**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**

# TRATAMENTO DE ÁGUA - RISCOS OCUPACIONAIS

**São Paulo**
**2014**

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

# TRATAMENTO DE ÁGUA – RISCOS OCUPACIONAIS

**Projeto Integrador IV apresentado para o Curso Superior de Tecnologia em Segurança no Trabalho da Universidade de Santo Amaro, sob a orientação do Prof. Adilson Rosa Gonçalves.**

**São Paulo**
**2014**

**Dedicatória**

Aos professores do Curso de Tecnologia em Segurança no Trabalho.
Aos nossos colegas de classe.
Aos nossos familiares e amigos.

**Agradecimentos**

Agradecemos primeiramente a Deus que nos deu a oportunidade da vida e a capacidade para elaboração deste trabalho. Também aos nossos familiares e amigos. Finalmente, agradecemos aos professores deste último semestre pelo profissionalismo e entusiasmo que nos proporcionaram cuja contribuição foi fundamental para o nosso trabalho de pesquisa, e em especial ao professor orientador Adilson Xingu.

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO ..... 11
2. OBJETIVOS ..... 15
2.1. Objetivo Geral ..... 15
2.2. Objetivos Específicos ..... 15
3. MÉTODO ..... 16
4. RESULTADOS ..... 18
4.1. Riscos Químicos ..... 20
4.2. Medidas preventivas ..... 21
4.3. Produtos Químicos Principais ..... 21
4.4. Controle da Exposição à Intoxicação ..... 22
4.5. Principais Riscos para Saúde Humana ..... 22
4.5.1. Medidas de Controle ..... 23
4.5.2. Medidas de Proteção Individual ..... 23
4.7. Riscos de Acidentes ..... 25
4.8. Riscos Ergonômicos ..... 26
4.8.1. Medidas preventivas ..... 26
5. RECOMENDAÇÕES ..... 27
6. DISCUSSÃO ..... 30
7. CONCLUSÃO ..... 31

**Lista de Siglas**

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists

$AL_2(SO_4)_3$ – Sulfato de Alumínio

APR – Análise Preliminar de Riscos

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

$CH_4$ - Metano

$CL_2$ – Cloro

$CLO_2$ – Dióxido de Cloro

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EPR – Equipamento de Proteção Respiratória

ETA – Estação de Tratamento de Água

$FeCL_3$ – Cloreto Férrico

Fe(SO4)3 – Sulfato Férrico

$FeSO_4$ – Sulfato Ferroso

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho.

HCL – Ácido Clorídrico

LT – Limite de Tolerância

mg/l – Miligrama por litro

$mg/m^3$ - Miligrama por metro cúbico

NR – Norma Regulamentadora

$O_3$ - Ozônio

OSHA – Occupational Safety and Health Administration

pH – Potencial Hidrogeniônico

ppm – Partes por milhão

PVC – Policloreto de Vinila

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SESMT – Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho.

SST – Segurança e Saúde no Trabalho

**Lista de Figuras**

**Figura 1.** Sequência convencional de tratamento de água para abastecimento público.....18

**Figura 2** - Esquema simplificado Estação de Tratamento de Água.....20

**Lista de Quadros**

Quadro 1 – Planilha de Análise Preliminar de Riscos.....17
Quadro 2 – Efeitos adversos à saúde humana.....22

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo geral identificar os riscos ocupacionais gerados a partir das atividades realizadas no tratamento de água na Estação de Tratamento Alto da Boa Vista. O trabalho relata todas as fases do tratamento de água que possui um sistema bastante complexo. Apresenta também os tipos de produtos químicos adicionados a cada etapa do processo que podem afetar a saúde do trabalhador. No transcorrer do estudo são relacionados os riscos ambientais identificados nas diversas atividades do setor, bem como são apresentadas algumas recomendações para minimizar e ou neutralizar os riscos ambientais, e ainda as principais medidas de prevenção.

**Palavras-chave**: Tratamento de água; Riscos ambientais; Prevenção.

**ABSTRACT**

This work has as main objective to identify occupational hazards generated from activities conducted in water treatment in the Alto da Boa Vista Treatment Plant. The paper reports all stages of treatment of water that has a very complex system. Also presents the types of chemicals added to each step of the process that may affect the health of the worker. In the course of the study are related environmental risks identified in the various activities of the sector, and we present some recommendations to minimize or neutralize and environmental risks, and also the main prevention measures.

