

S 194 c



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE - FANESE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



MIGUEL ANGELO FONTES DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE
ÁGUA NA ETA POXIM**

Aracaju - Sergipe
2008.2

MIGUEL ANGELO FONTES DOS SANTOS

CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NA ETA POXIM

**Monografia apresentada à banca
examinadora da Faculdade de
Administração e Negócios de Sergipe –
FANESE, como requisito parcial para
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia de Produção, no período
de 2008-2.**

**Orientador: Prof. Dr. João Vicente
Santiago Nascimento.**

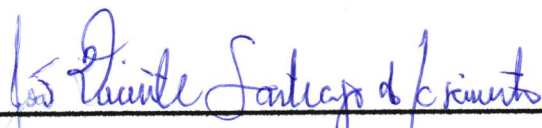
**Coordenador de curso: Prof. Jefferson
Arlen Freitas.**

**Aracaju – SE
2008.2**

MIGUEL ANGELO FONTES DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE
ÁGUA NA ETA POXIM**

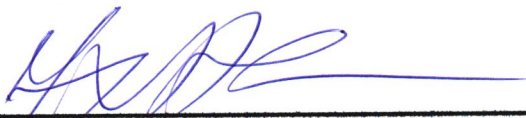
Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2008.2.



Prof. Dr. João Vicente Santiago Nascimento



Profa. Msc. Helenice Leite Garcia



Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas

Aprovado com média:

Aracaju (SE), 16 de Dezembro de 2008.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a **DEUS** que me deu o dom da vida e forças para eu ir em busca dos meus objetivos.

A meus pais Miguel Arcanjo e Edla, exemplo de amor, dignidade, compreensão e vida, e por abdicarem de seus sonhos em prol dos meus e dos meus irmãos.

A minha esposa Daniella, pelo amor, amizade, compreensão e constante participação e incentivos nesta árdua jornada. A meus irmãos Sidney e Alex Diego, amigos presentes sempre compreendendo a minha luta.

A meus sobrinhos Guilherme e Fábio Júnior, amores e alegrias das nossas vidas.

A todos os professores da FANESE, por todos os seus incentivos, as vezes insistindo para que isso ocorresse, e por te nos repassado parte de seus conhecimentos. E em especial a Professora Helenice Garcia e aos Professores Marcos Aguiar, João Vicente, Mário Celso e Jefferson Freitas. Muito obrigado.

Aos colegas da turma que ao longo destes cinco anos incentivaram, apoiaram e até aconselharam para que tudo fosse realizado da forma correta.

Aos colegas do Ministério Público Estadual, em especial a Divisão de Engenharia e Perícia pelos ensinamentos e companheirismo. Esta vitória também dedico a vocês.

Enfim a todos que de forma direta ou indireta participaram desta conquista.

RESUMO

A água é um veículo de uma grande quantidade de patógenos e substâncias nocivas a saúde humana, por isso há uma grande importância que se mantenha sob controle suas características físico-químicas e microbiológicas. Nos últimos tempos, tem-se constatado o aumento da demanda que, aliado a sensível piora da qualidade da água bruta, conduz à necessidade de funcionamento eficiente das estações, tanto do ponto de vista técnico, quanto econômico. O presente trabalho objetivou analisar o sistema de tratamento de água da Estação de Tratamento de Água Poxim, mais especificamente, as suas características destacando o tipo de processo de tratamento de água em operação. Como também, avaliar a eficiência operacional desta estação de tratamento analisando os resultados das análises físico-químicas (pH, turbidez, cor, flúor e cloro residual) extraídas das amostras de água durante o processo de tratamento, na captação e distribuição. Os resultados demonstraram que a eficiência foi satisfatória para todos os parâmetros analisados, comparados com os exigidos pela lei de Legislação ambiental em vigor.

Palavras-chave: Qualidade da Água. Estação de Tratamento de Água. Processos de Tratamento de Água.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação das tecnologias de tratamento potável	17
Figura 2 – Processo convencional de tratamento de água	18
Figura 3 – Captação de água superficial no rio poxim	29
Figura 4 – Calha parshall da ETA poxim	30
Figura 5 – Floculador da ETA poxim	31
Figura 6 – Decantador da ETA poxim	32
Figura 7 – Filtros da ETA poxim	32
Figura 8 – Estrutura física da ETA poxim	34
Figura 9 – Equipamentos deteriorados	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características	29
Tabela 2 – Boletim diário de operação – 11/06/08	36
Tabela 3 – Boletim diário de operação – 20/11/08	37

SUMÁRIO

RESUMO	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XI
1 INTRODUÇÃO	08
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
1.2 Justificativa	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 Introdução	12
2.2 Histórico do Tratamento de Água	12
2.3 Captação de Água	14
2.3.1 Captação de águas superficiais	14
2.3.2 Captação de águas subterrâneas	15
2.3.3 Captação de água meteórica	15
2.4 Tipos de Tratamento de Água	15
2.5 Processos de Tratamento de Água	16
2.5.1 Sistema de tratamento convencional	17
2.6 Característica da Água	21
2.6.1 Características físicas	21
2.6.2 Características químicas	22
2.6.3 Características biológicas	24
2.7 Uso e Consumo da Água	24
3 METODOLOGIA	26
3.1 Introdução	26
3.2 Descrição da Metodologia	26
4 RESULTADOS	28
4.1 Introdução	28
4.2 Caracterização da ETA Poxim	28
4.3 Análises físico-químicas da água	35
5 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

O problema da água no mundo está relacionado, basicamente, à sua má distribuição e ao elevado índice de poluição das fontes de recursos hídricos causados pela humanidade.

Embora a água seja uma fonte indispensável para a sobrevivência da humanidade, recentemente, a população começou a refletir sobre o seu gerenciamento. Mas, se cada país pensar apenas em sua alta sustentabilidade, não conseguirá solucionar o problema da água e, conseqüentemente, não dando importância ao impacto causado aos outros países.

Não havendo eqüidade na distribuição dos recursos hídricos, de nada adiantará ir à busca de soluções para o fornecimento e abastecimento de água. Pois, enquanto que parte da população está refletindo que é necessário racionalizar, outra parte sequer teve acesso a estes recursos.

As disponibilidades de água são limitadas segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). Existem somente 2% de água doce no mundo, sendo que 1% é pertencente às geleiras, e 1% para o consumo humano e demais organismos vivos. Todos os organismos necessitam de água para sobrevivência, sendo que os recursos hídricos devem apresentar condições físicas, químicas e biológicas adequadas para sua utilização.

Caso a água não apresente tais características, deverá passar pelo processo de tratamento de acordo com o propósito de consumo, seja este residencial, comercial e industrial, imprescindíveis para a obtenção da qualidade desejada.

A qualidade da água deve satisfazer as exigências da suas utilizações, mas deve atender, especialmente, aos requisitos solicitados pela saúde pública de acordo com as leis vigentes.

Os sistemas de tratamento de água voltados ao consumo humano são processos de transformação da água bruta em água potável, e que com o aumento elevado da demanda da água potável para os setores residenciais, comerciais, industriais e outros, aumenta também a necessidade que o tratamento de água ocorra de forma eficaz.

Para tanto, é necessário remover ou destruir quaisquer microorganismos nocivos, substâncias químicas prejudiciais, bem como materiais, sejam em suspensão ou solução, prejudiciais à saúde humana.

