

**UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO**

**José Edel Damasceno Júnior**

**SISTEMA COMPACTO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE  
ÁGUA (E.T.A.) PARA SOCIEDADE ESPORTIVA SANJOANENSE.**

**ALFENAS – MG  
2011**

**José Edel Damasceno Júnior**

**SISTEMA COMPACTO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE  
ÁGUA (E.T.A.) PARA SOCIEDADE ESPORTIVA SANJOANENSE.**

Dissertação apresentada à  
Universidade José do Rosário Vellano,  
como parte das exigências do Curso  
de Mestrado em Sistemas de  
Produção na Agropecuária, para  
obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Dr. Francisco  
Rodrigues da Cunha Neto

**ALFENAS – MG  
2011**

Damasceno Júnior, José Edel

Sistema compacto de estação de tratamento de  
Água para a Sociedade Esportiva Sanjoanense/.—  
Alfenas, 2011.

45 f.

Orientador : Prof. Dr Francisco Rodrigues da Cunha  
Neto

Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de  
Produção na Agropecuária)- Universidade José do  
Rosário Vellano

1. SABESP 2.E.T.A 3.Compacta I. Título

CDU:628.1(043)

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus que me deu saúde e sabedoria para alcançar mais este objetivo.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais e irmãs que sempre me ajudaram e incentivaram em minhas conquistas.

À minha esposa e filhos por minhas ausências durante este curso.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Francisco Rodrigues da Cunha Neto, que me acolheu como um filho, dando as devidas orientações, passando suas experiências e direcionando-me o caminho certo.

Ao meu amigo e colega Eng. Andersom Santamarina que me apresentou este curso, me ajudou para que eu conquistasse mais este degrau.

À Sociedade Esportiva Sanjoanense nas pessoas de seu presidente Sr. Paulo Roberto Hoffmann Silva, Gerente Administrativo Sra. Maria Dolores Rodrigues e do Gerente de Serviço, Sr. Pelegrino Ledesma.

## RESUMO

DAMASCENO JÚNIOR, José Edel. **Sistema compacto de estação de tratamento de água para a Sociedade Esportiva Sanjoanense.**

Orientado por Francisco Rodrigues da Cunha Neto.2011. 45 fls.

Dissertação(Mestrado Profissional em Sistemas de Produção na Agropecuária0-Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2011.

Procurou-se, com este trabalho, fazer melhorias em um sistema de estação de tratamento de água, utilizado pela SABESP ( ETA Torrezan),para os dias de hoje; apresentou-se uma ETA por ação gravitacional que, através de adaptações aos dias de hoje, possibilitasse que este sistema de tratamento viesse a sanar os problemas apresentados pelo clube Sociedade Esportiva Sanjoanense. Com tais adaptações, pequenas empresas e pequenas populações podem usufruir desta técnica, alcançando melhoria na qualidade da água de seu abastecimento com um método moderno, econômico e eficaz.

Através de estudos e relatos, todo o sistema Torrezan de uma ETA compacta, trazendo modificações para um melhor funcionamento através de técnicas comprovadas, sem ferir as normas vigentes, conseguiu-se um excelente resultado, possibilitando que clubes e pequenas populações possam com pequeno custo ter água tratada.

**Palavras - chave:** Sabesp, ETA, Compacta

## **ABSTRACT**

DAMASCENO JÚNIOR, Joseph Edel. **A compact station water Society for Sports Sanjoanense.** Guided by Francisco Rodrigues da Cunha Neto. 2011. 45 fls. Dissertation (Professional Máster in Production Systems in Agropecuária)- José do Rosário Vellano University, Alfenas, 2011.

This paper aimed at improving a water treatment plant system currently used by SABEST (Torrezan WTP). A gravity-fed WTP was updated with adaptations to solve the problems presented by the Sociedade Esportiva Sanjoanense. With such adaptations, small companies and small populations can use this modern, economic and effective technique to improve the quality of their water supply. By means of studies and reports, all the Torrezan system of a compact WTP, modified to work better, gave an excellent result for clubs and small populations to obtain a low-cost water treatment.

Keywords: SABESP, WTP, compact

## INDICE DE FIGURAS E FOTOS

Figura 1: Flocculador - ETA Itobí – SP _____	28
Figura 2: Boia do Alemão ETA Itobí - SP _____	28
Figura 3: Encanamento (1) ETA Itobí –SP _____	30
Figura 4: Encanamento (2) ETA Itobí –SP _____	30
Figura 5: Chicanas em alvenaria ETA -Itapira –SP _____	33



## ABREVIATURAS

ETA -	Estação de tratamento de água
PH -	Potencial Hidrogeniônico
COPASA -	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
PCH -	Pequena Central Hidroelétrica
SNIS -	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
C.L.P. –	Controladores Lógicos Programáveis
ABNT -	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IDH –	Índice de Desenvolvimento Humano
IBGE –	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
ÁGUA.....	12
Abastecimento d'água, importância sanitária e econômica.....	13
Ocorrência de água na natureza .....	13
Qualidade da água .....	13
Padrões de potabilidade .....	14
Características físicas e organolépticas .....	14
Características químicas .....	15
Características bacteriológicas .....	16
PH – Potencial Hidrogeniônico .....	17
Oxigênio dissolvido .....	17
Temperatura.....	18
Condutividade .....	18
Principais doenças de veiculação hídrica .....	18
2. UNIDADES CONSTITUTIVAS DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA .....	19
2.1.1. Manancial e tratamento .....	20
2.1.2. Fonte abastecedora.....	22
2.1.3. História da problemática do saneamento básico .....	23
2.2. ETA .....	24
2.2.1 ETA Torrezan e boia do Alemão.....	25
3. METODOLOGIA .....	27
4. MATERIAL E METODOS .....	32
5. CONCLUSÃO.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXO .....	41

# 1. INTRODUÇÃO

Dentre os graves problemas de saneamento, que ainda afligem as comunidades urbanas e rurais, estão a escassez de recursos hídricos e a não disponibilidade de água tratada. Entretanto, a compreensão de que ela é vital à sobrevivência já existe desde as antigas civilizações. No Egito, a água era armazenada em potes de barro durante vários meses, sofrendo decantação até que fosse destinada ao consumo humano. Esse método de tratamento era utilizado há mil quatrocentos e cinquenta anos antes da era cristã (ROCHA, ARISTIDES, 1997).

Diante deste relato, constatou-se que a busca incessante por água de boa aparência e qualidade se torna, desde tempos remotos, um desafio ao homem.

