para 3 mil hectares, que consomem mil litros de água por segundo. Estudos indicam que deverá haver um crescimento da área irrigada para até 7 mil hectares.

SABESP TRANQUILIZA

Segundo a Assessoria de Imprensa da Sabesp, a população da Baixada pode ficar tranquila, pois não existe, no momento, perigo de desabastecimento de água em nenhum município.

Os problemas de falta d'água, na Baixada, ocorrem sempre em pontos isolados. Em Praia Grande, por exemplo, há prédios que ficam superpovoados durante a temporada e o

consumo torna-se maior do que a capacidade das instalações hidráulicas.

Também no Guarujá, o Carnaval e alguns períodos de temporada apresentam picos de superlotação em alguns bairros, nos quais costuma ocorrer problema de desabastecimento. Além desses casos isolados, só há falta d'água provocada por acidentes com adutoras, por exemplo.

A Sabesp lembra, entretanto, que é necessário economia no uso doméstico da água, inclusive devido aos aumentos recentes nas taxas de consumo. É possível reduzir o consumo durante o banho, a lavagem de louça e carros e as brincadeiras das crianças.

ASSESSORIA DE IMPRENSA I
REL. PÚBLICAS DA
NA SBB
8

A N E X O 3

Ref.: item 5.2.3.4 -
Industrias passíveis
de serem atendidas.

ATA DE REUNIÃO

ASSUNTO: ÁGUA INDUSTRIAL

DATA: 20.08.91

HORÁRIO: 9,30h

LOCAL: SRB (SABESP)

PARTICIPANTES:

SABESP:

João Paulo Tavares Papa - SRB

Carlos Lopes dos Santos - ATB

Pérsio de Araújo Figueiredo - BTE

Flávio Rodrigues Corrêa - DRB

COSIPA:

Emílio Antonio Arantes

Sidney Porto

Gerson Nicolau Palma

José Tavares de Rezende

O Eng. Sidney expôs que o projeto de fornecimento de água industrial já existe há um ano. É uma alternativa para aproveitar manancial disponível. Existe a vontade de comprar, mas se esbarra na questão do preço e no investimento que a COSIPA deverá fazer internamente. O custo da obra está avaliado em US\$ 24.000.000.

A alternativa viável seria o envolvimento de outras empresas, utilizando-se de um consórcio, ou mesmo entre SABESP X COSIPA. A sugestão da COSIPA seria efetuar gestões junto a outras empresas do pólo industrial, pois a tubulação de água que vai abastecer a COSIPA, também levará água para essas empresas. A COSIPA poderia entrar com o fornecimento do aço para a tubulação, visando amortecer os custos. Porém, para a realização do consórcio, há necessidade de saber se haverá viabilidade de fornecimento de água suficiente para todos.

O Eng. João Paulo informou que pelos dados que se tem, a COSIPA utilizaria 70% da água a ser fornecida.

O Eng. Sidney esclareceu que embora a COSIPA vá captar maior volume de água, não tem necessidade de seu uso total. Portanto, acha que o melhor caminho é um trabalho de maior abrangência.

O Eng. Carlos Lopes esclareceu que a grande quantidade é evidentemente para a COSIPA, pois a Refinaria (de grande porte também), tem necessidade de uma água especial; é uma linha diferente. O restante é muito pouco.

O Eng. Sidney disse que, em 1º lugar, esse assunto deverá ser equacionado tecnicamente junto às empresas.

Na hipótese de a SABESP obter financiamento, a COSIPA já poderia fazer as negociações para acertar preços.

O Eng. João Paulo informou que a SABESP se coloca à disposição da COSIPA para participar do projeto, mas não para conduzi-lo. Temos interesse em participar com a tecnologia e estudo e poderemos fornecer todo o assessoramento necessário. No entanto, alguém terá que coordenar esse assunto, sendo que esse alguém deverá estar envolvido com os interesses do Pólo.

O Sr. Emílio informou que o órgão que teria interesse é a A.D. CUBATÃO, pois também envolveria o comércio.