**Keywords**: Water treatment; Environmental risks, prevention.

# 1. 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 cidade de São Paulo tem 98,9% do abastecimento de água tratada. Toda a água da capital é tratada e 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 às torneiras. A SABESP é uma empresa de economia mista presente em 364 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.

Na Região Metropolitana de São Paulo, o sistema de abastecimento é integrado. Oito (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 e Mauá).

Durante o tratamento convencional da água proveniente de mananciais superficiais, produtos químicos são adicionados com o fito de obter um produto que, após o processo se adeque aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação. Tais produtos químicos apresentam graus de toxicidade variados, e representam riscos para os trabalhadores que atuam nessas atividades, seja pela

exposição de longo prazo, ou crônica, e pela exposição de curto prazo, ou aguda, esta última frequentemente associada a acidentes envolvendo produtos químicos.

Além dos riscos químicos em razão dos produtos utilizados no tratamento convencional de água, os trabalhadores também estão expostos aos riscos físicos, ergonômicos e de acidentes. O objetivo desta pesquisa foi analisar os riscos ocupacionais inerentes às atividades desenvolvidas na Estação de Tratamento de Água, as consequências da exposição, os respectivos efeitos adversos à saúde dos trabalhadores, bem como as medidas de controle para eliminar e/ou neutralizar esses riscos.

Este estudo pesquisou a Estação de Tratamento de Água do Alto da Boa Vista, que é o segundo maior sistema de água da Região Metropolitana. 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). Produzem 16 mil litros de água por segundo e abastece 3,7 milhões de pessoas das Zonas Sul e Sudoeste da Capital.

# 2. OBJETIVOS

## 2.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo estudar a eficácia das práticas de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), no que tange aos riscos ocupacionais na Estação de Tratamento de Água Alto da Boa Vista, 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.
- ✓ Identificar os possíveis efeitos adversos à saúde, e consequências advindos desses riscos.
- ✓ Recomendar medidas de controle para eliminar e/ou neutralizar esses riscos ocupacionais.

## 3. MÉTODO

O método empregado buscou, utilizando-se de conceitos teóricos próprios das várias áreas de conhecimento envolvidas na pesquisa, proceder a uma detalhada observação e coleta de dados a respeito do processo produtivo da Estação de Tratamento de Água em estudo.

Também, analisar os riscos ocupacionais aos quais os trabalhadores estão expostos, pautando-se na possibilidade de haver significativos riscos que podem afetar a saúde dos trabalhadores envolvidos nas atividades do tratamento da água e, em especial, pela contaminação de agentes químicos que são adicionados no processo de tratamento propriamente dito.

**A estrutura do trabalho consiste em**:

- Realização do levantamento teórico, que orienta a caracterização dos riscos ocupacionais, objeto de estudo, as definições e conceitos a serem utilizados.
- Estudo dos produtos químicos utilizados no processo de tratamento da água.

Por fim, foram coletados informações quanto ao tratamento e destinação final da água, em termos de: técnicas de tratamento, aplicações existentes, utilizações possíveis e riscos ocupacionais associados.

A metodologia da Análise Preliminar de Risco (APR) compreende a execução das seguintes etapas:

- Identificação dos produtos químicos utilizados no tratamento da água;
- Doenças relativas aos produtos químicos encontrados;
- Identificação dos riscos ocupacionais e perigos envolvidos;
- Recomendação das medidas preventivas de segurança.

Os resultados da APR são registrados convenientemente numa planilha, para que cada etapa do processo mostre os perigos identificados, as causas, o modo de detecção, efeitos potenciais, categorias de frequência, severidade e risco e as medidas corretivas e/ou preventivas (Amorim, 2010).

**Quadro 1 – Planilha de Análise Preliminar de Riscos**

| Análise Preliminar de Riscos – APR | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| AGENTE | PERIGO | DANOS | CONTROLE DISPONÍVEL | NÍVEL DE RISCO | MEDIDAS DE CONTROLE ADICIONAL |
| | | | | | |

**Fonte: Autores**

Os riscos ambientais podem ser causados por qualquer agente de natureza variável e quando presentes no ambiente de trabalho podem vir a causar danos à saúde do trabalhador por sua natureza, concentração, intensidade ou tempo de exposição.