Essencial à vida do planeta, a água doce não chega a 2% da água do planeta, e 90% desse volume corresponde a geleiras, e o restante a rios, lagos e lençóis subterrâneos. Daí a importância da preservação dos mananciais, e do tratamento dado à água para seu consumo pela população. (LIBANEO, 2008)

O conceito de potabilidade implica o atendimento a padrões mínimos exigidos para que a água a ser consumida não seja transmissora de doenças para os seres humanos. O processo utilizado com a finalidade de torná-la potável deve ser, portanto, bastante criterioso, pois envolve uma enorme responsabilidade (CHERNICARO, 1997). Assim a importância do abastecimento de água de qualidade e em quantidade deve ser encarada sob os aspectos sanitários e econômicos que envolvem num primeiro momento a escolha e a preservação de mananciais, utilizando-se um sistema de abastecimento relacionado à suas características (AZEVEDO NETO , RICHTER, 2005).

Por meio destes relatos e informações, procurou-se, com este trabalho, estudar, adaptar e até mesmo projetar uma estação de tratamento de água para que pessoas de pequenas comunidades, tais como clubes, empresas ,bairros afastados, etc., tivessem como executar a construção de uma E.T.A., melhorando a sua água para consumo, uma vez que, na maioria dos casos, estas pequenas comunidades na sua totalidade, são servidas de serviços públicos ou privados de altíssimos custos.

O Clube Sociedade Esportiva Sanjoanense, que é compreendido de 12.000 (doze mil) associados, cientes de seu problema de servidão e qualidade da água, que se arrastava há décadas, vê na construção de uma E.T.A. uma possível solução para seu abastecimento de água, tanto na questão de sua autoconsumo como em sua qualidade, servida para a balneabilidade . O abastecimento do clube provém de uma captação do Rio Jaguarí Mirim e apresenta alto índice de material ferroso e de material a ser decantado, gerando manutenção permanente e desconforto aos usuários.

Embora soubessem de sua necessidade e da provável solução para o clube, o mesmo, por ter de baixa arrecadação, teria que encontrar meios para que esta obra não fosse tão onerosa.

Neste íterim, começa a ser levantado qual seria o tipo de E.T.A. a ser utilizada, porém, para que este projeto fosse executado, era preciso que uma solução compacta, econômica e eficaz fosse apresentada.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho desenvolver um sistema de tratamento de água adaptado do tipo Torrezan.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### ÁGUA

Segundo Chernicaró (1997), na natureza encontram-se diversos tipos de água, dependendo dos elementos que ela contém. Algumas são ideais para o consumo, enquanto outras são prejudiciais à saúde. São elas: água potável (é o tipo ideal para o consumo, é fresca e sem impurezas); água poluída (é a água suja ou contaminada, isto é, contém impurezas, micróbios, vírus); água doce (é a água dos rios, lagos e das fontes); água salgada (é a que contém muitos sais dissolvidos, como por exemplo, a água do mar); água destilada: é constituída unicamente de hidrogênio e oxigênio, não há impurezas e nenhum tipo de sal dissolvido; águas minerais: são denominadas assim porque contêm uma grande quantidade de sais minerais dissolvidos, assim ela possui cheiro e sabor diferente da água que consumimos.

Há diversos tipos de águas minerais, são elas: salobra (levemente salgada e não forma espuma com o sabão); termal (além de apresentar sais minerais dissolvidos, ela possui uma temperatura mais elevada que a do ambiente em que se encontra, é utilizada para curar certas doenças de pele; acídula (contém gás carbônico, é também denominada de água gasosa, possui um sabor ácido e é usada para facilitar a digestão); magnésiana (nesse tipo de água predominam os sais de magnésio, é utilizada para ajudar o funcionamento do estômago e do intestino); alcalina (possui bicarbonato de sódio e combate a acidez do estômago); sulfurosa (contém substâncias à base de enxofre e é usada no tratamento de afecções na pele e doenças das vias respiratórias) ferruginosa (possui ferro e ajuda no combate à anemia) (WOOLFITT, 1996).

A água que encontramos nos rios ou em poços profundos contém várias substâncias dissolvidas, como o zinco, magnésio, cálcio e elementos radioativos. Dependendo do grau de concentração desses elementos, a água pode ser ou não nociva. Para que seja saudável, ela não pode conter substâncias tóxicas, vírus, bactérias e parasitos.

## **ABASTECIMENTO D'ÁGUA, IMPORTÂNCIA SANITÁRIA E ECONÔMICA**

Segundo Libaneo (2008), o uso da água para abastecimento passa previamente por tratamento, objetivando atender as seguintes finalidades de ordem sanitária, de ordem estética, (quando da correção de, turbidez, odor e sabor) e de ordem econômica (facilitando a instalações de indústrias e a implementação do turismo).

## **OCORRÊNCIA DE ÁGUA NA NATUREZA**

A água que se encontra hoje na terra é a mesma que existia há milhões de anos, quando se formou a primeira nuvem e ocorreu a primeira chuva. A quantidade existente nos mares representa cerca de 97% de toda a água existente na terra e cobre 71% da superfície do planeta. Os 3% restantes são constituídos de água doce, aproximadamente 40 quatrilhões de metros cúbicos. Desse total, 75% estão nas calotas polares e os 25% restantes estão assim distribuídos: 24,5% constituem as águas subterrâneas e os 0,5% estão nos rios, lagos e na atmosfera (LIBANEO, 2008).

Segundo WOOLFITT (1996) a precipitação média anual é em torno de 860 mm e cerca de 70% dessa precipitação retorna à atmosfera através da evapotranspiração, os 30% restantes correm na superfície, destes 65% voltam aos rios e o restante é consumido e volta à atmosfera.

## **QUALIDADE DA ÁGUA**

A água de precipitação é praticamente pura. Quando escoar no terreno dissolve os sais minerais existentes, que alteram sua qualidade. A isso dá-se o nome de lixiviação. Dentre os materiais dissolvidos incluem-se substâncias calcárias e magnesianas que tornam a água dura; e outras, ferruginosas, que dão cor e sabor diferentes, bem como produtos industriais que a tornam imprópria ao consumo. A água também pode carrear substâncias em suspensão que lhe conferem turbidez (AZEVEDO NETO, RICHTER, 2005).

Os tipos e teores dessas substâncias dão as características próprias de cada água. A água potável é aquela que se apresenta em condições próprias para consumo humano, isto considerando os aspectos organolépticos (odor e sabor), físicos, químicos e biológicos. Já a água poluída é aquela que contém substâncias que alteram suas características, tornando-a imprópria para consumo. Água contaminada é que contém germes patogênicos (CHAVES, 2010).