O sistema de tratamento de água não abrange somente a área técnica do processo, e para que o seu funcionamento ocorra adequadamente, vários fatores têm que estar inter-relacionados, ou seja, a área técnica, as legislações, as normas, as condições sociais, a saúde dos usuários e operadores, a segurança dos operadores, entre outros.

Um dos critérios importantes para execução do processo de transformação da água é a escolha do manancial adequado, que dependerá do destino do produto final.

Os serviços públicos de abastecimento devem fornecer sempre água de boa qualidade. As análises e os exames das águas obtidas nos mananciais indicarão se há necessidade ou não de qualquer processo de tratamento de água.

Para controle destas análises, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da resolução nº. 20 classificou as águas no Brasil, e foram estabelecidos parâmetros de qualidade da água, para indicar as alternativas possíveis de tratamento de água a fim de torná-la potável.

A Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) é o órgão responsável pelos serviços de abastecimento de água, esgotos e obras de saneamento em todo o Estado de Sergipe. A exploração desses serviços ocorre através de contratos de concessão, firmados com os municípios.

Neste sentido, visando caracterizar a qualidade da água distribuída para população sergipana, o presente trabalho tem como objetivo a análise da eficiência dos processos e métodos de tratamento de água da Estação de Tratamento de Água Poxim.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência do sistema de tratamento de água da Estação de Tratamento de Água Poxim.

1.1.2 Objetivos Específicos

Identificar o tipo de captação utilizada na ETA Poxim.

Analisar os processos de tratamento utilizados na ETA Poxim.

Realizar análises físico-químicas da água na captação e na distribuição da ETA Poxim.

1.2 Justificativa

A água é fundamental para o planeta. Através dela, surgiram às primeiras formas de vida, originando as formas terrestres, as quais somente conseguiram sobreviver na medida em que puderam desenvolver mecanismos fisiológicos que lhes permitiram retirar água e retê-la em seus próprios organismos. A evolução dos seres vivos sempre foi dependente da água.

Segundo dados publicados pela OMS, de todas as doenças que se alastram nos países em desenvolvimento, um elevado índice são provenientes da água de má qualidade.

A água é o transporte ideal para agentes contaminantes, os quais a OMS estimam que matam vinte e cinco milhões de pessoas no mundo por ano, devido a doenças transmitidas pela água, como cólera e diarreias.

Esses contaminantes acontecem como resultado das atividades humanas ou dos processos naturais, que alterem as características físicas, químicas e

biológicas da fonte de abastecimento, podendo causar rejeições, doenças ou morte para comunidade.

Levando em consideração a carência de melhores condições da ETA Poxim, principalmente pela deficiência estrutural causada pelo sucateamento dos equipamentos e instalações físicas, havendo a necessidade de encontrar saídas urgentes para sanar os problemas da qualidade e do abastecimento na capital.

Neste contexto, o presente trabalho tem por finalidade analisar a eficiência dos processos e métodos de tratamento de água da ETA Poxim, situada na região metropolitana de Aracaju, Estado de Sergipe, visando fornecer subsídios, caso necessário, para eventuais alterações no atual sistema de trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Introdução

Neste capítulo, será abordado o estudo envolvendo os tipos de captação e as etapas necessárias e fundamentais do processo de tratamento de água, bem como as características físicas, químicas e bacteriológicas da água, a fim de torná-la potável e adequada ao consumo humano.

2.2 Histórico do Tratamento de Água

Segundo Braga et al (2002), os problemas de crescimento da população, associado ao crescimento industrial, e escassez de recursos hídricos e a não disponibilidade de água tratada, começaram a despertar a preocupação da humanidade, induzindo a adoção de medidas preventivas no sentido de preservar ou corrigir possíveis agravos ao meio ambiente e saúde.

Macêdo (2004) afirma que, desde o ano 9000 a.C, a humanidade já se preocupava com a quantidade e qualidade da água disponível para o consumo. Neste período, já eram utilizados potes de barro para o armazenamento da água, aplicando o processo de decantação até que fosse destinada ao consumo humano.

Macêdo (2004) comenta ainda que, há dois mil anos, antes da era cristã, entre as populações antigas, foram criados leis ou regulamentos que proibiam a população de lançar nos rios os esgotos domiciliares, para evitar a contaminação dos rios, pois eles eram uma das fontes de sobrevivência.

Segundo Richter e Azevedo Netto (1991), o tratamento de águas de abastecimento público originou-se na Escócia, onde John Gibb construiu o primeiro filtro lento, e a filtração rápida foi iniciada na instalação pioneira no mundo, na cidade de Campos, Rio de Janeiro, em 1880. Hoje, existem no Brasil mais de mil estações de tratamento de água, algumas delas entre as maiores do mundo.

De acordo com as publicações de Ohira (2005, apud CAOVIALLA, 2007), no Brasil houve melhorias discretas na cobertura dos serviços de saneamento no atendimento a população, sobretudo na área urbana. Mas, foram constatados *déficits* significativos, reflexo do desenvolvimento e crescimento desigual implantado pela economia brasileira.

Podem-se destacar três períodos na história do saneamento brasileiro:

1. A partir da segunda metade do século XIX, início da industrialização, no qual houve favorecimento do Estado com o incentivo à formação de empresas privadas.
2. Início em 1930, período pelo qual as obras foram implementadas basicamente com recurso público, assumido, pelo estado, o controle da execução e da gestão dos sistemas de tratamento de água e esgoto. Em 1934, com o surgimento do Código das Águas, o governo federal passa a intervir no sistema (SANCHES, 2001, apud CAOVIALLA, 2007). Segundo Diniz (1990, apud CAOVIALLA 2007), o Código das Águas visava apenas à produção de hidroeletricidade, porém foi de fundamental importância para o setor de saneamento devido ao estabelecimento dos primeiros instrumentos de controle dos recursos hídricos.
3. Após 1964, quando da criação do Banco Nacional de Habitação – BNH, que, em 1968, passou a gerir o Sistema de Financiamento de do Saneamento – SFS, foi instituído assim, em 1971, o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, com o propósito de que cada Estado brasileiro implementasse e gerisse o sistema de tratamento de água e esgoto.

Desta forma, foram criadas as empresas públicas, como a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, a Companhia de Saneamento de Mato Grosso –

SANEMAT, a Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO, dentre outras, as quais foram concedidas os sistemas de saneamento urbano.

2.3 Captação de Água

A primeira etapa do processo de tratamento de água é a captação, que consiste no processo de coleta e transporte de águas naturais de nascentes, represas ou mananciais, até o sistema de tratamento. Dentre os processos de captação de águas, os mais utilizados são captação de águas superficiais, captação de águas subterrâneas e captação de água meteórica ou água pluvial (BARROS, 1995).

2.3.1 Captação de águas superficiais

Na captação de águas superficiais devem ser avaliadas as características quantitativas e qualitativas dos cursos de água como: levantamento de dados hidrológicos da bacia em estudo, informações sobre o nível de água nos períodos de enchente e estiagem, características físicas, químicas e bacteriológicas da água, entre outros. As águas superficiais podem ser captadas, principalmente pelos processos de captação direta, indireta e em canal de derivação (BRAGA et al, 2002).

A captação direta, segundo Daltro Filho (2004), é executada nos mananciais de superfície que compreendem os rios, lagos e lagoas. Esta captação é uma obra simples, reduzindo os custos de implantação do sistema de tratamento.

