

**SAÚDE DE TRABALHADORES EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO  
DE ÁGUA: RISCOS QUÍMICOS. ESTUDO DE CASO.**

**José Moisés Fagundes**

Dissertação submetida ao corpo docente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Júlio Domingos Nunes Fortes

Programa de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

Rio de Janeiro

Dezembro – 2006

Fagundes, José Moisés

Saúde de trabalhadores em estações de tratamento de água:  
riscos químicos. estudo de caso/José Moisés Fagundes - 2006.

xii, 161 f.: il. 29,7 cm

Orientador: Júlio Domingos Nunes Fortes

Dissertação (mestrado) Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

1. Saneamento. 2. Riscos Químicos I. Fortes, Julio  
Domingos Nunes II. Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.  
III. Título

CDU-628

## **FOLHA DE JULGAMENTO**

Título: Saúde de Trabalhadores em Estações de Tratamento de Água: Riscos Químicos. Estudo de Caso.

Candidato: José Moisés Fagundes

Programa: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

Data da defesa: 20 de dezembro de 2006

Aprovada por:

---

Orientador: Júlio Domingos Nunes Fortes D.Sc., UERJ

---

Sergio Machado Corrêa, D.Sc., UERJ.

---

Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos, D.Sc., UERJ.

---

Simone Lorena Quiterio, D. Sc., UFRJ

## Dedicatória

À memória de meus pais, por todo o incentivo que me foi dado na busca do conhecimento.

Ao meu irmão Hugo Antonio.

Ao meu filho Tarcísio.

## Agradecimentos

Ao Professor Julio Fortes, cujos apoio e orientação foram fundamentais para a consecução do presente trabalho.

Ao Professor Sergio Machado Corrêa, pelo valioso suporte quanto às avaliações quantitativas.

Às Concessionárias Alfa e Beta, e respectivos profissionais, pela colaboração prestada.

Às seguintes pessoas pelos auxílios prestados: Valéria Serra, Marcela Alves de Oliveira e Marcelo Magaldi.

Resumo da Dissertação apresentada à FEN/UERJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências ( M.Sc.) em Engenharia Ambiental

## **Saúde de Trabalhadores em Estações de Tratamento de Água: Riscos Químicos. Estudo de Caso.**

Autor: José Moisés Fagundes

Dezembro/2006

Orientador: Júlio Domingos Nunes Fortes D.Sc. 2003, UERJ

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Área de Concentração em Saúde Ambiental e Trabalho

Os produtos utilizados no tratamento convencional de água para abastecimento apresentam variados graus de toxicidade e representam riscos químicos para os trabalhadores das unidades produtoras. O objetivo da pesquisa foi avaliar o arranjo físico escolhido, a tecnologia adotada, os insumos utilizados, o projeto do trabalho, e as práticas de SST, que são fatores determinantes da intensidade de tais riscos. A análise comparativa dos projetos dos processos integrados, associando-os aos riscos observados, poderá servir à minimização ou mesmo eliminação dos mesmos, e também como subsídio para a antecipação e reconhecimento nos projetos de novas unidades de tratamento. Estão em operação, atualmente, no Brasil, um número expressivo de unidades similares às estudadas no presente trabalho. Os conhecimentos utilizados estão centrados nos estudos atuais a respeito de tratamento de água, toxicologia, em especial dos riscos inerentes à manipulação dos produtos químicos para o trabalhador, administração da produção, assim como na legislação vigente. Verificou-se que no projeto de ETA's, a tecnologia escolhida deverá buscar minorar os riscos químicos, evitando que os agentes químicos se propaguem pelo ambiente de trabalho, cabendo ao arranjo físico detalhado e o projeto de trabalho minimizar a intensidade de outros tipos de riscos que possam provocar a ocorrência de acidentes envolvendo produtos químicos. Nas unidades pesquisadas, por motivos distintos, as decisões de projeto serviram, quase exclusivamente à eficiência produtiva das unidades, tendo sido observadas poucas iniciativas voltadas à minimização do risco químico.

Palavras-chave: Saneamento; Tratamento de água; Segurança do Trabalhador; Risco Químico.

Abstract of Dissertation presented to FEN/UERJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.) in Environmental Engineering.

## **Health of Workers in Water Treatment Plants: Chemical risks. Study of Case.**

José Moisés Fagundes

Dezembro/2006

Advisors: Júlio Domingos Nunes Fortes D.Sc. 2003, UERJ

Program of Postgraduate in Environmental Engineering – Field of Environmental Health and Labor

The products used at the conventional water treatment system exhibits varied toxic levels, representing chemical risks for the workers at the producing units. The present research aims factors such as chosen layout, adopted technology, inputs, work projects and the Health and Security work practice, being those determine factors to evaluate risks' intensity. In order to minimize – or even eliminate – the quoted risks, the study uses a comparative analysis of the processes, associating them to the risks observed. This analysis may even be used to recognize and anticipate some new treatment units projects. Nowadays, an expressive amount of similar units are working in Brazil. This research focused on recent studies about water treatment, toxicology, specifically the imminent risks when using chemical products at workplace, production administration and, at last, the current law. On Water Treatment Plants (WTP's) project, the chosen technology should scope on minimize chemical risks, avoiding, this way, chemical agents through the work environment. A detailed workplace layout and also a work project could be used to minimize accidents. However, for distinguished reasons, the project decisions at the researched units aimed the productive efficiency only, not contemplating initiatives to minimize chemical risks.

Key words: Sanitation; Water Treatment; Worker Safety; Chemical risk.

## Sumário

CAPÍTULO 1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Problema.....	1
1.2	Objetivos .....	1
1.2.1	Gerais.....	1
1.2.2	Específicos.....	1
1.3	Hipótese.....	2
1.4	Justificativa / Relevância.....	3
1.5	Metodologia.....	3
1.6	Gerência de projeto.....	3
1.7	Estrutura da dissertação.....	4
CAPÍTULO 2.	REFERENCIAL TEÓRICO .....	6
2.1.	Os Processos de Tratamento em ETA's Convencionais .....	8
2.2.	Modernas Estações de Tratamento Água .....	12
2.3.	Riscos químicos associados aos processos de tratamento de água.....	13
2.4.	Conceitos Básicos de Toxicologia .....	16
2.5.	Limites de exposição ocupacional.....	18
2.6.	Aspectos toxicológicos concernentes às ETA's das Concessionárias Alfa e Beta.....	19
2.7.	O projeto do processo e sua influência nos riscos ocupacionais .....	25
2.7.1.	Arranjo físico e fluxo.....	26
2.7.2.	Tecnologia de processo.....	29
2.7.3.	Projeto do trabalho.....	29
CAPÍTULO 3.	METODOLOGIA.....	32
3.1	Etapa de Coleta de Dados.....	32
3.2	Etapa de Tratamento dos Dados Coletados .....	33
3.3	Etapa de Produção de Resultados e Ordenamento de Conclusões .....	33
CAPÍTULO 4.	COLETA DE DADOS E PRODUÇÃO DE DADOS.....	35
4.1	As ETA's em estudo.....	35
4.1.1	A ETA da Concessionária Alfa .....	36
4.1.1.1	Informações Gerais .....	36
4.1.1.2	Estruturas de Tratamento.....	37
4.1.1.3	Produtos Químicos .....	40

4.1.2	A ETA da Concessionária Beta .....	44
4.1.2.1	Informações Gerais .....	44
4.1.2.2	Estruturas de Tratamento .....	45
4.1.2.3	Produtos Químicos .....	47
4.2.	Descrição das tarefas envolvidas no recebimento, transporte, preparo e aplicação de produtos químicos .....	50
4.2.1	A ETA da Concessionária Alfa .....	50
4.2.1.1	Cal Hidratada .....	50
4.2.1.2	Sulfato de alumínio.....	52
4.2.1.3	Cloro .....	55
4.2.1.4	Polímero .....	57
4.2.1.5	EPI's .....	58
4.2.2	A ETA da Concessionária Beta .....	60
4.2.2.1	Cal hidratada.....	60
4.2.2.2	Sulfato de alumínio.....	63
4.2.2.3	Cloro .....	66
4.2.2.4	EPI's .....	68
4.3	Exposição dos questionários aplicados .....	70
4.4	Exposição das análises do material coletado.....	71
CAPÍTULO 5. RESULTADOS .....		75
5.1.	Avaliação do projeto do processo, no que tange às operações que envolvem riscos químicos .....	75
5.1.1.	A ETA da Concessionária Alfa .....	75
5.1.2	A ETA da Concessionária Beta .....	79
5.2.	Resultado da aplicação dos questionários .....	82
5.2.1	Resultado da aplicação do questionário “A empresa e a SST” .....	82
5.2.1.1	A Concessionária Alfa e a SST .....	82
5.2.1.2	A Concessionária Beta e a SST .....	85
5.2.2	Resultado da aplicação do questionário “Levantamento das condições gerais em que o trabalho é realizado” .....	87
5.2.2.1	Condições de realização do trabalho na ETA da Concessionária Alfa.....	87
5.2.2.2	Condições de realização do trabalho na ETA da Concessionária Beta .....	94
5.2.3	Resultado da aplicação do questionário “Percepção dos riscos químicos” .....	99
5.3.	Discussão dos resultados dos questionários aplicados .....	108

5.3.1.	Questionários Aplicados na Concessionária Alfa.....	108
5.3.2.	Questionários Aplicados na Concessionária Beta .....	110
5.4.	Resultados das avaliações quantitativas realizadas .....	112
5.5.	Parâmetros escolhidos para comparação .....	114
CAPÍTULO 6.	CONCLUSÕES .....	118
BIBLIOGRAFIA .....		121
ANEXO I – QUESTIONÁRIOS APLICADOS .....		124
ANEXO II – FIGURAS COMPLEMENTARES - ETA DA CONCESSIONÁRIA ALFA..		156
ANEXO III - FIGURAS COMPLEMENTARES - ETA DA CONCESSIONÁRIA BETA		159

## Índice de figuras

Figura 1. Linha do tratamento convencional de água.....	9
Figura 2. Etapas do projeto do processo.....	26
Figura 3. Decisões a Serem Tomadas no Projeto do Trabalho.....	30
Figura 4. ETA da Concessionária Alfa.....	43
Figura 5. Layout da ETA da Concessionária Beta.....	49
Figura 6. Plataforma de acesso aos tanques de solução de cal e sulfato de alumínio.....	51
Figura 7. Operação de diluição da cal hidratada.....	52
Figura 8. Silos de sulfato de alumínio na ETA da Conc. Alfa .....	53
Figura 9. Dosadores de sulfato de alumínio. ....	54
Figura 10. Setor de cloro e a plataforma de desembarque de cilindros. ....	56
Figura 11. Setor de cloro com os cilindros em primeiro plano. ....	57
Figura 12. Área externa à Casa de Química com esteira de transporte de fardos.....	61
Figura 13. Alimentação do sistema de correção de pH. ....	62
Figura 14. Descarregamento das carretas de sulfato e enchimento dos silos. ....	64
Figura 15. Bombas de sulfato de alumínio. ....	65
Figura 16. Setor de cloro. Em primeiro plano, os cilindros.....	67
Figura 17. Controle de dosagem de cloro.....	68
Figura 18. Respostas à Pergunta nº 1.....	100
Figura 19. Respostas à Pergunta nº 2.....	100
Figura 20. Respostas à Pergunta nº 3.....	101
Figura 21. Respostas à Pergunta nº 4.....	101
Figura 22. Respostas à Pergunta nº 5.....	102
Figura 23. Respostas à Pergunta nº 6.....	102
Figura 24. Respostas à Pergunta nº 7.....	103
Figura 25. Respostas à Pergunta nº 8.....	103
Figura 26. Respostas à Pergunta nº 9.....	104
Figura 27. Respostas à Pergunta nº 10.....	104
Figura 28. Respostas à Pergunta nº 11.....	105
Figura 29. Respostas à Pergunta nº 12.....	105
Figura 30. Respostas à Pergunta nº 13.....	106
Figura 31. Respostas à Pergunta nº 14.....	106
Figura 32. Respostas à Pergunta nº 15.....	107

Figura 33. Respostas à Pergunta nº 16.....	107
Figura 34. Plataforma de desembarque dos fardos de cal e elevador monta-carga. ....	156
Figura 35. Panorâmica da Casa de Química.....	156
Figura 36. Dosadores de solução de cal hidratada.....	157
Figura 37. Tanques de diluição de polímero, com bombonas do produto.....	157
Figura 38. Tanques de diluição de polímero. ....	158
Figura 39. Equipamento autônomo de proteção respiratória.....	158
Figura 40. Esteira transportadora de fardos de cal, na Casa de Química.....	159
Figura 41. Sistema de transporte de cal, silos e fardos na Casa de Química.....	159
Figura 42. Chuveiro e lava-olhos.....	160
Figura 43. Filtros da ETA velha. ....	160
Figura 44. Linhas de transporte de produtos químicos para ETA nova. ....	161
Figura 45. Equipamento autônomo de proteção respiratória.....	161

## Índice de Quadros

Quadro 1 - Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade.....	6
Quadro 2 - Processos de tratamento da água. ....	8
Quadro 3 - Produtos Químicos utilizados nas ETA's em estudo. ....	20
Quadro 4 - Relação entre o tipo de processo produtivo e o arranjo físico possível.....	27
Quadro 5 - Parâmetros de avaliação da SST, no que tange aos riscos químicos, e graus atribuídos. ....	115

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Concentração do hidróxido de cálcio nos ambientes avaliados.....	113
--	-----

## **Lista de símbolos**

ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists

AGENERSA – Agencia Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro

ASO – Atestado de Saúde Ocupacional

CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

CLP – Controlador Lógico Programável

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ETA – Estação de Tratamento de Água

FISPQ – Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico

IBUTG – Índice de Bulbo Úmido Temperatura Globo

ICSC - International Chemical Safety Cards

MSDS - Material Safety Data Sheet

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health

NR – Norma Regulamentadora

NTU - Nephelometric Turbidity Unit

OIT – Organização Internacional do Trabalho

OSHA - Occupational Safety & Health Administration

PCMSO – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional

PEAD - Polietileno de Alta Densidade

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

PVC - Policloreto de Vinila

RH – Recursos Humanos

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

SST – Saúde e Segurança do Trabalho

TLV - Threshold Limit Values

## **CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Problema**

Durante o tratamento convencional da água proveniente de mananciais superficiais, produtos químicos são adicionados, com o fito de obter um produto que, após o processo, se adeque aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação.

Tais produtos químicos apresentam graus de toxicidade variados, e representam riscos químicos para os trabalhadores que atuam nestas atividades, seja pela exposição de longo prazo, ou crônica, e pela exposição de curto prazo, ou aguda, esta última frequentemente associada a acidentes envolvendo produtos químicos. Por obvio que a intensidade de tais riscos está intimamente relacionada ao *modus operandi* utilizado em determinada unidade produtora, assim com às praticas de SST adotadas pela administração da mesma.

### **1.2 Objetivos**

#### **1.2.1 Gerais**

1.2.1.1 Avaliar a eficácia e a eficiência das praticas de SST, no que tange aos riscos químicos em duas ETA's, operadas por duas empresas distintas.

1.2.1.2 Associar a eficácia constatada aos métodos produtivos adotados.

#### **1.2.2 Específicos**

1.2.2.1 Avaliar as condições reais para a realização do trabalho com produtos químicos nas duas ETA's.

1.2.2.2 Verificação do cumprimento da legislação de SST, concernente à utilização e a manipulação de produtos químicos, nas duas unidades produtoras.

1.2.2.3 Identificação dos trabalhadores e seus hábitos.

1.2.2.4 Comparação entre os dois ambientes de trabalho.

1.2.2.5 Caracterizar a eficácia e eficiência da ETA's, no que tange às suas práticas e sua hierarquização.

### **1.3 Hipótese**

Em todas as atividades laborais, os riscos e suas respectivas intensidades, aos quais os trabalhadores estão expostos, decorrem de fatores intrínsecos a estas atividades, tais como a tecnologia adotada, os insumos utilizados, e também o próprio projeto de trabalho (ou mesmo da inexistência dele) da unidade produtiva. Segundo Slack et al.(1997), o projeto de trabalho “define a forma pela qual as pessoas agem em relação a seu trabalho”. Igualmente, o projeto de trabalho “posiciona suas expectativas do que lhes é requerido e influencia suas percepções de como contribuem para organização”. Ainda segundo Slack, o projeto de trabalho, por sua vez, é determinado por diversos fatores inerentes a determinada operação produtiva.