## 4. RESULTADOS

O processo convencional do tratamento de água é um sistema composto de adutora, floculadores, 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.

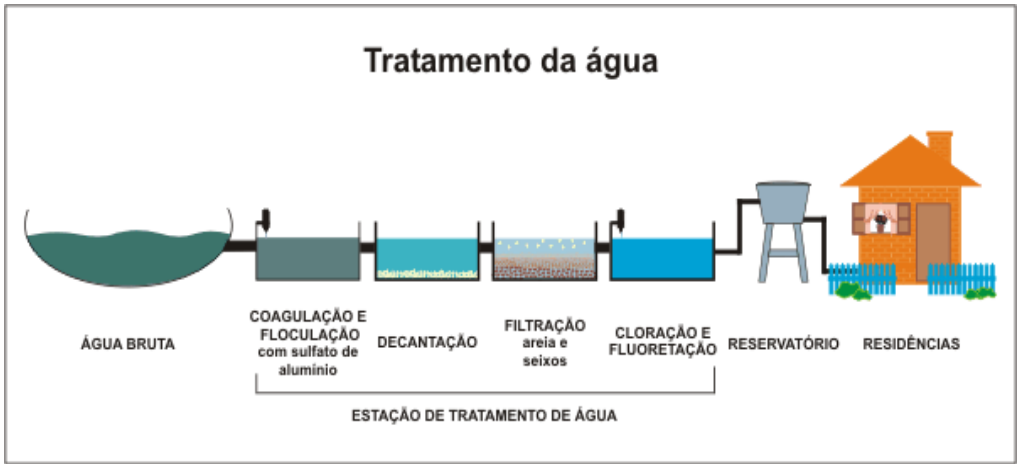


**Figura 1:** Sequência convencional de tratamento de água para abastecimento público.

Da figura acima, percebe-se que são necessárias *cinco etapas* principais: a coagulação, a floculação, a sedimentação/decantação, a filtração e a desinfecção (cloração/fluoretação).

Assim, o processo de transformação da água em um produto apropriado para o consumo humano, cuja finalidade é de reduzir as impurezas existentes na água bruta tornando-a potável, passa por diversas etapas, constituído basicamente por:

- **Coagulação** – Consiste na desestabilização 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. A água, então, sai do coagulador e entra no floculador.
- **Floculação** – Tem por função aumentar o tamanho dos coágulos, formando flocos. Isso ocorre porque os coágulos formados anteriormente apresentam

cargas elétricas residuais, e fará com que cargas contrárias se atraiam e formem os flocos (RICHTER E NETTO, 1991). Para que o processo seja corretamente executado, é necessário que a água se movimente continuamente no floculador.

- **Sedimentação** – a sedimentação ou decantação é o processo no qual os flocos em suspensão são removidos da água. Consiste na utilização de forças gravitacionais para separar partículas de densidade superior à da água, depositando-as em uma superfície ou zona de armazenamento (RICHTER E NETTO, 1991). A água segue, então, para o processo de filtração.
- **Filtração** – Nesta etapa todas as partículas em suspensão são removidas para que a água atenda aos padrões de potabilidade. O processo consiste, segundo a FUNASA (2006), em fazer com que a água passe através de um meio granular para remoção das impurezas físicas, químicas e biológicas.
- **Desinfecção** – Esta etapa tem como objetivo a destruição ou inativação de organismos patogênicos, capazes de produzir doenças, ou outros organismos indesejáveis (MEYER, 1994). O método mais utilizado é o da cloração, ou seja, adição de cloro. O cloro é capaz de desinfetar a água, pois é um forte oxidante e consegue reagir com várias substâncias orgânicas e inorgânicas.

Além das etapas acima descritas, existem também:

- **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.

- **Fluoretação** – O flúor (fluossilicato de sódio) também é adicionado à agua. A substância ajuda a prevenir cáries.

**Principais reagentes coagulantes**:

- Sulfato de Alumínio;
- Sulfato Ferroso;
- Sulfato Férrico, e,
- Cloreto Férrico.

