

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Thaís Fernanda Resende Paula

**ANÁLISE DE RISCOS EM ESTAÇÕES DE
TRATAMENTO DE ÁGUA**

Taubaté – SP

2009

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Thaís Fernanda Resende Paula

**ANÁLISE DE RISCOS EM ESTAÇÕES DE
TRATAMENTO DE ÁGUA**

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Ms Maria Judith Marcondes Salgado Schmidt

Taubaté – SP

2009

THAÍS FERNANDA RESENDE PAULA
ANÁLISE DE RISCOS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Maria Judith Marcondes Salgado Schmidt

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Ms. Carlos Alberto Guimarães Garcez

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Eng. João Alberto Bajerl

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Dedico esta monografia aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado
Ao meu filho que vai chegar. Ele que me dá muita força e já é muito amado.
A meu marido a quem amo muito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que colaboraram na elaboração deste trabalho, aos funcionários das estações de tratamento de água que visitei que foram muito gentis e atenciosos. Aos professores e mestres que me deram as ferramentas necessárias para a realização e conclusão de mais uma etapa de minha carreira profissional. E agradeço também ao meu marido e a meus pais que sempre acreditaram em mim.

RESUMO

Organização Internacional do Trabalho (2001), Higiene Industrial é a ciência da antecipação, identificação, avaliação e controle dos riscos que se originam no local de trabalho, ou que podem por em risco a saúde e o bem estar dos trabalhadores, tendo também em conta sua possível repercussão nas comunidades vizinhas e no meio ambiente em geral. Na operação de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) existem vários fatores que podem ser causadores de acidentes e/ou de doenças relacionadas ao trabalho, fatores que, se previamente constatados e analisados, podem ser controlados, evitando assim danos à integridade física dos profissionais envolvidos no processo preservando portanto, a capacidade do trabalhador e assegurando uma satisfatória qualidade de vida no trabalho. Dentro desse contexto, o presente trabalho buscou conhecer os riscos existentes no processo de tratamento de água através do levantamento de dados em visitas técnicas e da revisão de literatura.

Palavras-chave: Estação. Tratamento. Água. Riscos

ABSTRACT

International Labor Organization (2001), Industrial Hygiene is the science of anticipating, identifying, assessing and controlling risks that arise at work, or which may jeopardize the health and well being of workers, also taking into account their possible effect on neighboring communities and the environment in general. In the operation of a wastewater water treatment plant there are several factors that may be causes of accidents and / or work-related diseases, factors which, if previously recorded and analyzed, can be controlled, thus avoiding damage to the physical integrity of professionals involved in the process thus preserving the ability of workers and ensuring a satisfactory quality of life at work. Within this context, this study sought to know the risks in the process of water treatment through the analysis of data on visits and literature review.

Keywords: Station. Treatment. Water. Risks.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 Distribuição da Água na Terra	13
2.2 Qualidade da Água	16
2.3 Poluição das Águas	18
2.4 Tratamento de Água	19
2.5 Segurança e Medicina do Trabalho	24
2.6 Análise de Riscos	27
2.7 O Setor de Saneamento Básico do Brasil	29
3 MÉTODOS	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Entende-se por saneamento ações que têm a finalidade de atingir a salubridade ambiental em prol da saúde da população. A ele estão associadas questões como, por exemplo, de abastecimento de água, coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos e líquidos.

Para que condições satisfatórias de saneamento básico sejam atingidas é necessário que um grande investimento seja realizado por parte do Governo Federal, fato que implicará em um aumento considerável nos números de trabalhadores que estarão expostos a riscos inerentes ao trabalho em estações de tratamento de água assim como nos demais serviços relacionados ao saneamento ambiental.

Sendo assim o conhecimento sobre os riscos existentes em estações de tratamento de água é de fundamental importância para orientar os trabalhadores quanto à correta execução dos trabalhos em ETAs e para a implantação e/ou adequação de estações de tratamento de água de modo que estejam em conformidade com a legislação vigente que trata de segurança e medicina do trabalho promovendo assim, uma melhora na qualidade dos serviços prestados e em melhora na qualidade de vida dos trabalhadores envolvidos no processo.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é analisar os principais riscos operacionais existentes em estações de tratamento de água e apontar medidas de controle para os riscos identificados. Os aspectos ergonômicos não serão contemplados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A demanda de água vem aumentando conforme seus diversos usos, dentre os quais se destacam: o abastecimento público, os processos industriais e a agricultura. O crescimento desordenado dos centros urbanos e a utilização de áreas para a agricultura próximas às margens de rios e reservatórios são consideradas algumas das principais causas da poluição dos corpos d'água. Isto decorre, por exemplo, pelo lançamento nos rios de águas residuárias domésticas sem tratamento adequado.

As águas presentes na natureza carregam microorganismos patógenos, partículas das inúmeras substâncias com as quais entram em contato ou que para elas são carregados através da chuva e despejos de águas residuárias industriais, domésticas ou agrícolas. Para que estas, ao serem distribuídas à população, atendam aos padrões de potabilidade, sob o ponto de vista físico, químico e bacteriológico, definidos em legislações de saúde pública, faz-se necessário um processo de tratamento para remoção dos poluentes e agentes nocivos à saúde, cuja configuração é função da qualidade do manancial e de suas variações.

O 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.

Para que tais condições sejam atingidas de maneira satisfatória, faz-se necessário um alto investimento no que implicará em um aumento do número de trabalhadores expostos aos riscos inerentes ao trabalho em estações de tratamento de água. Neste contexto justifica-se o aprofundamento do conhecimento sobre riscos operacionais a que estão expostos os trabalhadores deste setor.

2.1 Distribuição da Água na Terra

A água é fundamental para a manutenção da vida, razão pela qual é importante saber como ela se distribui no nosso planeta, e como ela circula de um meio para o outro. A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria

viva: no homem, mais de 60% de seu peso são constituídos por água, e em certos animais aquáticos esta porcentagem sobe a 98%.

Os $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de água disponível existentes na Terra distribuem-se da seguinte forma (SPERLING, 2005).

Tabela 1 – Distribuição da água na Terra (SPERLING, 2005)

Distribuição da água na Terra	
Água do Mar	97,0%
Geleiras	2,2%
Água doce	0,8%
	água subterrânea 97 %
	água superficial 3%
Total	100%

Pode-se ver claramente que, da água disponível apenas 0,8% pode ser utilizada mais facilmente para abastecimento público. Desta pequena fração de 0,8%, apenas 3% representam-se na forma de água superficial, de extração mais fácil. Esses valores ressaltam a grande importância de se preservarem os recursos hídricos na Terra, e de evitar a contaminação da pequena fração mais facilmente disponível. É importante também o conhecimento de como a água se movimenta de um meio para outro na Terra (SPERLING, 2005). A essa circulação dá-se o nome de ciclo hidrológico, que é constituído basicamente por 5 fases principais;

- precipitação
- escoamento superficial
- infiltração
- evaporação
- transpiração.



Figura 1 – Ciclo da Água (USGS)

A água é um bem utilizado pelo homem para sua sobrevivência e melhoria de suas condições econômicas, sociais e comunitárias, quando aliada à boa qualidade, resulta em melhoria na saúde e nas condições de vida de uma comunidade, principalmente através do controle e prevenção de doenças e da preservação de hábitos higiênicos, bem como, no estabelecimento de meios que importam melhora do conforto e da segurança coletiva.

