

UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SEGURANÇA NO
TRABALHO

ABENILDO FERREIRA DA SILVA
ARIADNA MENDES VIANA BAHIA
IVANEIDE FRANCISCA SANTOS
JANAINA DE SOUSA SILVA

SANEAMENTO BÁSICO - TRATAMENTO DE ÁGUA

São Paulo
2013

**ABENILDO FERREIRA DA SILVA
ARIADNA MENDES VIANA BAHIA
IVANEIDE FRANCISCA SANTOS
JANAINA DE SOUSA SILVA**

SANEAMENTO BÁSICO - TRATAMENTO DE ÁGUA

Projeto Integrador II apresentado para o Curso Superior de Tecnologia em Segurança no Trabalho da Universidade de Santo Amaro, sob orientação da Prof.^a Elaine Alcântara Freitas Peixoto.

**São Paulo
2013**

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	04
2	OBJETIVOS.....	07
	2.1. Objetivo Geral.....	07
	2.2 Objetivos Específicos.....	07
3	MÉTODO.....	08
	3.1 Estações de Tratamento.....	09
	3.2 Avaliação da Qualidade da Água.....	10
	3.2.1 Resolução Conama n. 357, de 17 de março de 2005.....	10
	3.2.2 Portaria n. 518, de 25 de março de 2004.....	11
	3.3 Padrões Microbiológicos.....	11
	3.4 Padrões Químicos.....	12
	3.4.1 Parâmetros Indiretos.....	12
	3.4.2 Parâmetros Diretos.....	13
4	RESULTADOS.....	15
	4.1 Mananciais.....	15
	4.1.1 Mananciais da RMSP.....	15
	4.2 Sistemas de Tratamento de Água.....	19
	4.3 Riscos no Tratamento em Estações de Tratamento de Água - ETA.....	20
	4.3.1 Riscos Físicos.....	20
	4.3.2 Riscos de Acidentes.....	20
	4.3.3 Riscos Químicos.....	21
	4.3.4 Riscos Ergonômicos.....	21
	4.3.5 Riscos Biológicos.....	21
	4.4 Principais Doenças Causadas por Água Contaminada.....	22
5	DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....	23
	5.1 Controle de Perdas.....	23
6	ÁGUAS DE REUSO.....	24
7	DISCUSSÃO.....	25
8	RECOMENDAÇÕES.....	25
9	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS	

INTRODUÇÃO

A água é um elemento fundamental à vida. Seus múltiplos usos são indispensáveis a um largo espectro das atividades humanas, onde se destacam, entre outros, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática. A disponibilidade de água doce na natureza é limitada pelo alto custo da sua obtenção nas formas menos convencionais, como é o caso da água do mar e da água subterrânea, deve-se, portanto, dar maior prioridade à preservação, o controle e a utilização racional das águas doces superficiais (CETESB, 2006).

Segundo estatísticas, 70% do planeta são constituídos de água e somente 3% são de água doce e, desse total, 98% é água subterrânea. Isto quer dizer que a maior parte da água própria e disponível para consumo é mínima perto da quantidade total existente de água da nossa Terra. Nas sociedades modernas, a busca do conforto implica necessariamente em um aumento considerável das necessidades diárias de água (MOSS, 2007).

Para Muller (2009), o processo de poluição dos rios deve-se à quantidade de “alimentos” lançados nas águas. Os esgotos domésticos, muitos tipos de resíduos industriais, os dejetos agrícolas e especialmente os pecuários, são constituídos predominantemente de matéria orgânica que serve de alimento aos seres aquáticos, sejam peixes, plâncton, bactérias, etc. O meio aquático precisa de alimento, porém o excesso gera poluição. O mesmo alimento que pode fazer proliferar todos os segmentos da vida aquática, pode também resultar em uma enorme taxa de consumo de oxigênio. O consumo de oxigênio no ambiente será maior que seu fornecimento, que nas águas ocorre na da superfície e pela produção fotossintética das plantas aquáticas. Muitas vezes a quantidade de matéria orgânica lançada aumenta a turbidez da água a ponto de impedir, pelo sombreamento, a produção fotossintética. Quando a taxa de oxigênio do meio chega a níveis mínimos, a vida que dele depende, poderá desaparecer.

Uma solução para a preservação dessas águas é o investimento em saneamento e no tratamento do esgoto sanitário, que é realizado por meio de estações de tratamento de esgoto que reproduzem, em um menor espaço e tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d'água. As águas recuperadas por

essas estações possuem uma grande variedade de aplicações, entre elas: irrigação de campos de esportes, praças etc.; usos paisagísticos; descarga de toaletes; combate a incêndios; lavagem de automóveis; limpeza de ruas; usos na construção (Prosab, 2006). Tais alternativas contribuem para a diminuição do uso de água potável para estes fins, além de gerar externalidades positivas sobre a saúde e o meio ambiente (TONETO JUNIOR, 2004:31).

A água potável é a água para o consumo humano. Para ser assim considerada, ela deve atender aos padrões de potabilidade. Se ela contém substâncias que desrespeitam estes padrões, ela é considerada imprópria para o consumo humano. As substâncias que indicam esta poluição por matéria orgânica são compostos nitrogenados, oxigênio consumido e cloretos. O sistema de abastecimento de água representa o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos (BARROS et al. 1995).