**Principais alcalinizantes**:

- Cal Hidratada (Hidróxido de Cálcio);
- Barrilha (Carbonato de Sódio), e,
- Soda Cáustica (Hidróxido de Sódio).

**Principais agentes de desinfecção**:

- Dióxido de Cloro;
- Ozônio, e,
- Cloro (Hipoclorito de Sódio).

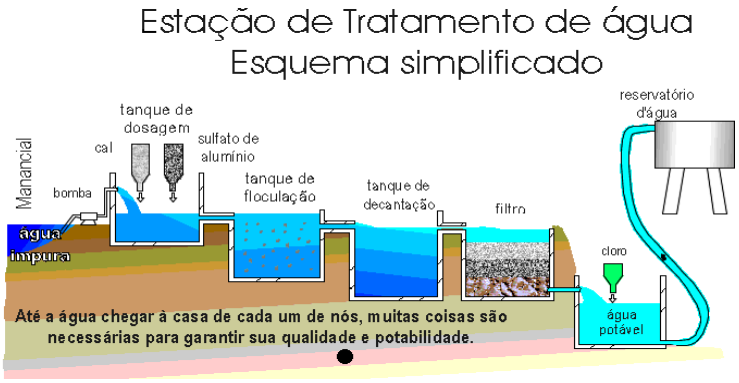


**Figura 2 -** Esquema simplificado Estação de Tratamento de Água.

## 4.1. Riscos Químicos

- Exposição a cloro gasoso ($CL_2$) nos processos de oxidação de metais e na etapa de desinfecção da água.
- Exposição a dióxido de cloro ($CLO_2$) e cloritos nos processos de tratamento de água.
- Exposição a gás metano ($CH_4$) em poços de visita e tanques esvaziados para reparos. O metano compete com o oxigênio reduzindo sua concentração no ambiente.
- Produtos químicos nos laboratórios de análises. Gases e vapores em setores de manutenção e em laboratórios de análises químicas.
- Exposição a diversos produtos químicos decorrente de inadequações nos processos de diluição, acréscimo de soluções de produtos à água e respectivo armazenamento.

## 4.2. Medidas preventivas

- Promover o adequado acompanhamento médico em colaboradores encarregados de realizar tarefas de adicionar produtos químicos na água.
- Instituir Plano de Controle de Emergência para situações de vazamento de produtos tóxicos.
- Elaborar programa de treinamento em higiene no trabalho visando esclarecer sobre os métodos de manuseio e utilização de substâncias e seus riscos à saúde.
- Providenciar o enclausuramento e ou isolamento dos processos. Dotar laboratórios de equipamentos tais como exaustores, capelas, entre outros.
- Instituir ventilação e exaustão em locais com possibilidade de vazamento de produtos.
- Instalar chuveiros e lava-olhos em locais com possibilidade de contato com cloro e outros produtos capazes de causar lesões cutâneas e oculares.
- Disponibilizar conjuntos respiratórios autônomos (EPR – equipamento de proteção respiratória) para situações emergenciais, promovendo o adequado treinamento para seu uso.
- Aprimorar processo de diluição e acréscimo de soluções de produtos à água e de processo de armazenamento, buscando reduzir e ou eliminar o manuseio desses produtos e instituir métodos adequados de armazenamento.

## 4.3. Produtos Químicos Principais

**São utilizados os seguintes produtos no tratamento da água:**

- **Cloreto Férrico -** $FeCL_3$
- **Cloro -** $CL_2$
- **Dióxido de Cloro -** $CLO_2$
- **Ozônio –** O3
- **Sulfato de Alumínio -** $AL_2(SO_4)_3$
- **Sulfato Férrico -** Fe(SO4)3
- **Sulfato Ferroso –** FeSO4

## 4.4. Controle da Exposição à Intoxicação

- Programa de treinamento em higiene, visando esclarecer sobre os métodos de manuseio e utilização da substância e os riscos à saúde.
- Uso de equipamento de proteção: máscaras faciais, óculos, luvas de borracha, roupa adequada como aventais, mangas compridas e ou mangotes de raspa.
- Dotar os locais com lava olhos, chuveiros e respiradores autônomos em locais com possibilidade de altas concentrações.