No entanto, a sua utilização racional deve ser criteriosamente avaliada, pois como já visto, a disponibilidade de água doce é limitada, o que significa que se torna imprescindível a preservação e o controle de seu uso. Em termos qualitativos, a água deve ser preservada, a fim de satisfazer as exigências de sua utilização e assegurar a conservação de suas propriedades naturais, já que esta é alvo de constantes ações predatórias do homem, em decorrência da explosão demográfica e do rápido aumento das necessidades na agricultura e na indústria moderna.

Em termos gerais, apenas a água utilizada no abastecimento doméstico e industrial estão freqüentemente associados a um tratamento prévio da água, face aos requisitos de qualidade mais exigentes. No entanto, deve-se lembrar que diversos corpos d'água têm usos múltiplos previstos, decorrendo daí a necessidade da satisfação simultânea de diversos critérios de qualidade. Tal é o caso, por

exemplo, de represas construídas com finalidade de abastecimento de água, geração de energia, recreação, irrigação e outros (SPERLING, 2005).

2.2 Qualidade da Água

O organismo humano necessita de uma quantidade variada de substâncias e elementos químicos indispensáveis à manutenção da vida, tais como carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, enxofre, sódio, cloro, magnésio, etc., que compõem a base química do protoplasma e participam dos processos metabólicos vitais. As águas naturais contêm grande parte das substâncias e elementos facilmente absorvidos pelo organismo, constituindo, portanto, fonte essencial ao desenvolvimento do ser humano, já que cerca de 60% da água utilizada é ingerida na forma líquida. Por outro lado, as águas naturais podem conter organismos, substâncias, compostos e elementos prejudiciais à saúde, devendo ter seu número ou concentração reduzidos (ou eliminados) para o abastecimento público (DI BERNARDO, 2005).

A industrialização e o aumento populacional dos centros urbanos têm intensificado a contaminação dos mananciais, tornando indispensável o tratamento da água destinada ao consumo humano. Apesar de os mananciais superficiais estarem sujeitos à poluição e contaminação decorrentes de atividades antrópicas, também tem sido observada a deterioração da qualidade das águas subterrâneas, o que acarreta sérios problemas de saúde pública em localidades que carecem do tratamento e de sistema de abastecimento de água adequado. Grande parte das doenças que se alastram nos países em desenvolvimento é proveniente da água de qualidade insatisfatória (DI BERNARDO, 2005).

Segundo SPERLING (2005), a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e de atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica.

Em contraposição à qualidade existente de uma determinada água, tem-se a qualidade desejável para esta água. A qualidade desejável para uma determinada água é função do seu uso previsto. São diversos os usos previstos para uma água, em resumo tem-se;

- Qualidade de uma água existente: função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica;

- Qualidade desejável para uma água: função do uso previsto para água.

Não existindo, portanto, na natureza água em absoluta pureza se fez necessário o estabelecimento dos limites máximos aceitáveis para as impurezas nela contidas, de acordo com o fim a que se destina. Nasceu daí o conceito de Padrão de Potabilidade, ou seja, a fixação dos limites aceitáveis de impurezas contidas na água destinada ao abastecimento público.

O padrão de potabilidade pode ser representado através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas, sendo que todos esses parâmetros são de determinação rotineira em laboratórios de análise de água (SPERLING, 2005). É importante ressaltar que esses padrões não se restringem às substâncias que podem causar danos à saúde, eles incluem também as substâncias que alteram o aspecto e o gosto da água, ou causam algum tipo de odor.

As normas e os padrões de potabilidade são definidos para a certificação de que a água não apresente nenhum risco para a saúde humana. Esses padrões representam em geral os valores máximos permitidos (VMP) de concentração de uma série de substâncias e componentes presentes na água destinada ao consumo humano.

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, através da Resolução 357 de 17 de março de 2005, estabelece as condições e padrões de lançamentos. Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe. As águas residuais, após tratamento, devem atender aos limites máximos e mínimos estabelecidos pela referida resolução, e os corpos d'água receptores não devem ter sua qualidade alterada.

Os padrões podem mudar ao longo do tempo, dependendo dos objetivos, da tecnologia e das condições econômicas da sociedade em cada estágio de seu desenvolvimento.

2.3 Poluição das Águas

A água pura é conceito limite, cuja existência é considerada hipotética. A obtenção de água com elevado grau de pureza exige sofisticados equipamentos e técnicas de laboratório, pois mesmo na destilação há passagem de impurezas voláteis e formação de traços de ácido clorídrico provenientes da hidrólise de cloretos existentes na água natural. Ademais, diversos compostos orgânicos e inorgânicos, mais voláteis e menos voláteis, podem estar presentes na água destilada que, mesmo removidos, serão repostos a não ser que o armazenamento não permita o contato com o ar atmosférico, pois a dissolução de gases, como dióxido de carbono, o oxigênio puro e outros, é praticamente instantânea (DI BERNARDO, 2005).

É interessante observar a distinção que se faz entre poluição e contaminação. Para os ecólogos em geral, a poluição decorre de qualquer alteração de natureza física, química ou biológica ou mesmo de regime hidrológico que produza desequilíbrios no ciclo biológico normal, contribuindo para alterar a composição da fauna ou da flora do meio. Os sanitaristas, em geral, consideram a terminologia “poluição natural” e “poluição artificial”. As conseqüências da poluição, como os efeitos diretos da introdução de substâncias ou organismos nocivos, que causam doença ao ser humano, merecem a denominação genérica de contaminação (DI BERNARDO, 2005).

De acordo com a Lei 6938 de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, Poluição é definida como: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Uma conceituação, menos formal, de poluição das águas é: a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de maneira tal que prejudique os legítimos usos que deles

são feitos. Esta definição é essencialmente prática pelo fato de associar a poluição ao conceito de prejuízo e aos usos do corpo d'água, conceitos esses atribuídos pelo próprio ser humano (SPERLING, 2005).

O lançamento descontrolado dos subprodutos inaproveitáveis das indústrias e das outras atividades humanas nos rios, córregos, lagos, praias, baías, etc., leva a prejuízos, ocasionando, no final, a poluição das águas, cujos inconvenientes, podem ser agrupados em dois grupos:

- De ordem sanitária: Improriedade da água para bebidas e banhos, envenenamento e diminuição da flora e fauna superior, contribuindo para o aparecimento de organismos inferiores, muito dos quais patogênicos; possibilidade de agentes tóxicos de natureza química.

- De ordem econômico-social: Desvalorização das terras marginais, eliminação da indústria da pesca, elevação dos custos do tratamento para novo uso da água, danos às estruturas fixas e móveis das massas de água (cais, pontes, embarcações), perigos para a irrigação, eliminação dos esportes náuticos, da pesca e da caça como recreação.

Os problemas que podem nascer da utilização das águas devem ser resolvidos com a finalidade de salvaguardar a água, tanto na sua qualidade quanto na sua quantidade. A conservação destas duas esferas requer o desenvolvimento e o aperfeiçoamento das técnicas de utilização, de recuperação e de depuração dos corpos d'água.

Portanto, é fundamental o gerenciamento das “rotas” da água, incluindo o planejamento, projeto, execução e controle das obras necessárias para a manutenção da qualidade da água desejada em função dos seus diversos usos.

2.4 Tratamento de Água

Como saneamento entende-se como ações que tem como objetivo alcançar a salubridade ambiental e, em decorrência, saúde da população. A ele são associadas as questões de abastecimento de água potável, coleta, tratamento e disposição final de esgoto, varrição urbana, coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos, drenagem urbana e controle de vetores de doenças transmissíveis (NETO, 2006).

A produção de água potável a partir de uma fonte de água com impurezas introduzidas naturalmente ou pela atividade humana implica numa série de tratamentos.