De acordo com Leal (2008), a água constitui elemento essencial à vida. O homem necessita de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para atender a suas necessidades, para proteção de sua saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico. Para o abastecimento de água, a melhor saída é a solução coletiva, exceto no caso das comunidades rurais que se encontram muito afastadas. As partes do Sistema Público de Água são: captação; adução (transporte); tratamento; reservação (armazenamento) e distribuição.

Para realizar o tratamento da água, a mesma deve passar por diversos procedimentos nos quais eventuais falhas podem ocorrer, resultando em custos operacionais. Assim, o tratamento de água é dividido nas seguintes etapas: Antes do tratamento: comprometimento dos mananciais, necessidade de busca de mananciais mais distantes exigindo maior consumo de energia, infraestrutura para adução, bombeamento, entre outros; Durante o tratamento: consumo de produtos químicos, controle operacional, perda de água, consumo de energia elétrica e geração de resíduos; Após o tratamento: qualidade da água tratada, análise de resíduos gerados e seu destino final. O controle de qualidade em cada etapa possibilita à estação de tratamento de água (ETA) atender a critérios de qualidade e legislações pertinentes (ACHON, 2008).

A qualidade da água tratada depende do seu uso e do seu modo de tratamento. A classificação é definida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), em sua Resolução nº 357, de março de 2005. Essa Resolução busca facilitar o enquadramento e o planejamento do uso de recursos hídricos, criando instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas e preservar a saúde humana. Já a potabilidade é estabelecida pela Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

A capital de São Paulo, São Paulo, tem 98,9% do abastecimento de água tratada. Toda a água da capital é fornecida pela Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (SABESP), através de seus sistemas de abastecimento. Entretanto, os serviços prestados e controle da SABESP sobre a qualidade da água terminam na entrada do ramal das edificações, sendo o consumidor final responsável pelo armazenamento e distribuição até as torneiras. Normalmente, as caixas de armazenamento são fabricadas em polietileno, concreto armado ou fibra de vidro, e todas necessitam de limpeza periódica.

A SABESP é uma empresa de economia mista presente em 363 municípios paulistas na distribuição de água, coleta e tratamento dos esgotos. Criada em novembro de 1973, por meio da Lei Estadual nº 119, de 29 de junho do mesmo ano.

Nesse contexto, este trabalho pretendeu analisar a captação, tratamento e distribuição da água para consumo humano, serviços realizados pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo estudar o serviço de saneamento básico relativo à água para consumo humano, desde a sua captação, tratamento e respectiva distribuição, constituindo-se em ponto de partida para estudos mais aprofundados sobre o tema.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar os riscos ocupacionais existentes no ambiente de trabalho dos serviços de tratamento de água.
- ✓ Verificar os possíveis adoecimentos e acidentes de trabalho que podem existir advindos desses riscos.
- ✓ Recomendar ações de segurança para eliminar e/ou neutralizar esses riscos ocupacionais.

3 MÉTODO

O estudo baseou-se na Revisão de Literatura dos processos envolvidos no tratamento de água para abastecimento humano realizado em Estações de Tratamento de Água (ETA). Como resultados foram determinados indicadores de referência e os fatores que influenciam na eficiência de cada uma das etapas do tratamento.

Este trabalho é a etapa inicial de um estudo mais abrangente voltado para as atividades de tratamento convencional desenvolvido nas Estações de Tratamento de Água (ETA), por meio da aplicação da Metodologia Bibliográfica elaborada a partir de material já publicado. A pesquisa bibliográfica teve como objetivo o aprofundamento na questão de pesquisa, buscando informações em livros, revistas técnicas, além de legislação federal e estadual que versa sobre o tema abordado.

Entende-se por tratamento convencional o conjunto dos processos sequenciais de Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração, Desinfecção, Fluoretação e Correção da acidez. A Figura 1 ilustra as instalações de uma ETA do tipo convencional administrada pela Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo – Sabesp.

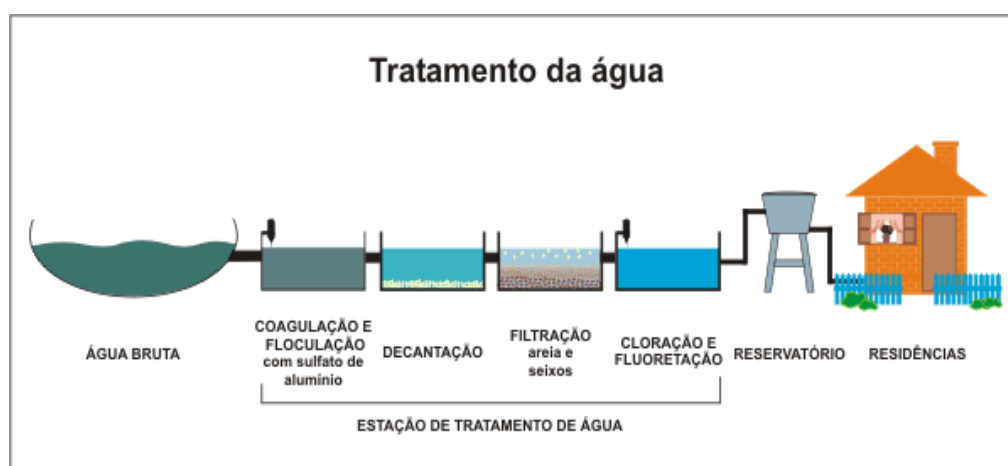


Figura 1: Estação de Tratamento de Água (ETA) do tipo convencional.