A captação indireta é um processo que é implantado quando o nível de água dos mananciais altera nos períodos das estiagens e chuvosos. Ela é composta geralmente por barragens ou vertedores para manutenção do nível e regularização da vazão, garantindo a quantidade de água necessária para efetuar a captação (BARROS, 1995).

A captação em canal de derivação é necessária quando o manancial utilizado apresenta elevada quantidade de materiais em suspensão. Neste caso, é

construído um canal à margem do manancial, reduzindo a velocidade da água e fazendo com que estes materiais se sedimentem (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991).

2.3.2 Captação de águas subterrâneas

A água oriunda da terra forma, geralmente, os lençóis freáticos e confinados. A captação de águas subterrâneas é subdividida em captação do lençol freático e captação de fonte emergente.

Segundo Barros (1995), para que a água seja recolhida na captação do lençol freático são utilizadas diretamente caixas de tomada instaladas no local do afloramento; e para que a água seja recolhida indiretamente é utilizada uma canalização simples.

Na captação de fonte emergente é utilizado um sistema de drenagem denominado de galeria de infiltração, que consiste em um sistema de drenos que transporta a água para um poço através de um coletor (DALTRO FILHO, 2004).

2.3.3 Captação de água meteórica

A água meteórica ou água pluvial, vulgarmente conhecido como água de chuva, pode ser captada através de bicas e calhas locadas nos telhados das edificações e transportadas por tubulações para cisternas para seu armazenamento. Essas águas podem ser armazenadas também em tanques, açudes, e outros (DALTRO FILHO, 2004).

2.4 Tipos de Tratamentos de Água

O tipo de tratamento a ser utilizado vai depender da aplicação da água no seu destino final, pode-se necessitar de uma simples desinfecção, até à remoção

completa de impurezas dissolvidas na água. Para que o tratamento seja desnecessário, as águas deverão apresentar pouca cor e turbidez, baixo teores de ferro e das demais substâncias prejudiciais e ser de boa qualidade (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991).

Segundo Cruz (1997), o tratamento de um efluente é dividido em etapas dependendo da finalidade das águas a tratar.

O tratamento preliminar é constituído por processos físico-químicos. Nesta etapa, é realizada a remoção da matéria em suspensão através da utilização de grelhas e crivos. O tratamento primário é constituído também por processos físico-químicos. Nesta etapa, é executada a separação das partículas líquidas das sólidas através do processo de floculação e decantação (MACÊDO, 2004).

O tratamento secundário é, de acordo com Cruz (1997), constituído por processos biológicos seguidos de processos físico-químicos. O processo biológico pode ser aeróbico, pelo qual podem utilizar tanque de lamas ativadas, lagoas arejadas com macrófitos, entre outros; e anaeróbico que pode utilizar as lagoas ou digestores anaeróbicos.

O tratamento terciário também é constituído por processos físico-químicos. Nesta fase, ocorre a remoção de microorganismos patogênicos através da utilização de lagoas e maturação e nitrificação e logo após a água é sujeita a desinfecção, que comumente é realizada através da aplicação de cloro (BARROS, 2008).

2.5 Processos de Tratamentos de Água

Cada etapa do tratamento da água representa um obstáculo. O grau e o tipo de tratamento podem ir de uma simples desinfecção até um tratamento mais complexo, dependendo das condições do manancial que vai ser utilizado, e do destino do produto final. A água pura praticamente não existe na natureza. A própria natureza e a composição dos solos através do qual a água escoar, apresentam impurezas que fazem com que a água não apresente os padrões de potabilidade (PAZ, 2007).

"Para que a água seja considerada potável, esta tem que atender aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos estabelecidos pela Portaria 518, do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências" (MACÊDO, 2004).

2.5.1 Sistema de tratamento convencional

A água utilizada para o consumo, não deve apresentar microorganismos, nem substâncias orgânicas ou inorgânicas em índices elevados. Caso a água do manancial não se apresente desta forma, ela deverá ser tratada.

O tratamento de água mais utilizado no Brasil é o completo ou convencional. Porém, existem vários processos tecnológicos empregados no país. A Figura 1 mostra a classificação das diversas tecnologias empregadas no tratamento de água para abastecimento (RICHTER e AZEVEDO NETTO 1991).

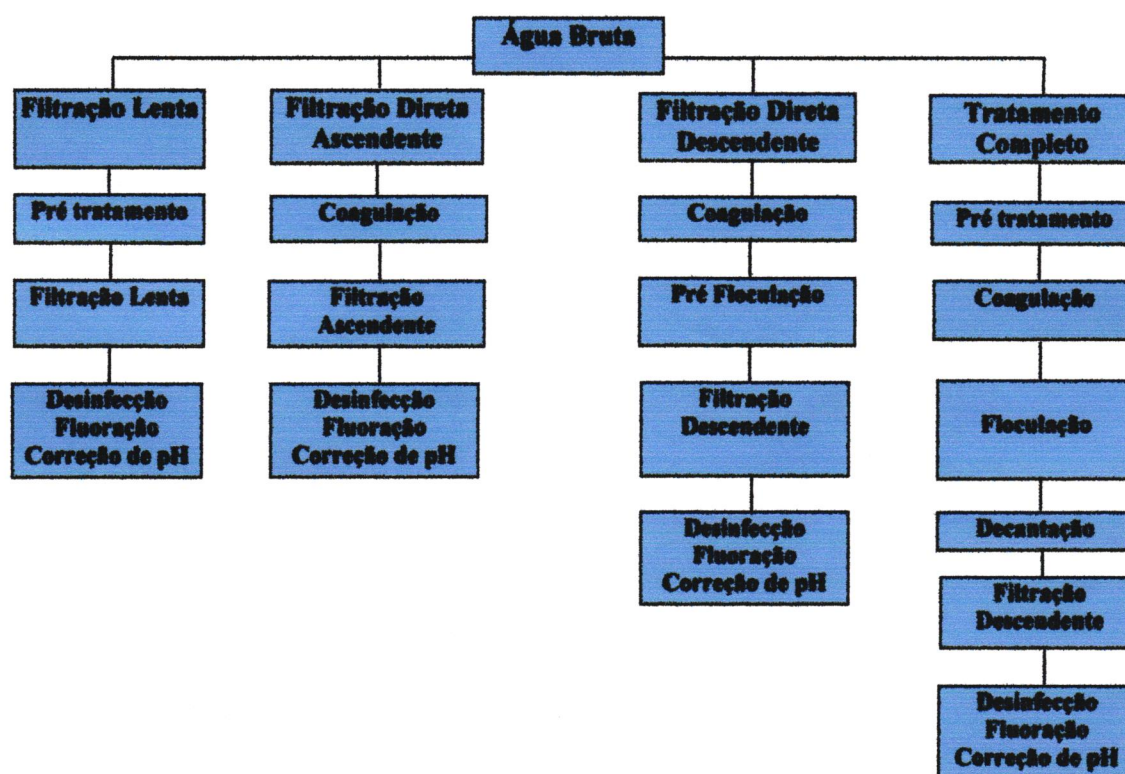


Figura 1: Classificação das tecnológicas de tratamento de água para consumo humano.

Fonte: Di Bernado (1993).

O processo convencional de tratamento de água é representado no fluxograma da Figura 2.