Nos casos em que o projeto do processo não tenha obedecido a procedimentos adequados durante as fases de concepção e planejamento das atividades a serem desenvolvidas, ou mesmo naqueles em que tenha sido desenvolvido parcialmente, ou seja, alguns aspectos tenham sido negligenciados, este “não-projetar”, ou esta incompletude, podem ser percebidos ao se analisar o processo real.

No caso em estudo, buscou-se observar se os aspectos de segurança e salubridade ocupacional foram levados em conta quando no projeto do processo e, se o foram, até que ponto as premissas consideradas se revelaram adequadas ao processo real.

Portanto, a análise integrada da tecnologia, dos insumos utilizados, do projeto de trabalho e, especialmente com relação a este último item, dos fatores que o nortearam, associando-os aos riscos observados, poderá servir como parâmetro auxiliar em programas visando a minimização, neutralização, ou mesmo a eliminação destes riscos nas duas ETA's, e também como subsídio em novos projetos de trabalho para as ETA's em estudo ou novas instalações.

Tendo em vista que os insumos utilizados nas duas ETA's são, em sua maior parte, os mesmos, buscou-se apurar como os outros fatores – arranjo físico e fluxo, tecnologia de processo e projeto do trabalho - impactam positiva ou negativamente nos riscos químicos observados, comparativamente.

## **1.4 Justificativa / Relevância**

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 Comunicações de Acidente de Trabalho registradas no INSS e na RAIS – Relação Anual de Informações Sociais, 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).

## **1.5 Metodologia**

A metodologia empregada buscou, utilizando-se de conceitos e arcabouços teóricos próprios das várias áreas de conhecimento envolvidas na questão, proceder a uma detalhada observação e coleta de dados a respeito do processo produtivo das duas ETA's em estudo, assim como das condições em que o trabalho é realizado.

Após a adequada sistematização das informações colhidas e do estabelecimento de parâmetros de avaliação do desempenho das duas unidades, buscou-se para cada um destes, atribuir-se a avaliação correspondente.

## **1.6 Gerência de projeto**

O autor do presente trabalho é graduado em Engenharia Elétrica pelo CEFET-RJ e pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo CEFET-RJ. Trabalhou por onze anos na ETA Guandu, planta responsável pelo abastecimento de 80% da demanda de água potável da Região Metropolitana do Grande Rio, período em que atuou nos setores de

manutenção e controle de operação daquela unidade, tendo ocupado o cargo de Chefe de Serviço de Controle de Operação da ETA Guandu.

Atualmente, ocupa o cargo de Regulador na AGENERSA – Agencia Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro, órgão responsável pela regulação e fiscalização das Concessionárias Alfa e Beta.

## **1.7 Estrutura da dissertação**

No Capítulo 1, cuidou-se de demarcar a abrangência e o foco da pesquisa desenvolvida. Para tal, foi estabelecida a questão a ser deslindada, através da definição do problema, da hipótese que norteou a investigação, o método escolhido e, por fim, são informadas as credenciais do pesquisador para levar a cabo o trabalho.

No Capítulo 2, está reunido o arcabouço teórico das disciplinas envolvidas na questão esquadrihada. Explana-se, portanto, a respeito dos saberes disponíveis sobre os processos de tratamento de água em ETA's convencionais, em especial aqueles praticados nas unidades estudadas; os riscos químicos a estes associados; os conceitos básicos de toxicologia e; as formas e limites de exposição aos agentes presentes nos locais de trabalho. Registrou-se, também, os conceitos oriundos da administração da produção, os quais serviram de ferramental para análise empreendida.

No Capítulo 3, se encontra exposta a metodologia adotada na pesquisa, a qual foi dividida em três etapas, quais sejam: Etapa de Coleta de Dados, Etapa de Tratamento dos Dados Coletados, Etapa de Resultados e Conclusão.

A partir do Capítulo 4, inicia-se a exposição das informações coletadas através da documentação disponibilizada e da observação dos processos produtivos, incluindo-se dados sobre as estruturas de tratamento de água e os respectivos produtos químicos utilizados. Foi feito, igualmente, um detalhado registro das operações nas quais os produtos químicos são recebidos, transportados, preparados e, finalmente, dosados.

Também são expostos os questionários aplicados nesta etapa, assim como as avaliações quantitativas conduzidas.

O Capítulo 4 é aberto com a avaliação dos processos produtivos das duas plantas, e das opções de arranjo físico, tecnologia e projeto de trabalho escolhidas, e seus reflexos nos status de SST respectivos.

São descritos e discutidos as respostas aos questionários aplicados, assim como as avaliações quantitativas efetuadas, inter-relacionando-se seus resultados.

Por fim, são estabelecidos os critérios de avaliação das condições de SST das ETA's, como também a respectiva gradação.

No último capítulo, estão registradas as impressões e conclusões do pesquisador a respeito da realidade apreendida após a consecução da pesquisa.

## CAPÍTULO 2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com o uso previsto para a água, variam seus requisitos de qualidade. Desta forma, são variáveis, também, as formas de tratamento, as quais condicionam a obtenção do nível de qualidade buscado.

Abaixo, é apresentado o Quadro 1, no qual se associa a utilização prevista e os aspectos qualitativos necessários.

**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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde</li> <li>- Adequada para serviços domésticos</li> <li>- Baixa agressividade e dureza</li> <li>- Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor; ausência de micro e macroorganismos)</li> </ul>
Abastecimento industrial	A água não entra em contato com o produto (ex. refrigeração, caldeiras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa agressividade e dureza</li> </ul>
	A água entra em contato com o produto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Varia com o produto.</li> </ul>
	A água é incorporada ao produto (ex: alimento, bebidas, remédios)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde</li> <li>- Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor)</li> </ul>
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde</li> <li>- Salinidade não excessiva</li> </ul>
	Demais plantações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações</li> <li>- Salinidade não excessiva</li> </ul>

**Quadro 1. Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade (cont.).**

Uso Geral	Uso Específico	Qualidade requerida
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 - Baixo 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
Aqüicultura	-	- 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)

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

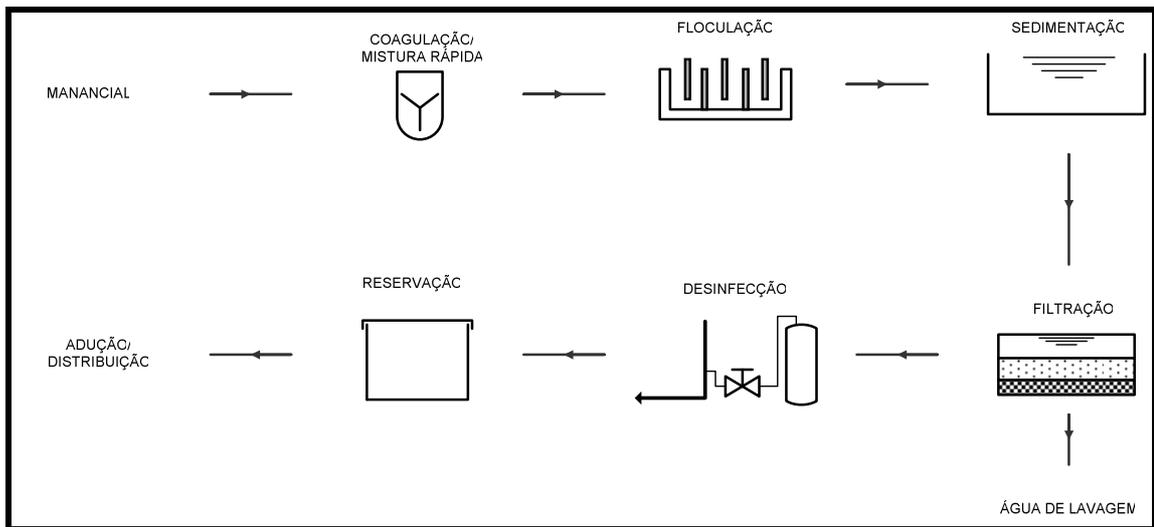
**Quadro 2 - Processos de tratamento da água.**

Processos		Objetivos
Mais freqüentes	Menos freqüentes	
Clarificação		- Remoção turbidez, de microorganismos e de alguns metais
Desinfecção		- Remoção de microorganismos 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: Adaptado de Barros (1995)

## 2.1. Os Processos de Tratamento em ETA's Convencionais

Os processos de tratamento de água majoritariamente utilizados no Brasil para abastecimento de água, tendo em vistas as características dos mananciais superficiais, incluem as seguintes etapas: clarificação, desinfecção, fluoretação e controle de corrosão. A seguir, na Figura 1, é apresentado a linha do tratamento de água convencional.

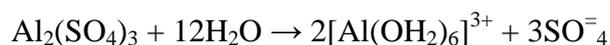


**Figura 1. Linha do tratamento convencional de água. Adaptado de Barros (2001).**

As operações unitárias envolvidas na etapa de clarificação buscam, prioritariamente, a remoção da turbidez e, secundariamente, da cor da água. As operações envolvidas na etapa da clarificação são as seguintes: *coagulação, floculação, sedimentação e filtração*.

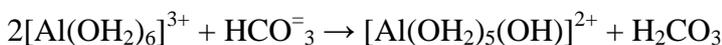
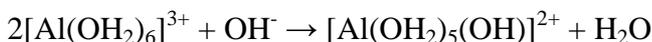
Na operação da *coagulação*, se visa à desestabilização, agregação e adesão simultânea dos colóides, em especial, da parcela denominada suspensão coloidal hidrófoba. Tais substâncias, responsáveis pela turbidez, são constituídas por partículas de argila, microrganismos, matéria orgânica, etc. A coagulação envolve dois fenômenos distintos e complementares: o químico, no qual ocorre a reação do coagulante com a água; e o físico, quando ocorre o transporte das espécies resultantes para contato com as impurezas presentes na água. As substâncias normalmente utilizadas como coagulantes são o sulfato de alumínio, o sulfato ferroso, o cloreto férrico e o sulfato férrico, de comportamento ácido, e o aluminato de sódio, de comportamento básico. Podem ser também utilizados produtos auxiliares na coagulação, sendo os de uso mais comuns os denominados polieletrólitos.

Segundo Freitas (2001), o sulfato de alumínio, quando em solução, permanece na forma hidrolisada, sem a formação de  $Al^{3+}$ , conforme a reação:

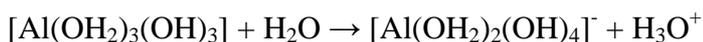


Os íons de alumínio hidratados reagem, inicialmente, com as substâncias alcalinas presentes na água, por serem estas bases mais fortes, ocasionando a redução do pH da água e, posteriormente, com a água, que atua com base fraca.

A reações com as substâncias alcalinas são as seguintes:



As reações do íon alumínio hidratado com a água são as seguintes:



Na operação de *floculação* ocorre a aglomeração e compactação de partículas de coagulantes e dos colóides, formando conjuntos maiores denominados flocos. Tal agregação é conseguida por meio da criação, através de agitação lenta, de gradientes de velocidade de modo a ocasionar choques entre as partículas coaguladas e as impurezas em suspensão e no estado coloidal. (Freitas,2001)

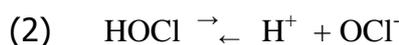
Na operação de *sedimentação* se procura obter a separação dos sólidos da água, através do efeito da gravidade sobre as partículas que, por possuírem densidade maior que a da água, se sedimentarão a uma velocidade crescente até o momento em que a resistência do líquido se igualar ao peso específico da partícula, a partir de quando a velocidade de sedimentação se torna constante.

Na *filtração* se processa a passagem da água por um leito de material granular, poroso, que pode ser composto de areia, carvão antracitoso, terra diatomácea, de modo a se obter a retenção das partículas presentes (Freitas,2001).

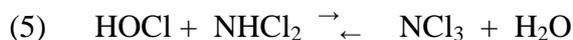
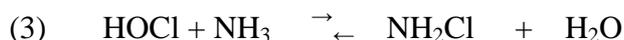
Após a clarificação, é efetuada a etapa de *desinfecção*, cujo objetivo primário é a destruição de microorganismos patogênicos, normalmente unicelulares, como bactérias, protozoários e vírus, que também são removidos durante os processos anteriores (LEME, 1990). Sua existência justifica-se pela necessidade de segurança sanitária na eliminação de

agentes vetores de doenças de veiculação hídrica. A desinfecção pode ser obtida pela introdução, após a etapa de filtração, de agentes químicos oxidantes como o cloro e seus compostos, cromo, iodo, prata, ozônio e radiação ultravioleta, sendo o primeiro o mais comumente encontrado, devido a sua excepcional capacidade oxidante, decorrente do fato deste elemento contar com sete elétrons em sua última camada eletrônica e tender a adquirir mais um, o que explica sua eficiente ação desinfetante.

Segundo Fair et al.(1971), após a adição de cloro ou seus compostos hipocloritos à água, são formadas as seguintes substâncias: ácido hipocloroso (HOCl), que é o composto de cloro livre de maior poder de desinfecção, íon hipoclorito (OCl<sup>-</sup>), e cloro (Cl<sub>2</sub>), cuja distribuição depende do pH e as das primeiras são conhecidas como *cloro livre residual*. Ao se adicionar cloro gás à água ocorrem as seguintes reações de hidrólise (1) e dissociação (2):



Ao combinar-se com a amônia e composto amoniacaais presentes na água, o ácido hipocloroso forma compostos clorados ativos que são a monocloramina (NH<sub>2</sub>Cl), a dicloramina (NHCl<sub>2</sub>) e a tricloramina (NCl<sub>3</sub>), cuja distribuição também depende do pH, e as duas primeiras são conhecidas como *cloro combinado residual*.



Quando o cloro ou seu composto hipoclorito são adicionados à água, também são liberadas cloraminas orgânicas complexas, quando está presente na água amônia de origem orgânica.

Uma unidade de tratamento de água do tipo convencional ou tradicional é aquela na qual são encontradas as quatro operações mencionadas da etapa de clarificação, além do processo de desinfecção.

Para redução da cárie dentária, é feita a dosagem de flúor na água, normalmente após sua desinfecção, no processo denominado *fluoretação*. Para tanto, podem ser usados o ácido fluorsilícico, como também o fluorsilicato de sódio.

A última etapa do processo de tratamento é a correção da acidez da água, através da adição de produtos de características alcalinas, os quais aumentarão o pH. Tal etapa se faz necessária por possuírem, os produtos utilizados na coagulação, comportamento ácido.

## **2.2. Modernas Estações de Tratamento Água**

Um bom exemplo de eficiência no tratamento de água é a ETA do Rio Willamette, que abastece a cidade de Wilsonville, situada no Estado norte-americano do Oregon. Esta ETA, que possui uma capacidade de tratamento de 57.000 m<sup>3</sup>.dia-1, segundo o sítio especializado Water Technology (WATER TECHNOLOGY, 2007), é uma unidade produtora que representa o estado da arte em tratamento de água para abastecimento público, tendo, inclusive, ganho o prêmio *Best of 2002*, na categoria “Excelência em Projeto Público” do Estado do Oregon.

Nas mais modernas estações de tratamento de água, quando são abastecidas por mananciais superficiais, as captações de água bruta são feitas longes das margens, sejam de lagos e lagoas, assim como dos rios. Na ETA do Rio Willamette, as estruturas de captação se situam no meio do fluxo, acima do leito e abaixo da superfície, de modo a evitar a captação de areia, assim como de materiais flutuantes. Periodicamente, é enviado à tomada d’água um fluxo de ar, no sentido inverso, de modo a limpar seu gradeamento dos materiais sólidos acumulados.

Nesta estação, modernas técnicas de coagulação, utilizando coagulantes convencionais, são associadas a novos procedimentos, como a adição de areia extrafina, para aumentar o peso dos flocos, de forma a se obter uma decantação mais rápida e mais efetiva que nos tratamentos convencionais. Nestes, são necessárias áreas 15 a 30 vezes maiores para alcançar a mesma eficiência de sedimentação. A areia adicionada, posteriormente, é recuperada e limpa, podendo ser reutilizada.

