

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD

KAIQUE GIOVANNI TORRES DE SOUZA

**SAÚDE E SEGURANÇA DE TRABALHADORES EM UMA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO EM RISCOS QUÍMICOS**

DOURADOS - MS

2017

KAIQUE GIOVANNI TORRES DE SOUZA

**SAÚDE E SEGURANÇA DE TRABALHADORES EM UMA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO EM RISCOS QUÍMICOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção.
Faculdade de Engenharia Universidade
Federal da Grande Dourados

Professor Dr^o Rogério da Silva Santos

DOURADOS – MS

2017

KAIQUE GIOVANNI TORRES DE SOUZA

**SAÚDE E SEGURANÇA DE TRABALHADORES EM UMA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO EM RISCOS QUÍMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

Orientador: Prof. Dr. Rogério da Silva Santos

Prof. Dr. Augusto Salomão Bornschlegell
FAEN – UFGD

Prof. Ms. Wagner da Silveira
FAEN – UFGD

Dourados – MS, 07 de abril 2017

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do Projeto do Processo.....	22
Figura 2 – Layout da ETA em Estudo.....	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade.....	10
Quadro 2 - Processos de tratamento da água.....	12
Quadro 3 - Relação Entre o Tipo de Processo Produtivo e o Arranjo Físico Possível.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABHO - Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais)

ASO - Atestado de Saúde Ocupacional

CAT - Comunicação de Acidente do Trabalho

CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

CLT - Consolidação das Leis do Trabalho

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

EAT - Estação de água Tratada

EPI - Equipamento de Proteção Individual

ETA - Estação de Tratamento de Água

FISPQ - Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos

FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBUTG - Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo

INSS - Instituto Nacional do Seguro Social

MOPP - Movimentação e Operação de Produtos Perigosos

NBR - Norma Brasileira

NR - Norma Regulamentadora

OHS - *Occupational Health and Safety*

PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

PVC - Policloreto de polivinila

RAIS - Relação Anual de Informações Sociais

SESMT - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho

SIPAT - Semana Interna de Prevenção de Acidentes no Trabalho

SST - Saúde e Segurança do Trabalho

TLVs - *Threshold Limit Values* - Valor do Limite de Tolerância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Problema.....	11
1.2 Objetivo.....	11
1.2.1 Objetivo geral.....	11
1.2.2 Objetivos específicos	11
1.3 Hipótese.....	12
1.4. Justificativa.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 A qualidade da água conforme a utilização	14
2.1.1 Finalidade nos processos de tratamento de água	15
2.2 Os Processos de Tratamento em ETA's Convencionais.....	16
2.3 Riscos Químicos associados ao processo de tratamento de água	18
2.3.1 Classificação dos Riscos	18
2.3.2 Riscos no Trabalho em ETA's	19
2.4 Conceitos Básicos de Toxicologia.....	21
2. 5 Limites de Exposição Ocupacional	23
2.6 O projeto do processo e sua influência nos riscos ocupacionais	24
2.6.1 Arranjo Físico e Fluxo	26
2.6.2 Tecnologia de processo.....	28
2.6.3 Projeto do Trabalho	28
3 METODOLOGIA.....	30
3.1 Etapa de Coleta de Dados	30
□ Detalhamento de todas as operações envolvidas no processo de potabilização da água.	30
□ Levantamento de todos os produtos químicos utilizados nos processos, formas de exposição dos trabalhadores aos mesmos e demais informações toxicológicas.	30
3.2 Etapa de Tratamento dos Dados Coletados	31
3.3 Etapa de Produção de Resultados e Ordenamento de Conclusões	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1 A ETA em estudo	32

4.1.1 Informações gerais sobre o processo de potabilização	32
4.2 Operações desenvolvidas e utilização de EPI's.....	37
4.3 Exposição dos questionários aplicados	38
4.4 Exposições das análises do material coletado nos questionários.....	39
4.5 Avaliação do projeto do processo	40
4.5.1. Arranjo Físico e Fluxo de Processo	40
4.5.2. Tecnologia do Processo	41
4.5.3. Projeto do Trabalho	41
4.6 Resultados da aplicação dos questionários	42
4.6.1 A empresa e a SST.....	42
4.6.2. Levantamento das condições gerais em que o trabalho é executado	43
4.6.3 Percepção dos riscos químicos	45
4.7 Análises de pontos falhos e soluções propostas	45
5 CONCLUSÃO.....	47
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	49
ANEXO I.....	52
ANEXO II.....	53
ANEXO III.....	56

RESUMO

A obtenção da qualidade da água sempre foi um problema enfrentado pelo homem. O sistema de tratamento de água é uma solução coletiva para tal dificuldade. Ao longo deste tratamento, produtos químicos são incorporados no processo a fim de garantir parâmetros de qualidade estabelecidos pela legislação. Tais produtos apresentam diferentes graus de toxicidade e representam riscos químicos aos operadores das estações. Neste estudo foi elucidada a relação entre acidentes de trabalho com produtos químicos juntamente com as disposições do projeto do trabalho (disposição do arranjo físico juntamente com o fluxo do processo produtivo, bem como a escolha da tecnologia utilizada). A eficácia e eficiência das práticas de SST, no que diz respeito aos riscos químicos, a organização da CIPA e outros fatores atrelados à higiene ocupacional foram examinados a fim de mensurar a integração organizacional da empresa. Todos os dados levantados neste estudo foram obtidos através da aplicação de três diferentes questionários. Os resultados auferidos demonstraram a preocupação da empresa com as boas práticas de SST. A boa relação entre empregados e empresa propicia uma constante melhoria nas práticas operacionais. Isso acarreta na diminuição dos custos com acidentes trabalhistas, garante a eficiência operacional e melhora o ambiente laboral.

Palavras chave: saúde e segurança do trabalho, estação de tratamento de água, risco químico.

ABSTRACT

Obtaining water quality has always been a problem faced by man. The water treatment system is a collective solution to such a difficulty. Throughout this treatment, chemicals are incorporated into the process to ensure quality parameters established by legislation. These products have different degrees of toxicity and represent chemical hazards to the station operators. In this study, the relationship between work accidents and chemicals was illustrated along with the provisions of the work design (layout of the physical disposition herewith the flow of the production process, as well as the choice of the technology used). The effectiveness and efficiency of OSH practices with regard to chemical hazards, CIPA organization, and other factors related to occupational hygiene were examined to measure the company's organizational integration. All the data collected in this study were obtained through the application of three different questionnaires. The results obtained demonstrated the company's concern with good OSH practices. The good relationship between employees and the company provides a constant improvement in operational practices. This means reducing costs related to labor accidents, ensuring operational efficiency and improving the working environment.

Key words: Occupational Health and Safety, water treatment station, chemical hazards.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Manual de Saneamento da Funasa (2004) a água que é fundamental à vida, se encontra presente em proporções elevadas na constituição de todos os seres vivos. O homem sempre se preocupou com o problema da obtenção da qualidade da água e em quantidade suficiente ao seu consumo. Conforme o Guia do Saneamento Básico de Santa Catarina (2008), com o intuito de obtê-la, o usuário pode valer-se tanto de soluções individuais quanto de soluções coletivas. O sistema de abastecimento de água é uma solução coletiva que apresenta as seguintes vantagens: maior facilidade na proteção do manancial que abastece a população; maior facilidade na manutenção e supervisão das unidades que compõem o sistema; e maior controle da qualidade da água.

Visando alcançar os padrões de potabilidade da água estabelecidos na Lei 9.433/1997, os processos de tratamento de água deverão ser escolhidos tendo em vista os usos previstos e também as substâncias encontradas na água do manancial NBR 12216/1992 (item 5.3). Devido à utilização de produtos químicos durante o processo de tratamento, os profissionais da área estão sujeitos a acidentes químicos.

Os acidentes de trabalho podem ser considerados como incidentes provocados por situações adversas nos locais destinados à execução das tarefas diárias. Esses acidentes englobam queimaduras, quedas, cortes e outros males que podem afetar membros e, conseqüentemente, a saúde do trabalhador (Cardella, 2016). Segundo a NR 5,

“A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA - tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador [...] será composta de representantes do empregador e dos empregados, de acordo com o dimensionamento previsto no Quadro I desta NR, ressalvadas as alterações disciplinadas em atos normativos para setores econômicos específicos. ”

O projeto do processo deve estar alinhado às requisições do trabalhador, devendo assim haver um estreitamento nas relações entre projetistas e operadores. Arranjo físico e fluxo, tecnologia de processo e projeto do trabalho possuem decisões diretamente impactantes no que diz respeito à salubridade ambiental e

segurança das instalações, podendo assim ser uma importante ferramenta na prevenção de acidentes (SANTOS *et al*, 2013).

1.1 Problema

Ao longo do tratamento da água, captada de mananciais superficiais (rios, lagos e represas), produtos químicos são incorporados com o propósito de atingir as referências de potabilidade estabelecidas pela legislação.

Estes produtos químicos contêm diferentes graus de toxicidade, e representam riscos químicos para os trabalhadores da área, ora pela exposição crônica (longo prazo), ora pela exposição aguda (curto prazo) - sendo a última frequentemente relacionada a acidentes com produtos químicos. Tais riscos têm a intensidade estreitamente relacionada ao método de operação empregado em determinadas estações, assim como às práticas de SST adotadas pela administração local.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo geral

- Avaliar a eficiência e eficácia das práticas de SST, no que se relaciona aos riscos químicos na ETA estudada associado à eficácia constatada aos métodos produtivos adotados.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar as condições reais para realização do trabalho com produtos químicos na ETA.
- Verificação do cumprimento da legislação da SST, no que diz respeito à utilização e à manipulação de produtos químicos.
- Retrato dos métodos dos trabalhadores.

1.3 Hipótese

Os riscos a que estão submetidos os trabalhadores, decorrem de fatores intrínsecos à atividade laboral exercida, tais como o ambiente de trabalho, intensidade da atividade, tecnologia empregada, os insumos utilizados, capacitação do trabalhador, e juntamente o próprio projeto de trabalho (ou a inexistência deste) do local da produção. O projeto de trabalho é fundamental na organização do processo, uma vez que estabelece a forma como agem as pessoas em relação às suas tarefas, define as expectativas do que é requerido e exhibe ao trabalhador sua contribuição direta para a organização. Em virtude destes fatores, a empresa desenvolve um método de trabalho – cultura organizacional. Segundo Slack et al.(1997), o projeto de trabalho “define a forma pela qual as pessoas agem em relação a seu trabalho”.

Nas situações as quais o projeto do processo não examinou de maneira adequada todas as etapas iniciais do planejamento das atividades a serem desenvolvidas, ou mesmo naquelas em que alguns pontos do planejamento foram negligenciados, estes lapsos durante o projeto, ficam evidentes no processo real em execução.

Neste caso em estudo, procurou-se analisar se foram levadas em consideração durante o projeto do processo, perspectivas de segurança e salubridade ocupacional. Caso a consideração seja positiva, em quais circunstâncias as premissas consideradas se mostraram adequadas à realidade do processo.