## **PADRÕES DE POTABILIDADE**

Os padrões de potabilidade representam a fixação dos limites máximos aceitáveis de impurezas contidas nas águas destinadas ao abastecimento público (CARREIRO, 2010).

Os motivos que levaram os órgãos competentes a estabelecerem os limites máximos aceitáveis decorreram da não existência na natureza de água absolutamente pura.

As exigências quanto à qualidade da água crescem de acordo com o progresso humano e o da técnica. A água destinada ao consumo humano deve obedecer a certos requisitos de ordem organoléptica (não ter odor e sabor objetáveis); física (ter aspecto agradável, não apresentar teores de cor e turbidez acima do padrão de potabilidade); química (não possuir substâncias nocivas ou

tóxicas com concentrações superiores aos limites estabelecidos pelo padrão) e biológica (não possuir germes patogênicos) (FLYNN *et al.*, 2010).

## **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS**

Miranda (2004) relata que a água deve apresentar-se com aspecto agradável, com ausência de sabor objetável. Sua cor é causada pela presença de substâncias nela dissolvidas, Determina-se por um aparelho chamado calorímetro e expressa em mg/L, comparada com platino-cobalto. Atualmente usa-se a unidade Hazen (UH) que, equivale a mg/L. A turbidez é causada por matéria em suspensão na água (argila, silte, matéria orgânica, etc.) que perturba sua transparência, expressa em mg/L, através de aparelhos denominados turbidímetros, sendo o mais comum o de Jackson. As unidades que também expressam turbidez são: unidade de turbidez (UT), unidade de turbidez Nefelométrica (UTN), Unidade Jackson (UJ), todas equivalem a mg/L.

## **CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

### **Água potável e água tratada**

A água é considerada potável quando pode ser consumida pelos seres humanos. Infelizmente, a maior parte da água dos continentes está contaminada e não pode ser ingerida diretamente. Limpar e tratar a água é um processo bastante caro e complexo, destinado a eliminar da água os agentes de contaminação que possam causar algum risco para a saúde, tornando-a potável. Em alguns países, as águas residuais, das indústrias ou das residências, são tratadas antes de serem escoadas para os rios e mares. Estas águas recebem o nome de depuradas e geralmente não são potáveis. A depuração da água pode ter apenas uma fase de eliminação das substâncias contaminadoras, caso retorne ao rio ou ao mar, ou pode ser seguida de uma fase de tratamento completa, caso se destine ao consumo humano.



## Água Contaminada

Um dos principais problemas que surgiram é a crescente contaminação da água, ou seja, este recurso vem sendo poluído de tal maneira que já não se pode consumi-lo em seu estado natural. As pessoas utilizam a água não apenas para beber, mas também para se desfazer de todo tipo de material e sujeira. As águas contaminadas com numerosas substâncias recebem o nome de águas residuais. Se as águas residuais forem para os rios e mares, as substâncias que elas transportam irão se acumulando e aumentam a contaminação geral das águas. Isto traz graves riscos para a sobrevivência dos organismos.

Existem vários elementos contaminadores da água. Alguns dos mais importantes e graves são:

- Os contaminadores orgânicos: são biodegradáveis e provêm da agricultura (adubos, restos de seres vivos) e das atividades domésticas (papel, excrementos, sabões). Se acumulados em excesso produzem a eutrofização das águas.
- Os contaminadores biológicos: são todos aqueles microrganismos capazes de provocar doenças, tais como a hepatite, o cólera e a gastroenterite. A água é contaminada pelos excrementos dos doentes e o contágio ocorre quando essa água é bebida.
- Os contaminadores químicos: os mais perigosos são os resíduos tóxicos, como os pesticidas do tipo DDT (chamados organoclorados), porque eles tendem a se acumular no corpo dos seres vivos. São também perigosos os metais pesados (chumbo, mercúrio) utilizados em certos processos industriais, por se acumularem nos organismos.

Os limites de concentração de certas impurezas na água são tolerados por questões de ordem sanitárias e econômicas. Por exemplo: chumbo, no máximo 0,10 mg/L; arsênio, no máximo 0,10 mg/L; selênio, no máximo 0,01 mg/L; pH inferior a 10,6 a 25 °C; a alcalinidade deve ser inferior a 120 mg/L (CHAVES ,2010).

## CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS

A água potável deve ser isenta de bactérias patogênicas (WOOLFITT, 1996).

Na água normalmente existem microrganismos de vida livre e não parasitária, que dela extraem os nutrientes indispensáveis à sua subsistência. Eventualmente pode acontecer a introdução de organismos parasitários e/ ou patogênicos que, usando a água como veículo, podem causar doenças, tornando-se assim um perigo sanitário em potencial (REIS *et al.*, 2005).

Os seres patogênicos, na sua quase totalidade, são incapazes de viver na sua forma adulta ou reproduzir-se fora do organismo que lhe serve de hospedeiro. Portanto têm vida limitada quando se encontram na água (CHAVES, 2010).

Os agentes destruidores, na água, de organismos patogênicos são: temperatura, luz, sedimentação, parasitas ou predadores de bactérias, substâncias tóxicas ou antibióticas produzidas por outros microrganismos como algas e fungos, etc. (CHAVES, 2010).

Em razão da dificuldade de identificação na água de organismos patogênicos, utiliza-se a identificação de bactérias do grupo coliforme, por existirem normalmente no organismo humano e serem obrigatoriamente encontradas em águas poluídas por material fecal. Sua eliminação através do material fecal é da ordem de 300 milhões por grama de fezes (CHERNICARO, 1997).

De acordo com o padrão de potabilidade, a água só pode ter, no máximo, 1 coli/100 mL. Ocasionalmente uma amostra pode apresentar até 3 COLI/100 mL, desde que isso não ocorra em amostras consecutivas ou em mais de 10% das amostras examinadas (CHERNICARO, 1997).

## **Ph – POTENCIAL HIDROGENIÔNICO**

Azevedo Neto e Richter (2005) relatam que o Ph da água é uma relação numérica que exprime o equilíbrio entre os íons de hidrogênio e hidroxila no meio, ou seja, permite avaliar o grau de acidez ou de alcalinidade do meio. Os peixes e a maioria dos organismos aquáticos são adaptados geralmente às condições de neutralidade, com pequenas variações para o ácido ou alcalino.