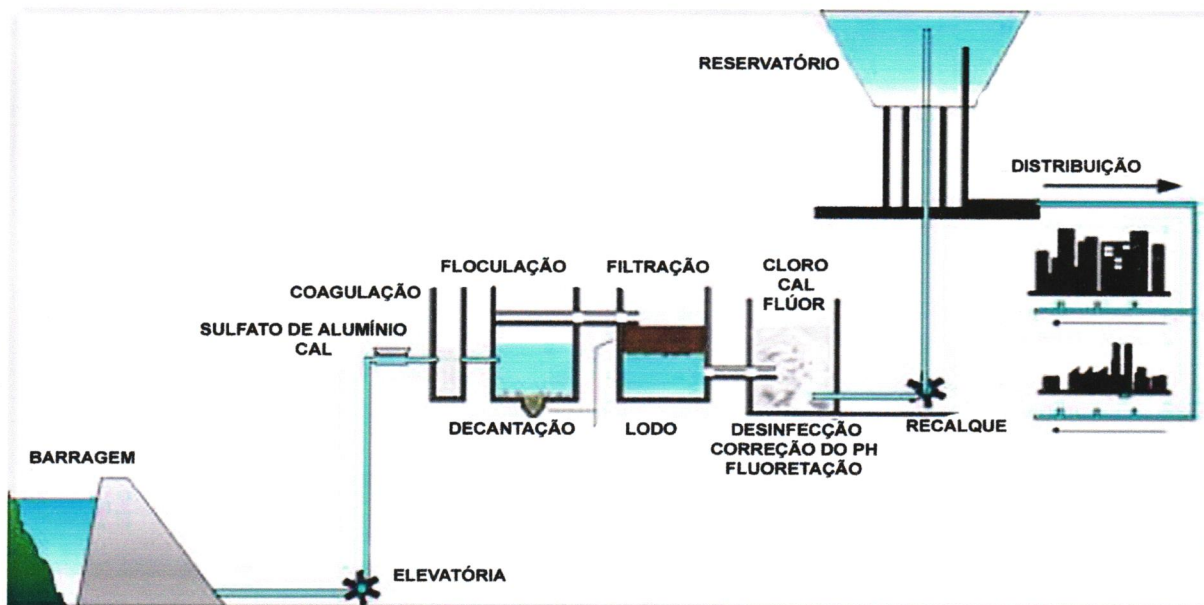


Figura 2: Processo convencional de tratamento de água.

Fonte: www.embasa.ba.gov.br

Esses processos de tratamento consistem nas seguintes etapas: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

a) Coagulação

Segundo Paz (2007), a coagulação consiste na remoção das impurezas presentes na água que se encontram carregadas superficialmente com cargas negativas. Para que esta remoção ocorra, faz-se necessário a aplicação de coagulantes (normalmente sulfato de alumínio – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ou cloreto férrico – FeCl_3), que agem neutralizando essas cargas, provocando a aproximação das partículas que deverão ser removidas no decantador.

O produto químico empregado neste processo, sendo de boa qualidade, permite maior segurança quanto à qualidade final da água. O emprego de produtos baratos não implicará, necessariamente, na redução de custos do processo, pois estes produtos podem apresentar uma qualidade inferior e fazer necessária uma aplicação de dosagens elevadas, aumentando o custo ou mesmo ocasionando

prejuízo à água tratada. A definição de qual produto será empregado e qual a dosagem necessária para o tratamento, dependerá dos resultados dos ensaios realizados em laboratório (RICHTER e AZEVEDO NETTO 1991).

Após a aplicação do coagulante é realizada uma mistura rápida com o intuito de distribuí-lo uniformemente. Em seguida, a esta mistura segue-se uma mistura lenta, denominada floculação. Este processo tem por finalidade promover o encontro das partículas em suspensão em partículas maiores, denominadas flocos (flóculos), para que sejam removidas de maneira mais eficaz no processo de decantação, conforme afirma Macêdo (2004).

b) Floculação

Braga et al (2002) ressaltam que para a floculação ocorrer de forma bem sucedida, é necessário controlar o gradiente de velocidade e o tempo de floculação, pois quaisquer alterações nestes índices podem afetar a agregação e a formação dos flocos.

c) Decantação

A decantação, de acordo com Richter e Azevedo Netto (1991), é o processo de separação de partículas sólidas da água, formadas pelo processo de floculação, através da sedimentação que consiste em um fenômeno físico em que as partículas suspensas apresentam movimento descendente em meio líquido de menor massa específica, devido à ação da gravidade.

As impurezas (lodo) retidas no decantador têm que ser removidas, o tempo quem determina são as dimensões do decantador e a quantidade de lodo retido. Grande parcela destes resíduos sedimentados é lançada em corpo de água, propiciando contato de impurezas com a água por longo período, podendo neste período haver o desprendimento de metais pesados, contaminando o manancial (PARSEKIAN, 1998).

d) Filtração

A filtração consiste na passagem da água através de corpos porosos, capazes de reter em seu interior toda matéria insolúvel existente na respectiva água. O meio poroso é composto por areia com granulometria uniforme, sustentada por camadas de seixos sobre fundo falso ou sistema de drenos (PAZ, 2007).

Os filtros têm que ser lavados periodicamente para retirar a matéria insolúvel retida no meio poroso. O tempo de lavagem não é previamente determinado, pois depende da quantidade e qualidade da vazão da água que passa pelos filtros. A água de lavagem pode ser proveniente de reservatório ou bombeamento direto (BRAGA et al, 2002).

Cruz (1997) ressalta que o aproveitamento da água utilizada para lavagem dos filtros pode trazer vantagens para o sistema, pois esta já incorporou produtos químicos empregados no processo. Já o seu descarte pode trazer desvantagens, pois não maioria das vezes os descartes são realizados no próprio local de captação, e os produtos químicos incorporados no processo pode contaminar o mesmo.

e) Desinfecção

Segundo Parsekian (1998), a desinfecção é a destruição ou inativação de organismos patogênicos presentes na água, capazes de provocar doenças ou outros organismos indesejáveis. A desinfecção da água na ETA é realizada com cloro e por isso o termo desinfecção é comumente substituído por cloração.

A correção de pH (Potencial Hidrogeniônico) é efetuada através da adição de produtos químicos à base de carbonatos, para que a água não se torne excessivamente ácida, porque irá agredir as tubulações e equipamentos, nem excessivamente alcalina, porque provocará incrustações (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991).

f) Fluoretação

A fluoretação consiste na aplicação de dosagens adequadas de um composto de flúor (ácido fluorissilícico com teor de flúor de 0,7 mg/L) nas águas a serem distribuídas. A fluoretação previne e reduz a incidência de cárie dentária, especialmente no período de formação dos dentes, que vai da gestação até a faixa dos quatorze anos de idade (BRAGA et al, 2002).

2.6 Características da Água

A água pura é um líquido incolor, inodoro, insípido e transparente. Entretanto, por ser ótimo solvente, nunca é encontrada em estado de absoluta pureza, contendo várias impurezas. No entanto, para que as estações de tratamento de água operem de forma eficaz é de fundamental importância que sejam realizadas as análises físico-químicas. Os critérios de qualidade da água levam em consideração os aspectos físicos, químicos e biológicos (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991).

“A Resolução do CONAMA nº. 20 classifica as águas doces, salobras e salinas como essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes” (BRASIL, 1986, apud MACÊDO, 2004).

2.6.1 Características físicas

As características físicas estão associadas ao aspecto estético da água, ou seja, a sua aparência. Quanto aos parâmetros físicos são avaliados cor, turbidez, sabor, odor e temperatura.