3.1 Estações de Tratamento

A Sabesp possui 213 Estações de Tratamento de Água (ETA), e 28 abastecem a Região Metropolitana de São Paulo, e as outras 185 fornecem água aos municípios do interior e litoral do Estado. Atualmente, são tratados 105 mil litros de água por segundo.

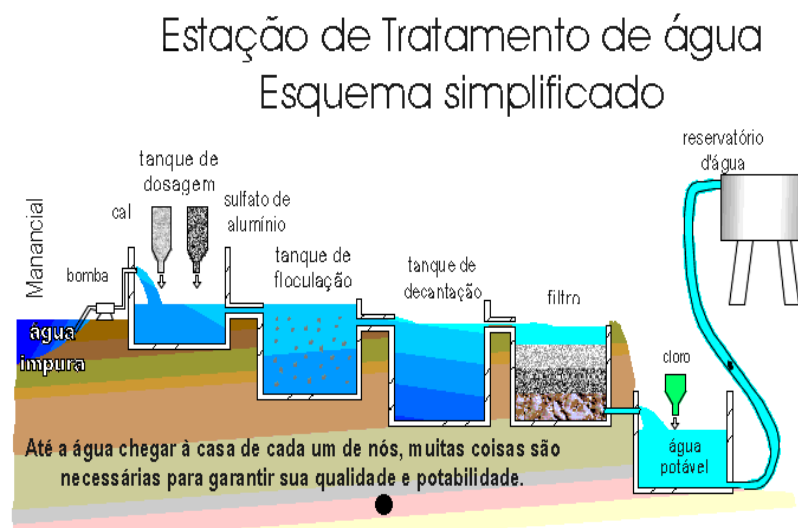


Figura 2 - Esquema simplificado Estação de Tratamento de Água.

Na Região Metropolitana de São Paulo, o sistema de abastecimento é integrado: 8 complexos são responsáveis pela produção de 67 mil litros de água por segundo, para atender 33 municípios atendidos pela Sabesp e outros 6 que comprem água por atacado (Santo André, São Caetano do Sul, Guarulhos, Mogi das Cruzes, Diadema e Mauá).



Figura 3 - Estação de Tratamento de Água - Sabesp

3.2 Avaliação da Qualidade da Água

Para estar apta ao consumo humano, a água interceptada deve passar por uma série de tratamentos e de testes. A Portaria n. 2.914/11 do Ministério da Saúde estabelece que a água produzida e distribuída para o consumo humano deve ser controlada. A legislação define também a quantidade mínima, a frequência em que as amostras de água devem ser coletadas e os limites permitidos. Para estar apta ao consumo humano, a água interceptada deve passar por uma série de tratamentos e de testes.

Em atendimento às exigências estabelecidas, a SABESP analisa a qualidade da água desde a origem até os pontos de consumo. Para assegurar a confiabilidade do seu produto, a empresa executa um forte trabalho nas suas 16 centrais de controle sanitário, estrategicamente instalado pela Região Metropolitana de São Paulo, interior e litoral. Quando as amostras da rede de distribuição apresentam resultados fora dos padrões estabelecidos, o problema é imediatamente solucionado para que a qualidade volte ao normal. Depois de todas as providências tomadas, a água passa por novos testes.

Em São Paulo, a SABESP realiza análises constantes das águas desde a captação até os pontos de consumo. Os parâmetros analisados são: cloro, turbidez, cor, pH, coliformes e flúor. Entretanto, além desses, muitos outros parâmetros podem ser utilizados com o fim de avaliar a qualidade da água, como DBO, OD, concentração das espécies contaminantes, entre outros.

3.2.1 Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005

A Resolução Conama n. 357/05, estabelece uma divisão das águas brasileiras de manancial em três tipos: doces, salobras e salinas. Além disso, essas águas são ainda classificadas em outras treze classes de qualidade segundo seu principal uso. As águas destinadas ao consumo humano, após tratamento convencional - processo de clarificação com uso de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH, são classificadas em água doce, classe 2 (BRASIL, 2005).

3.2.2 Portaria n. 518, de 25 de março de 2004

A Portaria n. 518/04, publicada em 2004, regulamenta a garantia da qualidade da água para consumo humano no Brasil. Nela há uma divisão de papéis, determinando responsabilidades a quem produz água, a quem cabe o controle da água e das autoridades sanitárias. Assim, com a divulgação e a implementação dessa Portaria tem-se um instrumento para o exercício da vigilância e do controle da qualidade da água para consumo humano e promoção da saúde da população (BRASIL, 2004).

3.3 Padrões Microbiológicos

A qualidade da água em relação aos fatores biológicos é avaliada usando organismos indicadores. A probabilidade de existência das doenças na água passadas a ela por fezes de indivíduos doentes se faz por contagem de micro-organismos não patogênicos, produzidos em grande número no intestino, sendo uma referência, ao invés de uma contagem verdadeira de patógenos, mais difíceis de identificar. Os organismos usados como referência pertencem a um grupo de bactérias chamados Coliformes, dividido em três subgrupos: coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais. A tabela 1 apresenta os padrões microbiológicos de qualidade conforme a Portaria 518/04.