1.4. Justificativa

O número de municípios abastecidos com águas tratada em ETA's cresce cada vez mais. Segundo o IBGE (2006), em 2000, no Brasil existiam em torno de 3.413 distritos abastecidos com água tratada em ETA's convencionais, constituindo-se uma das maiores indústrias em relação ao número de pessoas envolvidas direta ou indiretamente em seu sistema produtivo. O pessoal ocupado nos serviços relacionados ao abastecimento de água chegava a 72.910 funcionários, entre pessoal próprio das empresas prestadoras – 54.227 trabalhadores - e contratados/terceirizados – 18.683 obreiros.

De acordo com as estatísticas do Ministério do Trabalho, baseado nas CAT's registradas no INSS e na RAIS, nos anos de 2002, 2003 e 2004 ocorreram 6.700 acidentes no setor de Captação, Tratamento e Distribuição de Água (CNAE 4100). Destes 5.443 foram acidentes típicos e 319 casos de doenças do trabalho. Além da subnotificação dos acidentes, através do não preenchimento da CAT, deve-se levar em consideração que grande parte dos acidentes ocorridos em obras de saneamento podem ter sido registrados em outros CNAE's, tais como de o de empresas prestadoras de serviço (GEAF, 2002).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A qualidade da água conforme a utilização

A qualidade requerida da água varia conforme a finalidade do uso. Pode-se considerar que o uso mais nobre seja representado pelo abastecimento de água doméstico, conforme a Lei 9.433/1997, o qual requer a satisfação de diversos critérios de qualidade, estabelecidos na Portaria n.º 2.914/2011 do Ministério da Saúde. De maneira contrária, o uso menos nobre é o da simples diluição de despejos, o qual não possui nenhum requisito especial em termos de qualidade. Deste modo, variam também, os processos de tratamento, os quais garantem o nível de qualidade pretendido conforme o uso.

Segue abaixo o Quadro 1, no qual o uso da água e seus referentes aspectos de qualidade se associam.

Quadro 1- Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade

Uso geral	Uso específico	Qualidade Requerida
Abastecimento doméstico de água	Consumo humano, higiene pessoal e usos domésticos.	- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde. - Adequada para serviços domésticos. - Baixa agressividade e dureza. - Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor; ausência de micro e macro-organismos).
Abastecimento industrial	A água não entra em contato com o produto (ex. refrigeração, caldeiras).	- Baixa agressividade e dureza.
	A água entra em contato com o produto.	- Varia com o produto.
	A água é incorporada ao produto (ex: alimento, bebidas, remédios).	- Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde. - Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor).
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca.	- Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde. - Salinidade não excessiva.
	Demais plantações.	- Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações. - Salinidade não excessiva.
Dessedentação de animais	-	- Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais aos animais.
Preservação da flora e fauna	-	- Variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se deseja preservar.
Recreação e lazer	Contato primário (contato direto com o meio líquido; ex.: natação, esqui, surf)	- Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde. - Baixos teores de sólidos em suspensão.

	Contato secundário (não há contato direto com o meio líquido; ex.: navegação de lazer, pesca, lazer contemplativo)	- Aparência agradável.
Geração de energia	Usinas hidrelétricas	- Baixa agressividade.
	Usinas nucleares ou termelétricas (ex.: torres de resfriamento)	- Baixa dureza.
Diluição de despejos	-	-
Transporte	-	- Baixa presença de material grosseiro que possa por em risco as embarcações.
Aquicultura	-	- Presença de nutrientes e qualidade compatível com as exigências das espécies a serem cultivadas.
Paisagismo e manutenção da umidade do ar e da estabilidade do clima	Estética e conforto térmico	-

Fonte: Barros (1995)

O controle da qualidade da água é uma medida de grande necessidade, em face da sua importância sanitária e econômica (ABNT NBR 9896/93).

2.1.1 Finalidade nos processos de tratamento de água

Os padrões de qualidade, segundo a ABNT (NBR 9896/93), são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, como por exemplo, concentrações de poluentes, em relação aos quais os resultados dos exames de uma amostra de água são comparados, apurando-se a qualidade da água para um determinado fim. Os padrões são estabelecidos com base em critérios científicos que avaliam o risco para uma dada vítima e o dano causado pela exposição a uma dose conhecida de um determinado poluente.

Os processos de tratamento de água deverão ser escolhidos tendo em vista os usos previstos e também as substâncias encontradas na água do manancial NBR 12216/1992 (item 5.3). A seguir, são citados, no Quadro 2, os processos de tratamento e seus objetivos.

Quadro 2 - Processos de tratamento da água.

Processos		Objetivos
Mais frequentes	Menos frequentes	
Clarificação		- Remoção turbidez, de micro-organismos e de alguns metais.
Desinfecção		- Remoção de micro-organismos patogênicos.
Fluoretação		- Proteção da cárie infantil.
Controle de corrosão e/ou de incrustação		- Acondicionar a água, de tal maneira a evitar efeitos corrosivos ou incrustantes no sistema abastecedor e nas instalações domiciliares.
	Abrandamento	- Redução de dureza, remoção de alguns contaminantes inorgânicos.
	Adsorção	- Remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos, controle de sabor e odor.
	Aeração	- Remoção de contaminantes orgânicos e oxidação de substâncias inorgânicas, como o Fe e o Mn.
	Oxidação	- Remoção de contaminantes orgânicos e substâncias inorgânicas como o Fe e o Mn.
	Tratamento com membranas	- Remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos.
	Troca iônica	- Remoção de contaminantes inorgânicos.

Fonte: Barros (1995)

2.2 Os Processos de Tratamento em ETA's Convencionais

De acordo com a Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde, toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade. O objetivo das plantas de tratamento de água é eliminar os elementos contaminantes (tratamento higiênico), atendendo às necessidades humanas, respeitando os limites impostos pela Lei 11.445/2007, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Para tal é necessário que se consiga que os contaminantes da água se convertam em resíduos líquidos (óleos), gasosos (nitrogênio) ou insolúveis (lodos), este último definido como resíduo sólido conforme a NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004) devendo assim respeitar os preceitos da Lei 12.305/2010 a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Há ainda os tratamentos estéticos

(correção da cor, sabor e turbidez) e econômicos, para redução da corrosividade, dureza, etc.

Segundo o “Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico (2002)”, elaborado pelo Grupo de Apoio à Fiscalização no Setor Saneamento e Urbanismo, do Ministério do Trabalho e Emprego, as etapas que fazem parte do processo de transformação da água em um produto apropriado para consumo são (GEAF, 2002):

- Captação que pode ser superficial (rios, lagos e represas) e subterrânea, com ou sem uso de sistemas de bombeamento.
- Oxidação de metais, como o ferro e o manganês, com o uso de cloro ou similar, para torná-los insolúveis.
- Coagulação, que consiste na desestabilização (neutralização das cargas elétricas) das partículas coloidais possibilitando a sua aglomeração e formação dos flocos. Para tal faz-se a adição de produtos (mais comuns são a cal para controle de pH, o sulfato de alumínio $(Al_2(SO_4)_3)$ e o cloreto férrico como coagulantes primários)
- Floculação realizada em tanques para formação de flocos de impurezas maiores.
- Decantação que consiste na separação dos flocos de resíduos da água que irão para o fundo dos tanques pela ação da gravidade.
- Filtração em sistemas compostos por filtros lentos, rápidos e de pressão, conforme sua velocidade ou pressão. Os filtros são constituídos primordialmente de camadas de antracito, areia e cascalho.
- Desinfecção utilizando-se cal clorada, hipocloritos e mais comumente o cloro como desinfetante, mantendo-se residual do produto para assegurar a ausência de contaminação durante o trajeto por redes e reservatórios até os usuários, já que pode permanecer fonte de contaminação pela formação de biofilmes microbianos. Com o uso de cloro nessa etapa há a formação dos Triahalometanos, cujos limites máximos determinados pela Organização Mundial de Saúde e pelo Ministério da Saúde no Brasil, são os de 0,1 mg/litro (100 microgramas por litro), caso contrário poderão ser maléficos à saúde de consumidores finais do produto.
- Estabilização do pH, por meio da adição de cal à água

- Fluoretação (fluossilicato de sódio) como agente de prevenção de cáries dentárias. São necessários cuidados com a dosagem, caso contrário poderá causar a fluorose.

2.3 Riscos Químicos associados ao processo de tratamento de água

2.3.1 Classificação dos Riscos

Os riscos no ambiente laboral podem ser classificados em cinco tipos, de acordo com a Portaria nº 3.214, do Ministério do Trabalho do Brasil, de 1978. Consta nesta Portaria uma série de normas regulamentadoras que consolidam a legislação trabalhista, relativas à segurança e medicina do trabalho. Deve haver uma CIPA a qual tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho. Conforme a NR 5, tem-se, por riscos, a seguinte classificação:

1. **Riscos de acidentes:** Qualquer fator que coloque o trabalhador em situação vulnerável e possa afetar sua integridade, e seu bem estar físico e psíquico. São exemplos de risco de acidente: as máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado, etc.

2. **Riscos ergonômicos:** Qualquer fator que possa interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador, causando desconforto ou afetando sua saúde. São exemplos de risco ergonômico: o levantamento de peso, ritmo excessivo de trabalho, monotonia, repetitividade, postura inadequada de trabalho, etc.

3. **Riscos físicos:** Consideram-se agentes de risco físico as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, calor, frio, pressão, umidade, radiações ionizantes e não ionizantes, vibração, etc.

4. **Riscos químicos:** Consideram-se agentes de risco químico as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo do trabalhador pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos gases, neblinas, névoas ou vapores, ou que seja, pela natureza da atividade, de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou por ingestão.

5. **Riscos biológicos:** Consideram-se como agentes de risco biológico as bactérias, vírus, fungos, parasitos, entre outros.

2.3.2 Riscos no Trabalho em ETA's

Constam ainda no referente “Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico (2002)”, todos os possíveis riscos de trabalhos em estações de tratamento de água, os quais os trabalhadores estariam expostos:

Riscos Físicos:

- Radiação não ionizante pela exposição ao sol para trabalhos a céu aberto e nos trabalhos de solda em oficinas de manutenção.
- Ruído proveniente de máquinas e equipamentos, especialmente as de setores de elevatórias, roçadeiras de gramíneas, equipamentos de jateamento de areia utilizados para recuperação de hidrômetros, máquinas de aspersão de produtos químicos em represas e lagos.
- Vibração, notadamente em centrais de comando de elevatórias, quando essas estão instaladas em pavimento superior ao de casa de máquinas.
- Umidade.
- Situações em que o Índice de IBUTG esteja acima do limite de tolerância, tais como trabalho a céu aberto, ambientes sem ventilação adequada.

Riscos de Acidentes:

- Explosões em atmosferas contendo metano, tais como em espaços confinados (poços de visita, valas subterrâneas, locais de instalações de registros, tanques de sedimentação esvaziados para reparos). Registre-se ainda o 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.
- Acidentes por atropelamento, pelo desempenho de tarefas em vias públicas.
- Acidentes de trânsito, tais como abalroamento, em atividades externas em que o trabalhador se desloca em veículos particulares ou da empresa.