Do ponto de vista tecnológico, água de qualquer qualidade pode ser, teoricamente, transformada em água potável, porém os custos envolvidos e a confiabilidade na operação e manutenção podem inviabilizar totalmente o uso de determinado curso d'água como fonte de abastecimento. Há uma relação intrínseca entre o meio ambiente e as tecnologias de tratamento, isto é, em função da qualidade da água de determinado manancial e suas relações com o meio ambiente, há tecnologias específicas para que o tratamento seja eficientemente realizado.

As estações de tratamento de água de abastecimento têm sido projetadas seguindo um padrão em que a preocupação se atem ao produto final a ser distribuído à população.

O objetivo das plantas de tratamento de água (ETA) é o de eliminar os elementos contaminantes (tratamento higiênico), atendendo as necessidades humanas e respeitando os limites impostos pelas legislações. Para tal é necessário que se consiga que os contaminantes da água convertam-se em resíduos insolúveis (lodos), em líquidos (óleos) ou em gases (nitrogênio), mediante a aplicação de tratamentos apropriados. Há ainda os tratamentos estéticos (correção da cor, sabor e turbidez) e o econômico, para redução da corrosividade, dureza, etc.) (GEAF, 2002).

As estações de tratamento de água são indústrias nas quais a água bruta (matéria prima) deve ser transformada em água potável (produto final) através da aplicação de produtos em operações e processos. Esta indústria é uma das poucas à qual "todos" os seres humanos fazem uso do seu produto. Nos últimos tempos tem-se constatado aumento na demanda que, aliado a sensível piora da qualidade da água bruta, conduz a necessidade de funcionamento eficiente das estações, tanto do ponto de vista técnico quanto do econômico.

Uma estação de tratamento de água (ETA) é basicamente um conjunto de tanques e filtros, onde a água passa, em seqüência, pelos seguintes processos: pré-cloração, pré-alcalinização, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.



Figura 2 – Etapas do Tratamento de Água (web site SABESP)

Os principais reagentes utilizados em uma ETA são: o sulfato de alumínio, sulfato de ferro III, polieletrólitos, cloro na forma gasosa ou como hipoclorito, ozônio, cal, carbonato de sódio e carbonato de cálcio (Richter, Azevedo Netto - 1991).

Portanto o tratamento de água, o processo ocorre em etapas que serão descritos a seguir:

A *pré-cloração* é uma prática realizada em muitos sistemas de tratamento de água visando à remoção/inativação de microalgas e cianobactérias.

Esse processo é realizado assim que água chega à estação, ele destrói os microrganismos e as algas pela adição de cloro à água, mantendo-a livre de contaminação ao longo de todo o tratamento. Essa etapa faz parte do processo de desinfecção. O cloro adicionado à água nesta etapa é mantido ao longo de todo o processo para proteger a água de contaminações, pois a dosagem de cloro pode ter outros benefícios além dos objetivos principais de desinfecção:

- a. pode auxiliar na redução da cor no processo de coagulação;
- b. pode reduzir o potencial para criação de condições sépticas do lodo depositado;
- c. pode reduzir e controlar o crescimento de matérias orgânicas no meio filtrante e nas paredes dos decantadores.

Na estação usa-se o cloro líquido que é fornecido por caminhões tanque com capacidade de 18 a 22 toneladas, O cloro líquido passa para o estado gasoso através dos evaporadores instalados na casa de química, para ser dosado por cloradores de controle automático. O gás cloro é misturado à água tratada e aplicado nos diversos pontos do processo sob forma de ácido hipocloroso (HOCl) preferencialmente.

Pré-alkalinização. Depois do cloro é necessário realizar o ajuste do pH aos valores exigidos para as fases seguintes, este ajuste é feito através da adição de cal ou soda.

Coagulação. Nesta fase tem-se a adição de sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeira, facilitando assim a sua agregação.

A coagulação consiste em reações físico-químicas que ocorrem entre o coagulante e a alcalinidade para formar um precipitado. Como consequência os colóides da água bruta, ficarão desestabilizados, reduzindo ou neutralizando sua carga elétrica. Assim as partículas coloidais estarão prontas para serem agrupadas pela força mecânica ou hidráulica dos flocladores.

O sulfato de alumínio líquido, coagulante utilizado nas ETAs, flui para os dosadores instalados imediatamente junto aos misturadores rápidos. A adição de sulfato de alumínio varia em função da vazão medida na entrada da estação ou pela qualidade da água, mantendo-se a mesma dosagem para qualquer alteração de vazão.

Floculação. Após a coagulação há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas. em tanques de concreto com a água em movimento, as partículas sólidas se aglutinam em flocos maiores. Após a coagulação, as partículas coloidais estão prontas para serem agrupadas pela força mecânica ou hidráulica dos flocladores.

Nos tanques de floculação, o sulfato de alumínio e a cal provocam a aglomeração das partículas que estão em suspensão na água.

Os flocladores estão equipados com unidade de acionamento ou chicanas para transmitir energia à água, mantendo-a em movimento de turbulência relativamente suave. Conforme a água passa pelos flocladores, as partículas de

impurezas colidem com as partículas sólidas suspensas e, aderindo umas às outras, aumentam de tamanho e densidade.

O processo é facilitado pelo movimento contínuo de um sistema de grandes lâminas (ou pás giratórias) que provocam uma leve agitação na água do tanque.

Decantação. Este processo faz com que a água passe por grandes tanques para a decantação dos flocos de sujeira formados na floculação. Por ação da gravidade, os flocos com as impurezas e partículas ficam depositadas no fundo dos tanques, separando-se da água. Após a floculação, observando-se o aspecto da água, ficam evidentes os flocos formados pela agregação das impurezas,

A separação entre o decantador e floculador é feita por uma cortina de madeira ou difusor, evitando assim que se propague para o decantador a turbulência criada no floculador. Obtém-se com isto um movimento laminar com baixa velocidade, permitindo que os flocos sedimentem antes que a água seja coletada pelas canaletas dos decantadores.

Os flocos, ao se depositarem, formam uma camada de lodo que é removida periodicamente quando o *lodo* acumulado começa a alterar a turbidez da água decantada, prejudicando os filtros ou continuamente através de raspadores de lodo.

Filtração. É o processo que permite a remoção das frações de partículas de impurezas e partículas sólidas suspensas na água que não foram removidas no decantador. a água passa por filtros formados por carvão, areia e pedras de diversos tamanhos. Nesta etapa, as impurezas de tamanho pequeno ficam retidas no filtro.

Os filtros usados no processo de filtração são construídos basicamente por uma camada de carvão mineral, uma camada de areia, uma camada de cascalho grosso e pedregulhos. Ao atravessar essas camadas, a água escoar para baixo e é recolhida num canal.

Os filtros são constituídos por meios filtrantes e camada suporte. O meio filtrante normalmente é composto por carvão antracito e a areia (dupla camada), somente areia (camada simples), ou areia grossa (alta taxa ou camada profunda). A camada suporte é formada por pedregulhos em camadas de diferentes granulometrias.

A estas três etapas: floculação, decantação e filtração é dado o nome de clarificação. Nesta fase, todas as partículas de impurezas são removidas deixando a água límpida. Mais ainda não está pronta para ser usada.

Desinfecção. Consiste na destruição de microorganismos patogênicos capazes de causar doenças, ou de outros compostos indesejáveis. Esta fase é dividida em duas etapas a cloração e a fluoretação.

A cloração consiste na adição de cloro, que é um produto usado para a destruição dos microorganismos presentes na água.