Na ETA de Wilsonville, a água é ozonizada, o que proporciona vários benefícios, tais como a desinfecção, a redução de substâncias químicas orgânicas, além de melhorar a retenção de material orgânico nos filtros. O ozônio é gerado na própria unidade a partir de oxigênio líquido, que é evaporado passando ao estado gasoso, após o que é convertido em

ozônio. Esta substância é borbulhada na água durante o processo de tratamento, e o ozônio residual é posteriormente reconvertido em oxigênio gasoso e liberado na atmosfera.

A partir daí, o fluxo de água segue para filtros com leitos filtrantes de carvão ativado granular, onde a turbidez, patógenos e substâncias químicas orgânicas não suprimidas pelas etapas anteriores de tratamento são removidas. A seguir a água passa por um polimento em filtros com leitos filtrantes de areia.

Após a filtração a água segue para o tanque de armazenamento inferior, onde uma pequena quantidade de cloro é adicionada, para evitar a contaminação por bactérias quando a água for bombeada para o sistema de distribuição.

De acordo com o Water Technology, a água produzida pela ETA do Rio Willamette satisfaz aos padrões de qualidade vigentes nos EUA, mesmo sem utilizar todos os recursos de tratamento disponíveis. Além disso, a estação foi projetada com equipamentos superdimensionados, de modo a alcançar uma maior continuidade no abastecimento, assim como para facilitar as futuras expansões.

No ano de 2003, último período em que os dados estão disponíveis, a planta atendeu com facilidade aos padrões estabelecidos para água potável pela agência ambiental norte-americana, a US EPA. Nenhum dos contaminantes microbiológicos regulamentados (coliformes, coliformes fecais, Giárdia, Cryptosporidium) foram encontrados. A água estava livre de compostos orgânicos voláteis (COV's), e também dentro dos limites de outros parâmetros.

### **2.3. Riscos químicos associados aos processos de tratamento de água**

No trabalho denominado “Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico”, elaborado pelo Grupo de Apoio à Fiscalização no Setor Saneamento e Urbanismo, do Ministério do Trabalho e Emprego, são apontados os seguintes riscos, aos quais os trabalhadores de ETA's estariam expostos (GEAF, 2002):

#### 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, 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 ou 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.
- 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.
- Picadas de animais peçonhentos na entrada em poços de visita (PV) 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.

No que tange especificamente aos Riscos Químicos, objeto deste trabalho, revela-se fundamental avaliação toxicológica dos efeitos dos mesmos sobre a saúde dos trabalhadores. Os principais riscos químicos a que estão sujeitos os obreiros são os seguintes:

- Exposição a inseticidas, incluídos os do grupo dos organofosforados, nas tarefas de limpeza e manutenção de margens de represas.
- Exposição a cloro gasoso ( $\text{Cl}_2$ ) 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, resultado da deconposição do lodo decantado, 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

Condição indispensável para a correta abordagem dos riscos que constituem o objeto do presente trabalho foi o levantamento dos aspectos toxicológicos das atividades laborais executadas no tratamento de água. Preliminarmente, buscou-se, em relação a cada um dos reagentes e produtos presentes, identificar suas características de toxicidade.

De acordo com Silbergeld (1998) a toxicologia é o estudo dos venenos, ou xenobióticos, forma com são conhecidas as substâncias estranhas ao organismo, e incluem as drogas, substâncias químicas industriais, poluentes ambientais e venenos de origem natural. 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. Suas atividades se estendem desde as investigações da pesquisa básica sobre os mecanismos de ação dos agentes tóxicos, até o desenvolvimento e interpretação dos testes padrões que caracterizam as propriedades tóxicas dos agentes.

Conceitualmente, segundo Holmberg et al. (1998), toxicidade é a capacidade intrínseca de um agente químico de afetar um organismo de forma adversa. Perigo toxicológico é o potencial da toxicidade (de um determinado agente) se realizar em um determinado cenário ou situação. Risco é a probabilidade de um efeito adverso específico ocorrer, o qual é normalmente expresso como uma porcentagem de casos em uma dada população, durante um determinado período de tempo.

Ainda segundo o mesmo autor, os conceitos de “toxicity rating” e classificação de toxicidade podem ser usados para propósitos de regulamentação. A “toxicity rating” é uma graduação arbitrária de doses ou níveis de exposição que ocasionam efeitos tóxicos, as quais podem ser “super-tóxico”, “altamente tóxico”, etc. 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 neurotóxicos, carcinogênicos, etc.

De acordo com a classificação da FUNDACENTRO, citada por Souza et al.(1998), as substâncias químicas são classificadas nos seguintes grupos, de acordo com sua ação nociva:

- 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

Segundo Souza et al. (1998), os gases e vapores podem ser classificados, face sua ação sobre o organismo em *irritantes primários*, que se caracterizam pela produção de inflamação quando entram em contato com tecidos vivos; *irritantes secundários*, que, além de possuírem a ação irritante, produzem efeito tóxico generalizado sobre o organismo; e *anestésicos*, que agem sobre o sistema nervoso central. Os gases e vapores *anestésicos* se subdividem em *anestésicos primários*, que apenas possuem efeito anestésico; *anestésicos de efeitos sobre as vísceras*, as quais podem danificar o fígado e rins; *anestésicos de ação sobre o sistema formador de sangue*, que se acumulam nos tecidos graxos, medula óssea e sistema nervoso; *anestésicos de ação sobre o sistema nervoso*, caracterizados pela lenta eliminação pelo organismo e pela ação sobre o sistema nervoso e; *anestésicos de ação sobre o sangue e sistema circulatório*, identificados como aqueles capazes de ocasionar alteração na hemoglobina do sangue.

Nas pesquisas toxicológicas, um importante indicador é a *relação dose-efeito*, que é caracterizada como a relação entre a dose e o efeito observado de forma individual. 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 como a relação entre a dose e a percentagem de indivíduos que apresentam um determinado efeito. Normalmente, com o aumento da dose, uma percentagem maior da população exposta será afetada, e apresentará o efeito sob observação. Tais relações são muito importantes para a toxicologia, pois nas pesquisas epidemiológicas, são utilizadas para caracterizar onexo causal entre o agente e a doença.

Um conceito central no tema é o de *dose*, normalmente expresso como a quantidade de xenobiótico que entra no organismo. Pode ser avaliada de várias formas, tais como: mg/Kg de peso corporal, *dose de exposição*, que é concentração de poluentes no ar inalado durante um determinado período de tempo; *dose absorvida* que é a quantidade do agente encontrada no corpo em um determinado momento durante ou após a exposição. A *dose tecidual*, por sua vez, é a quantidade de uma substância em um tecido específico.

Uma importante avaliação a ser levada a efeito, é o tempo de exposição aos poluentes passíveis de serem encontrados, se *aguda* ou de “*de curta duração*”, que se refere, para materiais que podem ser inalados ou absorvidos através da pele, como aquela cuja duração é da magnitude de segundos, minutos ou horas e, para aqueles cuja contaminação se dá pela ingestão, uma pequena quantidade ou dose.

Uma outra forma de exposição é a *crônica*, também conhecida como “*de longa duração*”, que se refere, para poluentes inalados ou absorvidos através da pele, a períodos repetitivos ou prolongados de exposição, cuja magnitude é de dias, meses ou anos. Para aqueles que são ingeridos, representa doses repetitivas durante períodos de dias, meses ou anos.

Após a exposição, ou seja, o transpasse de um dado agente através da pele, membrana mucosa, ou dos alvéolos pulmonares do organismo, pode ocorrer sua *absorção*, situação em que este alcança o fluxo sanguíneo e, desta forma, é transportado a todo o organismo.

Aspecto igualmente importante é o ponto de ação de um agente toxicológico no organismo, a qual pode ser *local*, quando a ação ocorre no ponto ou área de contato, que pode ser a pele, membranas mucosas, membranas dos olhos, nariz, boca, traquéia, ou qualquer parte ao longo dos sistemas respiratório ou gastrointestinal, ou *sistêmico*, situação em que o ponto de ação difere do ponto de contato, o que indica a absorção do agente pelo organismo.

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.

## **2.5. Limites de exposição ocupacional**

Segundo Paustenba (1998), a maior parte dos limites de exposição usados nos EUA e em outros países se referem a concentrações de substâncias aerotransportadas e representam condições nas quais “se acredita que quase todos os trabalhadores podem ser repetidamente expostos, dia após dia, sem efeitos adversos na sua saúde”.

Acrescenta, ainda, que é importante observar que, diferentemente dos limites de exposição a poluentes atmosféricos, contaminantes hídricos ou aditivos alimentares, estabelecidos por outras entidades profissionais ou agências reguladoras, a exposição a agentes cuja concentração se encontra abaixo dos limites de exposição não vai

necessariamente evitar o desconforto ou o dano para todos que forem expostos. Devido à ampla variação da susceptibilidade individual, uma pequena percentagem dos indivíduos expostos pode experimentar desconforto devido a algumas substâncias em concentrações iguais ou abaixo do limite de exposição. É possível, ainda, que uma percentagem ainda menor dos indivíduos expostos seja afetada de uma maneira ainda mais séria pelo agravamento de uma condição preexistente ou pelo desenvolvimento de uma doença profissional.

No Brasil, através da NR-15, em seu Anexo 11, são estabelecidos os Limites de Tolerância (L.T.s), definidos 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 a sua vida laboral”*.

Adicionalmente, para agentes químicos que não possuam Limite de Tolerância estabelecido no Anexo 11 da NR-15, podem ser utilizados, para controle dos riscos no ambiente de trabalho, os valores adotados pela Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH), os TLVs<sup>®</sup> (Threshold Limit Values - Valor do Limite de Tolerância). Tais valores foram e são definidos após pesquisas que incluem experiências industriais e avaliações clínicas que envolvem humanos e animais, sendo uma marca registrada daquela entidade. Os TLV's são definidos formalmente como *“a concentração ou intensidade dos agentes químicos ou físicos no ambiente de trabalho, sob as quais se acredita que a maioria dos trabalhadores pode ficar continuamente exposta durante sua vida laboral sem sofrer efeitos adversos à sua saúde”*.

É importante frisar que, de acordo com o Art. 60 da CLT, os Limites de Tolerância fixados pela NR-15 são válidos para jornadas de trabalho de, no máximo, 48 h semanais e, que, para prorrogações acima deste limite, será necessária a licença das autoridades competentes em higiene do trabalho, após exames e verificações dos processos de trabalho.

## **2.6. Aspectos toxicológicos concernentes às ETA's das Concessionárias Alfa e Beta.**

Tendo em vista que em nenhuma das duas ETA's existe a etapa de fluoretação, as etapas onde são dosados produtos químicos são as seguintes: coagulação, desinfecção e correção de pH.

Nos processos de tratamento das ETA's das Concessionárias Alfa e Beta, são utilizados os seguintes produtos químicos, de acordo com o Quadro 3:

**Quadro 3 - Produtos Químicos utilizados nas ETA's em estudo.**

<b>Operação</b>	<b><u>ETA da Conc. Alfa</u></b>	<b><u>ETA da Conc. Beta</u></b>
Coagulação	Sulfato de Alumínio em solução	Sulfato de Alumínio em solução
	Polímero	
Desinfecção	Cloro gasoso	Cloro gasoso
Correção de pH	Cal hidratada	Cal hidratada

Com relação aos produtos utilizados, na literatura especializada e nas respectivas Fichas de Informação de Segurança Produto Químico (FISPQ), podem ser obtidas as seguintes informações a respeito dos produtos químicos utilizados nas ETA's das Concessionárias Alfa e Beta.

*Sulfato de alumínio – Fórmula  $Al_2(SO_4)_3 - nH_2O$*

A FISPQ (CATAGUASES, 2006) , disponibilizada pelo fabricante de sulfato de alumínio em seu *sítio*, informa que se trata de substância não combustível, que libera fumos ou gases tóxicos ou irritantes, quando exposto ao fogo ou fontes de calor.

O sulfato de alumínio é fabricado a partir da composição de Ácido sulfúrico, bauxita e água, tendo o nome comercial de sulfato de alumínio a 50%. É um líquido inodoro, de cor amarelo claro (motivada pelas impurezas da bauxita), que não se decompõe ou se polimeriza em temperaturas abaixo de 710 °C, seu ponto de fusão.

A exposição ao sulfato de alumínio pode se dar através do contato com a pele e mucosas, da inalação ou da ingestão. No caso de contato com a pele, pode causar vermelhidão e dor e, se caso atinja os olhos, terá efeito corrosivo e causará vermelhidão e graves queimaduras. No caso de ser inalado, ocasiona tosse, dificuldades respiratórias e inflamação de garganta. Se ingerida, causa dor abdominal, sensação de queimação, náusea e vômito.

Deve ser armazenado em local seco e separado de bases fortes. Sua solução aquosa é um ácido medianamente forte, reage com bases e ataca vários metais.

De acordo com a FISPQ ou MSDS (Manufacturer's Material Safety Data Sheet), fornecido pela *Coogee Chemical* (COGGE, 2006), fornecedor australiano de sulfato de

alumínio em solução, é líquido levemente corrosivo, que se hidrolisa para formar o ácido sulfúrico. Devido à sua baixa pressão de vapor uma contaminação por inalação não é esperada no uso normal. Deve ser evitado o contato com a pele e olhos. Cuidados laborais devem ser tomados para evitar a formação e a inalação de neblina e vapor.

Os seguintes EPI's são recomendados são os seguintes:

- Proteção respiratória: Respirador de filtro para partículas P2 (média)
- Proteção para as mãos: Luvas de PVC, Neoprene, Nitrilica.
- Proteção para os olhos: Óculos de segurança com proteção lateral.
- Proteção da pele e do corpo: Vestimenta impermeável de proteção contra respingos químicos (Viton, PVC, Nitrilica, Neoprene, Polietileno de borracha.).
- Precauções especiais: Não transportar o produto em conjunto com alimentos.
- Medidas de Higiene: Evite o contato com o produto.

Quando utilizados em grande quantidade ou quando a contaminação é provável, deverá ser vestido avental de PVC e botas de borracha. Quando existir o risco de inalação, deve ser utilizada mascara anti-gases para gases ácidos e inorgânicos e respiradores de linha de ar.

Seu limite de exposição, de acordo com a ACGIH é  $2 \text{ mg.m}^{-3}$ :

- Toxicidade aguda: CE (I) 50,48 H = 0,015 %
- Toxicidade crônica: CEO = 0,012 %
- Limite de tolerância: ACGIH TLV: TWA =  $2 \text{ mg.m}^{-3}$  (A1)
- Toxicidade oral aguda (cobaias): LD50 = Acima de  $5 \text{ g.Kg}^{-1}$

### *Cloro - Fórmula $\text{Cl}_2$*

O cloro gás se apresenta na cor amarelo-esverdeado, possui um odor irritante e causticante, e é transportado como um gás comprimido liquefeito.

Segundo a OSHA o contato com o cloro, no caso de exposição aguda a baixos níveis de cloro, resulta em irritação nos olhos, nariz e garganta, espirros, salivação excessiva, excitação generalizada e agitação. No caso de concentrações mais altas, os sintomas são dificuldade para respirar, tosse violenta, náusea, vômito, cianose, tontura, dor de cabeça,

asfixia, edema laríngeo, traquéobronquite aguda, pneumonia química. O contato com o cloro líquido pode ocasionar ulceração na pele e nos olhos.

Nos casos de exposição crônica a baixos níveis de cloro gás pode resultar em uma dermatite denominada cloracne, corrosão do esmalte dentário, tosse, dor aguda no tórax, inflamação da garganta, hemoptise e aumento na susceptibilidade à tuberculose.

Segundo a FISPQ do fabricante nacional de cloro liquefeito CARBOCLORO, o produto é um irritante das vias respiratórias e fortemente agressivo. Os efeitos dependem da concentração e do tempo de exposição. A inalação, mesmo que rápida, pode levar a lesões brônquicas. Se o tempo de exposição for elevado, ocorrerá edema pulmonar, seguido de morte.

O contato do cloro com os olhos, causará irritações e queimaduras. Na pele, causará vermelhidão e formação de bolhas por queimadura por baixa temperatura no caso do cloro liquefeito.

O cloro não é inflamável, nem explosivo, podendo, no entanto, alimentar a combustão de outras substâncias. Um outro perigo é sua capacidade de reagir com a água formando o ácido clorídrico, que pode aumentar a corrosão dos metais que compõem os recipientes.

De acordo com a OSHA, citando Clayton e Clayton (1982), a menor concentração letal reportada é 430 ppm por 30 minutos, a exposição a 15 ppm causa irritação da garganta, a exposição a 50 ppm é perigosa, e a exposição a 1000 ppm pode ser fatal, mesmo se a exposição for breve.