Quando a acidez ou alcalinidade de um rio for muito acentuada, a causa provável é a poluição industrial.

## **OXIGÊNIO DISSOLVIDO**

No oxigênio dissolvido relata-se que é uma medida importante no controle de poluição das águas. É preciso conhecer-se a concentração de OD para verificar e manter as condições aeróbicas num rio que recebe poluentes.

Os microorganismos aeróbicos consomem oxigênio para decompor a matéria orgânica. Dessa forma, o meio torna-se pobre em oxigênio, causando a morte dos organismos que ali vivem (peixes, algas, etc.) (COPASA 2007).

## **TEMPERATURA**

Para Chernicaro (1997), a temperatura da água influencia na concentração de oxigênio dissolvido na água, nos processos de produtividade primária e de decomposição de matéria orgânica. Com o aumento da temperatura ocorre a redução da quantidade de oxigênio dissolvido na água.

## CONDUTIVIDADE

A condutividade elétrica, para COPASA (2007) e Chaves (2010), num manancial de água, é um indicador da presença de íons e conseqüentemente da adição de substâncias poluentes. Ela pode variar também com a temperatura.

## PRINCIPAIS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

### Doenças Causadas por Parasitas

Amebíase: O contágio se dá através de água contaminada com cistos provenientes de fezes humanas.

Esquistossomose: O contágio se dá através do contato direto com água onde há larvas provenientes de caramujos.

Ascariíase: O contágio se dá com o consumo de água onde há o parasita *Ascaris lumbricoides*.

Giardiase: O contágio se dá com o consumo de água onde há a parasita *Giardia lamblia*.

### Doenças Causadas por Vírus

Hepatite Viral tipo A e Poliomielite: O contágio se dá ao contato (consumo ou banho) com água contendo urina ou fezes humanas.

### Doenças causadas por Bactérias

Meningoencefalite: O contágio se dá pelo contato (consumo ou banho) com águas contaminadas.

Cólera: O contágio se dá com o consumo de água contaminada por fezes ou vômito de algum indivíduo contaminado.

Leptospirose: A água contaminada por urina de ratos é a principal causa da doença, cuja incidência aumenta com chuvas fortes e enchentes. Apresenta maior perigo em águas próximas a depósitos de lixo e em áreas sem esgotamento sanitário.

Febre Tifoide: O contágio se dá pela ingestão de água ou alimentos contaminados (a

contaminação de alimentos ocorre ao se lavar alimentos com água contaminada).

Gastrenterites: a ingestão de água ou alimentos contaminados por fezes causam muita variedade de distúrbios gástricos, geralmente associados a fortes diarreias.

Desintéria Bacilar: Uma série de bactérias causa, através da ingestão de água sem tratamento, severas formas de diarreias, formando um quadro de febre, dores e mal-estar geral.

COPASA, (2007).

## **2- UNIDADES CONSTITUTIVAS DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA**

A estação de tratamento é a unidade onde se processa o tratamento da água objetivando torná-la própria para consumo humano. Os tipos de estação de tratamento adotados são em função das características da água (MIRANDA, 2004; OLIVEIRA, 2010).

### **2.1.1 MANANCIAL E TRATAMENTO**

O manancial é a fonte de onde a água é retirada para o abastecimento. Está disponível para o abastecimento a água de chuva (geralmente armazenada em cisterna); água do subsolo (lençol freático, artesiano e fontes) e água de superfície (rios, lagos, represas, etc.) (AZEVEDO NETO; RICHTER, 2005).

A captação pode ser superficial, feita nos rios, lagos ou represas, por gravidade ou bombeamento, e a subterrânea, que é efetuada através de poços artesianos, perfurações com 50 a 100 metros feitos no terreno para captar a água, os lençóis subterrâneos (CHERNICARO, 1997). Essa água também é sugada por motobombas instaladas perto do lençol d'água e enviada à superfície por tubulações. A água dos poços artesianos está, em sua quase totalidade, isenta de contaminação por bactérias e vírus, além de não apresentar turbidez.

Segundo Di Bernardo (1993), o tratamento da água de captação superficial é composto pelas seguintes fases:

- Oxidação – é necessário oxidar os metais presentes na água, principalmente o ferro e o manganês, que normalmente se apresentam dissolvidos na água bruta. Para isso, injeta-se cloro ou produto similar, pois tornam os metais insolúveis na água, permitindo, assim, a sua remoção nas outras etapas de tratamento;
- Coagulação - a remoção das partículas de sujeira se inicia no tanque de mistura rápida com a dosagem de sulfato de alumínio ou cloreto férrico. Estes coagulantes têm o poder de aglomerar a sujeira, formando flocos. Para otimizar o processo adiciona-se cal, o que mantém o pH da água no nível adequado.

Ainda segundo Di Bernardo (1993), seguindo as fases da captação superficial, temos:

- Floculação - Na floculação, a água já coagulada movimenta-se de tal forma dentro dos tanques que os flocos misturam-se, ganhando peso, volume e consistência;
- Decantação - Na decantação, os flocos formados anteriormente separam-se da água, sedimentando-se no fundo dos tanques.
- Filtração - A água ainda contém impurezas que não foram sedimentadas no processo de decantação. Por isso, ela precisa passar por filtros constituídos por camadas de areia ou areia e antracito suportadas por cascalho de diversos tamanhos que retêm a sujeira ainda restante;
- Desinfecção - a água já está limpa quando chega a esta etapa, mas ainda recebe ainda o cloro, que elimina os germes nocivos à saúde, garantindo também a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios;
- Correção de pH - Para proteger as canalizações das redes e das casas contra corrosão ou incrustação, a água recebe uma dosagem de cal, que corrige seu pH;
- Fluoretação - Finalmente a água é fluoretada. Em atendimento à Portaria do Ministério da Saúde a dosagem do composto flúor (ácido fluossilícico) reduz a incidência da cárie dentária, especialmente no período de formação dos dentes, que vai da gestação até a idade de 15 anos. Esta etapa não se faz

necessária na estação de tratamento proposta neste trabalho, visto que ele se dedica à balneabilidade e não à potabilidade.

O tratamento da água de captação subterrânea, através de poços profundos, na maioria das vezes não é necessária, bastando apenas a desinfecção com cloro. Isso ocorre porque a água não apresenta qualquer turbidez, eliminando as outras fases necessárias ao tratamento das águas superficiais (COPASA, 2007).