Como já comentado neste capítulo, a água pura é um líquido incolor, mas isto não implica que toda água incolor seja pura. Quando a cor da água é evidente,

trata-se da presença de substâncias em solução que, na maioria dos casos, são substâncias de natureza orgânica. O aparelho utilizado para determinar os índices de cor da água é o Aqua-Tester (HANDA, 1992).

Richter e Azevedo Netto (1991) afirmam que a turbidez da água ocorre praticamente pelas mesmas características da ocorrência de cor, ou seja, presença de matéria orgânica em solução. Mas a turbidez é evidenciada, também, através da presença de organismos microscópicos, de partículas insolúveis de solo e de despejos domésticos e industriais.

Se a presença de turbidez for pequena, esta não pode ser detectada pela visão humana. Portanto também se faz necessário que a turbidez seja considerada sob o ponto de vista sanitário. O aparelho usado na determinação dos índices de turbidez da água é o Turbidímetro (ROCHA, 2001).

Segundo Macêdo (2004), os padrões de potabilidade estabelecem que a água deve haver ausência de sabor e odor. O sabor e o odor são características que causam sensações subjetivas no olfato e no paladar, sensações causadas pela presença de substâncias como matéria orgânica em decomposição, resíduos industriais, gases dissolvidos e algas, entre outros.

Segundo Branco (1991, apud MACÊDO 2004), a temperatura está relacionada à presença de gases, de acordo com a sua retenção de gases na água. Isto implica que quando a temperatura da água está elevada, menor é a capacidade da água de reter gases, caso contrário, maior é a capacidade da água de reter gases.

2.6.2 Características químicas

Entre as características químicas da água destaca-se o fato desta ser um ótimo solvente, sendo denominada de solvente universal. Quanto aos parâmetros químicos são avaliados principalmente dureza, concentração de ferro e manganês, acidez, alcalinidade e potencial hidrogeniônico (pH).

Segundo Macêdo (2004), a dureza da água pode ser dividida em dureza temporária e permanente. A dureza temporária também é conhecida como dureza

de bicarbonatos, processo que ocorre devido à ação do calor ou da reação com substâncias alcalinas provocando a formação de carbonatos e substâncias insolúveis, fazendo com que ao se precipitarem formam as incrustações. E a dureza permanente, que se deve da presença de sulfatos, cloreto de cálcio ou magnésio, que são influenciadas pelas substâncias alcalinas.

Segundo Richter e Azevedo Netto (1991), a dureza é de fácil reconhecimento, pois ele impede a formação de espuma e a produção incrustações no sistema de água.

A presença dos metais ferro e manganês alteram a tonalidade da cor da água, e podem produzir manchas em roupas ou em produtos industrializados. As presenças destes metais alteram também o sabor da água, apresentando um sabor metálico, e que, em doses elevadas, pode ser nociva a saúde humana, pois os mesmos impedem a produção de hemoglobina - trata-se de uma proteína complexa encontrada no sangue dos animais superiores (inclusive o homem), caracterizado por ser um pigmento vermelho e tem como função transportar oxigênio (ROCHA, 2001).

Macêdo (2004) explica que a acidez é a presença de gás carbônico livre na água, e classifica-se em carbônica, mineral e orgânica. Comumente, as águas naturais apresentam reação alcalina, embora a acidez não seja totalmente indesejável.

A acidez tem pouco significado do ponto de vista sanitário. Porém, em muitos casos, é necessário à adição de um alcalinizante para evitar problemas de corrosão.

A alcalinidade é uma propriedade da água que permite a neutralização ou redução de suas características ácidas. Isto ocorre devido à presença de hidróxidos, carbonatos ou bicarbonatos (HANDA, 1992).

O potencial hidrogeniônico (pH) expressa a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução. Ele é muito importante nos processos de coagulação e floculação, já comentados neste capítulo, pois o pH é predominante dos produtos de hidrólise dos agentes coagulantes e, conseqüentemente, as características dos flocos formados, são regidas pelo pH (RICHTER e AZEVEDO NETTO 1991).

2.6.3 Características biológicas

As características biológicas estão associadas à presença de organismos vivos na água. Alguns desses organismos, como bactérias, vírus e protozoários, são patogênicos, podendo provocar doenças e até causar epidemias. Outros organismos presentes na água, como algumas algas, são responsáveis por sabor e odor desagradáveis (MACÊDO, 2004).

Para determinar a presença destas características na água, é necessário a execução de exames bacteriológicos e hidrológicos. Entre os primeiros exames a ser realizados destaca-se a pesquisa do número de coliformes.

Silva e Junqueira (1995, apud DE MACÊDO 2004) afirmam que vários tipos de bactérias podem ser encontradas na água. Dentre elas, os principais tipos são: *Salmonella*, *Shigella*, *Vivrio*, *Yersínia*, *Campylobacter*, *Escherichia* e *Klebsiella*, sendo que os dois últimos, juntamente com o gênero *Enterobacter*, constitui o grupo dos coliformes fecais, que é um importante indicador de contaminação fecal na água.

2.7 Uso e Consumo da Água

A água é utilizada, em todas as partes do mundo, para diversas finalidades, como o abastecimento de cidades e usos domésticos, a geração de energia, a irrigação, a navegação e a aquicultura (pesca). Os usos da água abrangem todas as atividades humanas em seu conjunto. Neste contexto, a água pode servir para consumo ou como insumo em algum processo produtivo.

Segundo Braga (2002), no uso doméstico a água pode ser utilizada no asseio corporal, preparo de alimentos, descargas de aparelhos sanitários, lavagem de roupas, etc. A água de uso público é aplicada em áreas públicas, jardins de praças, sanitários públicos, edifícios públicos, combate a incêndio, e outros.

A água de uso industrial utiliza tecnologias que demandam grandes quantidades de água e, em consequência, geram grandes quantidades de água residual que são devolvidas às fontes de água sem tratamento prévio (CRUZ, 1997).

Conforme Daltro Filho (2004) no caso da agricultura, a demanda da água também é muito grande, especialmente nos lugares onde as chuvas não são constantes. Além disso, utilizam sistemas de irrigação que desperdiçam enormes volumes de água. Os fertilizantes químicos e agrotóxicos também contribuem para a contaminação dos cursos de água.

A água de uso comercial refere-se aos gastos utilizados em estabelecimentos com fins comerciais e prestações de serviços, como as agências bancárias, lojas, restaurantes e outros.

Além de todas estas aplicações citadas anteriormente, ocorre o consumo de água através das perdas e desperdícios, que provem dos vazamentos das tubulações, decorrente da má execução dos serviços, ou da deterioração e falta de manutenção das tubulações executadas.

Segundo a Superintendência de Recursos Hídricos de Sergipe, no Brasil as perdas de água através vazamentos tem sido de 30 a 40%. No estado de Sergipe, planeja-se redução dos índices destas perdas de 42% em 1997 para 25% até 2020.

3 METODOLOGIA

3.1 Introdução

Neste capítulo, constam os procedimentos inerentes a pesquisa, abordando os fluxos dos processos executados, através do qual foram coletados dados e índices necessários para analisar os parâmetros físicos, químicos e biológicos do sistema de tratamento de água na ETA Poxim.