Limites de Exposição Ocupacional:

Anexo 11 da NR-15 da Portaria nº 3.214/78 - 0,8 ppm

TLV's da ACGIH - 0,5 ppm

LT da NIOSH - 0,5 ppm

PEL da OSHA - 1,0 ppm (valor teto)

Segundo o fabricante, os EPI's indicados são os seguintes:

- Proteção Respiratória: Máscara facial inteira com filtro contra gases ácidos, máscara facial inteira com linha de ar ou conjunto autônomo de ar respirável. A semi-máscara deve ser usada somente para fuga.
- Proteção das Mãos: Luvas impermeáveis de borracha ou em PVC.
- Proteção dos Olhos: Óculos de proteção contra respingos.

- Proteção da Pele e do Corpo: Roupa em PVC ou Tyvek, e botas em borracha ou em PVC.

*Hidróxido de cálcio (Cal Hidratada): Fórmula  $Ca(OH)_2$*

O hidróxido de cálcio pode se apresentar na forma de um pó branco ou de cristais incolores. Segundo a NIOSH (2006), a substância não é combustível e recomenda, como forma de evitar a exposição, evitar, ou minimizar, a dispersão do pó.

Sob o efeito do fogo o hidróxido de cálcio se decompõe produzindo óxido de cálcio (cal virgem). A substância não é quimicamente estável, pois reage com o dióxido de carbono do ar para formar o carbonato de cálcio. A solução aquosa do hidróxido de cálcio é uma base medianamente forte. Reage violentamente com ácidos fortes, produzindo calor e possível explosão em áreas confinadas. Na presença de água, ataca vários metais, formando um gás (hidrogênio) inflamável e explosivo.

Ainda de acordo com a NIOSH (2006), as rotas nas quais a substância pode ser absorvida pelo organismo são a inalação do seu aerossol e pela sua ingestão. Na exposição aguda, esta substância irrita o trato respiratório e é corrosiva para os olhos e pele, sendo indicado o encaminhamento para observação médica. No caso de exposição crônica, o contato rotineiro com a cal hidratada pode ocasionar dermatites e os pulmões também podem ser afetados pela exposição repetida e prolongada a este pó.

De acordo a FISPQ, disponibilizada pela empresa *Graymont Inc.* (GRAYMONT,2006), fabricante americano de hidróxido de cálcio, o produto cal hidratada contém traços de Sílica Cristalina, substância classificada como carcinogênica pela ACGIH, OSHA e outras entidades ligadas à higiene ocupacional.

A exposição a esta substância, quando ocorre através da inalação, pode ocasionar inflamação na garganta, tosse e sensação de ardência. Se a exposição se der através do contato com a pele, seus efeitos são vermelhidão na parte do corpo afetada, aspereza, dor, ressecamento, ardência e a formação de bolhas. Caso atinja os olhos, o hidróxido de cálcio ocasiona vermelhidão, dor e sérias queimaduras. Caso ingerido, produz a sensação de queimação, dores e espasmos abdominais e vômito.

Como proteção contra a exposição por inalação, a NIOSH (2006) recomenda a exaustão do local e o uso de proteção respiratória. Para evitar a exposição por contato com a pele, é recomendado o uso de luva e vestimenta de proteção. Para que os olhos não sejam atingidos, os EPI's indicados por aquela entidade são os óculos de segurança, ou máscara

facial ou a combinação de proteção para os olhos e proteção respiratória. A abstenção de alimentar-se, beber ou fumar durante o trabalho é recomendado para evitar-se a ingestão da substância.

Limites de Tolerância:

ACGIH: 5 mg.m<sup>-3</sup>

NIOSH REL: TWA 5 mg.m<sup>-3</sup>

OSHA PEL: TWA 15 mg.m<sup>-3</sup> (total) 5 mg.m<sup>-3</sup> (resp)

### *Polímero*

O polímero utilizado possui a identificação FLOPAM EM 230 PWG, e é fabricado pela empresa SNF Inc., sendo importado dos E.U.A. Se apresenta na forma de um líquido viscoso, de cor branca. A FISPQ (SNF,2006), fornecida pelo fabricante, informa que se trata de um polímero não iônico em emulsão solúvel em água. Alerta ainda para o fato de o derramamento do produto ocasiona superfícies extremamente escorregadias.

Recomenda, em caso de inalação, o deslocamento para áreas com ar fresco e, no caso de ocorrência de contato com a pele, a lavagem com sabão e água em abundância. Na ocorrência de contato com os olhos, lavar intensamente com água em abundância, inclusive sob as pálpebras. Com a relação à ingestão acidental, o produto não foi considerado tóxico com base em estudos laboratoriais com animais.

Os EPI's recomendados são os seguintes: em caso de ventilação insuficiente, utilizar o equipamento respiratório adequado. Para proteção das mãos, é indicado o uso de luvas de borracha. Para evitar contato do produto com os olhos, é prescrita a utilização de óculos de segurança com proteção lateral, sendo vedado o uso de lentes de contato. Para proteção da pele, recomenda-se o uso de aventais resistentes a produtos químicos ou jalecos de proteção, se o respingo ou contato com a solução é provável. Recomenda ainda, como medida de higiene, a lavagem das mãos antes de intervalos no trabalho e imediatamente após o manuseio do produto.

## 2.7. O projeto do processo e sua influência nos riscos ocupacionais

De acordo com Chase et al.(1998) o processo produtivo pode ser definido com uma série de tarefas que transforma entradas em saídas úteis. Visto desta forma o processo em geral consiste de uma série de *tarefas*, um *fluxo* de materiais e informações, que conecta a série de tarefas, e o *armazenamento* de materiais e informações, cujas definições dadas são as seguintes:

1. *Tarefas*: Cada tarefa completa, em um determinado grau, a transformação da entrada em uma saída desejada.
2. *Fluxo*: O fluxo em um processo consiste de fluxo de material, assim como fluxo de informação. O fluxo de material envolve a transferência de um produto de uma tarefa para a próxima tarefa. O fluxo de informação ajuda na determinação de quanto da transformação já foi executada nas tarefas anteriores e o que exatamente resta para ser completado na tarefa em andamento.
3. *Armazenamento*: Quando nenhuma tarefa esta sendo desenvolvida e também nenhuma peça está sendo transferida, esta peça deve ser armazenada. Bens armazenados, a espera de serem processados pela próxima tarefa, são frequentemente denominados estoque de processo.

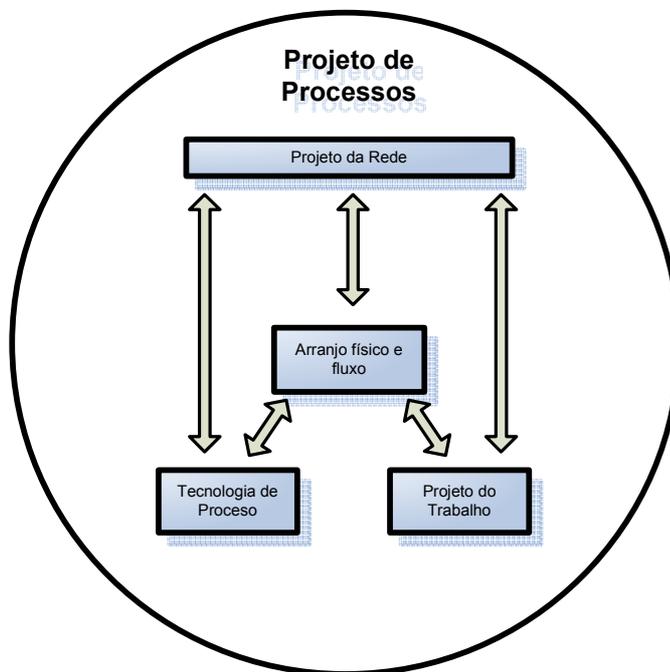
Segundo Slack et al.(1997), o fator preponderante, que determina a escolha dos tipos de processo possíveis de serem adotados, é a relação volume-variedade do produto ou serviço. Tais dimensões são, em geral, dependentes entre si. Desta forma, as operações de baixo volume, costumam estar associadas a grandes variedades de produtos ou serviços. Ao contrário, as operações de alto volume correspondem a produtos de pequena variedade. Entre estes extremos, existe uma grande diversidade de relações volume-variedade que determinarão as possibilidades de escolha do tipo de processo a ser utilizado para obtenção de determinado produto, ou para a prestação de determinado serviço.

Ainda segundo Slack et al.(1997), no caso de manufaturas, os tipos de processos possíveis, em uma escala em que o volume se torna mais alto e a variedade decresce, 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, ou seja, do seu *projeto de processo*, cuja obtenção envolve algumas definições, tais como o *projeto da rede* de operações produtivas (fornecedores e clientes), na qual o processo estará inserido; a definição do *arranjo físico e fluxo*; a escolha da *tecnologia de processo* e; a elaboração do *projeto do trabalho*. A Figura 2 mostra as etapas do projeto do processo.



**Figura 2. Etapas do projeto do processo. Fonte: Slack et al.(1997).**

Dentre estes, as três últimas definições (arranjo físico e fluxo, tecnologia de processo e projeto do trabalho) envolvem decisões que impactam diretamente nas condições de salubridade ambiental e segurança das instalações.

### 2.7.1. Arranjo físico e fluxo

A decisão relativa ao arranjo físico está majoritariamente condicionada pelo tipo de processo produtivo, embora para um mesmo tipo de processo, possam existir mais de um arranjo físico possível, conforme mostrado no Quadro 4, a seguir.

**Quadro 4 - Relação Entre o Tipo de Processo Produtivo e o Arranjo Físico Possível.**

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

Fonte: Adaptado de Slack et al.(1997)

Como mencionado acima, a produção de água potável, por suas características intrínsecas, se impõe como um processo do tipo contínuo. Esta tipologia de processo requer o *arranjo físico por produto*. Slack et al.(1997) argumenta que, neste tipo de arranjo físico, a localização dos recursos produtivos transformadores é determinada por critérios que melhor convierem ao elemento que está sendo transformado. Desta forma o produto segue um fluxo através dos processos, na ordem em que são requeridos, de forma previsível.

Para Chase et al.(1998), no *arranjo físico por produto*, os equipamentos ou setores são dedicados a uma linha específica de produto. Equipamentos duplicados são empregados para evitar retrocesso do produto, e um fluxo unidirecional do material é alcançável.

No tratamento da água bruta, por ser um insumo líquido, a utilização do arranjo físico por produto é uma imposição, devido à necessidade de fazê-lo fluir através das várias etapas do processo.

A partir da definição do tipo de arranjo físico, inicia-se o projeto detalhado do arranjo físico, quando é definida a localização física de todos os recursos de transformação, ou seja, das instalações, equipamentos, máquinas e pessoal; o espaço a ser ocupado por cada centro de trabalho, assim como as tarefas que neles serão executadas.

Muther (1978) enumera vários fatores que devem ser levados em consideração na seleção do lay-out, 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 da 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. Relações 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.

Tratando-se de arranjo físico por produto, conforme apontado por Slack (1997), a decisões a serem tomadas nesta etapa, ao contrário dos demais tipos de arranjo, não se relacionam a “onde localizar o quê” e sim “o que localizar onde”, pois como os processos são

locados da forma que melhor convier ao elemento a ser transformado que, no nosso caso, é a água submetida a tratamento.

### **2.7.2. Tecnologia de processo**

Slack et al. (1997) define tecnologia de Processo como o conjunto de “máquinas, equipamentos e dispositivos que ajudam a produção a transformar materiais e informações (...) de forma a agregar valor e atingir os objetivos estratégicos da produção”.

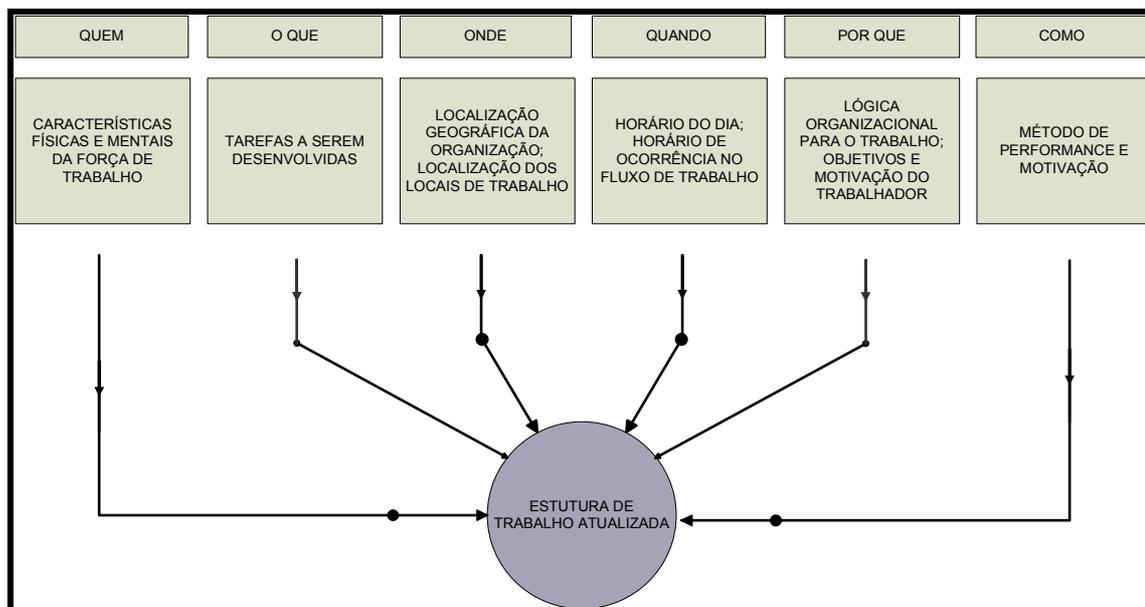
Na escolha da tecnologia de processo a ser utilizada, alguns aspectos básicos devem ser levados em consideração, tais como suas características e benefícios particulares, além de suas diferenças em relação às tecnologias similares.

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.

### **2.7.3. Projeto do trabalho**

O projeto de trabalho estabelece a forma como as pessoas envolvidas no processo atuarão em seu trabalho, indicando-lhes o que lhes é requerido, como contribuir para a consecução dos objetivos da organização, suas atividades em relação a seus colegas de trabalho e os fluxos de comunicação entre os vários setores da organização (Slack,1997).

Chase et al. (1998), por sua vez, define o projeto do trabalho como a função de especificar as atividades laborais de um indivíduo, ou grupo, em um ambiente organizacional. O objetivo desta atividade é desenvolver as estruturas funcionais de modo que atendam às necessidades da organização e sua tecnologia, atendendo, ao mesmo tempo, aos anseios pessoais do pessoal empregado. A figura 3 demonstra as questões a serem respondidas pelo projeto do trabalho.



**Figura 3. Decisões a Serem Tomadas no Projeto do Trabalho. Fonte: Chase et al. (1998)**

Entre as questões a serem definidas através do projeto de trabalho estão a divisão de tarefas entre os funcionários da produção, a seqüência de tarefas estabelecida como a correta, como o trabalho será alocado dentro do processo, as interfaces dos funcionários com os equipamentos e maquinários. Além destes pontos, o projeto de trabalho de estabelecer também as condições ambientais no local de trabalho, a autonomia que será concedida na execução do mesmo, assim como as habilidades necessárias ao pessoal e a forma como estas serão desenvolvidas.

Slack et al. (1997) descreve as seguintes 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 de dividir um conjunto de tarefas em partes menores foi inicialmente registrado por Adam Smith, em 1746 (Slack et al., 1997).

Em 1911, em seu livro de mesmo nome, Frederick W. Taylor, introduziu os conceitos e idéias da *Administração Científica*, cujos fundamentos são a investigação de todos os aspectos do trabalho, de forma científica; a seleção, treinamento e desenvolvimento dos trabalhadores de forma metódica e o planejamento do trabalho pelos administradores.

A *Ergonomia*, também conhecida como “engenharia de fatores humanos”, busca a adequação do trabalho executado ao pessoal que o executa, por meio do estudo dos aspectos físicos do local de trabalho (máquinas, computadores, mobiliário, etc.), assim como das condições ambientais (temperatura, iluminação, ruído, etc.), e a forma como os trabalhadores são afetados por eles.