Parâmetro	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano ⁽²⁾	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml.

Notas: (1) valor máximo permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

Tabela 1 - Padrão Microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

3.4 Padrões Químicos

Os parâmetros existentes para avaliar a contaminação da água devido à compostos químicos, podem ser diretos ou indiretos, ou seja, podem ser parâmetros que identificam e quantificam os compostos contaminantes, ou parâmetros com indicativos da presença de algum contaminante.

3.4.1 Parâmetros Indiretos

Abaixo são listados os principais parâmetros para avaliação indireta da qualidade da água.

Oxigênio dissolvido (OD) - Quantidade de gás oxigênio contido na água ou no esgoto, geralmente expressa em parte por milhão numa temperatura e numa pressão atmosférica específica. É uma medida de capacidade da água para sustentar organismos aquáticos. A água com conteúdo de oxigênio dissolvido muito baixo, que é geralmente causada por lixos em excesso ou imprópriamente tratados, não sustentam peixes e organismos similares. Portanto, o OD é um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das águas decorrentes de despejos orgânicos.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica biodegradável. Um valor de DBO alto indica uma grande concentração de matéria orgânica e baixo teor de oxigênio. Uma DBO alta significa presença de poluição através da matéria orgânica proveniente de fontes pontuais e/ou difusas de origem doméstica ou industrial.

Demanda Química de Oxigênio (DQO) - É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Um valor de DQO alto indica uma grande concentração de matéria orgânica e baixo teor de oxigênio. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

pH (Potencial Hidrogeniônico) - Medida que determina se a água é ácida ou alcalina. É um parâmetro que deve ser acompanhado para melhorar os processos de tratamento e preservar as tubulações contra corrosões ou entupimentos. Esse

fator não traz riscos sanitários e a faixa recomendada de pH na água distribuída é de 6,0 a 9,5.

3.4.2 Parâmetros Diretos - Concentrações de Espécies Químicas

Esses parâmetros podem medir tanto a concentração de contaminantes, como de compostos benéficos à saúde que são adicionados à água durante o processo de tratamento, como a concentração de compostos prejudiciais à saúde humana.

1º Espécies químicas benéficas à saúde

Exemplos de compostos adicionados à água são o flúor e o cloro:

Flúor – O flúor é um elemento químico adicionado à água de abastecimento, pois auxilia na proteção dos dentes contra a cárie, ou seja, a dose ideal de flúor é capaz de aumentar a resistência do esmalte de um dente sem alterar a sua aparência. O teor de flúor na água é definido de acordo com o clima e a temperatura de cada região, pois isso afeta o consumo médio diário de água por pessoa. Para o Estado de São Paulo, o teor ideal de flúor é de 0,7 mg/l (miligramas por litro), podendo variar entre 0,6 a 0,8 mg/l. A ausência temporária ou variações da substância não tornam a água imprópria para consumo.

A fluoretação da água de consumo público é o mais seguro, efetivo, simples e econômico método de prevenção da cárie dental e sua adoção em todas as áreas onde essa doença constitui-se em problema de saúde pública tem sido uma recomendação insistentemente reiterada pelas organizações internacionais e nacionais do setor de saúde.

Cloro - O cloro é um agente bactericida. É adicionado durante o tratamento, com o objetivo de eliminar bactérias e outros micro-organismos que podem estar presentes na água. O produto entregue ao consumidor deve conter, de acordo com o Ministério da Saúde (Portaria n. 518/04), uma concentração mínima de 0,2 mg/l (miligramas por litro) de cloro residual.

2º Espécies químicas prejudiciais à saúde

Compostos químicos prejudiciais à saúde, ou seja, contaminantes, devem ter suas concentrações limitadas a teores toleráveis pelo organismo. As tabelas constantes da Portaria 518/04 dispõem dos parâmetros e valores máximos permitidos para os compostos de interesse, como por exemplo: antimônio, arsênico, bário, cádmio, cianeto, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, entre outros.

3º Padrões Físicos

Turbidez – É a medição da resistência da água à passagem de luz. É provocada pela presença de partículas flutuando na água. A turbidez é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição da água. De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, o valor máximo permissível de turbidez na água distribuída é de 5,0 NTU (Unidades de Turbidez).

Cor – A cor é um dado que indica a presença de substâncias dissolvidas na água, principalmente materiais em estado coloidal orgânico e inorgânico. Assim como a turbidez, a cor é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto. De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde o valor máximo permissível de cor na água distribuída é de 15,0 U.C.

Coliformes – Grupo de bactérias que normalmente vivem no intestino de animais de sangue quente. Alguns tipos podem ser encontrados também no meio ambiente. Nos laboratórios da Sabesp, são realizadas análises para identificar uma possível contaminação.

Condutividade - Este parâmetro está relacionado com a quantidade de íons dissolvidos na água, os quais conduzem corrente elétrica. Quanto maior a quantidade de íons, maior a condutividade. Os íons são levados para o corpo d'água devido às chuvas, ou através do despejo de esgotos. Substâncias como os alvejantes (água sanitária) possuem íons de cloro, que ao serem lançados no sistema eleva a condutividade. Porém, a medida de condutividade não nos mostra qual o íon presente e sim a quantidade de íons na água.