- Choques elétricos em escavações em virtude de contato com redes elétricas subterrâneas energizadas, com equipamentos não aterrados, com partes elétricas desprotegidas de máquinas e equipamentos. Atentar para a possibilidade de existirem tarefas de manutenção em partes submersas de máquinas elétricas.
- Picadas de animais peçonhentos na entrada em poços de visita e em trabalhos de capina de áreas verdes de estações de tratamento de água.
- Afogamento por queda em tanques de tratamento, nas observações rotineiras do setor e em represas e lagos, 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.

Riscos Ergonômicos

- Esforço físico na utilização repetida de equipamentos pesados tais como garfos para retirada de resíduos sólidos de maior volume como a que ocorre nos setores de tratamento preliminar de água.
- Trabalho noturno nas centrais de controle.
- Trabalho solitário, principalmente em reservatórios, expondo os trabalhadores a atos de violência decorrentes da falta de segurança pública, submetendo-os à possibilidade de adoecimento agudo, situação em que o atendimento emergencial pode retardar-se de modo a comprometer seriamente sua saúde.
- Esforço repetitivo de digitação para acionar sistema informatizado, nos setores de telemarketing/reclamações/atendimento ao público.

No que tange estritamente aos **Riscos Químicos**, objeto de estudo do trabalho, tem-se os seguintes riscos à que estão sujeitos os trabalhadores:

- Poeira em processos de reparação de hidrômetros, pois em alguns locais são utilizados sistemas de jateamento de areia. Atentar para a possibilidade de exposição a amianto nos processos de retirada e recolocação, a seco, de lonas de freio contendo o mineral.
- Exposição a cloro gasoso (CL₂) nos processos de oxidação de metais e na etapa de desinfecção da água. O cloro é previamente dissolvido em menores volumes de água para posterior adição em tanques. O cloro gasoso pode

ocasionar, inclusive em pequenas concentrações, alterações em vias aéreas em consequência da formação de ácido clorídrico. As alterações vão de irritação até a síndrome de sofrimento respiratório do adulto, e ao edema agudo de pulmão em concentrações de 40 a 60 ppm, sendo fatal após 1 hora de exposição a concentrações de 50 a 100 ppm.

- Exposição a dióxido de cloro e cloritos nos processos de tratamento de água.
- Exposição a gás metano em poços de visita e tanques esvaziados para reparos. O metano compete com o oxigênio reduzindo sua concentração no ambiente, representando risco de asfixia, além de poder ocasionar explosão na presença de fagulha ou fonte de ignição.
- Produtos químicos utilizados nos laboratórios de análises. Gases e vapores em setores de manutenção e em laboratórios de análises químicas.
- Contato com óleos, graxas e solventes em oficinas de manutenção e de pintura de veículos e máquinas em geral.
- Exposição a diversos produtos químicos decorrente de inadequações nos processos de diluição, acréscimo de soluções de produtos à água e armazenamento.

2.4 Conceitos Básicos de Toxicologia

Toxicologia é a “ciência que define os limites de segurança dos agentes químicos” (CASARETT, 2007). Segundo Paracelsus (1493-1541) “Todas as substâncias são venenos, não há uma que não seja. A dose correta é que diferencia um veneno de um remédio”.

A toxicologia é a ciência que tem como objeto de estudo os efeitos nocivos decorrentes de interações de substâncias químicas com organismos vivos, cuja finalidade é prevenir o aparecimento destes efeitos, estabelecendo níveis de segurança (dosagem segura) com relação ao uso destas substâncias químicas. De forma mais abrangente, a toxicologia trata da identificação e quantificação dos efeitos adversos associados às exposições a agentes físicos, substâncias químicas e outras condições (KLAASSEN, 2010).

Segundo o “Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas”, elaborado pela FUNDACENTRO, substância química é definida como

“qualquer material com uma composição bem definida que não se consegue separar por qualquer método mecânico ou físico e que mantém as mesmas características físicas e químicas em qualquer amostra obtida”. A classificação de toxicidade diz respeito ao agrupamento das substâncias químicas em categorias gerais de acordo com seus efeitos tóxicos mais importantes, as quais podem ser:

- Aguda;
- Subaguda;
- Crônica;
- Reprodutiva;
- Metabólica;
- Mutagênica;
- Carcinogênica;
- Teratogênica;
- Neurotóxica.

A FUNDACENTRO (2012) ainda classifica as substâncias químicas em sete grupos, em função da ação nociva ao organismo do trabalhador:

Grupo I – Substâncias de ação generalizada sobre o organismo

Grupo II – Substâncias de ação generalizada sobre o organismo, podendo ser absorvidas, também, por via cutânea.

Grupo III – Substâncias de efeito extremamente rápido.

Grupo IV - Substâncias de efeito extremamente rápido, podendo ser absorvidas, também, por via cutânea.

Grupo V – Asfixiantes simples

Grupo VI – Poeiras

Grupo VII – Substâncias cancerígenas

Fisiologicamente, do ponto de vista de sua ação sobre o organismo, os gases e vapores podem ser classificados em: *irritantes primários*, que concentram sua ação irritante ao organismo; *irritantes secundários*, que, apesar de possuírem efeito irritante, têm uma ação tóxica generalizada sobre o organismo; *anestésicos*, atua sobre o sistema nervoso central e; *asfixiantes*, quando há o bloqueio dos processos vitais tissulares pela falta de Oxigênio (MORAES, 2013, p 2618).

Nas pesquisas toxicológicas, um importante indicador é a relação dose-efeito, que é caracterizada através da relação entre a dose e o efeito observado de

forma individual (Turini, 2011). Um aumento na dose poderá aumentar a intensidade do efeito, ou o aparecimento de outro efeito mais grave. Já a relação dose-resposta é caracterizada através da relação entre a dose e a percentagem de indivíduos que apresentam um determinado efeito. Tais relações são muito importantes para a toxicologia, pois nas pesquisas epidemiológicas, são utilizadas para determinar o nexo causal entre o agente e a doença (SILVA; MARINHO, 2000).

Para Turini (2011) o tempo e a frequência com que o organismo permanece em contato com o toxicante são importantes na determinação e intensidade do efeito tóxico, seja para exposição *aguda* (curto prazo) – quando o contato é de curta duração e a absorção do toxicante é rápida – seja para exposição *crônica* (longo prazo) – quando as exposições se repetem durante um longo período de tempo.

Um conceito relevante no estudo toxicológico é o de dosagem efetiva, que é condicionada pelos seguintes fatores: quantidade ou concentração do material; duração da exposição; estado de dispersão; afinidade com o tecido do corpo humano; solubilidade nos fluidos dos tecidos humanos; sensibilidade dos órgãos ou tecidos do corpo humano (FAGUNDES, 2006).

2. 5 Limites de Exposição Ocupacional

De acordo com (PEDROSA, 2011, p. 24)

Países que não desenvolveram seus próprios limites de exposição ocupacional costumam adotar critérios definidos por outras nações. Este é o caso do Brasil, onde limites de exposição importados de outras realidades ganharam status de lei a partir da consolidação das Leis do Trabalho (Lei nº 6.514) (22/12/1977), posteriormente disciplinados através da Norma Regulamentadora nº 15 (NR15), do Ministério do Trabalho, que define entre outras coisas, a insalubridade cabível ao trabalhador exposto (Cordeiro; Lima-Filho, 1995).

No Brasil, a adoção dos critérios e valores se deu por parte da ACGIH (ROSA, 2008).

Fica estabelecido na NR 15 (1978), em seu Anexo 11, para Limites de Tolerância, “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 a sua vida laboral”. Constam nos anexos 11, 12 e 13 da NR-15, substâncias cuja insalubridade é caracterizada por Limites de Tolerância e a

disposição de uma tabela de valores referentes para cada uma (Pedrosa et al, 2011). Caso os valores excedam estes limites estabelecidos, evidencia-se então a insalubridade, proporcionando obrigatoriamente um adicional referente ao salário mínimo, em vigor, ao trabalhador exposto, não necessariamente protegendo assim sua saúde, o que foge dos preceitos da NR 15, uma vez que, no início da Norma, há uma citação referente à proteção da saúde do trabalhador durante sua vida laboral (ROSA et al, 2008).

Para agentes químicos que não possuam Limite de Tolerância estabelecido na NR 15, podem ser utilizados, para controle dos riscos no ambiente de trabalho, os valores adotados pela ACGIH, os TLVs. “A ABHO publica, anualmente, os TLVs da ACGIH, que são uma importante ferramenta de consulta para os técnicos em segurança do trabalho” (PEIXOTO et al, 2013, p 46).

É necessário ressaltar que, conforme especificado no Anexo 11 da NR 15, para jornadas de trabalho que excedam as 48 (quarenta e oito) horas semanais dever-se-á cumprir o disposto no Art. 60 da CLT, no qual se atesta que para prorrogações acima deste limite (48 h semanais), será necessária a licença das autoridades competentes em higiene do trabalho, após exames e verificações dos processos de trabalho.

2.6 O projeto do processo e sua influência nos riscos ocupacionais

De acordo com Slack et al (2006), no nível mais estratégico, projeto do processo significa projetar a rede de operações produtivas que faz produtos e serviços para o consumidor. Em um nível mais operacional, projeto do processo significa o arranjo físico das instalações, tecnologia e pessoal de produção.

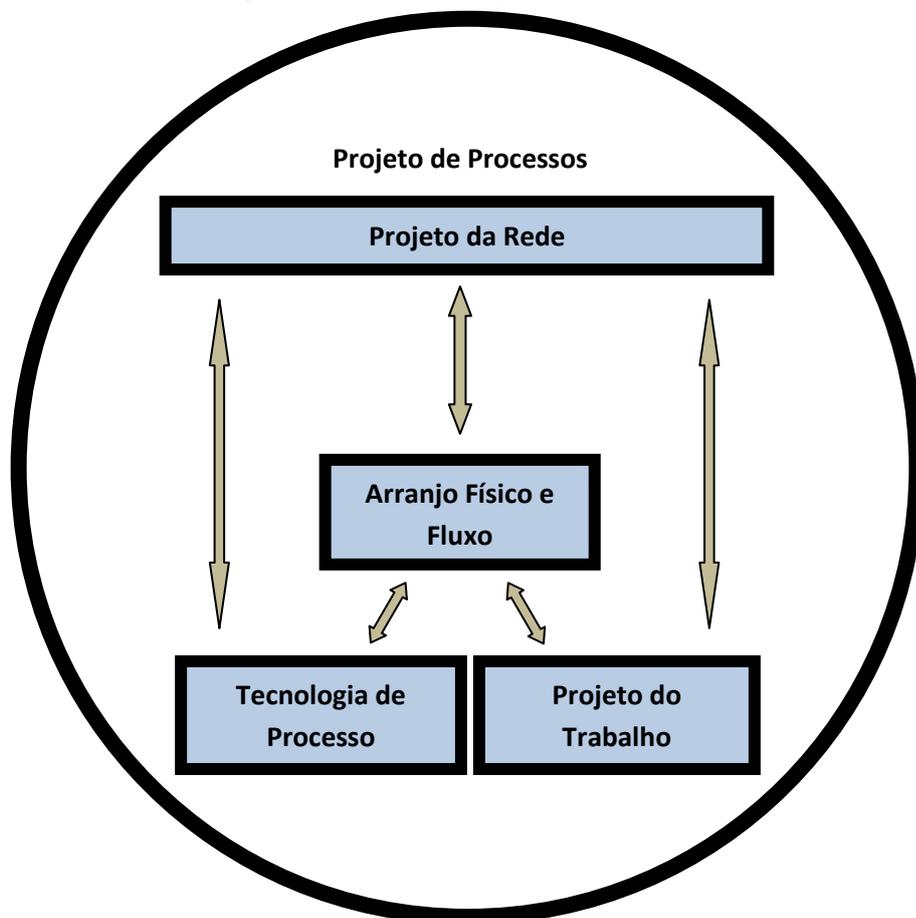
Processos produtivos podem variar conforme o *volume de produção*, desde produzir um volume muito alto de produtos ou serviços (por exemplo, fábricas de calçados) até volumes muito baixos (construção de navios); e a *variedade*, de uma variedade muito alta de produtos ou serviços (por exemplo, produção de filmes) para uma variedade muito baixa (por exemplo, em uma empresa fornecedora de água). O fator preponderante, que determina a escolha dos tipos de processo possíveis de serem adotados, é a relação volume-variedade do produto ou serviço (SLACK et al, 2006, p 100).