As *Abordagens Comportamentais* buscam superar algumas deficiências observadas nas abordagens anteriores, de forma a proporcionar projetos de trabalho nos quais o pessoal envolvido tenha suas necessidades de auto-estima e desenvolvimento pessoal supridas, permitindo, assim, que ele se sinta responsável por uma parcela definida, significativa do trabalho, e proporcionando-lhe retroalimentação sobre sua eficácia de desempenho.

Por fim, temos a abordagem denominada *Empoderamento*, que é uma extensão do trabalho com autonomia, já apontada nas *Abordagens Comportamentais*, porém indo além destas, pois é concedida ao pessoal da operação a autoridade para alterar a forma como o trabalho é executado. Esta atribuição de autoridade normalmente é feita em vários níveis de envolvimento: *Envolvimento de Sugestão* – não é considerado propriamente *Empoderamento*, pois o “poder” concedido é apenas o de contribuir com sugestões para o aperfeiçoamento da operação; *Envolvimento do Trabalho* – proporciona ao pessoal a possibilidade de reprojeter seu trabalho. De modo a estabelecer os limites dos impactos das mudanças individuais, e também para garantir a adequação das alterações implementadas, os pessoal é dividido em grupos de projeto; *Alto Envolvimento* – muito pouco empregado, este tipo de prática de projeto agrega todo o pessoal na direção estratégica da organização, no intuito de que os indivíduos, na medida em que passem a contribuir para a estratégia global, assumam a responsabilidade pelo sucesso da mesma.

## **CAPÍTULO 3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada dividiu-se em três etapas interdependentes, e que, em alguns momentos se sobrepuseram. 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.

### **3.1 Etapa de Coleta de Dados**

- Detalhamento de todas as operações envolvidas no processo de potabilização da água, em ambas as ETA's.
- Levantamento de todos os produtos químicos utilizados nos processos, formas de exposição dos trabalhadores aos mesmos, limites de tolerância e demais informações toxicológicas.
- Levantamento detalhado das tarefas envolvidas no recebimento, transporte interno, preparo e aplicação de produtos químicos, identificando-se aquelas nas quais pode ocorrer a intoxicação dos trabalhadores por produtos químicos, os respectivos setores, postos de trabalho e trabalhadores cuja exposição aos riscos sejam de constatação imediata.
- Levantamento das condições reais de trabalho, da exposição dos trabalhadores ao risco químico, assim como dos mecanismos de proteção existentes nos locais de trabalho, através de observação em campo, entrevistas com os profissionais que atuam na ETA, e aplicação de questionário específico
- Levantamento da estrutura de SST da empresa, assim como toda a documentação existente sobre o assunto, 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 qualitativa das condições de salubridade referentes aos riscos químicos nos locais de trabalho.

- Avaliação quantitativa da concentração dos agentes químicos nos locais em que a avaliação qualitativa indicar a possível intoxicação dos trabalhadores.
- Avaliação, para cada uma das ETA's estudadas, do projeto do processo, especialmente ao que diz respeito às operações que envolvem a exposições dos trabalhadores a riscos químicos, enfocando-se o arranjo físico e fluxo, a tecnologia de processo e o projeto do trabalho.

### **3.2 Etapa de Tratamento dos Dados Coletados**

- Exposição das informações obtidas após a aplicação dos questionários, em relação a cada uma das ETA's.
- Discussão das informações obtidas após a aplicação dos questionários, interrelacionando-se os resultados obtidos nos mesmos.
- Apresentação do resultado das avaliações quantitativas realizadas.

### **3.3 Etapa de Produção de Resultados e Ordenamento de Conclusões**

- Determinação com relação às concentrações de agentes químicos encontrados de concentrações de produtos químicos acima dos limites de tolerância contidos na NR-15 (Atividade e operações insalubres), ou do Nível de Ação, definido na forma prevista na NR-9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais).
- Caracterização do nível de exposição dos trabalhadores, após a confrontação das concentrações de agentes químicos verificadas com os limites de tolerancia estabelecidos pela legislação.
- Exposição dos parâmetros para avaliação da eficácia e a eficiência das práticas de SST, no que tange aos riscos químicos, nas ETA's estudadas.
- Avaliação/caracterização da eficácia e eficiência das ETAs, no que tange às suas condições de trabalho e práticas de SST e hierarquização entre ambas.
- Relacionar os resultados obtidos e observados e a organização do trabalho nas ETA's e os fatores que a determinam.

Obs.: De acordo com Brandimiller (1996), “eficiência” é “a capacidade de um determinado instrumento ou meio de produzir um resultado para o qual foi concebido” e cita, como

exemplos, o poder de atenuação de um protetor auricular ou ao poder de filtragem de radiações ultravioleta das lentes dos óculos. Igualmente, segundo este autor, “eficácia relaciona-se com o resultado desejado”. Portanto, esclarece ainda, “fala-se de *eficiência* do EPI e de *eficácia* do sistema de proteção”. E conclui: “um EPI pode ser *eficaz* para atenuar o ruído, mas o simples fornecimento de EPI’s pode se mostrar *ineficaz* para evitar lesões auditivas”.

## **CAPÍTULO 4. COLETA DE DADOS E PRODUÇÃO DE DADOS**

### **4.1 As ETA's em estudo**

Conforme a classificação mencionada no item 2.7, podemos afirmar que o processo de produção de água potável para abastecimento se caracteriza como um processo contínuo, no qual grandes volumes são produzidos (milhares ou milhões de metros cúbicos/dia), e a variedade é extremamente baixa, na verdade, inexistente, pois somente um produto é produzido: água potável, que deve obedecer a padrões e características bem definidos.

A premissa que ampara o presente trabalho de pesquisa é que, a análise, o mais detalhada possível, do processo produtivo e dos fatores que o nortearam, enfatizando-se o tratamento dado à questão da segurança e da higiene ocupacional, poder-se-á aquilatar os acertos e erros cometidos.

Não obstante ter-se por certo que o trabalho prescrito é, na maior parte dos casos, bastante diferente do trabalho realizado, possuindo este último, nuances e momentos que, de certo, poderão escapar ao olhar mais cuidadoso. Porém, uma vez que tenha sido prescrito sem a observância dos aspectos relativos à segurança, ao ser executado, tais lacunas contribuirão sobremaneira para a degradação das condições de salubridade e segurança em que é realizado.

Por se tratarem de estabelecimentos industriais que buscam, através de processos semelhantes, obter o mesmo produto final, na mesma escala de produção, e utilizando-se de insumos, quase todos, idênticos, a análise retro referenciada poderá, para cada um dos mesmos, apontar aquele que melhor se desincumbe, em cada um dos fatores analisados, da responsabilidade de prover, para seus trabalhadores, um ambiente de trabalho salubre e seguro.

As duas ETA's, que são objeto do presente estudo, estão na região denominada Baixadas Litorâneas, no Estado do Rio de Janeiro.

Ambas captam águas superficiais do mesmo manancial, a Lagoa de Juturnaíba. Esta Lagoa, cujo espelho d'água ocupa uma área de 30,6 Km<sup>2</sup>, formou-se após a construção, pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS, da barragem de mesmo nome, no curso do Rio São João, recebendo, ainda, a contribuição dos Rios Bacaxá, Capivari e o Ribeirão das Crioulas.

São ETA's convencionais possuindo as seguintes etapas de clarificação: coagulação, floculação, decantação e filtração, seguidas de correção de pH e desinfecção. Não é feita a fluoretação nas ETA's.

A ETA operada pela Concessionária Alfa, foi construída em 1975, e possui capacidade de tratamento de  $1.200 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ , abastecendo os três municípios. É operada por um total de 21 (vinte e um) funcionários, sendo que destes, 9 (nove) trabalham em horário administrativo (diária). Os restantes, em total de 12 (doze) trabalhadores, laboram em regime de escala de 12 h x 36 h, em equipes de 3 (três) operadores durante o dia, e o mesmo contingente durante a noite.

Originalmente, a ETA operada pela Concessionária Beta, construída em 1958 pela Companhia Nacional de Álcalis, tinha capacidade de tratamento de  $120 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ . Após suas ampliações, possui atualmente capacidade para tratar  $1.200 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ . É responsável pelo abastecimento de cinco municípios. Sua equipe de operação conta com 11 (onze) funcionários próprios, que atuam na operação da ETA, e 1 (um) funcionário de terceiros, que atua no laboratório. Dentre os funcionários próprios, 4 (quatro) trabalham em horário administrativo (diária), e os demais, em número de 7 (sete), trabalham em regime de escala de 12 h x 36 h, formando equipes de 2 (dois) trabalhadores durante o dia, e de 3 (três) durante a noite.

#### **4.1.1 A ETA da Concessionária Alfa**

##### **4.1.1.1 *Informações Gerais***

A ETA da Concessionária Alfa possui uma vazão projetada de  $1.200 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ . Atualmente, trata de 500 a  $750 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ . Seu processo de potabilização compõe-se das seguintes etapas:

- . Sistema de dosagem de produtos químicos
- . Floculação hidráulica (chicanas)
- . Decantação com módulos tubulares

- . Filtração
- Desinfecção
- . Reutilização de água de lavagem de filtro

O sulfato de alumínio é aplicado em ponto único na calha Parshall. Neste mesmo ponto é feita a medição da vazão afluyente à ETA, através de medidor ultra-sônico. Na câmara de floculação é adicionado o polímero, que atua como auxiliar de coagulação. Após a adição do coagulante e do auxiliar de coagulação, a água segue para a câmara de floculação. Nos decantadores de fluxo ascendente, nas quais existem as estruturas chamadas colméias, a água transita do fundo do decantador para a superfície, onde já clarificada é coletada nas calhas coletoras de superfície do decantador, seguindo, então, para o canal de distribuição de água decantada e, ao seu final, chega aos filtros.

Após sua sedimentação, o lodo é drenado, sendo encaminhado às galerias de descarte. A água decantada é encaminhada para os filtros e, destes, para o reservatório de água tratada, local onde são aplicados a cal hidratada e o cloro gás.

Após a operação de lavagem de filtro, a água utiliza é recolhida pela canaleta de superfície, situada acima do leito filtrante, e endereçada a um tanque de reutilização, ficando ali por certo tempo para a sedimentação sendo reconduzida a ETA por bombas ao canal de água coagulada.

#### **4.1.1.2 Estruturas de Tratamento**

- Floculadores

O processo de floculação nesta ETA ocorre em dois módulos, ambos compostos por câmaras de floculação.

No primeiro módulo, as câmaras são do tipo chicanas, com três trechos, sendo que o primeiro propicia uma circulação mais rápida do líquido e um maior agrupamento das partículas. No segundo, onde ocorre uma circulação mais suave, fazendo com que os flocos aumentem de tamanho e densidade.

Câmaras de Floculação – 1º módulo:

#### 1º Trecho

- . Quantidade: 01
- . Dimensões: 23,6m x 3,0m x 5,12m

#### 2º Trecho

- . Quantidade: 02
- . Dimensões: 12,8m x 5,1m x 5,1m

No segundo módulo a floculação ocorre em duas câmaras de floculação, sendo que na primeira câmara existem vinte e cinco chicanas de concreto e vinte oito chicanas de compensado naval revestido com fibra, com 2 polegadas de espessura. Na segunda câmara existem vinte e quatro chicanas de compensado naval revestido de fibra e vinte oito de concreto, também com duas polegadas de espessura.

#### Câmaras de Floculação:

- . Quantidade: 02
- . Dimensões: 14,5m x 10m x 3,7m

#### - Decantadores

A decantação dos flocos é efetivada através da utilização de módulos de tubos de seção retangular, denominadas colméias. A utilização destes módulos permite a obtenção de taxas elevadas no escoamento superficial, resultando em tanques de decantação com áreas bastante reduzidas. O tanque de decantação possui, em sua base, poços de paredes inclinadas, onde ocorre o acúmulo do lodo sedimentado, o qual é periodicamente descarregado, controladas manualmente.

#### Decantador: 1º Módulo

- . Quantidade: 02 unidades
- . Nº de poços para acúmulo de lodo: 120 unidades
- . Dimensões: 18,6m x 4,9m x 5m

. Descarga de lodo: Manual – 03 drenos de 200 mm e 01 dreno de 150 mm

Decantador: 2º Módulo

. Quantidade: 02 unidades

. Nº de poços para acúmulo de lodo: 360 unidades

. Dimensões: 17,5m x 10,1m x 5,62m

. Descarga de lodo: Manual – 04 drenos de 200 mm

. Decantadores equipados com módulos tubulares com inclinação de 60°.

- Filtros

Os filtros são do tipo rápido à gravidade, e seu leito filtrante é formado por areia, e por camada suporte de seixos/pedregulhos, assentado sobre um fundo falso.

Possuem também distribuidores de polipropileno e tijolos *leopard* para coletar água filtrada, durante a operação de filtração, e utilizados também para distribuir uniformemente o fluxo de água durante a lavagem do filtro.

A retrolavagem é feita quando a análise da turbidez indicar que a vazão efluente estiver com uma turbidez de 1,0 NTU, e é executada manualmente, através da manobra de dispositivos pneumáticos.

A água utilizada na retrolavagem provém de um reservatório elevado com capacidade de 700 m<sup>3</sup> e, ao fluir pressurizada, em sentido inverso ao da operação de filtração, ocasiona a expansão do leito filtrante, o atrito entre as partículas de areia que, por sua vez, provoca o desprendimento das impurezas a elas aderidas, sendo carregadas para fora do filtro.

Filtros

. Quantidade: 05

. Tipo: Rápido à gravidade

. Dimensões: 47,52 m<sup>2</sup>

. Volume de água de contra-lavagem: 300 m<sup>3</sup>

. Vazão de operação: 62 m<sup>3</sup>

## Filtros

- . Quantidade: 04
- . Tipo: Rápido à gravidade
- . Dimensões: 50 m<sup>2</sup>
- . Volume de água de contra-lavagem: 300 m<sup>3</sup>
- . Vazão de operação: 67,5 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>

## Material filtrante para filtro

- . 0,67 cm de areia
  - . 0,53 cm de seixos rolados (15 cm de 1,5 a 2,5 bitola; 15 cm de ¾ a 1,5 bitola; 08 cm de 0,5 a ¾; 7,5 cm de 1,4 a 0,5 bitola e 7,5 cm de 1,8 a 1,4 bitola).
- Reutilização de água de lavagem de filtro

A água utilizada na lavagem dos filtros, em torno de 300 m<sup>3</sup> por retrolavagem, é conduzida para o tanque de recuperação, ficando em repouso por cerca de 1h 30 m e, durante este período, ocorre a sedimentação de sólidos em suspensão, após o que a água é transportada para o canal de água coagulada.

## Bomba de Lavagem de Filtro (Standby – by)

- . Quantidade: 01 unidade
- . Motor: GE 12LA1, 1775 rpm
- . Fabricação: Worthington

### 4.1.1.3 *Produtos Químicos*

A preparação da solução de sulfato de alumínio é executada pelo fabricante, não sendo sua concentração alterada na ETA. Ao chegar à ETA, o mesmo é acondicionado, inicialmente em tanques de fibra, sendo posteriormente bombeados para tanques de concreto. Destes, o produto é transferido para um dosador de nível constante por gravidade, dos quais é

conduzido até a calha de chegada de água bruta - a calha Parshall - por uma tubulação de PVC.

A cal hidratada e o polímero são preparados em tanques de concreto equipados com misturadores de acionamento elétrico e, posteriormente, são conduzidos para os respectivos dosadores, sendo escoados por gravidade através de tubulações de PVC.

#### Tanques de Fibra: Solução de Sulfato de Alumínio

- . Quantidade: 02 unidades
- . Volume: 30.000 litros

#### Tanques de Concreto: Solução de Sulfato de Alumínio

- . Quantidade: 02 unidades
- . Volume: 15.100 litros

#### Tanques de Preparo: Cal

- . Quantidade: 03 unidades
- . Volumes: 02 (15.100 L) e 01 (8.500 L)

#### Tanques de Preparo: Polímero

- . Quantidade: 02 unidades
- . Volume: 2.640 litros

#### Misturador Elétrico para a Cal

- . Quantidade: 03 unidades
- . Potência do motor: 02 (7,5 CV) e 01 (5 CV)

#### Misturador Elétrico para o Polímero

- . Quantidade: 02 unidades
- . Potência do motor: 7,5CV

#### Cloração

O cloro é dosado na forma de gás através de cilindros de 900 kg, sendo armazenados em baterias com 4 (quatro) cilindros. Sua vazão é controlada através do equipamento denominado clorador, sendo a vazão ajustada de acordo com o residual de cloro encontrado na água tratada.