Na adução há uma canalização que transporta a água da fonte de abastecimento ao sistema de distribuição. Existem duas classes de adutoras: condutos forçados, nos quais corre sob pressão e condutos por gravidade, ou canais abertos, onde a água escoar pela ação da gravidade. A elevação torna-se necessária quando a altura da fonte de suprimentos de água é tal que ela não poderá escoar por gravidade para os encanamentos; a pressão nas linhas distribuidoras deve ser aumentada: e a água precisa ser elevada de um nível a outro (CHAVES, 2010).

### **2.1.2 - Fonte abastecedora**

A seleção da fonte abastecedora de água é processo importante na construção de um sistema de abastecimento. Deve-se, por isso, procurar um manancial com vazão capaz de proporcionar perfeito abastecimento à comunidade, além de ser de grande importância a localização da fonte, a topografia da região e a verificação de possíveis focos de contaminação (OLIVEIRA, 2010).

Ao ocupar bacias hidrográficas o homem tem retirado vegetação ripária, utilizado um tipo de agricultura que depende de pesticidas e fertilizantes, aumentado área urbana em planejamento, eutrofizado o corpo hídrico pelo lançamento de esgotos urbanos *in natura* e o contaminado pelo lançamento de efluentes industriais. Toda esta atividade tem causado um preocupante estado de degradação dos ecossistemas aquáticos. A comunidade presente nestes ambientes é fortemente afetada pela alteração na qualidade do habitat. Estas alterações provocam

mudanças na composição, abundância e riqueza da fauna, o que traz prejuízo para todo o ecossistema aquático (AZEVEDO NETO; RICHTER, 2005).

Segundo Chernicaró (1997), o monitoramento biológico é um modo de determinar a qualidade da água, geralmente medida pelas alterações estruturais e funcionais das comunidades nos sistemas ecológicos, através de sua diversidade e abundância (REIS *et al.*, 2005). Os monitoramentos realizados com os bioindicadores em bacias hidrográficas apontam alterações das condições limnológicas por vezes não detectadas apenas pelas determinações físicas e químicas da água (FLYNN *et al.*, 2010). A interação entre os métodos de biomonitoramento e as variáveis abióticas do sistema proporciona um diagnóstico mais preciso sobre a qualidade ambiental. As informações são convergentes e se completam (GUEDES; CARVALHO, 1997).

A influência antrópica em ambientes lóticos pode e tem levado à perda da sustentabilidade da vida, com a completa eliminação dos organismos aquáticos em ambientes severamente perturbados. Ao longo do trecho estudado do Rio Jaguari-Mirim ,na área de influência das PCHs da São José e São Joaquim, foi verificado o aumento da concentração do nutriente fosfato no meio e a colonização de poucas espécies, sendo várias constituídas por baixo número de indivíduos. As espécies dominantes são formas resistentes à poluição. A comunidade bentônica apresenta baixa diversidade, baixa abundância relativa, e dominância de táxons indicadores de baixa qualidade ambiental como os *Oligochaeta* e *Bivalvia* (FLYNN *et al.*, 2010).

### **2.1.3 - Problemática do saneamento básico**

As civilizações desde seus primórdios vêm buscando métodos de tratamento de água que lhes trouxesse conforto e saúde.

Segundo Rocha (1997), há dois mil anos antes de Cristo, entre os persas, havia leis que proibiam o lançamento de excretas nos rios e, no livro sagrado *Zenda Vesta*, Zoroasto prescreve abluções diárias para a saúde e higiene. Também há milênios antes de Cristo os chineses e japoneses serviam-se da filtração por capilaridade para obter água, como se menciona nos textos bíblicos.

Na Idade Moderna, a primeira Estação de Tratamento de Água (ETA) foi construída em Londres, em 1829, e tinha a função de coar a água do rio Tâmsa em



filtros de areia. A ideia de tratar o esgoto antes de lançá-lo ao meio ambiente, porém, só foi testada pela primeira vez em 1874 na cidade de Windsor, Inglaterra. Não se sabia como as doenças “saíam do lixo e chegavam ao nosso corpo”, a ideia inicial era de que vinham do ar, pois o volume de ar respirado por dia é muito superior ao volume de água ingerido. Porém com a descoberta de que doenças letais da época (como a cólera e a febre tifóide) eram transmitidas pela água, técnicas de filtração e a cloração foram mais amplamente estudadas e empregadas.

Na cidade do Rio de Janeiro a primeira estação de tratamento foi fundada por Estácio de Sá ,junto ao Morro Cara de Cão (Pão de Açúcar), na Praia Vermelha, em março de 1565. Dois anos depois foi transferida por Mem de Sá para o Morro do Desterro (Castelo), onde se desenvolveu. Aos poucos a população foi descendo o morro do Castelo, espalhando-se pelas planícies circunvizinhas; nessas planícies havia numerosas lagoas e áreas pantanosas, provenientes do movimento das marés, que as preamares alagavam toda a área entre o atual Passeio Público e a Praça Mauá. Aos poucos estas áreas foram sendo aterradas, iniciando-se pelas mais próximas do Morro do Castelo (lagoas de Santo Antônio e a do Boqueirão), que deram origem à atual Rua Evaristo Veiga.

Naquele tempo, os moradores tinham o mau costume de lançar na rua e na “vala” todos os despejos e detritos domésticos, transformando-a em uma imensa cloaca, com insuportável mau cheiro e ondas de mosquitos – entenda-se como “vala” o sangradouro natural de um curtume instalado à beira da Lagoa de Santo Antônio. Outras valas existiam ou foram abertas, nas zonas que se povoavam, cabendo à Câmara, até 1828, cuidar da limpeza das mesmas, transferindo depois esta responsabilidade para a Inspetoria de Obras Públicas, criada em 1840.

Os esgotos das casas eram acondicionados em barricas de madeiras (os cubos) nos quintais, e durante a noite transportados por escravos para os lançamentos mais próximos, como as Praias do Peixe (Rua D. Manuel) e das Farinhas e o Campo da Aclamação (Campo de Santana). Esses escravos e seus barris foram apelidados pelo povo de “Tigres”, dos quais todos fugiam nas ruas mal iluminadas.

Em São Paulo na década de 70, durante o Governo de Laudo Natel, através de Lei Estadual, da fusão de empresas e autarquias originou-se a SABESP,

que, a partir de sua fundação, passa a operar em cidades que não faziam parte das áreas de atuação das antigas empresas.