A fluoretação é uma etapa adicional, onde compostos de flúor são adicionados às águas de abastecimento público. O produto aplicado a fim de que tenham teor adequado de íon fluoreto, este teor varia de acordo com a temperatura média das máximas anuais.

O objetivo da fluoretação é proporcionar aos dentes, enquanto se processa o seu desenvolvimento, um esmalte mais resistente e de qualidade superior, reduzindo na proporção de 65% a incidência de cárie dentária.

Contudo, deve-se ressaltar que as tecnologias de tratamento sugeridas na literatura são freqüentemente uma simplificação da realidade que visa apenas a servir de orientação, pois a definição da tecnologia dependerá muitas vezes da realização de ensaios em laboratório ou em instalação piloto. Além das questões tecnológicas e da qualidade da água bruta, outros fatores devem ser levados em conta, tais como: condições socioeconômicas da comunidade e posição geográfica que ocupa em relação às regiões desenvolvidas em um mesmo país, capacidade da estação, disponibilidade de recursos próprios ou capacidade de endividamento por meio de financiamento, existência de pessoal qualificado para construção, operação e manutenção: disponibilidade de materiais de construção e de produtos químicos locais ou em regiões próximas: padrão de potabilidade. A escolha de determinada tecnologia de tratamento deve, finalmente, conduzir ao menor custo sem, contudo, deixar de lado a segurança na produção de água potável.

2.5 Segurança e Medicina do Trabalho

"Acidentes ocorrem desde os tempos imemoriais, e as pessoas têm se preocupado igualmente com sua prevenção há tanto tempo. Lamentavelmente, apesar do assunto ser discutido com freqüência, a terminologia relacionada ainda carece de clareza e precisão. Do ponto de vista técnico, isto é particularmente

frustrante, pois gera desvios e vícios de comunicação e compreensão, que podem aumentar as dificuldades para a resolução de problemas. Qualquer discussão sobre riscos deve ser precedida de uma explicação da terminologia, seu sentido preciso e inter-relacionamento (Hammer apud DE CICCIO e FANTAZZINI, 1994)."

Embora a percepção da relação saúde-trabalho permeie a história, os acidentes e doenças decorrentes do trabalho, só despertaram a atenção dos trabalhadores, governantes e sociedade em geral quando, em virtude de seu elevado número e custo, adquiriram dimensões de problema social. Isto se evidenciou com a Revolução Industrial, em que a grande concentração de trabalhadores no espaço restrito das empresas passou a facilitar a divulgação das ocorrências e, principalmente, aproximou todos do sofrimento daqueles que passaram pelo infortúnio e de suas respectivas famílias (NETO, 2006).

Inicialmente a segurança nasceu e prosperou como atividade para fazer frente aos excessos praticados pelas empresas contra a força de trabalho. A preocupação em termos de segurança era totalmente voltada para morte ou lesões incapacitantes permanentes dos trabalhadores. Com o passar do tempo e com os avanços das lutas sociais, os trabalhadores passaram a ser cobertos por seguros e outros dispositivos que os protegia não apenas contra as lesões incapacitantes permanentes mas também pela perda momentânea da capacidade de trabalho. Mais tarde, tiveram atenção especial outras formas de lesões pessoais, inclusive as que não afastavam o indivíduo do trabalho.

O fato das empresas adotarem planos para reduzir as lesões dos trabalhadores não aconteceu de forma voluntária, mas devido à pressão dos altos gastos financeiros oriundos das indenizações e seguros, às reivindicações sociais e à discriminação caso não acompanhassem os novos rumos da segurança. Desta forma, apesar dos avanços, os acidentes que não envolvessem pessoas não tinham valor nenhum, embora muitos destes acidentes possuíssem as mesmas causas ou causas semelhantes aos acidentes com pessoas. O motivo deste desinteresse, talvez fosse devido ao simples desconhecimento do alto índice de ocorrência dos acidentes, bem como dos custos que acarretavam.

Os acidentes eram considerados fatos inesperados, de causas fortuitas e/ou desconhecidas. Esta definição errônea coloca os acidentes, em grande parte, como ocorrências inevitáveis e incontroláveis. Esta constatação leva as pessoas em geral e a organização como um todo, a um estado de inércia frente aos acidentes, sem

que seja tomada nenhuma atitude para sua prevenção. Esta inércia poderia ser explicada por uma conclusão lógica de que sendo o acidente inevitável, nada poderia ser feito para evitá-lo.

Pode-se concluir que na filosofia tradicional as causas fundamentais e básicas dos acidentes não eram atacadas simplesmente por não serem devidamente conhecidas. As pessoas e a estrutura como um todo tinham uma posição passiva, esperando um fato por eles considerado inevitável - o acidente, para só então agir ou melhor, reagir formando equipes para combater emergências sem nenhum caráter preventivo. Pouca ou nenhuma atenção era dada a danos materiais e ambientais que pudessem ocorrer, sendo os acidentes que não envolvessem pessoas considerados como decorrência normal da atividade. Desta forma os custos dos acidentes não eram conhecidos, já que os pessoais são de difícil quantificação e os outros eram aceitos como custos normais de produção. Como decorrência de todo o processo tradicional, os empregados, chefias e supervisão ficavam pouco engajados e pouco comprometidos com as atividades e resultados envolvendo segurança.

Foi graças aos estudos de Heinrich, Bird, Fletcher e depois Hammer que a engenharia de segurança passou a ter um outro enfoque, dando surgimento às doutrinas preventivas de segurança. Segundo esta nova visão, a atividade de segurança só é eficaz quando essencialmente dirigida para o conhecimento e atuação no foco, nas causas dos acidentes, envolvendo para isso toda a estrutura organizacional, desde os níveis mais altos de chefia e supervisão até o mais baixo escalão.

Atualmente os acidentes são considerados como fatos indesejáveis, podendo as causas da maior parte dos mesmos serem conhecidas e controladas. Este controle depende da eficiência das equipes e pessoas envolvidas, ficando tanto a investigação quanto a prevenção aliadas aos materiais e recursos disponíveis e à capacidade, iniciativa e criatividade do pessoal técnico de segurança e da alta administração da empresa.

Hoje, existem modelos que procuram explicar o acidente, mostrando-o como sendo um evento participante de uma cadeia que possui: um antes, um durante e um depois. Conhecendo-se os estágios desta cadeia é possível identificar os pontos de ataque para mudar, controlar ou interromper a cadeia original, com o objetivo de evitar ou reduzir a probabilidade de ocorrência de acidentes e as perdas deles

originárias. Sabe-se que para ser completa e eficaz, a segurança deve nascer e progredir junto com a tecnologia da área. Toda a organização deve estar integrada, e todo trabalho deve ser pensado e planejado com segurança sendo, portanto, a execução segura uma decorrência natural.

Atualmente, organizações de todos os tipos estão sendo, cada vez mais, conscientizadas a alcançar e demonstrar um desempenho satisfatório em relação à segurança e saúde de seus colaboradores. Isso em função de uma mais ampla compreensão das repercussões da segurança que se tem podido chegar, graças às novas metodologias de abordagem sistêmica no assunto, bem como das crescentes exigências de legislação e sindicatos, da preocupação de empresas na busca de maior produtividade e competitividade e da maior conscientização da sociedade em geral quanto à necessidade de melhorar a qualidade de vida no trabalho.

Empregar recursos na melhoria das condições de trabalho dos colaboradores é considerado um verdadeiro investimento pela grande maioria dos empresários de ponta, pois resulta no crescimento qualitativo e quantitativo da produção e na conseqüente elevação dos benefícios para a empresa. Cabe a empresa como um todo, desde a alta administração até os escalões mais baixos buscar a formação e implementação de políticas de gerenciamento de riscos que tornem a mesma competitiva no mercado.