- . Quantidade: 04 baterias de cilindros de aço
- . Capacidade:  $450\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$
- . Modelo: Wallace e Tiernan
- . Fabricação: Maxklor

A Figura 4. mostra a área da ETA da Concessionária Alfa.



Um melhor detalhamento do sistema de transporte, preparo e dosagem de produtos químicos será apresentado posteriormente.

#### 4.1.2 A ETA da Concessionária Beta

##### 4.1.2.1 *Informações Gerais*

Conforme já mencionado, a ETA da Concessionária Beta pertenceu, originalmente, à Companhia Nacional de Álcalis e possuía, nesta época, uma capacidade de produção de 120 L.s<sup>-1</sup>. Após ter sido assumida pela Beta, sofreu uma série de intervenções e melhoramentos, passando a produzir entre 450 e 500 L.s<sup>-1</sup>.

Em 2004, de acordo com MONTGOMERY (2002), sofreu nova ampliação, quando foi construída uma nova ETA. Possui, atualmente, uma capacidade instalada de 1.200 L.s<sup>-1</sup>, sendo composta por duas unidades, que funcionam como um mix, nas quais as ambas estão interligadas, havendo a possibilidade de múltiplos arranjos entres as diversas etapas do processo de clarificação.

##### Parte Antiga:

- Captação e tomada de Água Bruta (fora de uso);
- Estação Elevatória de Água Bruta (fora de uso);
- Unidades de Coagulação/Clarificação tipo Accelerator (2 unidades);
- Unidade de Filtração (6 filtros);
- Reservatório de Água Tratada;
- Estação Elevatória de Água Tratada.

##### Parte Nova

- Tomada d'água e Estação Elevatória de Água Bruta,
- Adutora de Água Bruta;

- Caixa de Manobra;
- Medição de Vazão Afluente;
- Estrutura de Chegada de Água Bruta;
- Mistura Rápida;
- Canal de Distribuição de Água Coagulada;
- Floculadores (3 unidades);
- Decantadores de fluxo ascendente (3 unidades);
- Filtros (6 unidades);
- Estrutura de Controle;
- Produtos Químicos.

A tomada de água e a estação elevatória de água bruta situam-se em uma estrutura flutuante ancorada a, aproximadamente, 200 m da margem da lagoa, em uma plataforma metálica de 8,5 x 12,0 m, sustentada por dois flutuantes.

A Estação Elevatória foi concebida para abrigar, na atual etapa de expansão, 4 grupos moto-bombas, sendo um reserva, provendo uma capacidade de bombeamento de até 1500 L.s<sup>-1</sup>. Existe, ainda, espaço reservado para a instalação de um quinto conjunto moto-bomba, o que elevaria a capacidade de bombeamento a 2.000 L.s<sup>-1</sup>. Estes grupos são do tipo submersível, com velocidade variável, possuindo capacidade máxima nominal de 500 L.s<sup>-1</sup>.

Da Estação Elevatória de Água Bruta partem, atualmente, 4 (quatro) linhas de 560 mm, em PEAD, as quais carregam a água bruta até a estrutura de concreto denominada Estrutura de Chegada. Esta se situa em frente ao eixo do decantador e possui dimensões internas de 2,5 x 5,90 x 6,70 m (largura x comprimento x altura), dividida em três compartimentos adjacentes, os quais provocam à massa de água movimentos bruscos, ascendentes e descendentes. No segundo compartimento, denominado Câmara de Mistura Rápida, são aplicados os produtos químicos cal, cloro e coagulante, sendo que o primeiro é aplicado superficialmente e os demais através de difusores.

#### **4.1.2.2** *Estruturas de Tratamento*

- Floculadores

Cada floculador é dotado de três níveis diferentes de energia, os quais são definidos pela velocidade dos agitadores mecânicos do processo, em um total de nove. Entre os níveis de energia mencionados, existem cortinas de madeira transversais ao fluxo d'água. Tais agitadores são mecânicos, com controle de velocidade por variadores de frequência, cujos gradientes de velocidade são decrescentes de acordo com o sentido do fluxo da água. Ao fim dos decantadores, se localiza a última cortina difusora, após a qual o fluxo d'água chega aos decantadores.

#### - Decantadores

Além das unidades tipo Accelerator, existentes na parte velha, construída pela C.N. de Alcalis, foram construídos três novos decantadores à jusante do bloco de floculadores. São estruturas em concreto armado, nas dimensões 9,00 (largura) x 25,00 (comprimento) x 4,90 m (profundidade), cada um, sendo suas capacidades individuais de  $300 \text{ L.s}^{-1}$ . Cada um dos decantadores possui cinco compartimentos de 5,00 m longitudinalmente dispostos.

Os novos decantadores são de alta taxa de decantação, com a utilização de módulos tubulares em polipropileno com espessura de 3 mm, com espaçamento de 60 mm, instalados com inclinação de  $60^\circ$  referente ao plano horizontal, a uma altura de 2,20 m da laje de fundo dos decantadores.

Acima dos módulos existem calhas de concreto, de seção transversal, com dimensões 0,35 m (largura) x 0,40 m (altura) em sentido longitudinal para coleta de água decantada.

A água proveniente de um determinado floculador é conduzida ao decantador subsequente, tendo acesso pelo fundo do mesmo, abaixo dos módulos tubulares, produzindo um fluxo ascendente, alcançando os módulos, onde os flocos ficam retidos, e alcançando as calhas de coleta.

O lodo depositado no fundo dos decantadores é removido de forma mecanizada, através de equipamento auto-aspirador submerso, tracionado por meio de cabos de aço, cujo sistema de controle compõe-se de temporizadores e válvulas solenóides.

Os decantadores possuem, ainda, em sua extremidade de jusante, de rebaixo destinado a permitir a drenagem do mesmo, cujo controle é feito por meio de válvula situada ao lado da galeria de tubulação de filtros.

## - Filtros

Os filtros da parte velha da ETA são do tipo rápido. Seu leito é formado por areia e seixos e seu processo de lavagem é executado através de fluxo inverso.

Os filtros da parte nova, em número de 6 (seis), possuem as seguintes dimensões: 3,45 m (largura) x 10,00 m (comprimento) x 6,00 m (altura), possuindo taxa de filtração nominal de  $250,43 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ . Foram construídos lado a lado, frontalmente ao bloco de decantadores. São do tipo rápido, com operação por gravidade, taxa constante e nível variável. Seu leito filtrante possui dupla camada de areia e carvão antracitoso e a coleta de água é filtrada é feita por tubos de PVC perfurados.

As entradas e saídas de água dos filtros – vazões afluente e efluente, drenagem mestra e lavagem superficial - envolvidas nesta etapa do processo são controladas através várias válvulas tipo borboleta, com acionamento elétrico, instaladas junto a cada uma das unidades de filtração.

A lavagem dos filtros dos filtros é feita de duas formas: lavagem superficial e lavagem contracorrente. Na lavagem superficial é utilizada água filtrada, bombeada aos filtros por conjuntos moto-bombas. Na lavagem contra-corrente também se utiliza água filtrada, porém oriunda dos filtros adjacentes, o que é possível pois a perda de carga no processo de lavagem de um filtro é inferior à pressão da vazão efluente do demais, que permanecem em operação.

### **4.1.2.3 Produtos Químicos**

Assim como na ETA da Concessionária Alfa, o coagulante utilizado é a solução de sulfato de alumínio e, da mesma forma, o produto chega até a unidade em carretas de transportadoras contratadas pelo fabricante. O sulfato de alumínio não é submetido a qualquer preparo ou qualquer alteração das suas propriedades físico-químicas. Inicialmente é armazenado em silos de fibra de vidro na área externa da ETA. Destes, segue para as bombas dosadoras, através das quais o produto é recalcado para os pontos de dosagem, através de longas tubulações de PVC.

O hidróxido de cálcio chega até a ETA em fardos de 20 Kg, os quais são descarregados e transportados para a Casa de Química da unidade. Neste local, é feita a alimentação dos silos do sistema de correção de pH que, por sua vez, abastece aos dosadores,

equipamentos responsáveis pela diluição do hidróxido de cálcio em água na concentração desejada. Após a diluição da cal, a solução segue por tubulações até os pontos de dosagem.

O cloro liquefeito é transportado até a ETA em cilindros de 900 Kg, sendo armazenado na área externa do setor de cloração. De acordo com o consumo do produto, as baterias, cada uma com dois cilindros, são substituídas, no fim da carga, por outra carregada. O controle de dosagem é executado através de cloradores, através dos quais a vazão do gás é ajustada, de modo a se obter o residual desejado.

A Figura 5 mostra a área da ETA da Concessionária Beta

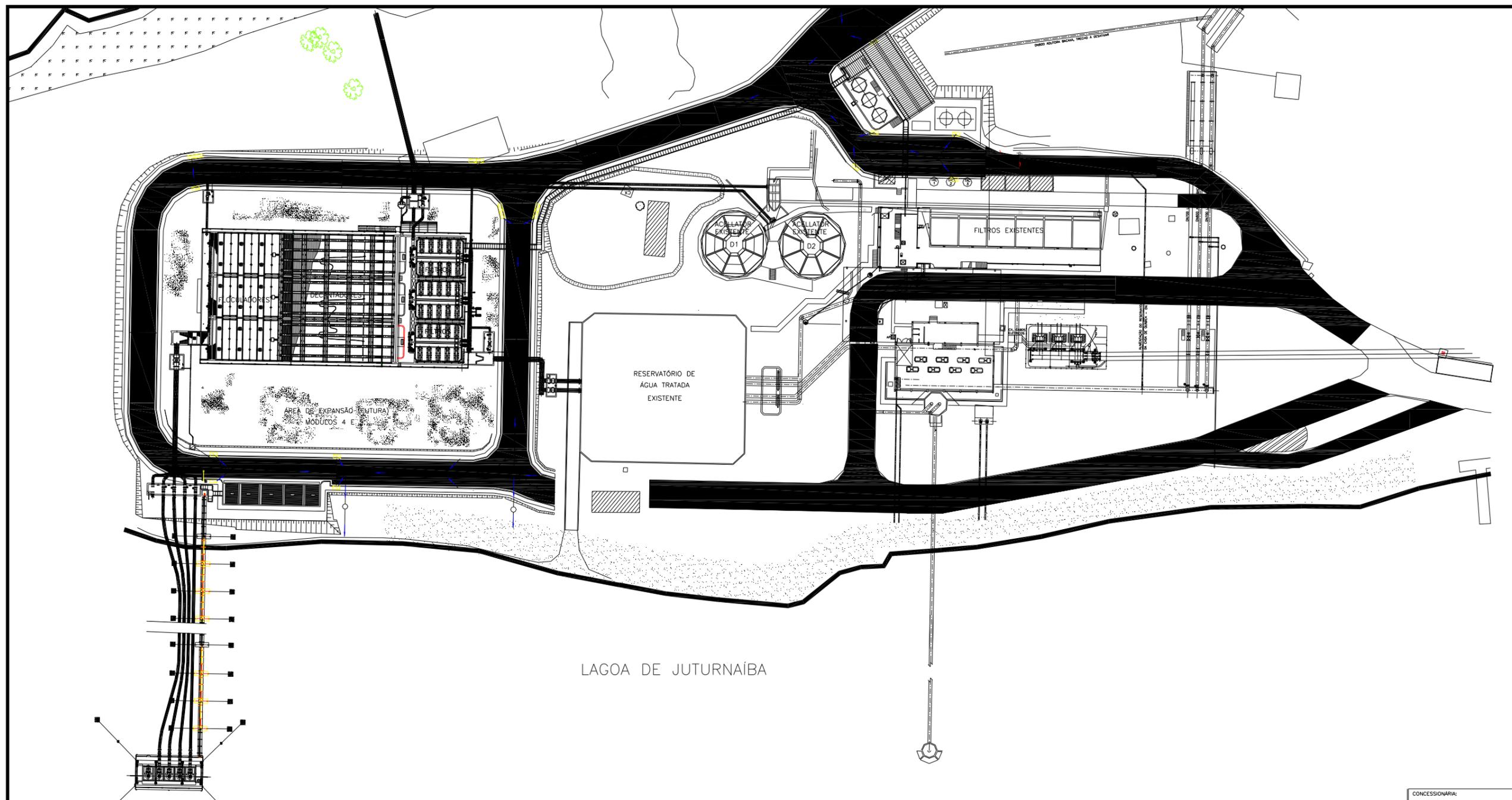


Figura 5. Layout da ETA da Concessionária Beta

Um melhor detalhamento do sistema de transporte, preparo e dosagem de produtos químicos será apresentado posteriormente.

## **4.2. Descrição das tarefas envolvidas no recebimento, transporte, preparo e aplicação de produtos químicos**

### **4.2.1 A ETA da Concessionária Alfa**

#### **4.2.1.1 *Cal Hidratada***

##### Recebimento

O recebimento da cal hidratada inicia-se com a chegada do caminhão da transportadora, cujos funcionários descarregam os fardos de cal hidratada em uma plataforma próxima ao elevador monta-carga. Os funcionários da ETA, geralmente em número de 3 (três), colocam os fardos dentro do elevador monta-carga, do qual são retirados e empilhados dentro da Casa de Química.

##### Preparo

De acordo com as necessidades operacionais, a cal é diluída dentro dos tanques de preparo. O transporte dos fardos até as proximidades dos tanques de preparo é feito manualmente, sobre os ombros do trabalhador, ou, no caso de transporte de mais de um fardo, com a utilização de um carrinho de mão. Como os tanques de preparo de cal ficam em um nível superior ao do piso da Casa de Química, o trabalhador deve ainda levantar o fardo, no caso de transporte com o carrinho de mão, e colocá-lo sobre a plataforma, mostrada na Figura. 6, de acesso aos tanques de preparo de produtos químicos. Após empilhar os fardos sobre a plataforma, o trabalhador sobe na mesma, pega cada um dos fardos a serem diluídos e, apoiando-os sobre a parede do tanque, corta, com uma faca, o invólucro do fardo, lançando a cal hidratada dentro de um dos tanques de preparo de cal, que já encontra, neste momento, cheio de água. Tal operação é feita de modo a obter-se a perfeita diluição da cal na água.



**Figura 6. Plataforma de acesso aos tanques de solução de cal e sulfato de alumínio**

Existem três tanques de preparo de solução de cal, sendo dois deles com volume de 14.500 L, e um com capacidade de 8.000 L. Para o preparo do tanque menor são utilizados 20 (vinte) fardos de 20 Kg, ou seja, 400 kg de cal hidratada, e para os tanques maiores são diluídos 40 (quarenta) fardos, totalizando 800 Kg.

A operação de preparo da solução de cal hidratada é executada aproximadamente 2 (duas) vezes por semana no inverno e, durante o verão, há a necessidade de preparo de 3 (três) vezes por semana. Na Figura 7. é mostrada a operação de diluição do hidróxido de cálcio.



**Figura 7. Operação de diluição da cal hidratada**

### Controle da Dosagem

O controle da dosagem é feito, inicialmente, através de registros situados nas tubulações de saída dos tanques de dosagem, as quais se conectam ao fundo dos mesmos. A abertura ou fechamento de cada registro se faz de acordo com o tanque que estiver sendo utilizado para dosagem. Estas tubulações levam, por gravidade, a solução de cal hidratada até os dosadores, situados em outro recinto, onde se encontram também os dosadores de sulfato de alumínio. Os dosadores possuem agitadores acionados por motores, que os mantêm em constante movimento, destinados a manter a homogeneidade da solução. O controle de vazão da solução é executado através de canecas dosadoras, cujo fechamento ou abertura, faz variar a vazão de solução, de modo a se obter concentração desejada na água de abastecimento. O ponto de dosagem de cal hidratada é dentro do reservatório de água tratada da ETA.

#### **4.2.1.2**     *Sulfato de alumínio*

### Recebimento

O sulfato de alumínio chega à ETA transportado por carretas do fornecedor. O reservatório da carreta é conectado, pelo motorista, à tubulação de sucção da bomba de sulfato. Após a abertura dos registros de entrada dos silos e, a mesma é ligada, e o produto bombeado para os mesmos, que estão situados na área externa da ETA, conforme mostrado na Figura 8.