## **2.2. ETA**

Segundo Oliveira (2010), na ETA de Laranjal Paulista, S.P, atualmente são tratados cerca de cinco metros cúbicos por segundo de água bruta, que é bombeada através de três tubulações: um de 800 mm, outro de 1000 mm e, finalmente, um de 1400 mm. A água bruta ao chegar à ETA é analisada bacteriologicamente, para detectar o grau de contaminação que apresenta, como também são realizadas determinações físico-químicas. Essas determinações são realizadas em todas as etapas do processo, garantindo a eficiência do tratamento. Nesta estação a água passa pelos seguintes processos de tratamento: coagulação e floculação; desinfecção por cloração (cloro gasoso, cloradores, até uma concentração na faixa de 2,5 a 3,5 mg/l) e alcalinização.

A água tratada na ETA da cidade de Laranjal Paulista tem um rigoroso controle de qualidade, apresentando-se dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 36 do Ministério da Saúde, de 1990, sendo realizadas análises físico-químicas e bacteriológicas rotineiramente, em toda a água distribuída (OLIVEIRA ,2010),

Já na ETA da cidade de Jundiaí – SP, inicialmente é feita a leitura da quantidade de água (vazão) que vem da Represa do Jundiaí - Mirim para a Estação de Tratamento de água (ETA) e são realizadas as seguintes etapas: pré-cloração (adiciona-se cloro); adição de cal hidratada; aplicação do sulfato férrico através de uma calha Venturi; a água percorre canais chamados de câmara de mistura rápida, onde os produtos químicos aplicados no tratamento são mecanicamente homogêneos e, por último, a água percorre um canal chamado "Canal de água Coagulada; sendo então distribuída para quatro conjuntos de floculadores (CHAVES, 2010).

### 2.2.1. ETA TORREZAN E BOIA DO ALEMÃO

Na ETA da cidade de Itobí-SP, são realizados os seguintes processos: mistura através de chicanas de colmeias, construídas conforme indicação e dimensionamento da ABNT, dois floculadores por tanque de repouso, construídos conforme a capacidade necessária para aquele município, para o abastecimento de 30 anos e distribuição para uma bateria de quatro filtros retrolavados por um processo de jogo de registros e peso de um filtro para o outro, tendo este sistema todo equalizado por uma caixa de água externa ao corpo da ETA, característica adotada nas ETAs Torrezan. Além deste processo, foi adotado um método de registro por boia que substituiria sistemas anteriormente adotados, que acarretavam alto custo, este sistema é conhecido como Boia do Alemão.

A motivação para o desenvolvimento da Boia do Alemão se deu com o programa de automação de ETA da SABESP, implantada inicialmente na ETA de Santo Antonio do Pinhal, que se constituiu na primeira ETA totalmente automatizada. Cada fase do tratamento convencional foi sendo substituída por mecanismo programáveis já existentes no mercado, tais como C.L.P. – controladores lógicos programáveis e bombas dosadoras “inteligentes”, restando como última operação manual a lavagem dos filtros ( CARREIRO,2010).

Durante a operação desta ETA, a eficiência da filtração sofre um decaimento contínuo, na medida em que os elementos filtrantes vão se saturando com o lodo, retido na operação, forçando a parada do mesmo para lavagem. O procedimento anterior baseava-se no isolamento do filtro, interrompendo a chegada de água, com a colocação manual de uma comporta e, em seguida, eram feitas as manobras de válvulas, iniciando-se a lavagem do filtro saturado. A dificuldade em automatizar esta fase se devia às características construtivas do filtro, que obrigariam a uma série de reformas e conseqüentes paralisações no tratamento, para se adaptar alguma solução de mercado existente, tais como válvulas ou comportas motorizadas.

A Boia do Alemão foi a melhor solução, pois pôde ser confeccionada de acordo com as dimensões existentes, sendo composta de uma cuba fixada a montante do filtro, possuindo no fundo, uma abertura tipo “on-off”, que atua proporcionalmente ao nível da coluna de água no filtro, por meio de uma haste e boia. O emprego da Boia do Alemão, em conjunto com medidor de nível e válvulas

motorizadas a jusante do filtro, permitiu automatizar, com sucesso, toda intervenção necessária à operação do filtro.

### 3. METODOLOGIA

A Sociedade Esportiva Sanjoanense está localizada na cidade de São João da Boa Vista, que é um município distante 223 km da capital do seu Estado – São Paulo . Localiza-se à latitude 21°58'09" sul e longitude 46°47'53" oeste; estando a uma altitude de 767 metros, possui clima tropical quente.

Segundo o IBGE, em 2009 São João da Boa Vista tinha uma população de 83.909 habitantes e seu IDH é de 0,843, considerado o 15º melhor município do Estado de São Paulo e o 56º do país, sendo conhecida pelos seus maravilhosos crepúsculos.

O Clube - Sociedade Esportiva Sanjoanense foi fundado em 01 de julho de 1916, e desde então vem fazendo historia em muitas modalidades no esporte nacional, em especial nas modalidades aquáticas.

Trata-se de um clube com uma área aproximada de 9 alqueires, nos quais seus associados podem ter aulas de muitas modalidades esportivas, além de oferecer muitas atividades sociais.

A execução de uma ETA neste local vem ajudar o fornecimento de água para esses associados no sentido da balneabilidade, uma vez que esta água captada do rio Jaguarí Mirim era servida sem nenhum tratamento e o seu aspecto físico e químico sempre foram apontados como problemas a serem resolvidos.

Primeiramente realizou-se estudo bibliográfico acerca da temática.Várias estações de tratamento foram visitadas em cidades e empresas, onde existissem ETA do tipo Torrezan e mesmo estações similares que obtiveram algum resultado positivo, até mesmo as que estivessem em desuso.

Foram visitadas quatro (04) estações:

- estação do município de Itobi-SP,
- estação da empresa Barbantes São João,
- estação da empresa Pirituba (desativada),
- estação do Instituto psiquiátrico Bairral no município de Itapira- SP .

Após estas visitas, constatou-se que modernizações nos métodos de registro, floculação e filtragem poderiam ser aplicadas para um melhor rendimento e economia neste tipo de processo, possibilitando assim que o pequeno produtor, bem como pequenas indústrias e pequenas comunidades, pudessem fazer uso deste tipo de tratamento.

O tipo de ETA (Torrezan), padronizada pelo sistema SABESP, se baseia no método de retrolavagem de filtros por gravidade onde, através do sistema de registro (boia do Alemão) , de uma caixa de equalização de nível de água e de um jogo de registros do tipo “gaveta”, (conforme foto 1, a seguir), que ao ser acionado faz com que este filtro se esvazie e o peso da água nos outros filtros e na caixa de equalização execute a retrolavagem, fazendo a ação da água no sentido contrário ao filtro.