## 4.5. Principais Riscos para Saúde Humana

Após penetrar no organismo, os agentes químicos podem provocar uma variedade de efeitos tóxicos, incluindo efeitos imediatos (agudos) ou os efeitos em longo prazo (crônicos), dependendo da natureza do produto químico e da via de exposição. As partes do corpo mais afetadas são os pulmões, a pele, o sistema nervoso (cérebro e nervoso), a medula óssea, o fígado e os rins.

A seguir, apresentação do Quadro de identificação dos riscos relacionados aos principais produtos utilizados no tratamento de água.

**Quadro 2** – Efeitos adversos à saúde humana

| EFEITOS ADVERSOS À SAÚDE HUMANA | |
|---|---|
| **PRODUTOS** | **EFEITOS ADVERSOS** |
| **Ácido Fluossilícico -** H2SiF6 | Pode provocar irritação nos olhos e no aparelho respiratório. Se ingerido pode provocar a morte por hipotensão, choque e parada cardiorrespiratória. Na inalação significativa pode causar pneumonia e edema agudo dos pulmões. |
| **Cloreto Férrico -** FeCL3 | Irritante para o nariz e a garganta; irritante para os olhos; se inalado, causará tosse e dificuldade respiratória. |
| **Cloro –** CL2 | Pode provocar queimadura nos olhos e na pele; venenoso se inalado; pode causar enregelamento; é irritante, sufocante e asfixiante. |
| **Dióxido de Cloro –** CLO2 | Pode causar irritação e queimaduras nos olhos e vias aéreas; pode causar irritação e queimaduras na pele. O órgão americano OSHA (Occupational Safety end Health Administration) determinou que o limite seguro de concentração no ar é de 0,1 ppm para 40 horas semanais de trabalho. |
| **Ozônio –** O3 | Se inalado provoca secura na boca e tosse; pode provocar irritação do nariz, garganta e tórax; irritante para os olhos, causando dor, lacrimejamento e inflamação. |
| **Sulfato de Alumínio –** AL2(SO4)3 | Irritante para o nariz e a garganta; irritante para os olhos; se inalado causará dificuldade respiratória; se ingerido causará náusea ou vômito. |
| **Sulfato Férrico –** Fe(SO4)3 | Irritante para o nariz e a garganta; irritante para os olhos; se inalado causará dificuldade respiratória; se ingerido causará náusea ou vômito. |
| **Sulfato Ferroso –** FeSO4 | Se ingerido causará náusea, vômito ou perda da consciência; provoca vômitos escuros, hematêmese (sangramento pela boca), dores abdominais e diarreia com fezes escuras. |

### 4.5.1. Medidas de Controle

Sempre que forem identificados riscos potenciais à saúde, deverão ser adotadas as medidas necessárias e suficientes para a eliminação, a minimização ou o controle dos riscos químicos existentes nos ambientes de trabalho. Medidas de proteção devem ser adotadas sempre que a concentração dos agentes químicos no ar atinja a metade do valor recomendado com Limite de Tolerância (LT), valor esse denominado “nível de ação”, de acordo com a NR-15, da Portaria nº 3.214/78, do MTE.

As ações devem incluir a adoção de medidas de proteção coletiva e individual, além da realização periódica de avaliações ambientais (medições) para o monitoramento da exposição, o controle médico e as informações aos trabalhadores. Para os agentes químicos, o nível de ação equivale à metade dos limites previstos na NR-15 ou, na ausência destes, os valores de limites de exposição ocupacional adotados pela ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

### 4.5.2. Medidas de Proteção Individual

Quando comprovada a inviabilidade técnica da adoção de medidas de proteção coletiva ou quando estas não forem suficientes, deverão ser utilizados os Equipamentos de Proteção Individual – EPI’s, tais como protetores respiratórios, luvas de proteção – PVC/ látex, aventais, macacão de saneamento, botas de PVC/ borracha, cremes protetores, óculos de segurança, entre outros.