A ETA Poxim é localizada Estado de Sergipe, na região metropolitana da grande Aracaju, cujos principais rios deste município são os rios Sergipe e Poxim. Segundo a contagem populacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2007, a cidade possui 520.303 habitantes aproximadamente distribuídos em uma extensão de 174 km², apresentando uma elevada densidade demográfica com mais de 2.800 habitantes por quilômetro quadrado.

3.2 Descrição da Metodologia

A metodologia desta pesquisa adotou os seguintes procedimentos: levantamento de dados primários através da aplicação de entrevistas; visita a estação de tratamento; e compilação dos resultados. Como dados secundários foram usados à pesquisa bibliográfica, seguida de análise dos resultados.

Foram efetuadas coletas de amostras de água na captação e distribuição da ETA. Essas amostras coletadas foram transportadas para o laboratório existente nas instalações da ETA, no qual foram realizados análises e exames físico-químicos e bacteriológicos destinados à avaliação da qualidade da água.

Na ETA Poxim, as análises são realizadas na água bruta e na água tratada. Os resultados das análises são transportados para uma tabela de controle de resultados denominada boletim diário de operação.

As análises de cor, turbidez, cloro residual e pH são realizadas a cada hora. A análise de flúor é realizada a cada três horas e a análise de ferro é realizada uma vez por dia.

A ETA Poxim possui capacidade para processar uma vazão de água de 1.500 m³/h, atualmente está trabalhando com a vazão de 2.916 m³/h.

Em relação às entrevistas realizadas, foram selecionadas perguntas visando dispor de informações a respeito da forma de trabalho dos sistemas, tais como:

1 Manancial

- Classificação;
- Vazão disponível para abastecimento;
- Características da água bruta;
- Monitoramento da qualidade da água bruta; e
- Manutenção dos equipamentos de captação.

2 Estação de Tratamento de Água

- Classificação;
- Operação;
- Acompanhamento da qualidade da água em todos os processos do sistema (floculação, decantação, filtração);
- Características físicas das unidades de tratamento de água;
- Levantamento dos equipamentos existentes;
- Caracterização dos laboratórios físico-químicos e bacteriológicos; e
- Utilização dos dados de laboratórios.

3 Insumos

- Insumos utilizados e pontos de aplicação;
- Aplicação dos produtos químicos; e
- Armazenamento de produtos químicos.

4 RESULTADOS

4.1 Introdução

Neste capítulo serão apresentados e analisados os resultados físico-químicos obtidos das amostras de água durante os meses de junho e novembro do corrente ano, de acordo com a metodologia mencionada anteriormente. A partir desses dados, foi analisada a eficiência dos processos de tratamento de água utilizados na ETA Poxim, bem como a caracterização desta estação de tratamento.

4.2 Caracterização da ETA Poxim

A ETA Poxim constitui-se em uma estação de tratamento de água que utiliza o processo completo ou convencional, cujo tratamento é constituído pelas seguintes etapas:

- Captação de água superficial;
- Calha parshall;
- Coagulação;
- Mistura rápida;
- Flocculação;
- Decantação;
- Filtração;
- Caixa de contato;
- Pós-cloração; e
- Fluoretação.

Na tabela 1 são apresentados os dados de projeto da ETA Poxim bem como os de operação utilizados atualmente, pois em virtude do crescimento da demanda de consumo de água houve um crescimento de 94,4% da vazão de água tratada.

Tabela 1 – Características da ETA Poxim.

CARACTERÍSTICAS	PROJETADA	OPERAÇÃO
Vazão	1.500 m³/h	2.916 m³/h
Horas de funcionamento	24 horas	24 horas
Bairros atendidos	5 bairros e o centro administrativo	5 bairros e o centro administrativo

a) Captação de água superficial

A captação utilizada é de água superficial que é um conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto a um manancial, para a retirada de água destinada a um sistema de abastecimento, conforme ilustrada na Figura 3.

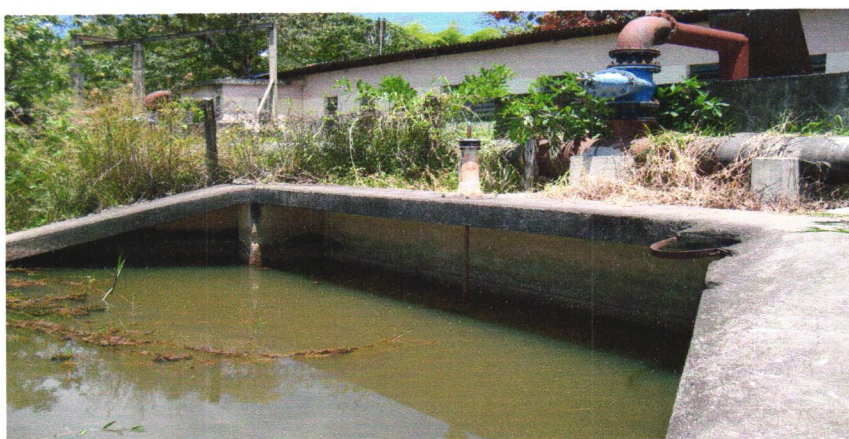


Figura 3: Captação de água superficial no Rio Poxim.

b) Calha parshall

A Figura 4 ilustra a calha parshall, que é um dispositivo de medição de vazão na forma de um canal aberto com dimensões padronizadas, pelo qual a água é forçada a passar por uma seção estreita, sendo que o nível de água a montante é o indicativo da vazão a ser medida. Nesta etapa, é adicionada a solução de carvão ativado, que é composta por água e pó de carvão ativado, que tem por finalidade eliminar o sabor e odor da água.



Figura 4: Calha Parshall da ETA Poxim.

c) Coagulação

No processo de coagulação é adicionado o sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) solubilizado, sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) ou cloreto férrico (FeCl_3) seguido de uma agitação violenta (mistura rápida) da água para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeiras, facilitando sua agregação.

A ETA Poxim utiliza o *jar-test*, que é um equipamento utilizado para otimizar a operação da ETA, melhorando a qualidade da água produzida e reduzindo os custos com produtos químicos, apenas para aplicação de coagulantes. Os demais produtos são aplicados através de dosadores manuais, que com uma alteração nas características devido às intempéries, a elevação ou redução destas substâncias são alteradas visualmente.

d) Mistura rápida

Na mistura rápida é adicionado o Permanganato de Potássio (KMnO_4) que tem como função oxidar a matéria orgânica e o ferro contido na água. O índice de ferro na captação da ETA Poxim é elevado. Após a mistura rápida é adicionada a cal hidratada, que corrige o pH e serve como auxiliar da floculação.

e) Floculação

A floculação, como mencionado na fundamentação teórica, é o processo de mistura lenta da água, e tem como função provocar a formação de flocos com as partículas, os floculadores também possuem a função de diminuir o gradiente de velocidade da água, fazendo com que a água chegue calma no decantador, conforme a Figura 5.



Figura 5: Floculador da ETA Poxim.

f) Decantador

O decantador, denominado também como tanque de sedimentação, tem por finalidade a decantação das impurezas existentes, ou seja, dos flocos de sujeira formados na floculação. A ETA Poxim contém quatro decantadores, conforme a Figura 6.



Figura 6: Decantadores da ETA Poxim.

g) Filtração

Após o processo de decantação, a água é transportada para os filtros através do canal de distribuição. Nesta fase, é realizada a intercloração, que consiste na adição de cloro para efetuar a desinfecção da água.