As operações de manufatura e serviços têm relação direta com o volume e variedade do produto ou serviço produzido. Ainda segundo Slack *et al.* (2006), no caso de manufaturas, os tipos de processos possíveis, em ordem de volume crescente e variedade decrescente, são os seguintes:

- Processos de projeto
- Processos de jobbing
- Processos em lotes ou bateladas
- Processos de produção em massa
- Processos contínuos

Todo processo produtivo nasce a partir de um *projeto de processo*, cuja obtenção envolve algumas definições, tais como o *projeto da rede* de operações produtivas; a definição do *arranjo físico e fluxo*; a escolha da *tecnologia de processo* e; a elaboração do *projeto do trabalho* (Fagundes, 2006, p 26). A Figura 1 mostra as etapas do projeto do processo.

Figura 1. Etapas do Projeto do Processo



Fonte: Slack *et al.* (2006)

As três últimas definições (arranjo físico e fluxo, tecnologia de processo e projeto do trabalho) possuem decisões diretamente impactantes no que diz respeito à salubridade ambiental e segurança das instalações (SANTOS *et al*, 2013).

2.6.1 Arranjo Físico e Fluxo

O arranjo físico de uma unidade produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. A determinação deste arranjo físico está totalmente condicionada pelo tipo de processo produtivo adotado, apesar de que possam se adequar mais de um arranjo físico para um próprio tipo de processo (Slack *et al*, 2006). O Quadro 3 apresenta os tipos básicos de arranjo físico e os relaciona com os tipos de processos.

Quadro 3 - Relação Entre o Tipo de Processo Produtivo e o Arranjo Físico Possível.

Tipos de processos de manufatura	Tipos básicos de arranjo Físico
Processo por projeto	Arranjo físico posicional
Processo por <i>jobbing</i>	
Processo por <i>batch</i>	Arranjo físico por processo
Processo em massa	Arranjo físico celular
Processo contínuo	Arranjo físico por produto

Fonte: Slack *et al*. (2006)

A produção de água potável, por suas características naturais, se fixa como um processo do tipo contínuo. Este tipo de processo requer o *arranjo físico por produto*. Segundo Slack *et al*.(2006) o arranjo físico por produto envolve localizar os recursos produtivos transformadores segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Desta maneira o produto está inserido num fluxo de processos e ordens previsível. No tratamento da água bruta, por ser um insumo líquido, é imposto que se utilize o arranjo físico por produto, em virtude da precisão de fazê-lo fluir através das várias etapas do processo.

Uma vez definido o tipo de arranjo físico, inicia-se o projeto detalhado do arranjo físico, no qual é definida a localização física de todos os recursos de transformação (instalações, equipamentos, máquinas e pessoal); o espaço a ser ocupado por cada centro de trabalho, assim como as tarefas que neles serão executadas (SLACK *et al*, 2006).

Machline (1990) recomenda a investigação do maior número de fatores que possam influenciar na escolha do layout, pois a lembrança de um fator pode evitar um erro custoso. Muther (1978), citado por Fagundes (2006, p.28), enumera vários fatores que devem ser levados em consideração na seleção do layout, conforme listado a seguir:

1. Facilidade para futuras expansões
2. Adaptabilidade e versatilidade
3. Flexibilidade do arranjo físico
4. Eficiência do fluxo de materiais
5. Eficiência do manuseio de materiais
6. Eficiência de estocagem
7. Utilização de espaços
8. Eficiência na integração dos serviços de suporte
9. Higiene e segurança
10. Satisfação dos empregados e condições de trabalho
11. Facilidade de supervisão e controle
12. Relação com a comunidade e público
13. Qualidade do produto ou material
14. Problemas de manutenção
15. Integração com a estrutura organizacional da empresa
16. Utilização do equipamento
17. Segurança da fábrica
18. Utilização das condições naturais, construções e arredores.
19. Possibilidade de satisfazer à capacidade produtiva
20. Compatibilidade com os planos de longo prazo da empresa

Segundo Tompkins (1996), por se tratar de arranjo físico por produto, as máquinas e equipamentos são alocados de acordo com sequenciamento de operações, as quais são executadas conforme a sequência estabelecida.

2.6.2 Tecnologia de processo

Slack *et al.* (2006) define tecnologia de processo como sendo “máquinas, equipamentos e dispositivos que ajudam a produção a transformar materiais, informações e consumidores de forma a agregar valor e atingir os objetivos estratégicos da produção”.

Algumas questões devem ser consideradas na definição da tecnologia de processo a ser empregada, por exemplo, suas características e benefícios particulares, além de suas diferenças em relação às tecnologias similares (SLACK *et al.*, 2006).

“No que tange aos riscos químicos, a opção de tecnologia de processo, por ser esta responsável pelo modo de inserção e tratamento a ser dado aos insumos utilizados, traz consigo a possibilidade de maximização ou minimização dos mesmos” (FAGUNDES, 2006).

2.6.3 Projeto do Trabalho

O projeto do trabalho define a forma pela qual as pessoas agem em relação a seu trabalho. Posiciona suas expectativas de o que lhes é requerido e influencia suas percepções de como contribuem para a organização. Posiciona suas atividades em relação a seus colegas de trabalho e canaliza os fluxos de comunicação entre diferentes partes da operação. De maior importância, porém, auxilia a desenvolver a cultura da organização – seus valores, crenças e pressupostos compartilhados. É por essa razão que o projeto do trabalho é visto por alguns como o aspecto central do projeto de qualquer projeto de transformação (SLACK *et al.*, 2006).

Slack *et al.* (2006) descreve cinco abordagens para nortear a elaboração do projeto de trabalho, desenvolvidas ao longo da história. A primeira abordagem desenvolvida foi a da *divisão do trabalho*, cujo conceito é dividir o total de tarefas em pequenas partes, cada uma das quais é desempenhada por uma só pessoa (FAGUNDES, 2006).

Outra abordagem é a de *administração científica*. Foi estabelecida, com a publicação do livro de mesmo nome por Frederick Winslow Taylor. Segundo Taylor

(1990), a administração científica, em sua essência, consiste de certa filosofia que resulta em uma combinação de quatro grandes princípios:

- Desenvolvimento de uma verdadeira ciência;
- Seleção científica do trabalhador;
- Sua instrução e treinamento científico e
- Cooperação íntima e cordial entre direção e trabalhadores

A *Ergonomia* preocupa-se primariamente com os aspectos fisiológicos do projeto do trabalho, e isto envolve dois aspectos. Primeiro aspecto lida com a interação entre pessoa e aspecto físico de local de trabalho (mesas, cadeiras, escrivaninhas, computadores e assim por diante); o segundo envolve como a pessoa relaciona-se com as condições de trabalho em sua área direta (temperatura, iluminação, o barulho ambiente, etc). Sendo assim, o termo *Ergonomia*, adotado em grande parte do mundo, é algumas vezes referido como “engenharia de fatores humanos”, ou somente, “fatores humanos” (MARQUES, 2013).

Novamente segundo Slack *et al.* (2006), cronologicamente, a próxima influência sobre a prática do projeto do trabalho aparece nas décadas de 60 e 70, a *abordagem comportamental*. Composta também por conceitos relativos à teoria da motivação, a abordagem comportamental vem para preencher lacunas e suprir necessidades identificadas nas abordagens anteriores, proporcionando projetos de trabalho nos quais os envolvidos tirassem algo positivo de suas tarefas, preenchendo necessidades de autoestima e desenvolvimento pessoal (trabalhador motivado).

Finalmente, temos a abordagem denominada *Empoderamento*, a qual é uma extensão da característica do trabalho de autonomia, ressaltado na *abordagem comportamental* do trabalho. Conforme Slack *et al.* (2006), *empoderamento* é usualmente considerado mais que autonomia, uma vez que autonomia significa dar ao pessoal a *habilidade* de mudar a maneira de executar o trabalho, enquanto *empoderamento* significa dar ao pessoal a *autoridade* para mudar o trabalho em si, assim como na forma em que é executado.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada é de caráter exploratório e baseada em estudo de caso. Este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com a finalidade de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A grande maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2002).

Esta pesquisa em questão dividiu-se em três etapas. As etapas referidas foram: etapa de coleta de dados, etapa de tratamento dos dados coletados, resultados e etapa de produção de resultados e ordenamento de conclusões. Três questionários com diferentes enfoques foram adaptados da dissertação “SAÚDE DE TRABALHADORES EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA: RISCOS QUÍMICOS. ESTUDO DE CASO” de Fagundes (2006), para a obtenção precisa dos dados necessários para o decorrer da pesquisa.

3.1 Etapa de Coleta de Dados

- Detalhamento de todas as operações envolvidas no processo de potabilização da água.
- Levantamento de todos os produtos químicos utilizados nos processos, formas de exposição dos trabalhadores aos mesmos e demais informações toxicológicas.
- Levantamento detalhado das tarefas envolvidas no recebimento, transporte interno, preparo e aplicação de produtos químicos, identificando-se pontos críticos no processo.
- Levantamento das condições reais de trabalho, com relação à disposição de mecanismos de proteção presentes no local.
- Levantamento da estrutura de SST da empresa, em especial o PPRA e o PCMSO, buscando referências e indicações de exposição de trabalhadores a risco químico e ocorrência de acidentes relacionados a produtos químicos.
- Realização de entrevistas com os profissionais envolvidos com a questão da higiene ocupacional, do SESMT e/ou da CIPA, e aplicação de questionário específico.