2.6 Análise de Riscos

Para OIT (2001), higiene industrial é a ciência da antecipação, identificação, avaliação e controle dos riscos que se originam no local de trabalho, ou que podem por em risco a saúde e o bem estar dos trabalhadores, tendo também em conta sua possível repercussão nas comunidades vizinhas e no meio ambiente em geral. A higiene e segurança do trabalho transformaram-se, definitivamente, numa função importante nos processos produtivos e enquanto nos países desenvolvidos este conceito já é popularizado, os países em desenvolvimento lutam para implantá-lo.

Os objetivos de um programa de higiene do trabalho consistem em reconhecer, avaliar e controlar os riscos ambientais presentes nos locais de trabalho (Saliba, Corrêa e Amaral, 2002). Delimitado o problema é possível, de forma mais objetiva, formular alternativas para a redução ou eliminação dos efeitos danosos, e

mais facilmente chegar a definição de quais alternativas devem ser realmente implementadas.

A análise de riscos se constitui na pedra fundamental de qualquer programa de segurança do trabalho bem orientado, visto que seu objetivo é descobrir as causas de acidentes, antes que estes tenham se verificado.

A análise de risco deve ser estendida a todas as operações realizadas na empresa, desde as mais elementares até as mais complexas. O serviço de segurança, de preferência com a colaboração do departamento de métodos, e em íntima conexão com supervisores, deve proceder à análise de riscos em todos os departamentos da empresa, pois terá após a conclusão deste trabalho, um quadro global dos riscos de caráter prioritário de acordo com a natureza dos riscos observados.

A análise de riscos de uma operação consiste no desmembramento ordenado desta nas diferentes fases elementares de que ela se compõe, procurando-se descobrir, em cada uma delas, as causas potenciais de acidentes a que se expõe o trabalhador.

Conhecidas todas as causas de acidentes encontradas nas diferentes fases elementares da operação o serviço de segurança estará em condições de propor, de comum acordo com o departamento de métodos, e com o supervisor responsável pela operação o método mais seguro de trabalho, para a execução da mesma. Este método, entretanto, só deve ser considerado aprovado após um período de experiência razoavelmente longo, depois do que modificado ou não, deverá ser adotado pelos empregados desde a fase de treinamento não se permitindo mais a execução da operação senão através do método de trabalho modificado e resultante da análise de riscos.

Os riscos ambientais são definidos pela NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), como sendo “os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho, que em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador”.

Ainda segundo NR 9, consideram-se:

- *Agentes físicos* as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas

extremas, radiações ionizantes, radiações não-ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som (NR 9 – 9.1.5.1).

- *Agentes químicos* as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão. (NR 9 – 9.1.5.2)

- *Agentes biológicos* as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros. (NR 9 – 9.1.5.3)

Sendo que o Limite de Tolerância, definido pela NR -15, é entendido como a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante sua vida laboral.

2.7 O Setor de Saneamento Básico do Brasil

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB – realizada pelo IBGE em 2000, que mostra números relativos aos serviços de redes de água, serviços de limpeza e coleta de lixo, drenagem urbana nos diversos municípios do Brasil. Mais de 100 mil trabalhadores estão envolvidos nas tarefas de abastecimento de água, sendo 77,7% das entidades prestadoras dos serviços e 22,3% contratados ou terceirizados. Dos 60.198 servidores ocupados conjuntamente nos trabalhos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, 82,13% são das entidades que prestam os serviços diretamente e 17,87% contratados ou terceirizados. Em relação a 1989, tais números revelam que houve um acréscimo de 63,16% na força de trabalho no setor. Dos 20.232 servidores ocupados somente em esgotamento sanitário, 83,76% pertencem aos quadros das entidades prestadoras dos serviços e 16,24% são contratados ou terceirizados. O maior contingente de empregados em serviços de saneamento encontra-se na região Sudeste, com 67,5% da força de trabalho. Em seguida, vem a Região Nordeste, com 12,75% e as demais regiões com menos de 10% cada uma (GEAF, 2002).

Os riscos associados a área variam de acordo com o tipo de coleta, transporte e de tratamento, com os produtos químicos porventura utilizados em cada uma das etapas; e com as máquinas, equipamentos, produtos e subprodutos dos

processos de tratamento (Buda, 2004) e todas as medidas deverão ser adotadas afim de eliminar, minimizar ou o controlar os riscos operacionais existentes em uma estação de tratamento de água.

3 MÉTODOS

Para a elaboração deste trabalho, foram realizadas visitas técnicas a duas estações de tratamento de água na região do Vale do Paraíba. Durante essas visitas foram verificadas as fases do tratamento de água e os riscos operacionais em cada etapa.

Além das visitas também foram realizadas entrevistas com os funcionários. Depois destas fases os dados colhidos foram reunidos, analisados e medidas de controle foram sugeridas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados o resultado da análise de riscos de acidentes em estações de tratamento de água e as respectivas medidas de controle sugeridas.

Riscos no Trabalho em Estações de Tratamento de Água – ETA	
<i>Risco de Acidentes</i>	<i>Medidas de Controle</i>
<p>Traumas e contusões, por quedas devido a diferenças de nível, umidade do solo, por quedas de materiais, por exemplo, sacarias, nos procedimentos de carga, descarga e armazenamento, entre outros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Adequação de pisos, estes não deverão apresentar saliências nem depressões que prejudiquem a circulação de pessoas ou a movimentação de materiais (NR 8); * Adotar sinalização adequada; * Quando necessário promover o isolamento de áreas; * Adotar a padronização de procedimentos; * Empilhamento de sacos devem ter altura máxima limitada ao nível de resistência do piso, à forma dos materiais de embalagem e à estabilidade (NR 11); * Atender aos dispostos na NR 11, no que diz respeito ao transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais; * Implantar sinalização adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc;
<p>Afogamento por queda tanques de tratamento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Instalar guarda corpo com grades nas áreas dos tanques de tratamento e demais equipamentos de proteção coletiva (EPC) que possam ser recomendados; * Na impossibilidade da instalação de EPCs adequados, fornecer e exigir o uso de EPIs adequados; * Fornecer EPI e treinamento adequado aos funcionários responsáveis pela limpeza de grades de remoção preliminar de impurezas, manutenção das

máquinas e equipamentos presentes na área de tratamento, especialmente para manutenção de partes submersas;

* Para manutenção de partes submersas utilização de equipamentos adequados de mergulho profissional;

* Para manutenção de partes submersas os funcionários devem ser especialmente treinados para a execução das tarefas e as mesmas devem ser realizadas por pelo menos 2 profissionais;

* Todas as máquinas e equipamentos devem estar devidamente aterrados e isolados de maneira adequada;

* Isolamento de partes vivas, bloqueio do religamento automático,, sinalização, etc.;

* Nos trabalhos de manutenção, garantir o desligamento e desenergização prévio das máquinas e equipamentos, especialmente para as atividades de manutenção realizadas em partes submersas nas áreas dos tanques de tratamento;

* A manutenção de equipamentos elétricos deve ser executada apenas por profissionais, qualificado, habilitados e autorizados;

Choques elétricos

* Elaborar procedimentos operacionais e ordens de serviço a serem executadas nas operações e manutenção de máquinas e equipamentos;

* Nas atividades de manutenção adotar sinalização e isolamento de áreas apropriados;

* Implantar sinalização de segurança adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc;