Foi constatado que o método de chicanas por colmeia, (foto 2, abaixo ), utilizado sempre ocasionou um acumulo de lodo em seu estagio inicial (floculação), e isso passa a prejudicar o processo de tratamento em seu resultado, os registros de gavetas se tornaram obsoletos, uma vez que para possibilitar um controle de vazão, o mesmo apresentava um desgaste aumentado.



Figura 1: floclador ETA Itobí –SP  
Tirada em visita em 08/06/2010  
Autor: José Edel Damasceno Júnior

Uma forma de economia muito eficaz para a época foi a “boia do Alemão”, que com o tempo também se tornou arcaica e ineficaz, conforme foto 3, a seguir.



Figura 2: Boia do Alemão - ETA Itobí –SP  
Tirada em visita em 08/06/2010  
Autor: José Edel Damasceno Júnior

Outra situação observada foi a de que os encanamentos usados, eram todos de ferro fundido, um material de alto custo (como foto 4 e foto 5, a seguir), uma vez que não se fabricavam tubos de PVC nos diâmetros normatizados.



Figura 3: Encanamento (1) ETA Itobí-SP  
Tirada em visita em 08/06/2010  
Autor: José Edel Damasceno Júnior



Figura 4: Encanamento (2) ETA Itobí-SP  
Tirada em visita em 08/06/2010  
Autor: José Edel Damasceno Júnior



Em entrevista com engenheiros da SABESP( \* ), trabalhadores das ETAs visitadas e com o gerente de manutenção da Sociedade Esportiva Sanjoanese, chegou-se às conclusões que serão apresentadas a seguir, sempre com a preocupação de diminuir custos e resolver os problemas apresentados para que pequenas populações, como é o caso deste clube, possam usufruir desta tecnologia tão simples e eficaz.

\* Entrevista realizada no posto de atendimento da SABESP em Itobi-SP, durante a visita do dia 08/06/2010

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Hoje, São João da Boa Vista é uma das cidades ditas como modelo no Estado de São Paulo, por se tratar de uma cidade com 100% de seu esgoto tratado e por ter 100% das habitações abastecidas com água potável, um dos motivos principais para estar, no ranking estadual, como o 15º município em seu IDH e o 56º lugar no ranking do país.

A Sociedade Esportiva Sanjoanense é um clube particular que, como a totalidade do município, possui o serviço de água e esgoto; porém, por se tratar de um clube de grande porte, faz uso, na sua maioria, de água captada pelo rio que o margeia – o Rio Jaguari Mirim, e por um sistema de poço artesiano; por isso se fez necessária uma estação particular de tratamento de água.

A construção desta ETA, terá a preocupação de juntar etapas de algumas estações de tratamento, já existentes e reduzir seu dimensionamento para que esta se torne compacta.

Juntamente com normas e cálculos, esta ETA deverá ser construída em alvenaria de tijolo de barro cozido, assentado em argamassa de areia e cimento no traço 2:1, com acabamento em reboco no mesmo traço do assentamento dos tijolos e impermeabilizada com material próprio para o fim desejado.

No início do processo da ETA Torrezan, era usado o sistema de chicanas alveolar, onde foi constatado que nesse processo existia a deposição de lodo sendo assim, foi feita a substituição das chicanas de madeira por chicanas em alvenaria, sendo de total ação gravitacional e com grande sucesso na mistura dos produtos químicos.

A norma obedecida foi a ABNT-NBR12216, onde temos os seguintes cálculos para utilizar nesta construção:



Figura 5: Chicanas em alvenaria ETA Instituto Bairral - Itapira –SP  
Tirada em visita em 13/04/2010  
Autor: Sr. Pelegrino Ledesma

### - Dimensionamento das chicanas

Cálculo do número de espaçamentos entre chicanas em cada câmara de flocculação

$$n = 0,045 \cdot 3 \sqrt{\left(\frac{a \cdot L \cdot G}{Q}\right)^2 \cdot \theta_h}$$

- n=número de espaçamentos
- a=largura do canal do flocculador em metros
- L=comprimento do flocculador em metros
- G=gradiente de velocidade em s<sup>-1</sup>
- Q=vazão em m<sup>3</sup>/s
- θ<sub>h</sub>=tempo de detenção hidráulico em minutos

Cálculo do espaçamento entre chicanas

$$e = \frac{L}{n}$$

Cálculo das velocidades nos trechos retos e curvas 180°

$$V_1 = \frac{Q}{B_f \cdot e} \qquad V_2 = \frac{2}{3} \cdot V_1$$

Quadro resumo dos cálculos iniciais

Canal	G (s-1)	n	e (m)	V <sub>1</sub> (m/s)	V <sub>2</sub> (m/s)
1	70	43	0,28	0,32	0,22
2	50	35	0,35	0,26	0,17
3	20	19	0,63	0,14	0,094

Cálculo da extensão dos canais

$$L_t = \theta_h \cdot V_1$$

Cálculo do Raio Hidráulico

$$R_H = \frac{B \cdot e}{2 \cdot (B + e)}$$

Cálculo das perdas de carga distribuídas

$$j = \left( \frac{Q \cdot n}{A \cdot R_H^{2/3}} \right)^2 \qquad \Delta H_d = j \cdot L$$

Cálculo das perdas de carga localizadas

$$\Delta H_l = \frac{n \cdot V_1^2 + (n - 1) \cdot V_2^2}{2 \cdot g}$$

Cálculo do gradiente de velocidade

$$G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot \Delta H}{\mu \cdot \theta_h}}$$

Quadro resumo dos cálculos finais

Canal	G (s <sup>-1</sup> )	L (m)	R <sub>h</sub>	ΔH <sub>d</sub> (cm)	ΔH <sub>l</sub> (cm)	ΔH <sub>T</sub> (cm)	G
1	70	192	0,127	5,17	32,8	38,0	73
2	50	156	0,156	2,04	17,1	19,1	52
3	20	84	0,257	0,017	2,7	2,7	19

Condicionantes de Projeto

- Tempo de detenção hidráulico = 30 minutos
- Sistema de floculação composto por três câmaras em série, com gradientes de velocidade escalonados (70 s<sup>-1</sup>, 50 s<sup>-1</sup> e 20 s<sup>-1</sup>)
- Profundidade da lâmina líquida=4,5 cm
- Número de decantadores=02
- Largura do decantador=3,0 m
- Será admitido que uma das dimensões do floculador é conhecida, sendo esta função da largura do decantador