- Realização de entrevistas com os trabalhadores da ETA, buscando-se avaliar a percepção da exposição aos riscos químicos dos mesmos, aplicando-se questionário específico.
- Avaliação do projeto do processo, em especial no que tange a exposição dos operadores a riscos químicos.

3.2 Etapa de Tratamento dos Dados Coletados

- Exposição das informações obtidas após a aplicação dos questionários.
- Discussão das informações obtidas após a aplicação dos questionários, relacionando os resultados obtidos nos mesmos.
- Apresentação do resultado das avaliações realizadas.

3.3 Etapa de Produção de Resultados e Ordenamento de Conclusões

- Determinação com relação às operações com insumos químicos e os riscos químicos eminentes aos quais os operados estão sujeitos.
- Avaliação/caracterização da eficácia e eficiência da ETA, no que tange às suas condições de trabalho e práticas de SST; e a hierarquização entre ambas.
- Relacionar os resultados obtidos com a organização do trabalho na ETA e os fatores que a determinam.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 A ETA em estudo

Localizada na BR 163, KM 251, saída para Caarapó, em Dourados – MS, a ETA da concessionária Alfa é convencional e possui uma vazão projetada de 1700 (m³/h) operando em seis módulos idênticos. A água captada a fim de ser tratada na estação é oriunda do rio Dourado. Opera em um número total de onze funcionários: dez Operadores de ETA e um Técnico em Saneamento responsável pela ETA em geral (todos admitidos por concurso público). Os operadores dividem-se em 4 (quatro) equipes ocupando os 3 (três) turnos diários de 8 (oito) horas cada, uma vez que o processo é contínuo e não há como parar, havendo assim, revezamentos e combinações de equipes.

4.1.1 Informações gerais sobre o processo de potabilização

O processo de potabilização da água requer das seguintes etapas:

1. Mistura Rápida

O volume d'água bruta, em litros por segundo, captados pela ETA, para o tratamento e purificação, é medido pelas calhas Parshall (medidor de vazão em canal aberto do tipo Venturi). Composta de seção convergente, garganta e seção divergente, nesta onde ocorre a mistura rápida decorrente do ressalto hidráulico. São ainda realizados os parâmetros de água bruta: pH, cor, turbidez e alcalinidade.

2. Flocculação

Flocos decorrentes da mistura rápida seguem para o flocculador (câmara onde se processa a fase de flocculação). A agitação lenta da água coagulada é feita por pás mecanizadas acopladas ao sistema. Realizam-se os parâmetros da água flocculada: cor, turbidez e Ph.

3. Decantação

A água oriunda do processo de flocculação segue para o decantador, retendo, por deposição, os flocos em suspensão. Realizam-se parâmetros da água decantada: Ph, cor e turbidez.

4. Filtração

A água decantada segue o leito filtrante, onde ficam retidas impurezas como: microorganismos, bactérias e matéria orgânica. São realizados parâmetros de água filtrada: ph, turbidez e cor.

5. Desinfecção

Concluídas as etapas, a água segue para uma câmara de contato onde nesta são aplicados: cloro, flúor e cal hidratada para a correção de Ph.

4.1.1.1 Estruturas de tratamento

A água bruta captada do Rio Dourado chega à estação através de bombas. Há o primeiro contato com a torre no início do sistema (com altura superior ao resto do processo) a qual compreende um dosador de sulfato de alumínio e três dosadores de polímero. O sulfato de alumínio principia sua dosagem (por gravidade) e a água, assim, segue para seis módulos de operação idêntica. Em cada módulo há uma calha Parshall (medidor de vazão), dois flocladores, um decantador e um filtro com quatro células.

Cada dosador de polímero alimenta dois diferentes módulos. Dado o início da dosagem do polímero (por gravidade), o primeiro floclador, de agitação rápida, principia seu processo, formando os primeiros flocos, através do contato entre os produtos químicos e as impurezas contidas na água bruta. Para que não haja a ruptura dos flocos estabelecidos, o processo segue para o segundo floclador, de agitação lenta.

Os decantadores, câmara destinada a clarificar a água, são formados por placas oblíquas as quais retêm pelo efeito de deposição, na zona de decantação, 85% a 90% dos flocos em suspensão. Há a limpeza periódica a cada 15 dias para a retirada do lodo depositado.

O processo de filtração é o posterior. A água segue o leito de filtrante percorrendo um filtro dividido em quatro células a fim de retirar qualquer impureza remanescente até então. Vale ressaltar que neste processo não há adição imediata de qualquer produto químico; e os filtros são retrolaváveis.

A água segue então para o processo de desinfecção. Este processo abriga três diferentes dosadores: dosador de flúor, dosador de cloro e dosador de cal

hidratada (os dois primeiros obrigatórios e este último apenas em caso de desconformidade de Ph).

Após a conclusão de todos os processos, a água já dentro dos parâmetros potáveis segue para EAT, onde então é enviada, através de bombas, para os locais atendidos pela empresa.

4.1.1.2 Produtos Químicos

O coagulante utilizado na estação é a solução de sulfato de alumínio granulado, o produto chega até a unidade em carretas com aproximadamente 40 (quarenta) toneladas do produto, divididos em sacos de aproximadamente 40 (quarenta) quilos a unidade. São descarregadas e estocadas pela própria empresa fornecedora contratada, uma vez que os funcionários da fornecedora, responsável pelo transporte da carga, possuem o curso de MOPE, requerido para a função.

Não há contato entre funcionários com o flúor utilizado. Sendo transportado em caminhão tanque, a transferência dá-se diretamente entre o veículo e a dosadora, sendo manipulado novamente por um motorista da transportadora, totalmente credenciado à tarefa. A demanda diária de flúor no processo é de aproximadamente 150 quilos.

A cal hidratada chega à estação em carretas de 20 (vinte) toneladas de produto carregado, divididos em sacos de aproximadamente 30 (trinta) quilos a unidade. São descarregadas e estocadas à mesma maneira como ocorre com o sulfato de alumínio granulado (cada produto estocado em uma ala especial e isolada). A demanda diária de cal no processo é de aproximadamente 60 (sessenta) quilos.

Os cilindros de cloro não ficam armazenados em áreas ventiladas e sim em espécies de berços de alvenaria, separando os vazios dos cheios por marcações indicativas em fitas adesivas, diferenciando os cilindros. Cada cilindro pesa em média 1500 (mil e quinhentos) quilos.

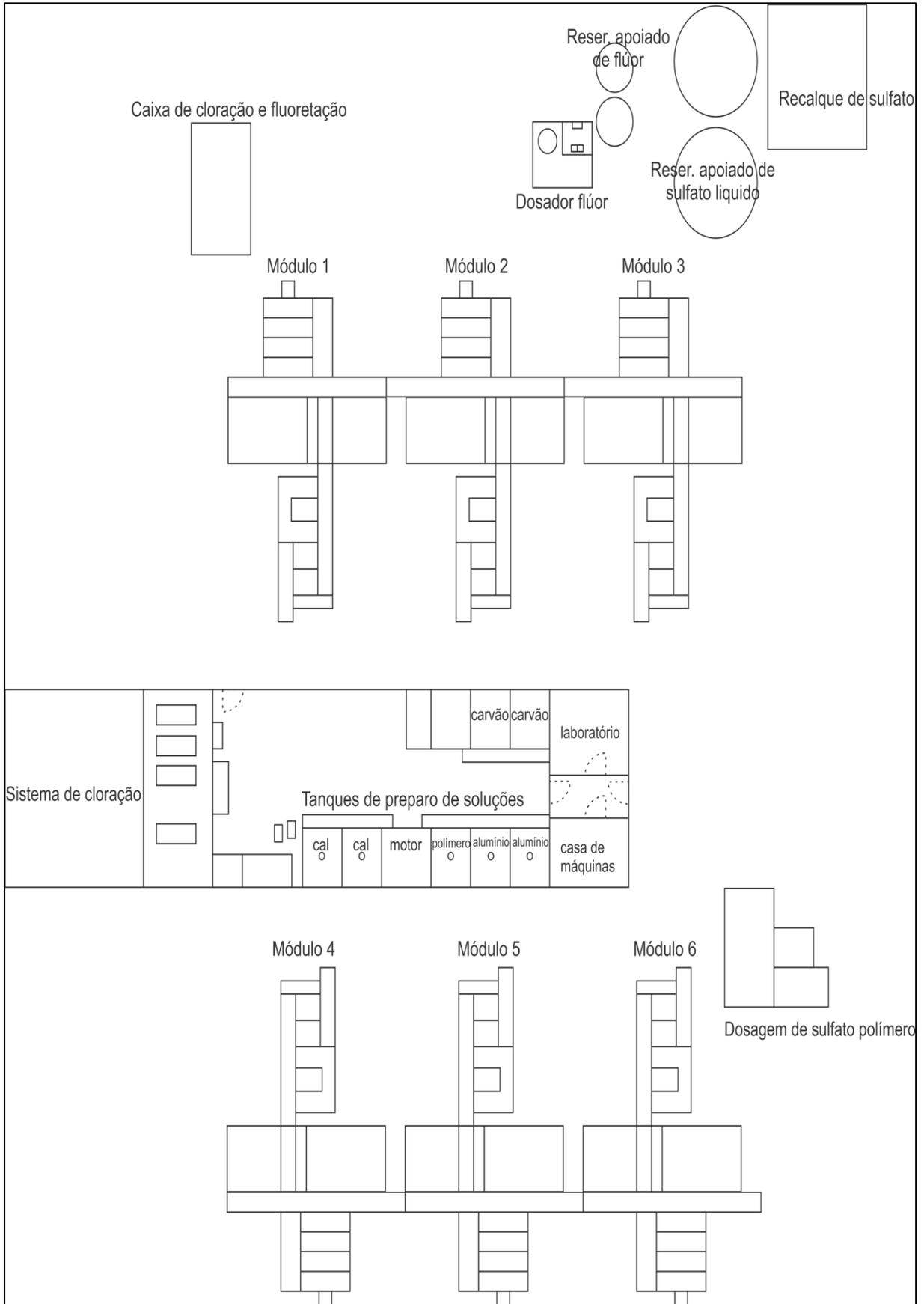
O polímero chega à unidade em caminhões baú por transportadoras contratadas pela empresa. São adquiridos em galões, pesando 30 (trinta) quilos cada. O transporte até a dosadora é feito pelos operadores da estação e o restante ainda não requerido em processo é estocada em uma ala individual na empresa. O

número estocado é baixo, compatível com a quantidade requerida ao dia nos processos.

O carvão ativado, utilizado raramente na empresa, chega à estação em pequenos carregamentos, com quantias específicas com a demanda imediata evitando estoques desnecessários.

A figura 2 mostra a disposição do layout da ETA.