* Adoção de EPIs adequados e específicos, quando as medidas de proteção coletiva não forem suficientes;

* Realização de exames de saúde compatíveis com as atividades desenvolvidas (PCMSO);

* Funcionários envolvidos em operações de intervenção em instalações elétricas devem ser

	<p>submetidos a treinamentos e reciclagem específicos sobre riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e principais medidas de prevenção à acidentes (NR 10);</p> <ul style="list-style-type: none">* Adotar sistemas de proteção contra incêndio e explosão adequados;* Desenvolver e implantar plano de emergência eficiente e demais medidas de controle e orientações, previstas na NR 10;
	<hr/> <ul style="list-style-type: none">* Inspeção periódica adequada nos cilindros de gases e equipamentos de solda conforme NR 13;* Instalar todos os equipamentos de proteção coletiva necessários para a realização de operações seguras;* Instalação de sistemas de ventilação e exaustão adequados;* Fornecimento de EPIs adequados;* Correto armazenamento, manuseio e conservação dos cilindros de gases;
Risco de explosão em oficinas de solda oxi-acetilênica.	<ul style="list-style-type: none">* Adotar sinalização adequada;* Fornecer treinamento adequado quanto a medidas de segura rotineiras e procedimentos em casos de emergência;* Proibir o fumo.* Adotar sistemas de proteção contra incêndio e explosão adequados;* Implantar sinalização adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc;
Operação e manutenção de máquinas e equipamentos	<hr/> <ul style="list-style-type: none">* Elaborar procedimentos operacionais e ordens de serviço a serem executadas nas operações e manutenção de máquinas e equipamentos;* Adotar a padronização de procedimentos;* Fornecer treinamento adequado aos trabalhadores quanto aos procedimentos; <hr/>

	<ul style="list-style-type: none"> * Adequar as máquinas e equipamentos para evitar o acionamento acidental, a soltura de partes móveis, instalação de dispositivos de segurança, etc de acordo com a NR 12; * Fornecimento de EPIs adequados; * Sinalização e isolamento de áreas quando necessário; * Implantar sinalização adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc; * Atender aos dispostos na NR 12, no que diz respeito a máquinas e equipamentos;
	<hr/> <ul style="list-style-type: none"> * Sinalização de trânsito adequada; * Elaborar normas de circulação interna; * Treinar motoristas e pedestres que circulam na ETA quanto as normas de circulação internas; * Dar treinamento de direção defensiva ao motoristas; * Permitir a entrada somente de motoristas treinados e inteirados com as normas de circulação interna e de segurança do trabalho ETA;
Atropelamento, pelo trânsito de veículos que executam diversos serviços tais como, descarga de produtos.	
	<hr/> <ul style="list-style-type: none"> * Utilizar equipamentos de proteção individual adequados. * Implantar sinalização adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc; * Elaborar e manter uma rotina de controle de artrópodes e roedores;
Picadas de animais peçonhentos nas atividades de capina das áreas verdes das ETAs	

Quadro 1 – Resultados para riscos de acidentes levantados.

A seguir serão apresentados o resultado da análise de riscos físicos em estações de tratamento de água e as respectivas medidas de controle sugeridas.

Riscos no Trabalho em Estações de Tratamento de Água – ETA

<i>Riscos Físicos</i>	<i>Medidas de Controle</i>
Exposição ao Ruído provenientes de máquinas e equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> * Avaliar a real exposição dos trabalhadores ao ruído, afim de reconhecer risco potencial à saúde, através da realização de dosimetria; * Se ficar comprovado que a dose de exposição for superior ao valor limite de tolerância definidos pela NR 15 - anexo 1, estudar e implantar melhor alternativa técnica para a eliminação ou minimização do risco; * Se não houver uma alternativa técnica adequada para eliminação ou minimização do risco, ou esta for inviável adotar o uso de equipamento de proteção individual (EPI) compatível a realidade de trabalho verificada; * Implementar o Programa de Conservação Auditiva (PCA), instruído pela NR 9; * “Sugerir” a realização de exames específicos de audição aos trabalhadores expostos ao ruído no PCMSO. (Sugerir - uma vez que não cabe ao engenheiro de Segurança do Trabalho a elaboração de um PCMSO)
Exposição a Radiação não-ionizante em trabalhos a céu aberto e nos trabalhos de solda	<ul style="list-style-type: none"> * Avaliar as condições de conforto térmico; * Alternar tarefas afim de reduzir a exposição solar. * Fornecer abrigo, ainda que rústicos, que protejam os trabalhadores contra intempéries (NR 21); * Adotar medidas especiais que protejam os trabalhadores contra insolação excessiva, o calor, o frio, a umidade e os ventos inconvenientes (NR 21); * Fornecimento de líquidos de forma satisfatória afim de evitar a desidratação e agravamento do desconforto térmico; * Fornecer cremes cutâneos com fatores de proteção adequados contra raios ultravioletas A e B (o creme de proteção contra raios ultravioletas A e B deve ser prescrito pelo médico do trabalho no PCMSO); * Fornecer equipamento de proteção individual compatível aos soldadores;

	<ul style="list-style-type: none"> * Fornecer anteparos com material incombustível para proteção dos trabalhadores “vizinhos” aos soldadores; * Sugerir o devido acompanhamento médico dos soldadores (PCMSO);
Umidade	<ul style="list-style-type: none"> * Fornecer equipamento de proteção individual adequados; * Sugerir a realização de exames dermatológicos no PCMSO.

Quadro 2 – Resultados para riscos físicos levantados.

A seguir serão apresentados o resultado da análise de riscos químicos em estações de tratamento de água e as respectivas medidas de controle sugeridas.

Riscos no Trabalho em Estações de Tratamento de Água – ETA

<i>Riscos Químicos</i>	<i>Medidas de Controle</i>
Exposição a inseticidas, incluindo organofosforados nas tarefas de manutenção de margens de represas	<ul style="list-style-type: none"> * Promover o acompanhamento médico adequado dos empregados responsáveis pela manutenção de margens de represas (PCMSO); * Realizar programa de treinamentos aos trabalhadores afim de capacitar, esclarecer e ensinar métodos de utilização, manuseio dos produtos químicos manipulados e os riscos à saúde associados aos mesmos; * Elaborar e implantar planos de contingências e controle de emergência para situações de vazamento de produtos tóxicos; * Fornecer EPIs adequados; * Promover treinamentos de situações emergenciais periodicamente; * Melhorar procedimentos de manipulação afim de eliminar ou minimizar ao máximo o risco presente na operação;

	<ul style="list-style-type: none">* Elaborar e implantar planos de contingências e controle de emergência para situações de vazamento de produtos tóxicos;* Instalar EPCs adequados, tais como exaustores, sistema de ventilação, chuveiros, etc.;* Fornecer EPIs e treinamento de uso adequados, tais como conjuntos respiratórios autônomos para situações emergenciais;* Providenciar enclausuramento ou isolamento dos processos, quando possível;* Realizar programa de treinamentos aos trabalhadores afim de capacitar, esclarecer e ensinar métodos de utilização, manuseio dos produtos químicos manipulados e os riscos à saúde associados aos mesmos;
Exposição a cloro gasoso (Cl ₂) na etapa de desinfecção da água	<ul style="list-style-type: none">* Proibir o fumo;* Promover treinamentos de situações emergenciais periodicamente;* Sugerir que seja feito o acompanhamento médico adequado dos empregados (PCMSO);* Melhorar procedimentos de manipulação afim de eliminar ou minimizar ao máximo o risco presente na operação;* Implementar o Programa de Proteção Respiratória (PPR), quando as medidas de proteção coletiva não forem viáveis, instruído pela NR 9;* Instalação de alarmes manual e/ou automático de vazamento de gases;* Implantar sinalização adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc;
Exposição de dióxido de cloro e cloritos nos processos de tratamento de água	<ul style="list-style-type: none">* Elaborar e implantar planos de contingências e controle de emergência para situações de vazamento de produtos tóxicos;* Realizar programa de treinamentos aos trabalhadores afim de capacitar, esclarecer e ensinar

métodos de utilização, manuseio dos produtos químicos manipulados e os riscos à saúde associados aos mesmos;