O Eng. João Paulo sugeriu um contato COSIPA X AD CUBATÃO, extensivo ainda às indústrias, para saber se compartilham do projeto.

O Sr. Emílio informou que vai expor a questão à Diretoria da COSIPA, a qual deverá decidir a maneira mais adequada de conduzi-la. Acha, no entanto, que o momento é oportuno, para se captar um financiamento.

O Eng. Sidney acrescentou que fora esse aporte de recursos, a COSIPA terá que executar um investimento interno muito grande, para fazer a distribuição de água.

.../...

O Sr. Emílio disse também que na fase atual, previsões são impossíveis, a nível de investimento. Havendo interesse do Pólo, a COSIPA definirá uma linha de conduta.

O Eng. João Paulo opinou que, pela representatividade da COSIPA nesse projeto, ela poderia levar essa questão para avaliar o interesse das demais indústrias do Pólo.

O Sr. Emílio voltou a afirmar que levará o assunto à Diretoria da COSIPA, para definição de uma diretriz. No entanto, considera importante que a SABESP levante a questão quanto a necessidade de água para o planejamento do crescimento industrial da região.

Em termos de "hoje", não vê outra alternativa senão o consórcio, para o desenvolvimento desse projeto.

Quanto à questão de expectativas da COSIPA, colocada pelo Eng. Carlos Lopes, o Sr. Emílio informou que não há previsão para a Siderurgia e este projeto deverá permanecer como está, até que surja uma variável para reativá-lo.

O Eng. Sidney acrescentou que o mesmo não será viável sem a hipótese do consórcio.

Aproveitando a ocasião, o Sr. Emílio colocou seu pessoal técnico à disposição da SABESP, informando que a COSIPA tem interesse em todas as idéias e projetos que surgirem e estará de portas abertas.

O Eng. Sidney ressaltou que, independentemente de onde se vai chegar, o diálogo tem um aspecto importante, pois proporciona a troca de informação, podendo sugerir muitas possibilidades.

Finalizando, o Eng. João Paulo também colocou a SABESP à disposição, através do Eng. Carlos Lopes, para o suporte técnico que se fizer necessário.

Nada mais havendo a tratar a reunião encerrou-se às 10,30h.

SRB/Sueli

26-5-01

ATA DE REUNIÃO

ASSUNTO: FORNECIMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL PARA A COSIPA

DATA: 03/09/90

HORÁRIO: 10,30h

LOCAL: Sala de Reunião da SRB/SABESP

PARTICIPANTES

SABESP:

- . Eng. Dagoberto Antunes da Rocha - SRB
- . Eng. Carlos Lopes dos Santos - ATB
- . Eng. Erwin Paulo Langner - BTE
- . Eng. Pêrsio de Araújo Figueiredo - DRB
- . Adm. Antonio de Cillo Leite - BAD

COSIPA:

- . Eng. Sidney Porto
- . Eng. Gerson Nicolau Palma

. O Eng. Carlos Lopes relatou o andamento dos trabalhos no que se refere às expectativas de se fazer um contrato de compra e venda de água industrial. As questões técnicas, ao que parece, estão bem encaminhadas. O problema está localizado no âmbito comercial, ou seja, na questão do financiamento.

O Eng. Sidney colocou a questão da carência de água de boa qualidade para fins industriais, sendo que, em conversa com o Eng. Carlos Lopes surgiu essa possibilidade de fornecimento dessa água pela SABESP. Comentou a necessidade de se fazer um estudo de custo X benefício, para que isto possa ser viabilizado, o qual precisa ser feito com clareza, de modo a se evitar a construção de uma obra sem serventia no futuro.

Outro aspecto observado pelo Eng. Sidney é a confiabilidade do fornecimento, pois a idéia é não ter a água como alternativa, mas definitiva. Salientou que a COSIPA não tem mais de onde pegar água de boa qualidade para fim industrial, haja visto que o maior problema tem sido a heterogeneidade da água

O Eng. Gerson acrescentou que, em conversa com o pessoal da SABESP em São Paulo, encontrou grande receptividade e interesse da mesma em fazer um convênio com a COSIPA.