O controle médico para os trabalhadores expostos aos agentes químicos, quando dos exames médicos ocupacionais (admissional, periódico, de retorno ao trabalho, de mudança de função e demissional) devem ser realizados os exames clínicos e toxicológicos, nos moldes previstos no Quadro I da Norma Regulamentadora – NR-7, da Portaria nº 3.214/78, do MTE. O exame clínico deve ser realizado pelo menos anualmente enquanto os exames toxicológicos devem ter uma periodicidade no mínimo semestral.

## 4.6. 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 dos setores de elevatórias, equipamentos de jateamento de areia utilizados para recuperação de hidrômetros e máquinas de aspersão de produtos químicos na represa.
- Vibração, notadamente em centrais de comando de elevatórias, quando essas estão instaladas em pavimento superior ao da casa de máquinas.
- Umidade.
- Situações em que o índice de IBUTG esteja acima do limite de tolerância, tais como trabalho a céu aberto, ambientes sem ventilação adequada.

**Medidas preventivas:**

- Fornecer proteção contra a exposição ao sol para tarefas em postos de trabalho fixos, tais como toldos e guarda-sol com haste flexível.
- Alternar tarefas de modo a reduzir a exposição ao sol.
- Fornecer cremes cutâneos contendo fatores de proteção contra raios ultravioleta “A” e “B”.
- Fornecer anteparos em material incombustível para proteção de trabalhadores circunvizinhos aos trabalhos de solda.
- Realizar dosimetria de ruído, de no mínimo 75% da jornada efetiva de trabalho para avaliar a real exposição de trabalhadores ao risco. Em casos em que ficar comprovada dose maior ou igual a 80 dB(A), deverá instituir o Programa de Conservação Auditiva – PCA. Na impossibilidade técnica de redução da exposição ao ruído, adotar-se-á o uso de EPI.
- Quanto à umidade, deve-se dar ênfase ao exame dermatológico por ocasião de avaliações médicas, assim como a adoção de adequadas medidas de proteção individual.
- Avaliar as condições de conforto térmico, adotando-se medidas tais como alternância de tarefas e fornecimento satisfatório de líquidos.

### 4.7. Riscos de Acidentes

- Explosões em atmosferas contendo metano, tais como em espaços confinados (poços de visita, instalações de registros, tanques de sedimentação esvaziados para reparos). Risco de explosões nos trabalhos em oficinas de manutenção com uso de equipamentos de solda oxi-acetilênica sem adequada inspeção periódica/conservação de cilindros de gases.
- Operação de máquinas ou partes delas (motores em elevatórias, bombas e seus dispositivos mecânicos, principalmente, se acionados inadvertidamente em momentos de manutenção).
- Contusões e quedas (pelas diferenças de nível e umidade no solo).
- Soterramento em obras de construção e reparação de redes de água.
- Choque elétrico em escavações em virtude de contato com redes elétricas subterrâneas energizadas, com equipamentos não aterrados, com partes elétricas desprotegidas de máquinas e equipamentos.
- Picadas de animais peçonhentos na entrada em poços de visita (PV) e em trabalhos de capina de áreas verdes da estação de tratamento de água.
- Afogamento por queda em tanques de tratamento, nas observações rotineiras do setor, nas operações de aspersão de produtos químicos, com utilização de embarcações que não oferecem proteção adequada.
- Traumas por queda de materiais, tais como tubos, manilhas e sacarias nos procedimentos de carga, descarga e armazenamento.

#### 4.7.1. Medidas preventivas

- Averiguar previamente a concentração de oxigênio e a presença de gases tóxicos antes de se adentrar em espaço confinado, providenciando-se insuflação/exaustão mecânica de ar adequada.
- Adequar treinamento dos trabalhadores quanto a medidas de segurança para adentrar em locais confinados, incluindo a suspensão dos trabalhos nos casos em que persistirem condições inadequadas para a execução das tarefas.
- Utilizar corretamente os EPI’s. No caso de trabalhos em poços de visita, utilizar macacão de saneamento.