No filtro é realizada a retenção de partículas sólidas, provenientes do processo de decantação, por meio de leitos de pedras, areia e carvão ativado. Na ETA Poxim existem seis filtros, sendo três filtros para cada dois decantadores, conforme a Figura 7.



Figura 7: Filtros da ETA Poxim.

Após a filtração, a água é transportada para caixa de contato, local onde é realizada a correção de pH, que é a aplicação de cal hidratada para prevenir os problemas de corrosão ou incrustação das tubulações.

A água utilizada para lavagem dos filtros não é reaproveitada. Esta água é despejada no próprio rio que é efetuada a captação, podendo trazer desvantagens para o efluente. O aproveitamento da água utilizada para lavagem dos filtros pode trazer vantagens para o sistema, pois esta já incorporou produtos químicos empregados no processo.

h) Pós-cloração

O processo de pós-cloração consiste na adição de cloro a água antes de sua saída da ETA, para manter um teor residual até a chegada da mesma ao consumidor, garantindo que a água fornecida fique isenta de bactérias e vírus.

i) Fluoretação

A fluoretação é a adição de flúor a água para a prevenção de cáries dentárias. Após estes processos, a água é transportada da caixa de contato para a caixa de partida, reservatórios e estações elevatórias e, logo após, para a rede de distribuição.

O sistema de tratamento utilizado na ETA Poxim difere do tratamento convencional no que diz respeito a não existência da pré-cloração, devido ao alto teor de substâncias húmicas na captação, que reagem na presença de cloro produzindo trihalometanos, que em alta concentração, torna-se tóxica a saúde humana. Em seu lugar é utilizado a Solução de Carvão Ativado (Água + Carvão Ativado).

Em relação aos equipamentos e a estrutura física da ETA, foi constatado que encontram-se deteriorados devido à ação do tempo e a falta de manutenção, conforme demonstrado nas Figuras 8 e 9, respectivamente.

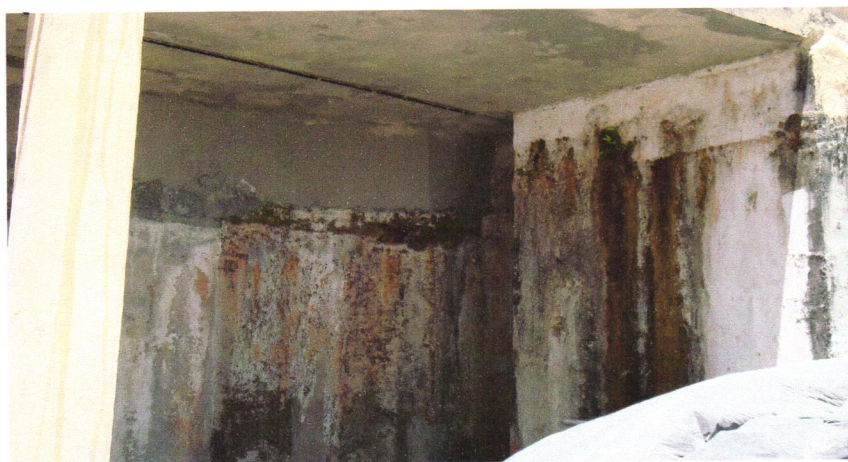


Figura 8: Estrutura física da ETA Poxim danificada, apresentando vazamento.



Figura 9: Equipamentos deteriorados.

A ETA Poxim atende os reservatórios denominados: R7-I, que distribui água para o Conjunto Eduardo Gomes, Conjunto Luiz Alves, Bairro Rosa Elze, Oco do Pau e Ângela Catarina; o R7-II, que distribui água para a Estação Elevatória EE-3, localizada na intercessão do Centro Administrativo com a Avenida Marechal Rondon.

Da Estação Elevatória EE-3, a água é transportada para o reservatório R-5, que distribui água no Bairro Santa Maria, e o reservatório R-6, que distribui água no Bairro Jabotiana.

4.3 Análises físico-químicas da água

Neste trabalho serão apresentados os resultados das análises físico-químicas realizadas nos dias 19 de junho e 20 de novembro de 2008, realizadas no laboratório da própria estação de tratamento, as análises físico-químicas na água bruta e tratada conforme ilustrado nas Tabelas 2 e 3.

Nos testes laboratoriais realizados na água tratada da ETA Poxim, foram determinados os índices de pH, turbidez, cor, flúor e cloro residual. Estes índices foram comparados com faixas de índices estabelecidos pela Portaria nº. 518/04. Os parâmetros a serem analisados são determinados pela diretoria da DESO.

De acordo com os dados expostos nas Tabelas 2 e 3, a média do pH da água tratada, nos dois dias de análise, encontra-se dentro da faixa estabelecida pela Portaria nº. 518/04.

Os índices de referência utilizados pela DESO são os do Ministério da Saúde, através da Portaria nº. 518 de 25 de março de 2004, na qual estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

Em relação a turbidez, foi apresentada na água bruta uma média de 41,82 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), passando a 0,29 NTU em relação a água tratada (Tabela 2). No dia 20 de novembro, foi obtida uma média de 41,82 NTU na água bruta, chegando a 0,29 NTU em relação a água tratada (Tabela 3).

No dia 19 de junho de 2008, a cor apresentou uma média de 17,57 mg/L de Pt na água bruta, atingindo o valor de 2,06 mg/L de Pt na água tratada, conforme Tabela 2. No dia 20 de novembro de 2008, o índice de cor apresentou uma média de 17,42 mg/L de Pt na água bruta, chegando a 2,32 mg/L de Pt na água tratada (Tabela 3).

De acordo com a metodologia determinada pela DESO, as análises do flúor foram realizadas a cada três horas, e foi constatado que em todas as amostras realizadas nos dias 19 de junho e 20 de novembro de 2008, o índice mínimo atingido foi de 0,7 mg/L de F e o máximo foi de 0,9 mg/L de F, apresentando-se dentro da faixa permitida que varia de 0,6 a 1,0 mg/L de F, de acordo com a Portaria nº. 518/04.

O índice de cloro residual também se apresentou dentro da faixa estabelecida pela Portaria nº. 518/04 nos dias em que foram realizadas as análises.

Os resultados apresentados nas análises realizadas na água tratada obtiveram uma média de 2,76 mg/L de Cl no dia 19 de junho, e de 2,77 mg/L de Cl no dia 20 de novembro, conforme apresentam as Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Boletim diário de operação – 19/06/2008.

HORA	pH		TURBIDEZ (NTU)		COR (mg/L de Pt)		FLÚOR (mg/L de F)	CLORO RESIDUAL (mg/L de Cl)	
	BRUTA	TRATADA	BRUTA	TRATADA	BRUTA	TRATADA	TRATADA	BRUTA	TRATADA
01:00	6,68	7,04	38,4	0,45	16,7	2,0		3,0	2,8
02:00	6,67	6,95	39,3	0,36	17,4	1,7		2,8	2,6
03:00	6,67	6,89	41,2	0,25	16,8	2,1	0,9	3,0	2,8
04:00	6,73	6,91	42,7	0,21	17,7	1,9		3,0	2,8
05:00	6,71	6,93	42,1	0,21	18,1	2,0		2,8	2,6
06:00	6,68	7,03	43,3	0,21	17,9	1,8	0,8	3,0	2,8
07:00	6,70	7,01	43,7	0,28	18,0	2,0		3,0	2,8
08:00	6,72	7,05	43,0	0,31	17,6	3,0		3,0	2,8
09:00	6,73	7,04	42,7	0,30	17,9	2,0	0,8	3,0	2,8
MÉDIA	6,70	6,98	41,82	0,29	17,57	2,06	0,83	2,96	2,76
PORT. Nº. 518	6,0 a 9,5		Máx. De 1,00		Máx. de 15,00		0,6 a 1,00	0,2 a 5,00	

Tabela 3 - Boletim diário de operação – 20/11/2008.