O Eng. Dagoberto informou que este programa está sendo desenvolvido exclusivamente no âmbito da Baixada Santista, pois, já há algum tempo temos procurado novos rumos, tanto em termos de abastecimento quanto de pesquisas, sendo que, atualmente, dentre esses trabalhos, o Eng. Carlos Lopes está coordenando o programa de água industrial.

A garantia desejada pela COSIPA também é nossa. Havendo interesse de ambas as partes, precisaremos analisar o projeto a fim de tentarmos a viabilização do mesmo.

O Eng. Gerson comentou que já andou verificando, junto ao Ministério da Ação Social, como se pode conseguir o financiamento

O Eng. Dagoberto acrescentou que a SABESP já fez um estudo com valores, portanto, já tem um esboço e, havendo uma definição, por parte da COSIPA, para que se continue, iniciaremos as reuniões de forma a viabilizar o programa, lembrando que há uma certa preocupação em relação à Lei Orgânica do Município. Se tivermos uma garantia baseada nessa legislação, já daremos um grande passo.

O Eng. Sidney estabeleceu que, para avançarmos, precisamos de:

- 19) Custos : em função do que se determinará onde serão utilizados.

- 20) Financiamento: Para implantação do programa, será necessário um dispêndio; considerando que outras empresas poderão participar, e, isto exigirá um investimento longo, gostaria de saber como a SABESP vê essa questão.

O Eng. Dagoberto informou que quanto a esse aspecto a SABESP está totalmente aberta, visto não haver nada definido por enquanto. Citou algumas hipóteses, tais como, Consórcio, Investimento da SABESP, ou, havendo interesse próprio da COSIPA, a viabilização seria mais rápida.

- . O Eng. Sidney lembrou que a água colocada na porta da empresa, demandaria um investimento interno da COSIPA; seria um dispêndio grande mas inevitável.
- . O Eng. Carlos Lopes lembrou também que as alternativas que temos envolvem investimentos da SABESP ou da COSIPA. No entanto, vão sair da mesma fonte e o que precisamos é saber quem tem mais facilidade de conseguir o financiamento.
- . O Eng. Dagoberto forneceu como custo estimativo, baseado em vazão, Cr\$ 65,00/m³ (preços de hoje), lembrando que a COSIPA vai precisar ter uma reserva (um lago).
- . O Eng. Carlos Lopes, a título de justificativa dessa questão da tarifa, informou que atualmente já cobramos fornecimento de água de diversas empresas, tais como, Volkswagen, Pedreira Santana, etc, sugerindo que a COSIPA financiasse o programa através de seus próprios recursos, junto ao BNDES e após a SABESP faria o abatimento desse investimento nas contas de água.
- . O Eng. Erwin também sugeriu que a COSIPA fornecesse os tubos de chapas de sua fabricação, pois a SABESP teria condições de executar os projetos

O Eng Sidney comentou que almejam um trabalho essencialmente técnico enfatizando a importância de concentrar esforços nesse sentido. Em torno disso desenvolver-se-á uma negociação comercial.

- . O Eng Dagoberto salientou que essa preocupação da COSIPA também é da SABESP, porque vivenciamos problemas semelhantes. Por essa razão temos procurado fazer tudo dentro de uma linha técnica
- . O Eng. Sidney informou que fará a apresentação desse projeto na COSIPA e pretende obter apenas um parecer positivo da Presidência, caminhando, após, para a questão do Convênio. Prosseguindo, informou que, paralelamente, vão fazer estudos sobre a questão do Investimento.

O Eng. Carlos Lopes adiantou que lhes enviarã uma cõpia do Prõ-Memória desta reunião, juntamente com uma proposta de custos, sendo que o Eng. Sidney pediu que lhe seja fornecido todo o material gerencial possível, a fim de que possam elaborar um relatório, dando início aos trabalhos, ficando de contatos concentrados nele próprio.

Reunião encerrada às 11.30h.

SRB, 3/4/90