4. RESULTADOS

4.1 Mananciais

Mananciais são reservas hídricas ou fontes utilizadas para o abastecimento público de água. Pode-se afirmar que o tratamento começa nestes locais, pois o trabalho preventivo é fundamental para a garantia da quantidade e qualidade de água. A Sabesp desenvolve projetos de monitoramento, manutenção, recuperação de áreas e projetos de educação ambiental. Além dos mananciais superficiais, que são provenientes de rios, lagos ou represas, existem os subterrâneos compostos por poços profundos.

4.1.1 Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo

Na Região Metropolitana de São Paulo, o sistema de abastecimento é integrado: 8 complexos são responsáveis pela produção de 67 mil litros de água por segundo, para atender 33 municípios atendidos pela Sabesp e outros 6 que compram água por atacado (Santo André, São Caetano do Sul, Guarulhos, Mogi das Cruzes, Diadema e Mauá).

1º. Sistema Cantareira



É o maior da Região Metropolitana de São Paulo. Na Estação do Guaraú são tratados 33 mil litros de água por segundo destinados a 8,1 milhões de pessoas das Zonas Norte, Central e partes das Zonas Leste e Oeste da capital, bem como os municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Osasco, Carapicuíba e São Caetano do Sul, além de parte dos municípios de Guarulhos, Barueri, Taboão

da Serra e Santo André. O sistema é formado pelos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Juqueri (Paiva Castro).

2º. Sistema Alto Tietê



É formado pelos rios Tietê, Claro, Paraitinga, Biritiba, Jundiaí, Grande, Doce, Taiaçupeba-Mirim, Taiaçupeba-Açu e Balainho. São tratados 15 mil litros de água por segundo para atender 3,3 milhões de pessoas da Zona Leste da capital e dos municípios de Arujá, Itaquaquetuba, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Suzano, Mauá, Mogi das Cruzes, parte de Santo André e dois bairros de Guarulhos (Pimentas e Bonsucesso).

3º Sistema Rio Claro



Localizado a 70 km da Capital, produz 4 mil litros de água por segundo. A água vem do rio Ribeirão do Campo e é tratada na Estação Casa Grande. Abastece 1,5 milhão de pessoas do bairro de Sapopemba, na Capital, e parte dos municípios

de Ribeirão Pires, Mauá e Santo André. O sistema foi construído na década de 30, e foi ampliado na década de 70.

4º Sistema Rio Grande



É um braço da Represa Billings. Produz 5 mil litros de água por segundo e abastece 1,2 milhão de pessoas em Diadema, São Bernardo do Campo e parte de Santo André.

5º Sistema Guarapiranga



É o segundo maior sistema de água da Região Metropolitana, localizado nas proximidades da Serra do Mar. Sua água é proveniente da represa Guarapiranga (formada pelos rios Embu-Mirim, Embu-Guaçu, Santa Rita, Vermelho, Ribeirão Itaim, Capivari e Parelheiros) e da Represa Billings (Rio Taquacetuba). Produz 14 mil litros de água por segundo e abastece 3,7 milhões de pessoas das Zonas Sul e Sudoeste da Capital.

6º Sistema Alto Cotia



A água vem da represa Pedro Beicht, formada pelos rios Capivari e Cotia do Peixe. A captação é feita na represa da Graça e transportada para a Estação de Tratamento Morro Grande. A produção de 1,2 mil litros de água por segundo e abastece cerca de 409 mil habitantes dos municípios de Cotia, Embu, Itapeverica da Serra, Embu-Guaçu e Vargem Grande.

7º Sistema Baixo Cotia



A água vem da Barragem do Rio Cotia, sendo tratados 900 litros por segundos para abastecer aproximadamente 361 mil moradores de Barueri, Jandira e Itapevi.

8º Sistema Ribeirão da Estiva



Capta água do Rio Ribeirão da Estiva e produz 100 litros de água por segundo. Abastecem 38 mil pessoas dos municípios de Rio Grande da Serra. O sistema foi escolhido para receber e colocar em prática as novas tecnologias desenvolvidas pela Sabesp ou por parcerias com universidades e centros de pesquisa. O objetivo é torná-lo um centro de referência tecnológica em automação em todas as fases de produção de água.

4.2 Sistemas de Tratamento de Água

O processo convencional de tratamento de água é um sistema composto de adutora, flocluladores, decantadores, filtros e reservatórios, e é denominado convencional por ser comumente encontrado na maioria das estações de tratamento de água. Além disso, o processo é dividido em fases, e em cada uma delas existe um rígido controle de dosagem de produtos químicos e acompanhamento dos padrões de qualidade.

Assim, o processo de transformação da água em um produto apropriado para o consumo humano passa por diversas etapas, constituído basicamente por:

- **Captação** – que pode ser superficial (rios, lagos e represa) e subterrânea, com ou sem uso de sistemas de bombeamento.
- **Cloração** - Primeiro, o cloro é adicionado assim que a água chega à estação. Isso facilita a retirada de matéria orgânica e a oxidação dos metais, como o ferro e o manganês, para torna-los insolúveis.
- **Alcalinização** – Depois do cloro, a água recebe cal ou soda, que servem para ajustar o pH* aos valores exigidos nas fases seguintes do tratamento.