Figura 2 – Layout d a ETA em estudo



4.2 Operações desenvolvidas e utilização de EPI's

Segundo os resultados obtidos nos questionários, os EPI's são distribuídos aos funcionários conforme requerem as seguintes operações:

1. Operações com cal hidratada

O operador entra em contato com a cal hidratada no transporte da cal estocada até os tanques de preparo; na diluição do produto:

- Avental de PVC
- Máscara de poeira com 90% de retenção de impurezas
- Luvas de borracha
- Bota de borracha
- Óculos de segurança

Na limpeza dos dosadores

- Bota-calça
- Luvas de borracha

2. Operação com ácido fluossilícico (flúor)

O operador apenas entra em contato com o produto quando necessária a verificação dos dosadores. Neste caso, utiliza-se de:

- Luvas de borracha
- Avental de PVC
- Óculos de segurança

3. Operações com cloro

As operações com cloro são as que requerem maior grau de treinamento entre os operadores. A troca de cilindros oferece riscos aos quais os funcionários devem estar cientes e preparados, neste caso, utilizando os seguintes EPI's na operação:

- Máscara de rosto inteiro
- Luva acrílica
- Bota de borracha
- Cartucho para vapores orgânicos e gases ácidos

4. Operação com sulfato de alumínio

Na diluição do produto:

- Máscara tipo bico de pato FFP2

- Luva acrílica
- Avental de PVC
- Bota de borracha
- Óculos de proteção

5. Operação com polieletrólito (polímero)

Verificação de dosadores e transporte interno de galões:

- Máscara de queixo
- Luvas acrílicas
- Botas de borracha

6. Operação com carvão ativado

- Macacão de saneamento (completo)
- Máscara de poeira
- Óculos de segurança

Os serviços de limpeza da área externa são designados a uma empresa terceirizada, a qual requer a utilização adequada de EPI's em suas variadas tarefas.

Observações:

- Os EPI's são individuais e catalogados;
- Folha de controle para utilização e reposição dos equipamentos;
- Inventário atualizado de EPI's disponíveis;
- Procedimentos e planos de segurança plenamente estabelecidos;
- Treinamento mensal na troca de cilindros de cloro;
- Funcionários conscientes da necessidade da utilização dos EPI's.

4.3 Exposição dos questionários aplicados

Durante a elaboração do trabalho foram propostos 3 (três) questionários, visando um melhor entendimento acerca do processo implementado na estação. Questões a respeito das condições gerais de trabalho, medidas e cultura de segurança da empresa, assim como a conformidade com o processo proposto, foram questões que compuseram os questionários como um todo.

O primeiro questionário, denominado "A EMPRESA E A SST" foi diretamente aplicado a membros da CIPA, uma vez que estes são os mais inteirados do assunto no local. Questões abrangendo às condições operacionais do SESMT na empresa

atuando ou não juntamente à CIPA, foram indagadas na maior parte do questionário. A conformidade das NR's 6, 7 e 9, no ambiente laboral, foi sondada ainda no mesmo questionário.

O segundo questionário, denominado “LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES GERAIS EM QUE O TRABALHO É REALIZADO” foi diretamente aplicado ao gestor técnico da estação de tratamento. Buscou-se angariar o maior número de informações a respeito do processo em conjunto com o manuseio dos produtos químicos e suas requeridas demandas no sistema visando elucidar pontos críticos durante o processo.

O terceiro e último questionário, denominado “PERCEPÇÃO DOS RISCOS QUÍMICOS” foi diretamente aplicado aos operadores diretos da ETA. Buscou dimensionar como os trabalhadores envolvidos na estação assimilam as condições de segurança do ambiente laboral em que estão inseridos.

4.4 Exposições das análises do material coletado nos questionários

Durante a análise de todas as operações na estação, verificou-se como crítica a seguinte tarefa: troca de cilindros de cloro gasoso. O processo conta com um moderno sistema automatizado de segurança, conhecido no meio como “Guardião do Cloro” (adquirido no intuito de reduzir e eliminar riscos de acidente ou vazamento do produto em até 98%).

O sistema atua em contato direto com a válvula de saída do tanque eliminando o risco de pequenos vazamentos. No caso de algum acidente, o sistema de alimentação é automaticamente encerrado e há o acionamento imediato do alarme de segurança. Além dos fatores de segurança, emite notas sobre o percentual de produto restante, alertando através de sirenes níveis críticos no processo.

Mesmo contando com o sistema guardião, os operadores são submetidos a um treinamento mensal envolvendo a troca e o reparo manual dos cilindros. Neste caso o trabalhador utiliza um “kit de vazamento”, formado por um conjunto de válvulas e materiais vedantes na intenção de substituir qualquer válvula danificada no sistema e conter qualquer vazamento. Entretanto, devido a letalidade do cloro, o operador possui um tempo limitado de exposição – mesmo utilizando todos os EPI's

descritos na seção 4.2 – de no máximo 3 (três) minutos sendo então, obrigado a deixar o local.

4.5 Avaliação do projeto do processo

4.5.1. Arranjo Físico e Fluxo de Processo

O arranjo físico mais adequado a processos contínuos de produção é do tipo arranjo por produto. Os meios de transformação ficam dispostos à forma mais conveniente para transformação do elemento.

Na estação os insumos são transformados na casa de química. A casa fica situada na cota inferior dos dosadores, exigindo assim a utilização de bombas para propiciar a ligação entre os tanques de preparo presentes na cota inferior e os dosadores dispostos na cota superior. É válido ressaltar a existência de bombas suplentes em caso de falha das bombas titulares. Os dosadores atuam por gravidade, sem a utilização de bombas propulsoras.

O fato de a água bruta chegar à estação num ponto próximo à casa de química propicia uma ação rápida dos dosadores.

Na parte interior dos módulos de tratamento, o processo de potabilização da água ocorre em grande parte por intervenções mecânicas no sistema. A posição de entrada e saída (ascendente e descendente) do fluxo de água entre os floculadores, decantadores e filtros propicia uma efetiva atuação do sistema no que tange a contenção de impurezas sólidas.

A área de estocagem dos insumos utilizados é de caráter individual, separando os diferentes produtos.

Apesar do fluxo adotado na empresa ter sido considerado apropriado ao sistema e ajustado à NBR 12216/1992, algumas questões de caráter toxicológico e ergonômico mostraram-se reversas.

No preparo da diluição, apesar de não haver contato entre os operadores até o transporte da cal aos estoques, há o transporte direto dos fardos de cal hidratada por parte dos operadores, do estoque aos tanques de preparo na casa de química. Ao chegar ao tanque de preparo (o qual não possui guarda corpo) o operador eleva o fardo acima de sua cabeça, retira o invólucro e despeja a porção toda no tanque.

Nessa operação há o risco eminente de queda do operador e/ou do fardo, sendo assim, o risco de intoxicação do funcionário através do contato direto com o produto.

4.5.2. Tecnologia do Processo

O processo da ETA utiliza em sua maioria de equipamentos convencionais com índice médio de automação. Nas operações onde a dosagem é requerida, o fluxo entre os dosadores e os módulos dá-se por gravidade, uma vez que os dosadores estão localizados a uma altura superior a todos os setores. Devido a este fato, a transmissão entre os tanques de preparo da casa química (alumínio e cal hidratada) e os dosadores ocorre através de bombas, as quais estão localizadas entre ambos os tanques.

A diluição da cal hidratada é uma das operações que atuam com pouco auxílio tecnológico. O sistema de exaustão que garantia a qualidade do ar na operação passou a não ser tão válido após a reforma interrompida do local. O fato é que uma empresa foi contratada para aferir as novas condições do ar. O resultado da análise ainda não foi entregue.

O controle dos níveis de dosagem é totalmente automatizado, assim como o controle de vazão dos cilindros de cloro. Além de contar com um sistema eficiente de trilho e talha para içamento dos cilindros, o processo como um todo é controlado por sistemas automatizados. O sistema guardião da segurança, referência na área, é utilizado no processo, garantindo uma maior segurança aos operadores e diminuição dos riscos de vazamento.

Com relação aos processos ocorridos nos módulos, as taxas de polímero necessárias para manutenção do sistema equilibrado são designadas pelos funcionários ao longo do dia, através de verificações visuais, devido à diferenciação da água bruta obtida durante o dia.

4.5.3. Projeto do Trabalho

O projeto de trabalho da ETA é consideravelmente influenciado pelo arranjo físico e pela tecnologia do processo vigentes. Apesar deste cunho de projeto estabelecido, o sincronismo entre operadores e CIPA, ao longo do tempo,

corroborou para a melhoria dos aspectos ergonômicos e conseqüentemente diminuição dos riscos com produtos químicos.

A atuação de uma forte política de SST direciona as melhorias nos setores. O SESMT agindo em conjunto com os demais departamentos da empresa, na busca da garantia das observações requeridas pelos funcionários, enriquece a segurança no ambiente de trabalho. Ora por reivindicações nos setores ora pelo oferecimento de treinamentos. Vale ressaltar que o PPRA da unidade é executado pela própria comissão interna da empresa.

Outro ponto positivo na estação é a descarga das carretas de insumos. São propiciadas por profissionais contratados, garantindo a segurança dos funcionários da empresa contratante e deixando o trabalho mais dinâmico.

A modernização no sistema de distribuição do cloro gasoso propicia uma maior segurança. Sendo considerada uma tarefa crítica do processo de potabilização da água, a troca, assim como o controle dos níveis do cilindro, dá-se por automação.

Os procedimentos operacionais são estabelecidos por manuais na empresa. Apesar desta definição formal, o *modus operandi* não necessariamente pode ser considerado como ideal, tendo sim como via positiva, a uniformidade no trabalho executado.

4.6 Resultados da aplicação dos questionários

4.6.1 A empresa e a SST

O questionário foi aplicado juntamente ao atual Presidente da CIPA.

O SESMT é totalmente incorporado à empresa. A atuação dá-se através de ordens de serviço estabelecidas no planejamento inicial, havendo também total comprometimento com as recomendações da CIPA. O serviço conta com a ação de 1 (um) Engenheiro de Segurança do Trabalho, 1 (um) enfermeiro, 1 (um) médico do trabalho e 3 (três) gestores de segurança.

A CIPA conta com a atuação ativa de funcionários de todas as áreas da empresa. Integração fundamental para abrangência das recomendações da comissão. Conta com reuniões mensais (em geral, na última quarta-feira do mês) para verificação do cumprimento de atribuições propostas (alterações nos mapas de

riscos, planos de trabalho, avaliação do cumprimento de planos e metas, colaboração no PPRA e PCMSO, planejamento do SIPAT, entre outras questões). Apesar da extensão da CIPA pela empresa, não há integração com qualquer CIPA das empresas terceirizadas.

A empresa utiliza um processo de seleção de EPI visando obter o mais indicado para a específica tarefa. Os trabalhadores recebem de imediato, quando admitidos, treinamentos acerca do manuseio de EPI's que lhe serão contemplados conforme suas respectivas funções. Treinamentos posteriores ocorrem tanto na aquisição de novos EPI's quanto na alteração do plano de trabalho. A criação de uma folha de controle de EPI's juntamente com um inventário propiciou a diminuição no extravio de equipamentos.