A capacidade de armazenamento dos silos é de 60.000 L, sendo o volume normalmente armazenado variável de acordo com a época do ano, podendo chegar ao volume máximo no verão, e sendo mantido entre 35.000 e 40.000 L durante a maior parte do ano.

A bomba, assim o silo de armazenamento de sulfato de alumínio, é de propriedade do fornecedor do produto, que também é responsável pela manutenção dos equipamentos.



**Figura 8. Silos de sulfato de alumínio na ETA da Conc. Alfa**

Através de manobras de registros, a mesma bomba é utilizada para o bombeamento do sulfato para os tanques de preparo, situados na Casa de Química.

A operação é executada da seguinte forma: o operador da ETA liga a bomba e, em seguida, segue para a Casa de Química e acompanha o enchimento do tanque de sulfato. Ao

aproximar-se a capacidade máxima do referido tanque, o operador desliga a bomba através de comando a distância.

### Preparo

Não há um preparo propriamente dito, visto que as características físico-químicas do produto recebido não são alteradas. Dos tanques situados dentro da Casa de Química, cuja capacidade é de aproximadamente 15.000 L, o sulfato de alumínio segue por gravidade para os dosadores e, destes, da mesma forma, ele segue para o ponto de dosagem na chegada da água bruta na estação .

### Controle da Dosagem

Como já mencionado, o transporte do sulfato dos dosadores até o ponto de dosagem é feito por gravidade. O controle da vazão de sulfato de alumínio é feito através do manuseio de registros de PVC situados na saída dos dosadores, conforme exibidos na Figura 9.



**Figura 9. Dosadores de sulfato de alumínio.**

Como não há qualquer medidor de vazão instantânea de sulfato de alumínio, o ajuste é feito através da coleta do líquido em uma proveta, pelo tempo de 10 s, após o que, se verifica se a vazão está de acordo com a necessidade operacional. Caso não esteja, são feitas novas manobras de registro e coleta de produto, até que a vazão esteja correta. Para aperfeiçoar esta operação, poderia ser usado um rotâmetro, cujo custo é relativamente baixo. É acrescentada água de arraste na tubulação que o carrega sulfato de alumínio até o ponto de dosagem, de modo a facilitar seu escoamento.

#### **4.2.1.3 Cloro**

##### Recebimento

O fornecedor de cloro, responsável pela entrega dos cilindros, contrata a empresa transportadora que, por sua vez, recruta trabalhadores avulsos para operar o embarque e o desembarque da carga dos caminhões.

O desembarque dos cilindros de cloro se dá através da aproximação parte traseira da carroceria do caminhão da plataforma em frente ao setor de cloro, mostrado na Figura 10. Ao se alcançar a menor distância possível – sempre resta um vão – os cilindros são rolados da carroceria para a plataforma, e desta para as posições adequadas à sua conexão à rede, sendo acomodados sobre suportes de madeira e calçados com seus cabeçotes.

O cloro é transportado e aplicado por meio de cilindros de 900 Kg. São fornecidos, a cada entrega, 4 (quatro) cilindros, totalizando 3.600 Kg (uma bateria), mesma quantidade que é utilizada simultaneamente para dosagem. Uma outra bateria é mantida na reserva. Ou seja, a quantidade máxima de cloro armazenada na ETA pode chegar a 7.200 Kg. Por isso, existem dois pontos de conexão das baterias de cilindros, um para a bateria que em uso, e outro para a bateria que está na reserva.



**Figura 10. Setor de cloro e a plataforma de desembarque de cilindros.**

### Transporte

De cada ponto de conexão, parte uma linha de transporte de cloro, em estado gasoso, aos dosadores. Desta forma, o sistema possui a flexibilidade para, no caso de problema em uma das linhas, ou mesmo em uma das baterias de cilindros, a dosagem ser transferida para a linha ou bateria reserva, sem interrupção da dosagem. Todo o trabalho de conexão e desconexão dos cilindros nos pontos de dosagem é feito por um único funcionário da ETA, ficando os operadores responsáveis apenas pelas manobras de registros, os quais liberam ou impedem a entrada do cloro nos dutos. A Figura 10. mostra o interior do setor de cloro e os cilindros conectados às linhas de dosagem.



**Figura 11. Setor de cloro com os cilindros em primeiro plano.**

#### Controle de Dosagem

O controle de dosagem de cloro é feito através de 2 (dois) dosadores, denominados cloradores, sendo que um deles fica na reserva. O ajuste na vazão de cloro é feito através do acionamento de comandos nos dosadores. Na sala dos dosadores existe um dispositivo de detecção de vazamento, que, em caso de escape, faz soar o alarme sonoro.

#### **4.2.1.4 Polímero**

##### Recebimento

O polímero é fornecido em bombonas de 25 Kg . O estoque médio na ETA é de 200 Kg. O produto é importado, e o pedido mínimo aceito pelo fornecedor é de 400 Kg, sendo que metade do pedido é levada para a ETA, a outra metade fica armazenada na sede da empresa. De acordo com o rótulo, o produto possui validade de 6 meses, sendo que, em caso de não utilização dentro do prazo, o mesmo é trocado pelo fornecedor.

Após a chegada na ETA, as bombonas são colocadas dentro da Casa de Química, perto dos tanques de diluição, sobre e sob a plataforma de madeira de acesso aos mesmos.

### Preparo

O polímero é diluído em água em um dos dois tanques de diluição, cujo volume é de 2.500 L, buscando-se obter uma concentração de 0,11%, V/V. O preparo da solução é iniciado com a abertura do registro de água do tanque e o acionamento da hélice de mistura. O volume diluído é 2,75 L por tanque, o qual é lançado dentro do tanque lentamente, de forma a conseguir a homogeneização do produto, demorando este processo cerca de 10 minutos. Após o término da mistura do produto, a solução permanece sendo agitada por cerca de 2 (duas) horas. Em média, é utilizado o volume de um tanque (2.500 L) por dia.

Após o esvaziamento de um dos tanques de preparo de solução de polímero, o mesmo é lavado utilizando-se água sob pressão e, com a utilização de uma vassoura apropriada, é retirado o resíduo de polímero do tanque, após o que os mesmos são encaminhados para o sistema de esgotamento da ETA.

#### **4.2.1.5 EPI's**

Segundo nos foi informado, os seguintes EPI's são distribuídos para utilização pelos funcionários da ETA:

#### Operações com cal hidratada:

##### *- Na diluição do produto*

- ✓ Luva de cano longo de borracha
- ✓ Bota de borracha
- ✓ Avental lonado
- ✓ Máscara de pó
- ✓ Óculos de segurança

##### *- Na limpeza dos dosadores*

- ✓ Bota-calça

Operações com sulfato de alumínio:

- ✓ Luva de borracha
- ✓ Óculos de proteção

Operações com cloro:

- ✓ Luva de raspa de cano longo
- ✓ Máscara de queixo com cartuchos descartáveis
- ✓ Avental Lonado
- ✓ Bota de borracha

Operações com polímero:

- ✓ Luva de raspa de cano longo
- ✓ Máscara de queixo
- ✓ Avental Lonado
- ✓ Bota de borracha

Serviços de limpeza da área externa, com roçadeiras:

- ✓ Máscara
- ✓ Óculos de proteção
- ✓ Macacão de couro
- ✓ Proteção para canela

Além dos citados acima, são distribuídos os seguintes EPI's:

- ✓ Botas com bico de ferro

- ✓ Capas de chuva
- ✓ Uniforme padrão

Há, ainda, na ETA, uma unidade de equipamento autônomo de proteção respiratória, usado em vazamentos de cloro.

#### Observações:

- ✓ O estoque de EPI fica na sede da empresa. Somente a máscara autônoma e a máscara de queixo com filtros descartáveis, por serem equipamentos para emergência, ficam estocadas na ETA.
- ✓ Os procedimentos de segurança ou planos de contingência não são estabelecidos formalmente.
- ✓ Toda a manutenção da parte de dosagem de produtos químicos é feita por um único funcionário da ETA.
- ✓ O sistema de exaustão da ETA somente é ligado durante o preparo da solução de cal hidratada.
- ✓ Ao todo, existem 5 (cinco) máscaras com filtro para cloro na ETA, além de cartuchos para reposição.
- ✓ No Anexo II foram inseridas fotografias diversas, de modo a propiciar uma melhor percepção dos locais de trabalho.

### **4.2.2 A ETA da Concessionária Beta**

#### **4.2.2.1 Cal hidratada**

#### Recebimento

O recebimento da cal se inicia quando o caminhão do fornecedor estaciona em frente ao prédio onde se localiza a Casa de Química. O transporte dos fardos, do ponto de descarregamento do caminhão, no nível do arruamento da ETA, até o local de

armazenamento, dentro da Casa de Química, é feito através de uma esteira mecanizada, conforme mostrado na Figura 12. A colocação dos fardos na esteira, assim como sua retirada, dentro da Casa de Química, é executada por funcionários da transportadora. Após sua retirada da esteira, dentro da Casa de Química, os fardos são empilhados sobre paletes.



**Figura 12. Área externa à Casa de Química com esteira de transporte de fardos.**

### Preparo

A próxima etapa para a aplicação da cal hidratada é o abastecimento dos silos de dosagem. Esta operação é feita por um funcionário da Concessionária que carrega o(s) fardo(s) nos ombros, ou utilizando um carrinho, até o equipamento denominado “rasga-saco”. A Figura 13 registra a operação. Neste equipamento há uma grade horizontal, onde o produto é lançado, após sua embalagem ter sido rompida. Possui, ainda, um sistema de sucção para reduzir a dispersão das partículas de cal no ambiente, diminuindo, desta forma, a perda de matéria-prima na operação. A cal hidratada, após passar pelo “rasga-saco”, chega a um sistema de transporte por roscas sem-fim, o qual a leva para os silos de dosagem.

Normalmente são alimentados dois silos de dosagem, tendo em vista que a correção de pH nesta é ETA é feita pré e pós tratamento.



**Figura 13. Alimentação do sistema de correção de pH.**

O sistema de dosagem é alimentado 1 (uma) vez por dia, em uma quantidade de cal suficiente para dosagem por 24 h, o que corresponde de 35 a 40 fardos por dia, ou, de 700 a 800 Kg.dia<sup>-1</sup>. A operação é executada por somente um trabalhador a cada dia.

Nesta operação, o trabalhador utiliza os seguintes EPI's: máscara anti-pó, luva e avental.

O sistema de exaustão, composto por dois exaustores situados em uma das paredes, a uma altura de aproximadamente 2 m do piso, somente é ligado nos momentos em os fardos estão sendo armazenados ou quando o sistema de dosagem está sendo alimentado. Porém, mesmo fora destes períodos, pode-se observar a presença de particulados dispersos no ambiente. Tal fenômeno é ocasionado pelo funcionamento do sistema de dosagem composto por equipamentos eletromecânicos, cuja vibração provoca a dispersão do produto observada. A concentração de particulados no ambiente é ainda agravada pela ventilação deficiente no ambiente, cujas janelas, providas de báculos fixos, não permitem a adequada circulação do ar

e também pela existência, nas proximidades das janelas, de pilhas de fardos de cal prejudicando o fluxo de ar.

### Controle da dosagem

Os dosadores de cal são acionados por motores elétricos, cujas velocidades de rotação determinam a quantidade de cal a ser misturada na água, formando a solução que é, posteriormente, dosada na água bruta ou na água tratada. A velocidade de rotação é controlada por inversores de frequência situados em uma sala contígua à dos dosadores, à qual os operadores se dirigem para efetuar o ajuste. No recinto dos dosadores, devido à vibração mecânica dos equipamentos e da turbulência da água ao ter contato com a cal hidratada, também se observou a dispersão de partículas no ambiente, situação que determinou o confinamento desta área.

A ETA nova opera fazendo a correção de pH da água bruta e da água tratada, isto é, pré e pós-tratamento. Entretanto, a água tratada na ETA velha não possui a pré ou pós-correção de pH. Como as vazões tratadas nas duas ETAs se misturam no reservatório de água tratada, é neste ponto que são coletadas as amostras cujo valor de pH determinará o aumento ou diminuição da dosagem de solução de cal hidratada na ETA nova. Para cada uma das formas de aplicação do alcalinizante – pré e pós- tratamento, há um conjunto de silo/dosador/dutos de transporte. A utilização de pré-correção de pH está condicionada à alcalinidade da água bruta, visto que baixos valores de alcalinidade ocasionam, após a aplicação do coagulante, a redução do pH a valores abaixo de 5,5, o que propicia a solubilização do sulfato de alumínio, resultando em aumento do alumínio residual na água após o tratamento.

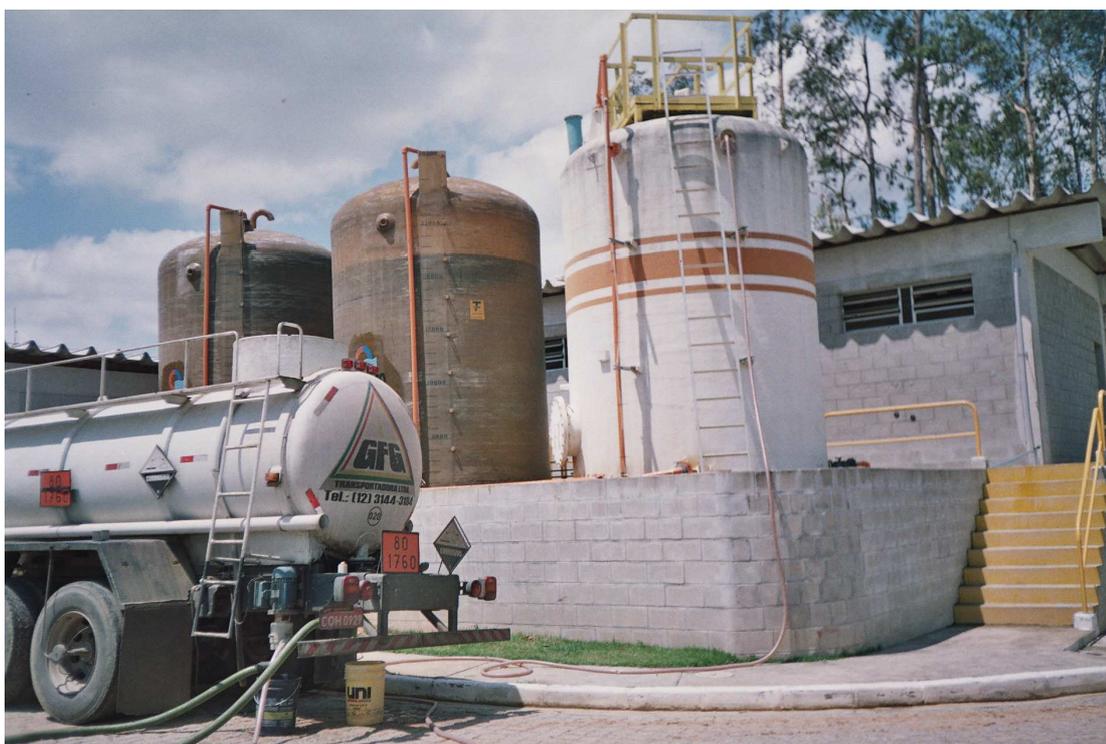
No recinto dos dosadores não existe sistema de exaustão. Uma vez por semana é feita a limpeza dos dosadores, para retirada da cal que fica incrustada no interior do equipamento, serviço que é executado pelos operadores com a utilização dos EPI's: máscara, luva e óculos.

#### **4.2.2.2** *Sulfato de alumínio*

### Recebimento

Na ETA existem 3 (três) silos de 30.000 L , 90.000 L no total, para armazenamento de sulfato de alumínio. Normalmente, é mantido um estoque de 45.000 L em estoque na ETA.

A carreta de transporte de sulfato de alumínio já possui em conjunto moto-bomba embarcado que, no momento da descarga, é alimentado eletricamente, através da tomada existente na proximidade dos silos. O conjunto moto-bomba e a mangueira de descarga são dotados de dispositivos de conexão do tipo “engate rápido”, minimizando assim a possibilidade de derramamento do produto. No caso de derramamento acidental, é colocado um balde sob o ponto de vazamento. Esta operação, mostrada na Figura 14, é feita pelo motorista da carreta. Cabe apenas, aos operadores da ETA, indicar ao motorista da carreta qual dos silos deverá ser alimentado. Diferentemente da ETA da Concessionária Alfa, a ETA da Concessionária Beta não faz o controle por massa de produtos químicos e sim por volume. Por isso, os caminhões e carretas não são pesados na entrada e na saída da ETA.