- Adequar sinalização e isolamento no local das atividades.
- Adotar sistemas de controle que impossibilitem o acionamento inadvertido de máquinas em manutenção.
- Emitir ordem de serviço e/ou procedimentos operacionais a serem adotados para manutenção de máquinas e equipamentos.
- Instalar proteção coletiva nos locais com risco de queda.
- Garantir que as instalações elétricas estejam desenergizadas e com isolamento adequado, mantendo as máquinas aterradas.
- Adotar medidas adequadas ao escoramento de valas e deposição de resíduos delas retirados.
- Realizar inspeção periódica de cilindros de gases em equipamentos de solda oxi-acetilênica, conforme previsão da Norma Regulamentadora 13.
- Fornecer equipamentos contra afogamento, treinando e exigindo o uso.

### 4.8. Riscos Ergonômicos

- Esforço físico na utilização repetida de equipamentos pesados tais como garfos para retirada de resíduos sólidos de maior volume nos setores de tratamento preliminar da água.
- Trabalho noturno nas centrais de controle.
- Esforço repetitivo de digitação para acionar sistema informatizado nos setores de telemarketing, reclamações e atendimento ao público.

#### 4.8.1. Medidas preventivas

- Realizar a análise ergonômica do trabalho contemplando todas as atividades que envolvam riscos dessa natureza, contendo claramente as recomendações a serem adotadas.
- Fazer adequado acompanhamento médico para verificar adoecimento decorrente por trabalho noturno.
- Mecanizar processos de levantamento de resíduos recolhidos em grades de tratamento preliminar de água.
- Instituir rotatividade de tarefas e de pausas em trabalhos com monotonia e repetitividade.

## 5. RECOMENDAÇÕES

Caracterização dos riscos ambientais aos quais os trabalhadores na Estação de tratamento de Água estão expostos.

**RISCOS QUÍMICOS**:

Podem provocar os mais variados efeitos adversos à saúde dos trabalhadores. Recomendamos:

- Instituir Planos de Controle de Emergência para situações de vazamento de produtos tóxicos.
- Elaborar e implementar Programa de Proteção Respiratória (EPR) em conformidade com o Manual do Programa de Proteção Respiratória da Fundacentro (Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho).
- Elaborar programa de treinamento em higiene visando esclarecer sobre os métodos de manuseio e utilização de substâncias químicas e seus riscos à saúde.
- Instituir sistema de ventilação e exaustão em locais com possibilidade de vazamentos de produtos químicos.
- Instalação de chuveiros e lava-olhos em locais com possibilidade de vazamento/exposição a produtos químicos.
- Disponibilizar conjuntos respiratórios autônomos para situações emergenciais, promovendo o adequado treinamento para seu uso.

**RISCOS FÍSICOS:**

São efeitos gerados por máquinas, equipamentos e condições físicas, características do local de trabalho que podem causar prejuízos à saúde do trabalhador.

Ruído: tem como consequências: Cansaço, irritação, dores de cabeça, diminuição da audição, aumento da pressão arterial, problemas do aparelho digestivo, taquicardia e perigo de infarto. Recomendamos:

- Uso obrigatório de protetores auditivos tanto do tipo plugue como do tipo concha, no sentido de minimizar e/ou neutralizar a ação agressiva desse agente nocivo.

Radiações não Ionizantes**:** podem provocar queimaduras, lesões nos olhos, na pele e nos outros órgãos. Recomendamos:

- Uso de cremes protetores contra as radiações ultravioletas.
- Uso de proteção para a cabeça, como por exemplo, bonés e chapéus com abas largas.
- Uso de óculos com lentes escuras para proteção dos olhos.

Vibrações: podem provocar cansaço, irritação, dores nos membros, dores na coluna, doença do movimento, artrite, problemas digestivos, lesões ósseas, lesões dos tecidos moles, lesões circulatórias, etc. Recomendamos:

- Realizar pausas durante as operações no sentido de minimizar a ação nociva da vibração no organismo.

Umidade**: p**ode provocar doenças do aparelho respiratório, quedas, doenças na pele, doenças circulatórias, etc. Recomendamos:

- Uso de botas de PVC, luvas de látex e macacão impermeável.

Calor**: p**ode provocar taquicardia, aumento de pulsação, cansaço, irritação, intermação (afecção orgânica produzida pelo calor), prostração térmica, choque térmico, fadiga térmica perturbações das funções digestivas, hipertensão, etc. Recomendamos:

- Beber muita água, usar vestes leves e confortáveis e realizar pausas em locais bem ventilados.