*pH refere-se à água ser um ácido, uma base, ou nenhum deles (neutra). Um pH de 7 é neutro; um pH abaixo de 7 é ácido e um pH acima de 7 é básico ou alcalino. Para o consumo humano, recomenda-se um pH entre 6,0 e 9,5.

- **Coagulação** – Consiste na desestabilização (neutralização das cargas elétricas) das partículas coloidais possibilitando a sua aglomeração e formação dos flocos. Nesta fase, é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Assim,

as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar.

- **Floculação** – Após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas.
- **Decantação** – Neste processo, a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior, que irão para o fundo dos tanques pela ação da gravidade.
- **Filtração** – Logo depois, a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito. Eles são responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação.
- **Pós-alcalinização** – Em seguida, é feita a correção final do pH da água, para evitar a corrosão ou incrustação das tubulações.
- **Desinfecção** – É feita uma última adição de cloro no líquido antes de sua saída da Estação de Tratamento. Ela garante que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus até a casa do consumidor.
- **Fluoretação** – O flúor (fluossilicato de sódio) também é adicionado à água. A substância ajuda a prevenir cáries.

4.3 Riscos Ambientais no Processo de Tratamento de Água

4.3.1 Riscos Físicos:

- Radiação não ionizante pela exposição ao sol para trabalhos a céu aberto e nos trabalhos de solda em oficinas de manutenção.
- Ruído proveniente de máquinas e equipamentos, especialmente as de setores de elevatórias, e máquinas de aspersão de produtos químicos em represas e lagos.
- Vibração, notadamente em centrais de comando de elevatórias, quando essas estão instaladas em pavimento superior ao de casa de máquinas.
- Umidade, ambientes sem ventilação adequada.

4.3.2 Riscos de Acidentes:

- Explosões em atmosferas contendo metano, tais como em espaços confinados (poço de visita, vala subterrânea, tanques de sedimentação vazios para reparo, etc.).
- Cortes na operação de máquinas ou partes delas (motores em elevatórias, bombas e seus dispositivos mecânicos).
- Contusões e quedas (pelas diferenças de nível e umidade no solo).
- Soterramento em obras de construção e reparos de redes de água.
- Afogamento por queda em tanques de tratamento de água.

4.3.3 Riscos Químicos:

- Exposição ao cloro gasoso nos processos de oxidação de metais e na etapa de desinfecção da água. O cloro é previamente dissolvido em menores volumes de água para posterior adição em tanques. O cloro dissolvido na água libera ácido clorídrico em forma de vapor.
- Exposição a dióxido de cloro e cloritos nos processos de tratamento de água.
- Exposição a gás metano em poços de visita e tanques esvaziados para reparos.
- Produtos químicos utilizados nos laboratórios de análises.
- Contatos com óleos, graxas e solventes em oficinas de manutenção e de pintura.

4.3.4 Riscos Ergonômicos:

- Esforço físico na utilização repetida de equipamentos pesados tais como garfos para retirada de resíduos sólidos de maior volume como as que ocorrem nos setores de tratamento preliminar de água.
- Trabalho noturno nas centrais de controle.
- Esforço repetitivo de digitação para acionar sistema informatizado, nos setores de telemarketing/reclamações/atendimento ao público.
- Trabalho solitário, principalmente em reservatórios, expondo os trabalhadores a atos de violência decorrentes da falta de segurança pública, submetendo-os

à possibilidade de adoecimento agudo de modo a comprometer seriamente sua saúde.

4.3.5 Riscos Biológicos:

- Microrganismos patogênicos (vírus, bactérias, fungos, algas, protozoários, entre outros).

4.4 Principais Doenças Causadas por Água Contaminada

DOENÇAS	AGENTE	SINTOMAS
Cólera	Vibrio cholerae	Afeta apenas os seres humanos; sua transmissão vem diretamente dos dejetos fecais de doentes; contaminação por ingestão, principalmente de água contaminada. Causa diarreia, vômitos, rápida desidratação, acidose, câibras musculares e colapso respiratório.
Amebíase	Entamoeba histolytica	Esta ameba se alimenta do bolo alimentar e sua presença causa disenteria aguda, febre, calafrios e diarreia sanguinolenta.
Gastroenterite	Rota Vírus	Vírus que causa diarreia, vômitos, levando a desidratação grave.
Hepatite	Vírus de Hepatite A	Vírus que ataca o fígado causando febre, mal-estar geral, falta de apetite e icterícia.
Disenteria Bacilar	Bactéria Shigella	Fezes com sangue e pus seguido de vômitos e cólicas.
Poliomielite	Enterovirus poliovirus	Comum em crianças ("paralisia infantil"); através de contato fecal/oral derivado de condições sanitárias inadequadas; contaminação fecal de água e alimentos.
Febre Tifoide	Salmonella typhi	Doença contagiosa causada por bactéria; causa febre intermitente, mal-estar, manchas rosa pelo tronco, tosse e prisão de ventre.
		Transmitem-se pelas fezes, mãos contaminadas, roupas, alimentos e

Febre Paratifoide	Salmonella paratyphi	água. Sintomas comuns são: dor de cabeça, mal-estar, fadiga, boca amarga, febre, calafrios, indisposição gástrica, diarreia e aumento do baço.
Ascaridíase	Ascaris lumbricoides	A infecção dos vermes ocorre por ingestão de seus ovos presentes na água e alimentos, principalmente verduras.

5- DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Depois de tratada, a água é armazenada em reservatórios de distribuição para, depois, ser levada até os reservatórios de bairros, estrategicamente localizados. De lá, a água segue por tubulações maiores (adutoras) e entra nas redes de distribuição até chegar ao consumidor final.



Figura 4 - Reservatório de água trtada - Sabesp

Geralmente, o armazenamento é feito em caixas-d'água. A responsabilidade da SABESP é levar a água até a entrada da residência, onde estão o cavalete e o hidrômetro (o relógio que registra o consumo de água). A partir daí, o cliente deve cuidar das instalações internas e da limpeza e conservação do seu reservatório.

A SABESP recomenda que a caixa-d'água seja limpa a cada 6 meses e fique devidamente fechada, evitando a sujeira e a contaminação por insetos ou animais. A SABESP também realiza manutenções preventivas nas instalações, para evitar problemas emergenciais. Entre esses trabalhos, está a troca de equipamentos, limpeza, desinfecção de reservatórios e conserto de vazamentos.

Rede de distribuição de água é a parte do sistema de abastecimento formada de tubulações e órgãos acessórios, destinados a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade, qualidades e pressão adequada (TSUTIYA, 2004).

5.1- Controle de Perdas

A Sabesp possui mais de 60 mil quilômetros de tubulações para a distribuição de água. Ao longo dessa extensão, podem ocorrer perdas de água, classificadas em 2 tipos:

Reais: são perdas físicas, representadas basicamente pelos vazamentos.

Aparentes: são perdas comerciais, representadas por erros de medição nos hidrômetros e fraudes.

Criado em 2009, o Programa de Redução de Perdas tem como meta reduzir o índice dos atuais 25,6% para 17% até o final da década.

Segundo a Sabesp, até 2016 serão trocados 875 mil ramais prediais, 674 quilômetros de redes de água e 1,6 milhão de hidrômetros. Serão também pesquisados os vazamentos invisíveis em 150 mil quilômetros de redes, o que significa percorrer toda a tubulação existente por mais de duas vezes.

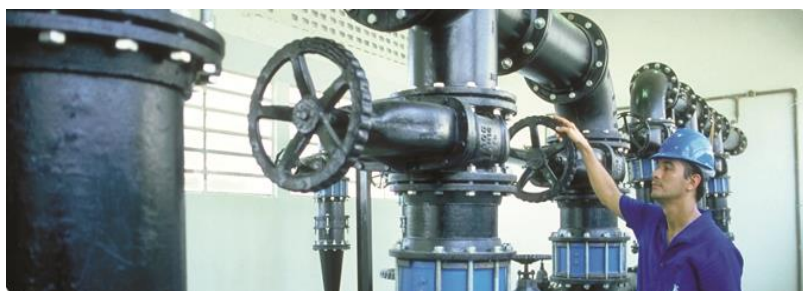


Figura 5 - Controle de perdas - Sabesp

Pesquisa de vazamentos não visíveis: A Sabesp possui equipamentos especiais (geofones eletrônicos) para detectar os vazamentos não visíveis (não aparecem na superfície do solo). O técnico identifica os vazamentos através de ruídos no solo.

Gerenciamento de pressões: A pressão é um dos fatores mais importantes para a ocorrência de vazamentos: quanto mais alta, maior é a frequência e o volume de água perdido. Para combater esse problema, a Sabesp instala válvulas redutoras de pressão (também conhecidas como VRP's). Elas regulam a pressão conforme a variação no consumo ao longo do dia.

6- ÁGUAS DE REUSO

A água de reuso é produzida dentro das Estações de Tratamento de Esgoto e pode ser utilizada para inúmeras finalidades, como geração de energia, refrigeração de equipamentos, aproveitamento nos processos industriais e limpeza de ruas e praças. As empresas que utilizam a água de reuso colaboram com a economia de água potável destinada ao abastecimento público.

Vale ressaltar que todo processo de produção da água de reuso da Sabesp é assegurado pelo sistema de gestão ISO 9001:2008, obedecendo a rigorosos parâmetros de qualidade. O uso responsável da água é fundamental não somente nas regiões metropolitanas, mas em todo o mundo. Cada litro de água de reuso utilizado representa um litro de água conservada em nos mananciais. O transporte da água de reuso fica a cargo da empresa interessada, pois a Sabesp não possui veículos específicos para esse fim.

A água de reuso é obtida através do tratamento avançado dos esgotos gerados pelos imóveis conectados à rede coletora de esgotos. Pode ser utilizada em processos que não requerem água que seja potável, mas sanitariamente segura, gerando a redução de custos e garantindo o uso racional da água. Utiliza-se a água de reuso para inúmeros fins, como geração de energia, refrigeração de equipamentos, em diversos processos industriais, lavagem de ruas, limpeza de pisos e pátios ou galerias de águas pluviais, desobstrução de rede de esgotos, assentamento de poeira em obras de execução de aterros e terraplanagem, preparação e cura de concreto em canteiros de obra, entre outros fins não potáveis.

7- DISCUSSÃO

Tratamento de água é um conjunto de procedimentos físicos e químicos que são aplicados na água para que esta fique em condições adequadas para o consumo, ou seja, para que a água se torne potável. O processo de tratamento de água a livra de qualquer tipo de contaminação, evitando a transmissão de doenças.