HORA	pH		TURBIDEZ (NTU)		COR (mg/L de Pt)		FLÚOR (mg/L de F)	CLORO RESIDUAL (mg/L de Cl)	
	BRUTA	TRATADA	BRUTA	TRATADA	BRUTA	TRATADA	TRATADA	BRUTA	TRATADA
01:00	6,58	7,06	38,2	0,42	17,0	2,3		3,3	3,0
02:00	6,59	6,98	38,9	0,38	16,4	2,5		2,9	2,8
03:00	6,63	6,90	39,3	0,20	16,3	2,0	0,7	3,1	2,7
04:00	6,65	6,93	41,8	0,23	17,4	1,6		3,0	2,5
05:00	6,70	6,95	42,5	0,24	18,4	1,8		2,6	2,4
06:00	6,72	7,05	43,1	0,23	17,6	2,8	0,9	3,5	2,8
07:00	6,73	7,01	42,8	0,30	18,2	3,0		3,2	2,9
08:00	6,70	7,04	43,3	0,25	17,8	3,2		3,2	3,0
09:00	6,71	7,02	42,3	0,33	17,7	1,7	0,8	3,1	2,8
MÉDIA	6,67	6,99	41,35	0,28	17,42	2,32	0,8	3,1	2,77
PORT. Nº. 518	6,0 a 9,5		Máx. De 1,00		Máx. de 15,00		0,6 a 1,00	0,2 a 5,00	

Em suma, de acordo com os dados coletados no laboratório de análises da ETA Poxim, e em confronto com os dados da Portaria nº. 518, do Ministério da Saúde, foi constatado que todos os índices discutidos atende aos padrões requisitados pela portaria.

5 CONCLUSÃO

De acordo com estudos realizados, a maior parte das empresas e órgãos públicos do setor de saneamento brasileiro ainda investe de forma tímida na ampliação de suas estruturas, e na manutenção e modernização de seus equipamentos. Isto é decorrente de motivos que variam desde a inexistência de estratégias empresariais destinada a estas finalidades até a deficiência na capacitação técnica de seus colaboradores.

De uma maneira geral, as empresas e órgãos públicos do setor de saneamento brasileiro não adotam estratégias de manutenção preventiva para preservar as estruturas e equipamentos das estações de tratamento de água, o que compromete a qualidade e o fornecimento de água.

Por outro lado, de acordo com os resultados apresentados nos dias 19 de junho de 20 de novembro de 2008, todos os parâmetros físico-químicos analisados estavam em conformidade com a Portaria nº. 518/04, e os valores encontrados na maioria dos parâmetros estavam bem abaixo do valor máximo permitido, para que a água seja considerada propícia ao consumo humano.

A instalação desta ETA é dotada de um laboratório de análises físico-químicas bem equipadas, ficando as demais análises para serem efetuadas fora da estação de tratamento.

Na estação de tratamento de água Poxim, verificaram-se condições de trabalho com vazão de água superior que a projetada, fazendo necessário a implantação de outra estação de tratamento ao lado da existente com vazão igual ou superior da ETA Poxim, ou ampliação da mesma dobrando a capacidade de vazão de tratamento.

Observou-se ainda que há necessidade da implantação de um sistema de automatização da ETA, através do qual a estação irá controlar automaticamente a

dosagem ótima de coagulante, alcalinizante, cloro e flúor. Este sistema pode inserir ainda rotinas de alarme que desliga qualquer processo do sistema de tratamento em casos de anormalidade em qualquer parâmetro.

Devido ao elevado índice de degradação de equipamentos e estrutura física, notou-se a presença apenas da manutenção corretiva, em que são realizadas manutenção após a quebra do equipamento, fazendo com que alguns equipamentos operem de forma ineficiente, devido ao elevado desgaste causado pelo tempo de operação e pela falta de manutenção, sendo necessário a implantação da manutenção preventiva para evitar a total paralisação dos processos de tratamento.

Mesmo com a caracterização de limitações por parte da ETA, esta companhia atende a Portaria nº. 518/04 que estabelece os parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade da água. No entanto, enfatiza-se também a necessidade de disponibilidade de recursos suficientes para o aprimoramento e implantações de novas estações de tratamento de água.

REFERÊNCIAS

BARROS, Raphael T. de V. et al. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Belo Horizonte - Escola de Engenharia da UFMG, 1995. Disponível no site: <<http://www.sanesul.ms.gov.br>> acessado em 25/08/2008.

BRAGA, Benedito. Introdução à Engenharia Ambiental. 1º ed. São Paulo: Editora Prentice Hall, 2002.

BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W., *et al.* Hidrologia Ambiental, 3 ed., São Paulo/SP: EDUSP, 1991.

CAOVILLA, Marizete. A Gestão Municipal dos Sistemas de Água e Esgoto do Estado de Mato Grosso: Uma abordagem crítica. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, 2007.

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Disponível no site: <<http://www.copasa.com.br>> acessado em 13/06/2008.

CRUZ, Luíza de Paula Valente da. Principais Técnicas de Tratamentos de Águas Residuais. Revista Millenium nº. 7. Edição 2, julho de 1997.

DALTRO FILHO, José. Saneamento Ambiental: doenças, saúde e o saneamento da água. 1º ed. São Cristóvão: Editora UFS, 2004.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Águas e Águas. 2º ed. Belo Horizonte - MG: Conselho Regional de Química – CRQ-MG, 2004.

DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe. Disponível no site: <<http://www.deso-se.com.br>> acessado em 13/06/2008.

HANDA, Rosângela Mitiyo. Análises de Água. Escola Técnica de Saneamento – SENAI/PR, 1992.

PARSEKIAN, Marilu Pereira Serafim. Análise e proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento completo em cidades de porte médio do Estado de São Paulo. Tese (Mestrado) - Escola de Engenharia São Carlos, 1998.

PAZ, Lyda Patrícia Sabogal. Modelo Conceitual de Seleção de Tecnologias de tratamento de Água para Abastecimento de Comunidades de Pequeno Porte. Tese (Mestrado) - Escola de Engenharia São Carlos, 2007.

PORTARIA Nº. 518 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE - Estabelece os Procedimentos e Responsabilidades Relativos ao Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade, e dá outras Providências. Brasil, 2004.

RICHTER, Carlos; AZEVEDO NETTO, José M. de. Tratamento de Água. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1991.

ROCHA, Telma. Qualidade da Água: 1º parte. Curso modular Técnico em Saneamento – SENAI/CETIND, 2001.

SANCHES, O. A. A Privatização do Saneamento. Parte Dissertação. USP/SP. P. 1-18. São Paulo-SP Perspec. Vol. 15. nº 1 São Paulo Janeiro/março - 2001.

SILVA, N., JUNQUEIRA, V. C. A. Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos – manual técnico nº 14. Campinas: ITAL – Instituto de tecnologia de Alimentos. 1995. 228p.