**RISCOS ERGONÔMICOS:**

Esforço físico, levantamento e transporte manual de pesos, exigências de postura, têm como consequências: cansaço, dores musculares, fraquezas, hipertensão arterial, diabetes, úlcera, doenças nervosas, acidentes e problemas da coluna vertebral.

Trabalho de turno e noturno, ritmos excessivos, monotonia e repetitividade, jornada prolongada, controle rígido de produtividade, outras situações (conflitos, ansiedade, responsabilidade), têm com consequências:

- Cansaço, dores musculares, fraquezas;
- Alterações do sono e da libido e da vida social;
- Hipertensão arterial, taquicardia, diabetes, asma; gastrite;
- Tensão, ansiedade, comportamentos estereotipados.

**RISCOS DE ACIDENTES:**

Ocorrem em função das condições físicas (do ambiente físico e do processo de trabalho) e tecnológicas, impróprias, capazes de provocar lesões à integridade física do trabalhador.

Arranjo físico inadequado, máquinas sem proteção, armazenamento inadequado, animais peçonhentos (aranhas, escorpiões, cobras), ligações elétricas deficientes, têm como consequências:

- Acidentes e desgaste físico excessivo;
- Corte, perfuração, esmagamento de membros;
- Acidentes por estocagem de materiais sem observações das normas de segurança;
- Picadas de animais peçonhentos;
- Choque elétrico, queimaduras, eletrocussão.

## 6. DISCUSSÃO

Percebe-se, pelos resultados obtidos dos riscos ocupacionais e suas recomendações, a necessidade de uma melhor estruturação do SESMT da empresa que, assim como a CIPA, carece de apoio corporativo para o cumprimento de suas responsabilidades.

No caso do SESMT, desenvolver medidas de prevenção de acidentes e controle dos riscos previstos no PPRA da organização, contribuindo para a criação de melhores condições de salubridade nos locais de trabalho, bem como recomendações genéricas para utilização de EPI e aplicação de treinamento, emitindo-se as respectivas ordens de serviço de segurança.

A CIPA por sua vez, através de seus membros, deve participar juntamente com o SESMT, de levantamentos dos riscos ocupacionais a que estão expostos os trabalhadores, buscando medidas para minimizar e ou neutralizar as consequências desses riscos, também analisando as causas das doenças e dos acidentes de trabalho, atividades que lhe são próprias.

## 7. CONCLUSÃO

Com base nesta pesquisa, foi possível concluir que os colaboradores que trabalham na área operacional da Estação de Tratamento de Água Alto da Boa Vista, estão expostos a um elevado número de riscos ocupacionais, o que predispõe esses trabalhadores à ocorrência de acidentes, bem como a doenças ocupacionais.

Ressalte-se a grande responsabilidade do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) no que diz respeito à promoção de um ambiente de trabalho seguro, fazendo-se necessário, uma administração que estabeleça estratégias preventivas e educação prevencionista permanente desses profissionais.

## REFERÊNCIAS

**ACHON, C. L**. **Eco eficiência de Sistemas de Tratamento de Água a Luz dos Conceitos da IS0 14.001.** Dissertação de doutorado USP – 2008.

**AGUIAR, L. A**. Metodologias de Análise de Riscos - APP & Hazop. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: <http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/13179/material/APP e HAZOP.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2012.

**AMORIM, E. L. C.** de. Ferramentas de Análise de Risco. Apostila do curso de Engenharia Ambiental da **Universidade Federal de Alagoas, CTEC**, Alagoas: 2010. Disponível em: < http://pt.scribd.com/doc/71505557/Apostila-de-ferramentas-de-analise-de-risco>. Acesso em: 08 jul. 2012.

**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.

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

**FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA)**. Manual de Saneamento. 3 ed. Revisada. Brasília: Funasa, 2006.

**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.

**MEYER,S. T.** O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cad. Saúde Pública. n**.10, p. 99-110, jan-mar, 1994

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

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

**NETTO, J. M.; RICHTER, C. Tratamento de Água:** tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2001.

**NORMA REGULAMENTADORA - NR-15,** Lei nº 6.514, de 22/12/1977, Portaria nº 3.214, de 08/6/1978, do MTE.

**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.