Com objetivo de garantir qualidade, responsabilidade e a saúde da população em relação à água, a Estação de Tratamento de Água (ETA) conta com um processo de tratamento sequencial como coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH. Após o tratamento o destino da água são os reservatórios, que têm como a função acumular água para atender o consumidor ou as situações de emergência, bem como assegurar uma determinada pressão à mesma.

Sem o tratamento da água podemos correr o risco de nos contaminarmos por vírus e bactérias e até ficarmos gravemente doentes, pois a água sem o devido tratamento transmite várias doenças.

8- RECOMENDAÇÕES

A água é uma matéria-prima finita e não renovável que necessita de conservação para assegurar sua qualidade. Como mostrado acima as principais doenças causadas pela água imprópria, podemos observar que o tratamento da água é muito importante para garantir a nossa saúde.

Para assegurar à população a distribuição de água tratada em quantidade e qualidade satisfatória, a empresa (Sabesp) responsável pelo tratamento deve sempre buscar a sustentabilidade ecológica e econômica para seus projetos, atuando com responsabilidade na captação e tratamento da água, bem como na preservação do meio ambiente.

Desenvolver campanhas de educação ambiental para as famílias que moram às margens dos mananciais, a fim de minimizar os impactos provocados aos corpos d'água e o reflorestamento das margens dos córregos e das sub-bacias desses mananciais a fim de protegê-los e garantir sua preservação, contribuindo para a qualidade de vida da população.

Mais rigor com relação à fiscalização por parte dos órgãos fiscalizadores, a fim de punir os responsáveis por possíveis danos causados aos corpos d'água e sub-bacias que compõem os mananciais.

No tocante aos colaboradores que realizam suas atividades nas Estações de Tratamento de Água (ETA), desenvolver treinamento para uso correto dos equipamentos de proteção individual (EPI), bem como para os equipamentos de proteção coletiva (EPC). Desenvolver análises de riscos das tarefas executadas, dando ciência a todos os envolvidos dos riscos aos quais os mesmos se encontram expostos, objetivando a manutenção da saúde e da integridade física de cada um.

9- CONCLUSÃO

Primeiramente, é válido ressaltar que a água é um recurso natural de suma importância, não somente para a formação e composição do planeta Terra em si, mas para a manutenção da vida no mesmo. Por meio de seus ciclos e características específicas, a água mantém o equilíbrio de diferentes ecossistemas e na biosfera de um modo geral.

Suas propriedades físico-químicas conferem à água um amplo espectro de atuação sobre a saúde humana, que envolve desde o papel como solvente de

substâncias necessárias à manutenção e bom funcionamento do nosso organismo até a regulação de temperatura corpórea via transpiração. Entretanto, essas mesmas propriedades físico-químicas da água a tornam um meio propício à proliferação de doenças, seja através da dissolução de substâncias tóxicas ao ser humano, ou mesmo servindo como meio para proliferação de microrganismos patogênicos.

Dadas essas circunstâncias, nota-se que não é possível abordar o tema “tratamento de água” sem mencionar a contaminação e a qualidade da água, pois são fatores determinantes no que diz respeito a água ser uma substância de valor essencial à saúde humana ou um agente causador/transmissor de doenças. Os padrões de qualidade da água são estabelecidos de acordo com a sua finalidade à insalubridade relacionada a cada poluente considerado, e os parâmetros de avaliação da qualidade são diversos e dependem também desses fatores.

O saneamento básico está relacionado com a distribuição da água para a população e o tratamento que a mesma recebe para tornar-se própria para os usos domésticos e afins. Os métodos escolhidos para a realização do saneamento (tratamentos e testes) da água que chega à população para consumo e afins devem estar de acordo com os padrões estabelecidos para a qualidade dessa água, a fim de garantir potabilidade da mesma e evitar contaminações por quaisquer tipos de agentes.

Por derradeiro, o controle rigoroso dos fatores que influenciam na eficiência da Estação de Tratamento de Água (ETA) e das condições favoráveis garante que as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH tenham desempenho maximizado.

REFERÊNCIAS

ACHON, C. L. Eco eficiência de Sistemas de Tratamento de Água a Luz dos Conceitos da ISO 14.001. Dissertação de doutorado USP – 2008.

BARROS, R. T. V. et al. Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004 - Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Variáveis da qualidade das águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>.

LEAL, F. C. T. Juiz de Fora. 2008. **Sistemas de saneamento ambiental.** Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula.

MULLER, A. C. Introdução à Ciência Ambiental: a origem da poluição hídrica. Curitiba: PUC (PR), p. 67 - 73, 2009.

MOSS. Reuso da água: conceitos, teorias e prática. São Paulo: Blucher, 2007.

Portaria MS nº 518/2004 – Ministério da Saúde, Brasília-DF, Editora MS, 1ª Edição, 2005.

PROSAB (PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO). Reuso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologia de tratamento para esse fim. Rio de Janeiro: Abes, 2006.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

TONETO JUNIOR, R. A situação atual do saneamento básico no Brasil: problemas e perspectivas. 2004. 324 f. Tese (livre-docência em economia) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TSUTIYA, M.T. Abastecimento de Água. 1. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. p 643.