Com relação ao PCMSO, é obrigatória a realização anual de uma bateria de exames propostos pelo programa. Uma das exigências requeridas pelos operadores de ETA aos responsáveis pelo PCMSO foi a utilização de protetores auriculares dentro da estação. É feita a emissão do CIAT antes do CAT nos casos de doenças profissionais e quando necessário, é realizado o encaminhamento à Previdência Social.

A elaboração do PPRA é feita em total colaboração entre os trabalhadores na empresa. Anualmente a matriz da empresa dispõe o PPRA e alterações pontuais são permitidas. Ultimamente o planejamento anual vem sofrendo intempéries devido aos serviços concedidos, sob licitações, às empresas terceirizadas.

4.6.2. Levantamento das condições gerais em que o trabalho é executado

Questionário aplicado ao técnico geral de saneamento da estação.

As questões serviram para elucidar sobre os procedimentos adotados em relação aos produtos químicos utilizados nos processos locais, no que diz respeito, principalmente, ao transporte e manuseio dos insumos.

Não há distinção na maneira em que chegam à estação. Todos vêm através de fretes e são descarregados e estocados no local pelos próprios motoristas da empresa contratada, os quais possuem veículos identificados e treinamento necessário para a função.

Todos os trabalhadores da estação são treinados para desenvolverem suas tarefas. Não existe qualquer problema com o maquinário local que esteja causando vazamento (problemas em válvulas, bombas e outros equipamentos).

De uma maneira geral, as condições de trabalho são positivas, o ambiente é bem ventilado, as operações na casa de química são realizadas sob exaustão e o programa de reciclagem de embalagens utilizadas, adotado na estação, auxilia na manutenção da organização do ambiente laboral evitando que se acumulem quantidades excessivas de lixo no local.

Todas as recomendações de segurança envolvendo o manuseio de produtos químicos estão devidamente asseguradas no local. O piso da empresa é antiderrapante e sem desníveis, escadas sinalizadas, chuveiro de emergência e sistema lavador de olhos em plena condição de funcionamento e os EPI's em perfeito estado e disponíveis ao uso.

4.6.2.1 Questões específicas por produto químico

COLORO

Tanto os cilindros de cloro cheios quanto os vazios, ocupam o mesmo a mesma área de armazenamento, a qual é propriamente ventilada e protegida da luz solar. A circulação de pessoas é proibida no local. A inspeção de vazamento nas linhas de cloro é feita diariamente e caso o vazamento seja constatado, kits de emergência para a contenção destes sinistros estão disponíveis no local.

SULFATO DE ALUMÍNIO

Apesar de o estoque ser separado da cal hidratada, há uma proximidade muito grande entre os tanques onde são preparados os produtos na casa de química.

CAL HIDRATADA

Há a troca de roupa após a realização das tarefas. As embalagens são encaminhadas para reciclagem.

4.6.3 Percepção dos riscos químicos

Questionário aplicado aos operadores da ETA.

Todos receberam treinamentos sobre riscos químicos e percebem claramente a relevância dos tais, principalmente no que diz respeito à necessidade de utilização dos EPI's.

Devido à paralisação da obra de reforma da estação (problemas de gestão na empresa contratada), as condições gerais de segurança no trabalho que outrora eram consideradas ideais passaram a oferecer riscos. Algumas vias de acesso ficaram intransitáveis, canteiros de obra inutilizáveis dispersos pela estação e algumas bombas e casas de máquinas sem serem finalizadas. Entretanto, o ponto gritante que marca a falta de competência da empresa contratada e a falta de fiscalização e coordenação da obra por parte da empresa contratante é a obstrução do sistema de exaustão. Um novo forro foi construído na casa de química sob o sistema de exaustão, bloqueando totalmente o sistema, tornando-o totalmente inútil. A qualidade do ar não está mais garantida e a empresa contratou uma consultoria a fim de aferir as novas condições do ar.

Mesmo levando em consideração as recentes falhas proporcionadas pela empresa contratada, não isentando de culpa a empresa contratante, todos os operadores entrevistados consideraram o ambiente de trabalho confortável e negaram apresentar qualquer sintoma indesejável ao permanecer no recinto. Vale ressaltar que a empresa deverá tomar providências caso a qualidade do ar não esteja garantida nos parâmetros ideais de trabalho.

4.7 Análises de pontos falhos e soluções propostas

Com relação ao Arranjo Físico e Fluxo

- Há o contato entre o operador e a cal hidratada no momento do transporte do produto, do estoque até o tanque de preparo. O transporte por esteira amenizaria o esforço do operador, diminuindo assim o risco ergonômico.
- Sistema de exaustão obstruído havendo apenas a ventilação natural no local a qual não se mostra eficiente. A empresa deve elaborar um novo sistema de exaustão que garanta novamente a qualidade requerida do ar.

- Tanques de preparo apresentando falhas estruturais nos parapeitos de proteção. Deve haver uma reforma urgente destas proteções para diminuir o risco de acidentes.
- Áreas intransitáveis ou de difícil acesso devido à paralisação das obras potenciando o risco de acidentes.

Com relação à Tecnologia do Processo

- Apesar da automação em alguns setores da estação, o processo da ETA utiliza, em sua maioria, de equipamentos convencionais com índice médio de automação. Este fato possibilita um maior contato entre os trabalhadores e os agentes químicos dispersos no ambiente.
- A utilização de um sistema automático de troca de cilindros esgotados reduziria ainda mais o risco de acidentes na operação.

Com relação ao Projeto do Trabalho

- A operação de diluição da cal hidratada deveria ocorrer mais próxima do fim do expediente, favorecendo a higiene imediata e a retirada do trabalhador da área contaminada.
- Apesar dos treinamentos ocorridos no momento de admissão dos operadores estes apontam como ponto negativo a falta de treinamentos recorrentes e palestras. A empresa deve assegurar que os trabalhadores estejam capacitados para desempenhar suas funções.
- Deve haver maior rotação nas atividades. Alguns operadores relatam que são responsáveis pelas mesmas tarefas não havendo rodízio definido entre eles. Isto intensifica a exposição destes aos agentes químicos, principalmente nos processos envolvendo a cal hidratada.

5 CONCLUSÃO

Foi percebido durante o desenvolvimento deste estudo que as determinações do projeto do trabalho são influenciadas pela disposição do arranjo físico juntamente com o fluxo do processo produtivo, bem como a escolha da tecnologia utilizada.

Nas ETA's, de uma maneira geral, por se tratar de um processo produtivo contínuo, no qual o principal insumo é líquido, o arranjo físico é distribuído de modo que a matéria inicial flua através das etapas de transformação. Este projeto de trabalho ainda agrega valores da perspectiva ergonômica em conformidade com a tecnologia disponível, a fim de diminuir os riscos inerentes de acidentes. Havendo precaução para que se evite qualquer exposição dos operadores aos produtos químicos.

Na empresa em questão, o arranjo físico, tecnologia e projeto do trabalho possuem uma visão voltada à eficiência produtiva aliada à preocupação com a minimização dos riscos químicos. A interação entre SESMT e empresa, investimento em novas tecnologias, melhorias no ambiente laboral juntamente com a ausência de acidentes, demonstram esse enfoque em segurança e eficiência produtiva.

A forte atuação e organização da CIPA é fator preponderante para a manutenção e evolução das condições de trabalho na empresa. A contribuição dos profissionais de SST, capacitados e envolvidos na cultura organizacional, contribuem para a manutenção das iniciativas.

Fica evidente, portanto, que os fatores atrelados à higiene ocupacional, aliados a outros preceitos - eficiência operacional, sustentabilidade ambiental, viabilidade de projetos, etc.- sejam preponderantes na escolha do projeto do processo como um todo (arranjo físico, tecnologia utilizada e organização do trabalho). Apenas nesta perspectiva de integração organizacional é possível minimizar os riscos químicos.

Vale destacar que a hipótese inicial levantada, a respeito da relevância do projeto do trabalho inferindo na ocorrência ou não de acidentes químicos, mostrou-se verdadeira no decorrer deste estudo.

A avaliação da eficácia e da eficiência das práticas de SST, no que diz respeito aos riscos químicos, foram efetuadas no decorrer do estudo, garantindo assim, a realização dos objetivos inicialmente fixados.

Finalmente, os resultados obtidos demonstraram uma forte preocupação da empresa com as boas práticas de SST. A relação entre empregados, os quais estão dia a dia envolvidos com os processos operacionais (inseridos nos revezes das tarefas em execução), e empresa propicia uma constante melhoria nas práticas operacionais. Isso ocasiona numa diminuição nos custos com acidentes trabalhistas, garante a eficiência operacional e melhora o ambiente laboral.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - **Poluição das águas: Terminologia - NBR 9896**. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12216: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Estabelece critérios de classificação e códigos para identificação de resíduos**. Rio de Janeiro, 2004.

BARROS, R. T. de V.(Ed.) et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BRASIL. **Lei n. 6.514 (22/12/1977). Altera o capítulo V do Título II da Consolidação Das Leis Do Trabalho (CLT – DEL 5.452, DE 1943) relativo a segurança e medicina do trabalho, e da outras providências**. - Publicada no Diário Oficial da União de 23/12/1977.

BRASIL. **Lei n. 9.433 (08/01/1997). Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. - Publicada no Diário Oficial da União de 09/01/1997.

BRASIL. **Lei n. 11.445 (05/01/2007). Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico** - Publicada no Diário Oficial da União de 06/01/2007.

BRASIL. **Lei n. 12.305 (02/08/2010). Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos** - Publicada no Diário Oficial da União de 03/08/2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental** – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Secretaria de Inspeção do trabalho. Portaria MS n.º 3.214/1978** – Brasília: 1978

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n.º 05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes** - Secretaria de Inspeção do Trabalho. Diário Oficial da União, supl. 06 jul. 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n.º 07 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional**. Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego - Secretaria de Inspeção do Trabalho. Diário Oficial da União, supl. 06 jul. 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n.º 15 – Atividades e operações insalubres**. Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego - Secretaria de Inspeção do Trabalho. Diário Oficial da União, supl. 06 jul. 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n.º 32 – Estabelece as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como daqueles que exercem atividades de promoção e assistência à saúde em geral**- Secretaria de Inspeção do Trabalho. Diário Oficial da União, supl. 16 nov. 2005.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho**.

BUSCHINELLI, José Tarcísio; Kato, Mina. **Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas** – São Paulo: Fundacentro, 2011. 62 p.