* Instalar EPCs adequados, tais como exaustores, sistema de ventilação, chuveiros, etc.;

* Fornecer EPIs e treinamento de uso adequados, tais como conjuntos respiratórios autônomos para situações emergenciais;

* Providenciar enclausuramento ou isolamento dos processos, quando possível;

* Proibir o fumo;

* Promover treinamentos de situações emergenciais periodicamente;

* Sugerir que seja feito o acompanhamento médico adequado dos empregados (PCMSO);

* Melhorar procedimentos de manipulação afim de eliminar ou minimizar ao máximo o risco presente na operação;

* Implementar o Programa de Proteção Respiratória (PPR), quando as medidas de proteção coletiva não forem viáveis, instruído pela NR 9;

* Implantar sinalização adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc;

* Instalar EPCs adequados, tais como exaustores, sistema de ventilação, chuveiros, etc.;

* Fornecer EPIs adequados;

Contato com óleos, graxas e solventes em oficinas de manutenção

* Elaborar e implantar planos de contingências e controle de emergência para situações de vazamento de produtos tóxicos;

* Realizar programa de treinamentos aos trabalhadores afim de capacitar, esclarecer e ensinar métodos de utilização, manuseio dos produtos químicos manipulados e os riscos à saúde associados aos mesmos;

	<ul style="list-style-type: none">* Promover treinamentos de situações emergenciais periodicamente;* Melhorar procedimentos de manipulação afim de eliminar ou minimizar ao máximo o risco presente na operação;* Sugerir que seja feito o acompanhamento médico adequado dos empregados (PCMSO);* Implantar sinalização adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc;
	<hr/> <ul style="list-style-type: none">* Instalar EPCs adequados, tais como exaustores, sistema de ventilação, chuveiros, etc.;* Fornecer EPIs adequados;* Sugerir acompanhamento médico específico dos trabalhadores que participam dos processos de jateamento de areia (PCMSO);* Verificar a viabilidade de substituir o método de jateamento de areia por um método que proporcione menor risco, como o jateamento de granalha de aço.
Poeira – durante o processo de jateamento de areia na manutenção de alguns hidrômetros	<ul style="list-style-type: none">* Realizar programa de treinamentos aos trabalhadores afim de capacitar, esclarecer e ensinar métodos de utilização, manuseio dos produtos químicos manipulados e os riscos à saúde associados aos mesmos;* Implantar sinalização adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc;
	<hr/> <ul style="list-style-type: none">* Elaborar e implantar planos de contingências e controle de emergência para situações de vazamento de produtos tóxicos;* Realizar programa de treinamentos aos trabalhadores afim de capacitar, esclarecer e ensinar métodos de utilização, manuseio dos produtos químicos manipulados e os riscos à saúde

Exposição a agentes químicos diversos nos laboratórios de análises.

	<p>associados aos mesmos;</p> <ul style="list-style-type: none"> * Instalar EPCs adequados, tais como exaustores, sistema de ventilação, chuveiros, etc.; * Fornecer EPIs adequados; * Providenciar enclausuramento ou isolamento dos processos, quando possível; * Proibir o fumo; * Promover treinamentos de situações emergenciais periodicamente; * Melhorar procedimentos de manipulação afim de eliminar ou minimizar ao máximo o risco presente na operação; * Sugerir que seja feito o acompanhamento médico adequado dos empregados (PCMSO); * Implantar sinalização adequada, constando rotas de fuga, orientação e divulgação dos números/ramais de serviços de apoio em caso de emergência, dados de advertência, etc;
<p>Exposição ao gás metano na ocasião de esvaziamento de tanques</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Realizar programa de treinamentos aos trabalhadores afim de capacitar, esclarecer e ensinar métodos de utilização, manuseio dos produtos químicos manipulados e os riscos à saúde associados aos mesmos; * Instalar EPCs adequados, tais como exaustores, sistema de ventilação, chuveiros, etc.; * Fornecer EPIs adequados; * Proibir o fumo; * Promover treinamentos de situações emergenciais periodicamente; * Melhorar procedimentos de manipulação afim de eliminar ou minimizar ao máximo o risco presente na operação; * Implementar o Programa de Proteção Respiratória (PPR), quando as medidas de proteção coletiva não forem viáveis, instruído pela NR 9;

A seguir serão apresentados o resultado da análise de riscos biológicos em estações de tratamento de água e as respectivas medidas de controle sugeridas.

Riscos no Trabalho em Estações de Tratamento de Água – ETA

<i>Riscos Biológicos</i>	<i>Medidas de Controle</i>
Contaminação por agentes biológicos encontrados nos Lodos gerados durante o processo de tratamento de água.	<ul style="list-style-type: none"> * Oferecer condições sanitárias adequadas, de acordo com NR 24, e obrigar a lavagem das mãos antes e depois da manipulação dos agentes de risco; * Instalar EPCs adequados, tais como sistemas exaustores, capelas, etc.; * Fornecer EPIs adequados, tais como proteção respiratória, ocular, etc.;
Contaminação por agentes biológicos diversos nas análises microbiológicas laboratoriais.	<ul style="list-style-type: none"> * Adotar a padronização de procedimentos, nos laboratórios todos os procedimentos devem estar escritos e serem de fácil acesso e do conhecimento dos técnicos envolvidos; * Fornecer treinamento adequado aos trabalhadores quanto aos procedimentos; * Elaborar Programa de vigilância em saúde (epidemiológica, sanitária, ambiental e saúde do trabalhador e campanhas de vacinação (PCMSO); * Promover o acompanhamento médico adequado dos funcionários expostos aos agentes biológicos, incluindo exames parasitológicos e microbiológicos (PCMSO);
Contaminação decorrente dos trabalhos de manutenção de partes submersas e de eventual queda acidental nos tanques de tratamento.	<ul style="list-style-type: none"> * Propiciar condições e cuidados para realização de uma higiene pessoal rigorosa; * Fornecimento de uniformes adequados, cuja higienização fica sob responsabilidade da empresa, pois tais uniformes devem ser entendidos como equipamentos de proteção individual; * Fornecer armários separados para o armazenamento do uniforme e da roupa do funcionário; * Realizar programa de treinamentos aos trabalhadores afim de capacitar, esclarecer e ensinar métodos de utilização, manuseio dos produtos manipulados e os

riscos à saúde associados à operação;

- * Proibir manter plantas e alimentos nos laboratórios assim como o consumo de alimentos nos laboratórios;
- * Proibir levar qualquer objeto à boca no laboratório, por exemplo, a pipetagem deve ser feita com dispositivos adequados;
- * Cadeiras e móveis devem ser revestidos com material que não seja absorvente e que possa ser facilmente descontaminado;
- * Todos os resíduos devem ser descartados segundo as normas e técnicas vigentes e em cumprimento ao plano de gerenciamento de resíduos da instituição (NR 32);
- * Desenvolvimento e implantação de plano de contingência e emergência;
- * Acesso ao laboratório deve ser limitado, sendo proibida a entrada de crianças e animais;
- * O laboratório deve apresentar áreas de circulação desobstruídas e livres de equipamentos e estoque de materiais;
- * Adotar sistemas de proteção contra incêndio e explosão adequados;
- * Disponibilizar uma autoclave no interior ou próximo ao laboratório, dentro da edificação, de modo a permitir a descontaminação de todos os materiais utilizados e resíduos gerados, previamente a sua reutilização ou descarte.