Cálculo do volume do floculador

$$V_f = Q \cdot \theta_h = 0,25 \text{ m}^3 / \text{s} \cdot 30 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} / \text{min} = 450 \text{ m}^3$$

Cálculo da área superficial do floculador

$$A_S = \frac{V_f}{h} =$$

R: 40,5 m<sup>2</sup>

Cálculo da largura do floculador

$$B_f = \frac{A_S}{B_d} =$$

R: 5 m

- Portanto, será admitido um floculador com largura total de 5 m, tendo cada canal uma largura individual de canal de 1,60 metros

Tubos de PVC de 100 mm passaram a substituir todos os encanamentos de ferro fundido, estas bitólas de tubos são contrárias às especificações de ABNT (uma vez que é sugerido o uso de no mínimo 150 mm), porém foi sugerida esta bitola por se tratar de uma ETA compacta e de produção reduzida em relação a uma ETA convencional; um jogo de “registros de esfera” substituiu todos os “registros de gaveta”

Neste ponto já se constatava que estas adaptações trariam benefícios ao projeto de uma nova ETA compacta, a retrolavagem por gravidade poderia acontecer apenas com um jogo de registros, com o dimensionamento correto dos filtros e do nível do material filtrante, para que o projeto tenha sucesso utilizam-se os seguintes cálculos:

$$TF = Q/A_F$$

Onde:

TF: taxa de filtração (considerar valores compreendidos entre 180 e 360 m<sup>3</sup>m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>),

A<sub>F</sub>: área total de filtração (m<sup>2</sup>).

Em seguida é necessário que se estipule a quantidade de filtros para o dimensionamento desta ETA em relação à vazão (m<sup>3</sup>/s). Neste projeto são três (03).

Mesmo após a apresentação e aceitação, por parte do clube, do projeto acima, foram levantadas algumas dúvidas em relação ao custo que seria despendido no número de registros a serem utilizados, por se tratar de uma peça cara e importante para o funcionamento da limpeza dos filtros por ação gravitacional; a questão era se ainda haveria outro tipo de mecanismo mais econômico para esta mesma função.

A partir deste questionamento, foi visto que uma ETA de menor porte seria o suficiente para o abastecimento tanto de um clube com 12.000 (doze mil) associados, como uma solução para o abastecimento com água de qualidade para pequenas populações.

A dimensão desta ETA foi reduzida também por se levar em conta informações obtidas pela SABESP, em que, na maioria das ETAs Torrezan, o funcionamento é de 12 horas/ dia para uma produção de 70.000 litros/hora. Sendo

assim, com as dimensões reduzidas, trabalhar-se-ia um total de 06 a 08 horas/dia para suprir uma necessidade de 15.000 litros/hora, o que se torna eficaz para uma projeção deste tratamento por um período de aproximadamente 40 anos.

O número inicial de 10 (dez) registros foi revisto, e encontrou-se a solução em um sistema de adaptação de uma peça construída com varias conexões de tubo de PVC, criando um sifão com um tipo de vertedouro que, quando tampado por outra peça de tubo, funcionaria como um registro (Sifão Cachimbo) (projeto em anexo), reduzindo-se o número de registros para 04 (quatro).

## **5. CONCLUSÃO**

Após todos os cálculos apresentados, o sistema proposto é viável e eficaz para as necessidades desta comunidade de associados por um período de 40 anos, conforme o dimensionamento do projeto e da problemática apresentada.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARISTIDE, A, ROCHA. **Fatos históricos do saneamento:** scortecci. [S.l.:s.n.], 1997. p120.

AZEVEDO NETO, J.M. de; RICHTER, C.A. **Tratamento de água:** tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blucher Editora, 2005.

CARREIRO, O.R. Boia do alemão: uma contribuição para automação de estações compactas de tratamento de água – ETA tipo Torrezan. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Disponível em: <[www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/brasil/i-104.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/brasil/i-104.pdf) >. Acesso em: 15 fev. 2010.

CHAVES, R.L. **Infra estrutura:** ETA – Estação de tratamento de água. Disponível em:

<[http://www.daejundiai.com.br/daesite/portal.nsf/V03.02/infraEstrutura\\_eta\\_etapas?OpenDocument](http://www.daejundiai.com.br/daesite/portal.nsf/V03.02/infraEstrutura_eta_etapas?OpenDocument)>. Acesso em: 23 abr. 2010.

CHERNICHARO, C.A.L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuais:** reatores anaeróbios. Belo Horizonte, [s.n.],1997.

COPASA - **Tratamento de água.** Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/star.htm?infoid=23&sid=98&tpl=prontevreview>>. Acesso em 15 jun. 2010.

DI BERNARDO, L. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental & Luiz de Bernardo, , 1993.

**ESTUDO do reuso de resíduo insolúvel de cal de estação de tratamento de água em Argamassas.** Disponível em: <[bes.locaweb.com.br/.../SIBESARelacaoTrabalhosAprovados.htm](http://bes.locaweb.com.br/.../SIBESARelacaoTrabalhosAprovados.htm)>, out. 2004. Acesso em 23 abr. 2010.

FLYNN, M.N. **Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo.** Disponível em:

< [www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-059.pdf](http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-059.pdf).> Acesso em: 12 jul. 2010.

GUEDES, A.B.; CARVALHO, J.M.T. de. **Operação e manutenção de ETAs. Cajazeiras- CAGEPA – Diretoria de Operação – Assessoria Técnica de Tratamento de Água e Esgotos, 1997.**

LIBANEO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** São Paulo: Átomo, 2008.

MINISTÉRIO do ambiente – **Decreto lei n 236/98** – Qualidade da água. Disponível em:

<[http://www.inag.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=18&Itemid=57](http://www.inag.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=57)>, 1998. Acesso em: 20 fev. 2010.

MIRANDA, E.E. de. **A água na natureza e na vida dos homens.** São Paulo: Idéias & Letras, 2004.

OLIVEIRA, E.R.L. de. **Tratamento de água para consumo.** Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/quimica/quimica-ambiental/tratamento-de-agua-para-consumo>>. Acesso em: 23 abr. 2010.

REIS, F.A.G.V. Diagnóstico Ambiental em minerações de areia e argila no Rio Jaguari Mirim, município de São João da Boa Vista (SP). **Eng. Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p. 115-134, jan./ dez. 2005.

WOOLFITT, G. **Água.** São Paulo: Scipione, 1996.

## **ANEXOS**

- Projeto da ETA da Sociedade esportiva Sanjoanense