- CARDELLA, Benedito. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: uma abordagem holística**. 2ª Ed. 2016. 256 p.
- CORDEIRO, R.; LIMA-FILHO, E. C. A inadequação dos valores dos limites de tolerância biológica para a prevenção da intoxicação profissional pelo chumbo no Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.11, n. 2, p. 177-186, 1995.
- FAGUNDES, José Moisés. **Saúde de trabalhadores em estações de tratamento de água: Riscos químicos**. Estudo de caso. Rio de Janeiro, dez. 2006.
- GEAF – Grupo de Apoio à Fiscalização no Setor Saneamento e Urbanismo. **Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego. 2002, 96 p.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.
- IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>
- KLAASSEN, C. D.; WATKINS III, J. B. **Fundamentos em Toxicologia de Casarett e Doull (Lange)**. 2. ed., Porto Alegre: McGraw Hill Brasil. 2010. 472 p.
- MACHLINE, Claude et al. **Manual de Administração da Produção**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1990. 616 p.
- MARQUES, Wagner Luiz. **Administração da Produção**. 2ª ed. Fundação biblioteca nacional, 2013. 135 p.
- MORAES, Giovanni. **Normas Regulamentadoras Comentadas e Ilustradas - Caderno Complementar - Vol. 4 - 8ª Ed.** 2013. Gvc - Gerenciamento Verde Editora. 344 p.
- MUTHER, R. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. Supervisão ITIRO IIDA. Tradução: Elizabeth de Moura Vieira, Jorge Ajub Hijjar e Miguel de Simoni. 1ª ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1978. 224 p.
- PEDROZA, Ana Carolina. et al. Limites de Exposição Ocupacional: estudo comparativo entre valores aplicados no Brasil e EUA. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 20-29, out. 2011.
- PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Higiene ocupacional III**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. 152 p.
- ROSA, H.V.D.; SIQUEIRA, M.E.P.B.; COLACIOPPO, S. **Monitoramento ambiental e biológico**. In: OGA, S.; CAMARGO, M.M.A.; BATISTUZZO, J.A.O. **Fundamentos de toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu editora, 2008. p. 246.
- SAAD, Eduardo Gabriel; SAAD, José Eduardo Duarte; BRANCO, Ana Maria Saad C. **CLT comentada**. 43. ed. atual. rev. amp. São Paulo: LTr, 2010. p. 325.
- SANTA CATARINA. Ministério Público. **Guia do Saneamento Básico: perguntas e respostas – Florianópolis: Coordenadoria de Comunicação Social, 2008. 80 p.**
- SANTOS, Carla Daniele et. al. **RELAÇÃO VOLUME-VARIEDADE E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS EM OPERAÇÕES DE SERVIÇOS**. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v.6, n.1, Pub.4, Janeiro 2013.
- SILVA, Airton Marinho. **Noções de toxicologia**. 2012, disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/apostila-toxicologia-55849374c8b4a.html>>
- SLACK, Nigel et. al. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2006. 526 p.
- TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica**; tradução de Arlindo Vieira Ramos. São Paulo: Editora Atlas S. A., 8ª ed., 1990. 100 p.

TURINI, Conceição Aparecida. **Fundamentos de Toxicologia, Módulo III**. Disponível em: <<http://lctc.nutes.ufrj.br/toxicologia/down/Modulo%20III.pdf>>.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A.; FRAZELLE, E. H.; TANCHOCO, J. M. A.; TREVINO, J. **Facilities planning**. 2ª ed., John Wiley. New York, 1996.

ANEXO I

QUESTIONÁRIO I – A EMPRESA E A SST

- Questionário voltado às questões da CIPA e do SESMT da empresa
- Aplicação direta aos envolvidos

SESMT (serviço especializado em engenharia de segurança e medicina do trabalho)

1. Qual a localização do SESMT no organograma da empresa?
2. Sobre a elaboração das ordens de serviço de saúde e segurança.
3. SESMT: centralizado ou por estabelecimento?
4. Quais as atividades desenvolvidas pelo SESMT? A assistência é estendida à empresas contratadas?

CIPA

1. Acontece o entrosamento do SESMT com a CIPA?
2. Como é constituída a CIPA?
3. A CIPA é atuante?
4. A CIPA cumpre suas atribuições (mapa de riscos, plano de trabalho, verificações periódicas nos ambientes de trabalho, avaliação do cumprimento de metas do plano de trabalho em cada reunião, colaboração no PPRA e PCMSO, análise de acidentes de trabalho, promoção anual da SIPAT (semana interna de prevenção de acidentes), campanhas de prevenção)?

NR 06 EPI

1. É feito o fornecimento de EPI, orientação dos trabalhadores, treinamento, procedimentos para seleção de EPI, especificação, higiene, reposição?

NR 07 PCMSO (programa de controle médico de saúde ocupacional)

2. É feita a elaboração e implementação do PCMSO?
3. Adequação dos atestados de saúde ocupacional com o PCMSO; ASO no local de trabalho; uma via entregue ao trabalhador?
4. É feita a emissão de CAT nos casos de doenças profissionais?
5. É feito o encaminhamento de casos para a Previdência Social?

NR 09 PPRA

1. É feita a elaboração e implementação do PPRA com o auxílio da CIPA?
2. Foi estimulada a participação dos trabalhadores na implementação?
3. A estrutura do PPRA contempla planejamento anual, metas, prioridades, cronograma?
4. Foi avaliada a efetividade e eficiência do PPRA no reconhecimento de riscos?
5. Foi feito o treinamento de trabalhadores quando da implantação de medidas de proteção coletiva?
6. As avaliações feitas no local de trabalho são de caráter qualitativo ou quantitativo?

ANEXO II

QUESTIONÁRIO II – LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES GERAIS EM QUE O TRABALHO É REALIZADO

- Questionário voltado às condições gerais de trabalho na ETA;
- Aplicado ao encarregado de gerenciar o setor.

Na chegada do produto:

1. Quem recebe o produto tem conhecimento sobre a forma segura de manuseio?
2. O produto veio acompanhado de uma ficha com informações de segurança (FISPQ)?

No manuseio

1. O trabalhador que está utilizando a substância recebeu o devido treinamento sobre o manuseio?
2. Existem locais contendo produtos químicos abertos?
3. Existem válvulas, bombas ou quaisquer recipientes com vazamento?
4. Existem atividades de drenagem, limpeza ou válvulas de escape de pressão que permitam a emissão de produto para o meio ambiente?
5. O trabalho é realizado sob sistema de exaustão?
6. O local é bem ventilado?
7. O trabalhador se alimenta, bebe ou fuma no local de trabalho?
8. A atividade que está sendo executada faz com que o produto espirre até o corpo do trabalhador?
9. O trabalhador lida com máquinas ou equipamentos sujos de graxa ou outro produto, sem luvas?
10. O trabalhador vai com a roupa suja para casa?
11. O trabalhador leva roupa suja para lavar em casa?
12. O trabalhador limpa as mãos com algum produto químico?
13. Existe possibilidade de vazamento de algum equipamento ou máquina em forma de jato que possa atingir o trabalhador?
14. Existe algum equipamento sob pressão, no local de trabalho, que possa vazar?
15. No derramamento acidental: Se cair produto químico no chão, o pessoal está apto para fazer rapidamente a limpeza do local?
16. O pessoal dispõe e utiliza de equipamentos de proteção individual para esta tarefa?
17. Para os resíduos que deverão ter levados embora da empresa, existe local específico e identificado, onde ele deve ser deixado?
18. Existe programação para que não se acumule quantidades excessivas de lixo no local?

Questões de ordem geral

19. As FISPQ estão facilmente disponíveis?
20. As FISPQ são redigidas em linguagem compreensível aos trabalhadores?
21. A planta do local é organizada de forma que o trabalhador precise andar o mínimo possível carregando o produto?
22. Os locais onde existem produtos perigosos estão devidamente sinalizados?

23. Os locais onde estão presentes produtos químicos perigosos estão suficientemente alocados de forma que pessoas não envolvidas no trabalho, não tenham contato com eles?
24. Os corredores, as saídas e outras passagens estão desobstruídas de modo a facilitar a fuga ou a entrada de equipes de socorro, em caso de acidente?
25. O piso é livre de desníveis, que possam provocar quedas?
26. Se houver desnível ou escadas, estão sinalizadas de forma a alertar o trabalhador?
27. Existe instalação de chuveiro de emergência?
28. Existe instalação de sistema lavador de olhos?
29. Existe programação para testar e abrir estes sistemas, pelo menos uma vez por semana, para evitar que fiquem enferrujados e verificar se estão funcionando bem?
30. Se são feitas avaliações quantitativas, isto é, medições com aparelhos, das quantidades de substâncias no ar, os trabalhadores são informados dos resultados obtidos?
31. A empresa providencia a lavagem da roupa?
32. Existem instalações para que o trabalhador coma, beba ou fume fora do local de trabalho?
33. Os trabalhadores foram submetidos a exame médico admissional?
34. E periódico?
35. O trabalhador é capacitado para utilizar seus respectivos EPI's?
36. Cada trabalhador tem o seu próprio EPI?
37. Este EPI é frequentemente limpo ou trocado de acordo com a necessidade (este item deve ser orientado por algum técnico que conheça as condições de trabalho)?
38. Os calçados são fechados, resistentes aos produtos que estão sendo usados e antiderrapantes?

QUESTÕES ESPECÍFICAS POR PRODUTO QUÍMICO

CLORO

1. Os trabalhadores são os responsáveis pela estocagem do produto quando este chega à estação?
2. Os cilindros dos cloro utilizados, estão armazenados em área ventilada, separando-se os cheios dos vazios?
3. Existe procedimento para inspeção diária de vazamento nas linhas de cloro?
4. Os cilindros que ficam fora do ambiente, estão em local protegido da luz solar?
5. Estão em local onde a circulação de pessoas é proibida?
6. Como estão fixados?
7. Estão disponíveis no local de trabalho kits de emergência para conter vazamentos que possam ocorrer nos recipientes usados para expedir cloro?

SULFATO DE ALUMÍNIO

1. Está afastado de produtos alcalinos (em especial da solução de cal hidratada)?
2. Os trabalhadores são os responsáveis pela estocagem do produto quando este chega à estação?

CAL HIDRATADA

1. Os trabalhadores são os responsáveis pela estocagem do produto quando este chega à estação?

2. Os trabalhadores que tem contato com o produto trocam de roupa e tomam banho logo após a realização de trabalho?
3. As embalagens são encaminhadas para reciclagem ou aterro sanitário?

POLÍMERO

1. Os trabalhadores que tem contato com o produto trocam de roupa e tomam banho logo após a realização de trabalho?
2. Os trabalhadores são os responsáveis pela estocagem do produto quando este chega à estação?

GERAL

1. Existem procedimentos de trabalho (quem, quando e como fazer) formalmente estabelecidos – por escrito, através de ordens de serviço?
2. Os procedimentos em situações de emergência (planos de contingência) estão estabelecidos formalmente – por escrito, através de ordens de serviço?

ANEXO III

QUESTIONÁRIO III – PERCEPÇÃO DOS RISCOS QUÍMICOS

- Sobre o ambiente de trabalho
 - Aplicado aos trabalhadores envolvidos
1. Já fez algum treinamento sobre riscos químicos?
 2. Acha necessário receber treinamento sobre riscos químicos?
 3. Tipos de equipamentos de proteção individual utilizados
 4. Utiliza com frequência os equipamentos de proteção individual
 5. Consideram o ambiente de trabalho confortável?
 6. Considera as condições de trabalho ideais para segurança pessoal?
 7. Considera o produto químico manipulado perigoso?
 8. Apresenta sintomas indesejáveis ao permanecer em algum recinto?
 9. Acidentes de trabalho protocolados?
 10. Já foi realizada amostragem do ar no local de trabalho?