Quadro 4 – Resultados para riscos biológicos levantados.

Analisando as informações levantadas durante a execução deste trabalho, foi possível verificar que os trabalhadores de estações de tratamento de água estão expostos a variados riscos de naturezas diversas, riscos que podem ser agravados pela falta de treinamento adequado, despreparo do trabalhador, improvisação na execução de tarefas e excesso de confiança.

A fim de obter maior confiabilidade no sistema, recomenda-se, após a adoção das medidas de controle apontadas, a realização de auditorias, para verificar a efetividade de tais medidas, e correções, adaptações ou até mesmo a mudança das medidas de controle devem ser realizadas com o objetivo de preservar a integridade e a capacidade de trabalho dos trabalhadores das estações de tratamento de água.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que os riscos operacionais existentes em ETAs são passíveis de mitigação através da adoção de estratégias preventivas que contribuam para uma adequada gestão saúde e segurança.

REFERÊNCIAS

BUDA, J. F. **Segurança e Higiene no Trabalho em Estação de Tratamento de Esgoto. Dissertação de Mestrado** – Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. 2004.

CURSO de Engenharia de Segurança do Trabalho: Ministério do trabalho. Fundação Centro Nacional de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho. Vol. 6.

CHORUS, I & BARTRAM, J (1999). **Toxic Cyanobacteria in Water**. E & FN Spon. Londres: 1999, 416p.

DANIEL, L. A. **Processos de Desinfecção e Desinfetantes Alternativos na Produção de Água Potável**. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001.

DE CICCIO, F., FANTAZZINI, M. L. **A identificação e análise de riscos. Revista Proteção - Suplemento especial**, Novo Hamburgo, n.28, abril, 1994

DENTEL, S.K. et.al., **Mechanisms Of Coagulation With Aluminium Salts**. Journal AWWA, April 1988, p.187 -198.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água – Volumes I**. Brasil, São Carlos: Ed. RimMa, 2005.

EPA. **Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual**. United States Environmental Protection Agency: 1999.

GEAF – Grupo Especial de Apoio à Fiscalização no Setor Saneamento e Urbanismo – Ministério do Trabalho e Emprego – Secretaria de Inspeção do Trabalho – Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho. Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico. Novembro de 2002.

HAMMER, Willie. **Product Safety Management and Engineering**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs - NJ, USA, 1993.

HEMÉRITAS, Ademar Batista. **Organização e normas**. São Paulo, Atlas, p.89-104, 1981.

MENEZES, J. S. R.; PAULINO, N. J. A. **Sobre Acidente do Trabalho, Incapacidade e Invalidez**. LTr - São Paulo, 2002.

NETO, J. P. C. **Segurança e higiene do trabalho em estações de tratamento de água**. Brasil, CAMPINAS, 2006.

OIT. **Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo**. Madrid: MTAS, 2001.

OLIVEIRA, W. B. **Programas de segurança baseados na prevenção e controle de perdas**. Curso de segurança, saúde e meio ambiente - CURSSAMA. Petrofertil: setembro, 1991.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J.M. **Tratamento de Água – Tecnologia Atualizada**. São Paulo: Edgard Blücher, 1991.

ROSA, A. A. **Pré-cloração associada à adsorção em carvão ativado em pó e flotação por ar dissolvido na remoção de microcistina presente em três diferentes concentrações em águas provenientes de reservatório eutrofizado**. Brasil, São Carlos: 2008.

SABESP<<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=sabesp&pub=T&db=&docid=600967CDD4F6B9C0832571AE0059F4A4>> Acesso em 07 de novembro de 2009.

SALIBA, T. M.; CORRÊA, M. A. C.; AMARAL, L. S. **Higiene do Trabalho e Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasil, São Paulo: LTR, 2002.

SHERIQUE, J. **Aprenda como Fazer: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – PCMAT, Mapas de Riscos Ambientais – MRA**. São Paulo: LTR, 2002.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos – volume 1**. Brasil ED. IMPRENSA UNIVERSITÁRIA UFMG, 2005.

VIEGAS, C; **Múltiplos Riscos na Atividade** – Revista Proteção. Fevereiro de 2004.

WALDVOGEL, B. C. **Acidentes do Trabalho: os casos fatais a questão da identificação e da mensuração**. Belo Horizonte: Segrac, 2002.

WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Wastewater Desinfection: Manual of Practice FD – 10**. Alexandria VA, USA, 1996.

<http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=1pxhLVxVFHoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=tratamento+de+esgoto+&ots=CfCyDa4C6o&sig=u3KVuI4_Y06eDjfqleoLVMzwmFw#v=onepage&q=tratamento%20de%20esgoto&f=false> Acesso em 05 de novembro de 2009.

USGS<http://images.google.com/imgres?imgurl=http://ga.water.usgs.gov/edu/graphics/watercycleportuguesehigh.jpg&imgrefurl=http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguesehi.html&usg=__276k0IFqecHkzIUA_GKWb8n6h8k=&h=526&w=756&sz=162&hl=pt-BR&start=2&um=1&tbnid=mQalC3erRNYjcM:&tbnh=99&tbnw=142&prev=/images%3Fq%3Dciclo%2Bda%2Bagua%26hl%3Dpt-BR%26rls%3Dcom.microsoft:pt-br:IE-SearchBox%26rlz%3D117ADBR_pt-BR%26sa%3DN%26um%3D1> Acesso em 30 de novembro de 2009.

<http://www.suapesquisa.com/o_que_e/tratamento_agua.htm> Acesso em 07 de novembro de 2009.

<<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000424976>> Acesso em 09 de novembro de 2009.

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000400006&tlng=en&lng=en&nrm=iso> Acesso em 09 de novembro de 2009.

<http://www.editorasaraiva.com.br/EDDID/CIENCIAS/explorando/5_agua_7.html> Acesso em 09 de novembro de 2009.

<http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=355> Acesso em 09 novembro de 2009.

<http://www.daee.sp.gov.br/legislacao/arquivos/745/lei_7750.pdf> Acesso em 10 de novembro de 2009.

<<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/coagulacao.pdf>> Acesso em 11 de novembro de 2009.

<<http://lakh.unm.edu/handle/10229/34054>> Acesso em 11 de novembro de 2009.

<<http://www.buscalegis.ufsc.br/revistas/index.php/buscalegis/article/viewFile/26375/25938>> Acesso em 11 de novembro de 2009.

<<http://www.finep.gov.br/Prosab/livros/CLeverson.pdf#page=140>> Acesso em 11 de novembro de 2009.

<<http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/II-119.pdf>> Acesso em 11 de novembro de 2009.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Cronologia_da_Legisla%C3%A7%C3%A3o_de_Seguran%C3%A7a_e_Sa%C3%BAde_no_Trabalho_no_Brasil> Acesso em 23 de novembro de 2009.

<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/anete/cap2/cap2_ane.htm#2> Acesso em 25 de novembro de 2009.

<<http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/II-119.pdf>> Acesso em 26 de novembro de 2009.

<http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/default.asp> Acesso em 26 de outubro de 2009.

<<http://www.anvisa.gov.br/reblas/diretrizes.pdf>> Acesso em 30 de novembro de 2009.