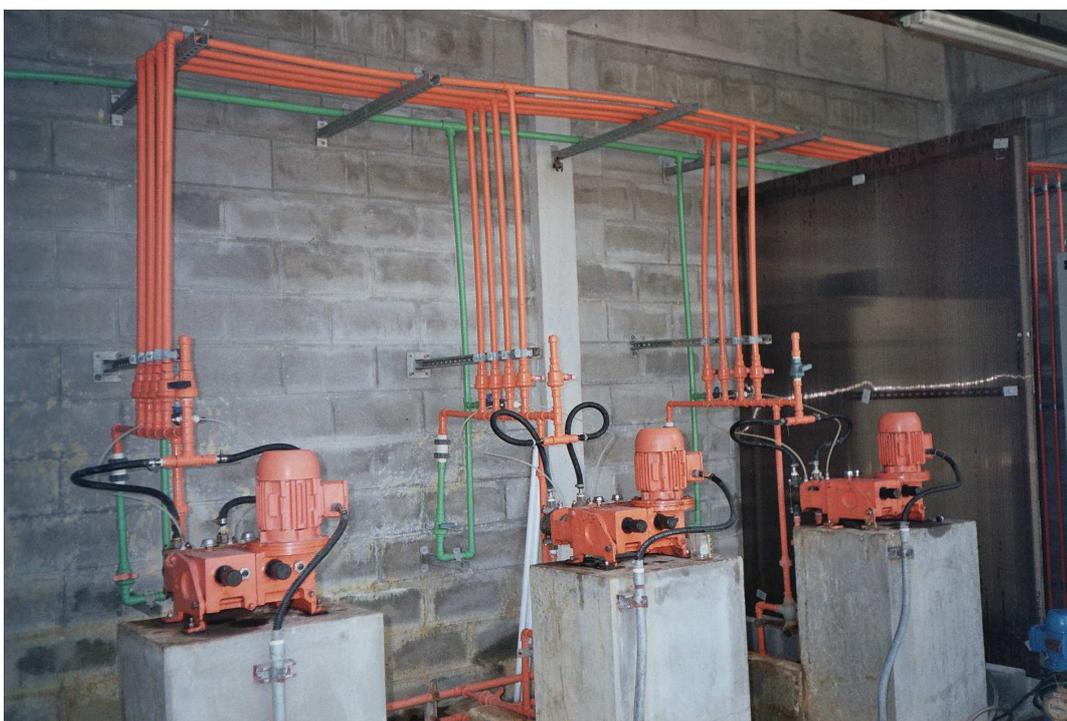
**Figura 14. Descarregamento das carretas de sulfato e enchimento dos silos.**

No caso do sulfato de alumínio, existem régua com medidas em litros, na lateral dos tanques, indicando qual o volume armazenado.

Os tanques de sulfato de alumínio estão situados dentro de área protegida por uma baia de contenção que, no caso de vazamentos nos tanques ou no sistema de alimentação dos mesmos, impediriam que o sulfato de alumínio se espalhasse pela área externa da ETA.

## Dosagem

A dosagem de sulfato de alumínio para tratamento da água, é feito através de 3 (três) bombas dosadoras de cabeçote duplo, ou seja, cada uma pode alimentar dois pontos de dosagem simultaneamente. Os equipamentos são mostrados na Figura 15. Estão situadas em uma casa de bombas próxima aos tanques de sulfato. O controle da vazão de sulfato é feito através de uma manete giratória no próprio corpo da bomba. Está em implantação, na ETA da Concessionária Beta, um sistema de automação operacional e, no futuro, o controle de vazão de sulfato será feito diretamente da sala de comando da ETA.



**Figura 15. Bombas de sulfato de alumínio.**

Existem dois pontos de dosagem de sulfato, um para ETA nova, e outro para a ETA velha (Álcalis) e, para cada um dos pontos, o sistema de alimentação possui flexibilidade. Em caso de vazamento em uma das linhas de dosagem, a mesma é isolada através de registros, e a alimentação de sulfato de alumínio passa a ser transportada pela linha reserva.

### Controle da dosagem

A verificação da vazão de sulfato de alumínio na ETA nova é feita por meio da coleta do produto em um bécher, durante um período de tempo pré-determinado (10 s). Segundo as informações fornecidas, esta operação é feita com a utilização de luvas e óculos de proteção.

Como o ponto de aplicação de sulfato de alumínio na ETA velha é feito dentro de uma tubulação, não há a possibilidade de verificação da vazão de sulfato de alumínio. Por isso, o ajuste da vazão para este ponto é determinado pelo pH da água tratada (antes da correção de pH).

Logo após o ponto de aplicação de produtos químicos na água bruta, existe um agitador mecânico, acionado por motor de eixo vertical, destinado a iniciar a homogeneização do sulfato de alumínio da água bruta.

#### **4.2.2.3 Cloro**

##### Recebimento

O recebimento do cloro se inicia com o estacionamento do caminhão da transportadora próximo à plataforma de desembarque de cilindros, área contígua à sala onde os mesmos são conectados ao sistema de alimentação. Na plataforma de desembarque existe um sistema de içamento dos cilindros, composto de trilho e talha, de modo a retirá-los do caminhão e colocá-los em berços de armazenamento. A operação de retirada do caminhão é executada por funcionários da transportadora.

##### Dosagem

O sistema de dosagem funciona com 2 (dois) cilindros de 900 Kg, num total de 1.800 Kg, alimentando o sistema de dosagem em paralelo, conforme registrado na Figura 16. Esta carga de cloro, dependendo do consumo do produto, pode durar de 6 a 7 dias.

A troca de carregamento é feita de forma automática, pois os cilindros em carga são monitorados por um sistema automatizado de controle de pressão composto por pressostatos e

CLP (Controlador Lógico Programável). Quando os mesmos esvaziam, e sua pressão chega a um valor mínimo ajustado pelo sistema, a alimentação do sistema de cloração passa para os cilindros reservas, sem qualquer intervenção dos operadores. Algum tempo depois, os cilindros vazios são substituídos por cilindros cheios, que são conectados na rede alimentação pelo operador, e ficam na reserva até o esvaziamento total dos cilindros em carga.



**Figura 16. Setor de cloro. Em primeiro plano, os cilindros.**

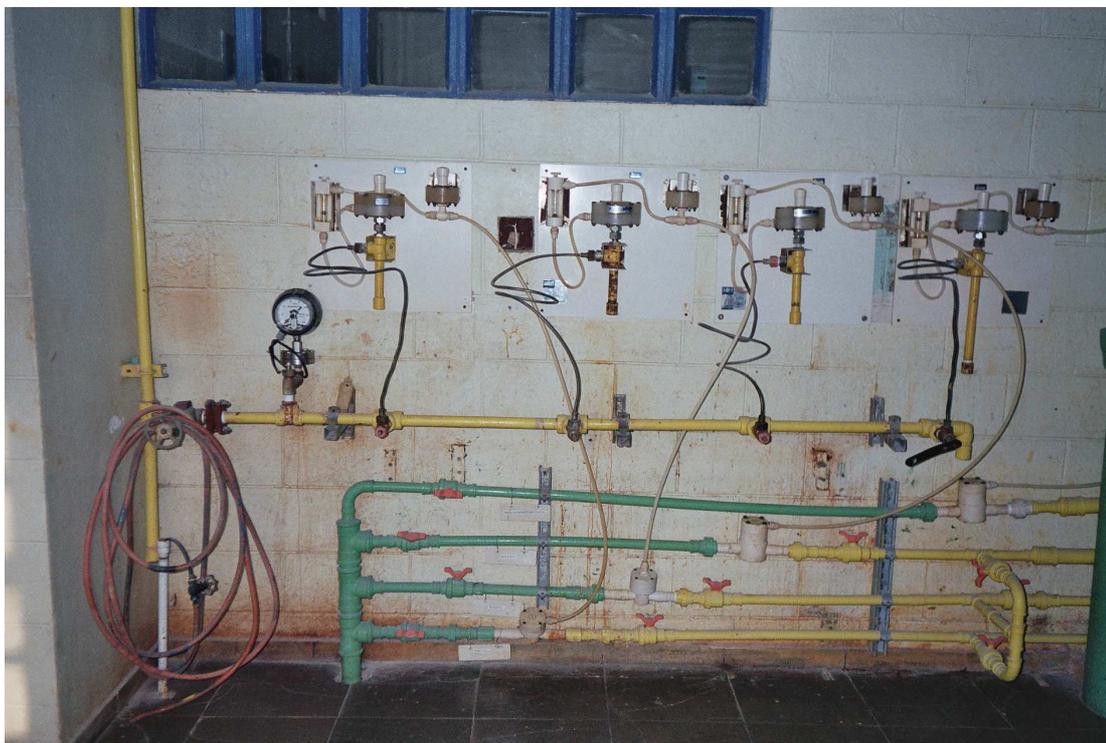
Na água tratada na ETA nova a dosagem de cloro é feita na calha vertedoura dos filtros. Na ETA velha, o ponto de pós-cloração se localiza no tubo de saída de água filtrada. Há um outro ponto de aplicação de cloro na ETA nova, dosado na água bruta (pré-cloração), porém a utilização deste ponto não é permanente. Na ETA velha não existe ponto de pré-cloração.

Na data da visita, a ETA da Concessionária Beta contava com 9 (nove) cilindros de 900 Kg na reserva.

#### Controle de dosagem

A vazão de cloro gás é controlada por meio dos cloradores, cujo ajuste é feito manualmente pelos operadores. Há um clorador para cada ponto de dosagem: um para pré-

cloração na nova estação, um para pós-cloração na nova estação, um para pós-cloração na ETA velha e um clorador reserva. O controle de dosagem é mostrado na Figura 17.



**Figura 17. Controle de dosagem de cloro.**

O ponto de dosagem de cloro na ETA velha se situa dentro da tubulação que conduz a água filtrada ao reservatório de água tratada, sendo possível a alimentação do ponto por duas tubulações, sendo uma delas reserva.

#### **4.2.2.4 *EPI's***

Segundo foi informado, os seguintes EPI's são disponibilizados para utilização pelos funcionários da ETA.

#### **Operações com cal hidratada:**

*Na alimentação do sistema*

- ✓ Luva de couro
- ✓ Avental de couro
- ✓ Máscara anti-pó

#### *Limpeza dos dosadores*

- ✓ Luva de raspa/PVC

#### Operações com sulfato de alumínio:

Não é usado EPI pelos trabalhadores nas operações envolvendo sulfato de alumínio.

#### Operações com cloro:

- ✓ Luva de pano

Além destes, são disponibilizadas aos trabalhadores da ETA, máscaras com filtro de cloro (1 unidade) e máscara com sistema autônomo (1 unidade), para utilização em casos de vazamentos de cloro.

#### Observações

- ✓ Os EPI's de uso dos funcionários não ficam armazenados na ETA, e sim em outro setor da empresa. São distribuídos, aos funcionários, calçados, protetores auriculares, óculos de proteção, luvas e, para os ajudantes, que executam as atividades de alimentação dos silos de cal e respiram em atmosferas onde existe a presença de particulados em suspensão, são fornecidas máscaras anti-pó.
- ✓ A ETA não possui equipe ou funcionário encarregado de manutenção. Em caso de defeitos em equipamentos, ou vazamentos nas linhas de alimentação de produtos químicos, a manutenção é executada por equipe de manutenção que fica lotada na sede da empresa. A equipe local de operação apenas realiza o isolamento do equipamento ou linha de alimentação.

- ✓ Segundo informações colhidas, são muito raros os casos em que ocorrem vazamentos de cloro durante a troca de cilindros vazios por cheios. *Não existe EPI no local onde estão os cilindros em carga.*
- ✓ No período de realização das visitas, estava sendo preparado, na ETA, um teste para utilização de um coagulante alternativo ao sulfato de alumínio, denominado *Polifloc*, cuja vantagem comparativa seria uma menor redução do pH da água, reduzindo desta forma a dosagem de produto alcalinizante.
- ✓ As tubulações de produtos químicos são pintadas nas seguintes cores: cloro - amarelo, solução de cal hidratada – azul, solução de sulfato de alumínio – laranja, flúor (previsão) - azul com tarjas vermelhas, polímero (previsão) – marrom.
- ✓ No Anexo III foram inseridas fotografias diversas, de modo a propiciar uma melhor percepção dos locais de trabalho.

### **4.3 Exposição dos questionários aplicados**

Durante o desenvolvimento do trabalho foram aplicados 3 (três) questionários, no intuito de, através deles, reunir-se informações e percepções dos vários agentes envolvidos nas questões da saúde e segurança do trabalho. Buscou-se, também, apreender o tratamento dado à questão da higiene ocupacional pelas empresas operadoras das ETA's, as circunstâncias em que o trabalho é realizado nas duas ETA's e, também, aquinhoar como os trabalhadores que atuam nas ETA's percebem as condições e o ambiente em que estão inseridos.

O primeiro questionário, denominado “A empresa e a SST”, aplicado aos membros do SESMT das empresas concessionárias, visou avaliar a estrutura de SST da empresa, incluindo a atuação do SESMT e da CIPA, sua integração, assim como o cumprimento de algumas NR's. Tal avaliação se fez necessária para que se pudesse inferir a importância que é atribuída à questão da saúde e segurança do trabalho, e a oportunidade que o *staff* da área higienista ocupacional tem de contribuir na moldagem do processo produtivo e na forma como o trabalho é executado nas ETA's.

Através do segundo questionário, denominado “Levantamento das Condições Gerais em que o Trabalho É Realizado”, aplicado aos gerentes das unidades de tratamento, buscou-se verificar se a forma na qual as atividades são desenvolvidas corriqueiramente ensejam a possibilidade de intoxicação dos trabalhadores, ou a ocorrência de acidentes envolvendo produtos químicos.

O terceiro questionário denominado “Percepção dos Riscos Químicos”, aplicado a uma amostra dos trabalhadores de cada uma das ETA’s, teve como objetivos dividir o grau de compreensão dos mesmos sobre os riscos envolvidos em suas atividades laborais, e seu conhecimento sobre as formas de minorá-los e/ou eliminá-los. Na ETA operada pela Concessionária Alfa, este questionário foi aplicado a 9 (nove) funcionários, o que corresponde a 45% dos trabalhadores, excluindo-se o gerente da unidade. Na ETA operada pela Concessionária Beta, a amostra correspondeu a 50% dos trabalhadores, se excluído o gerente da unidade, o que correspondeu a 5 (cinco) trabalhadores entrevistados.

Os questionários aplicados são exibidos no Anexos I.

#### **4.4 Exposição das análises do material coletado**

Durante o desenvolvimento do item 3.2, verificou-se que as operações envolvendo o transporte e manuseio de cal hidratada são aquelas nas quais existe maior possibilidade de intoxicação dos trabalhadores que as executam. Dentre estas, identificou-se como críticas as seguintes tarefas:

- a. Na ETA da Concessionária Alfa, durante a diluição do hidróxido de cálcio em água, ocorre a dispersão de grande quantidade de particulados. Pelo fato do fardo se encontrar nas mãos do trabalhador durante toda a operação, a maior concentração de particulados no ambiente se dá no entorno da zona de respiração do trabalhador.
- b. Na ETA da Concessionária Beta, observou-se que, durante a operação de alimentação do sistema de transporte de cal hidratada para os silos, quando o trabalhador rompe a embalagem e derrama o produto sobre o equipamento denominado “rasga-saco”, pode ocorrer uma intensa dispersão de particulados no ambiente. Pela necessidade do trabalhador permanecer nas proximidades do equipamento, atuando para facilitar a entrada do produto no sistema de transporte, o mesmo permanece na zona de dispersão do produto.

Conforme observado durante o desenvolvimento item 3.2, as operações são realizadas de forma pontual em ambas as estações, isto é, no caso da ETA da Concessionária Beta, a alimentação dos silos é realizada apenas uma vez a cada 24 h, normalmente durante a noite e, na ETA da Concessionária Alfa, a diluição de hidróxido de cálcio ocorre somente duas ou

três vezes por semana. Por estas circunstâncias, entendeu-se que a realização de apenas uma amostragem em cada um dos ambientes, seria satisfatória, face os objetivos do presente estudo, conforme assinalado no item 1.2.

Seguiu-se o método analítico nº 0500 da NIOSH, que utiliza a metodologia gravimétrica. Este método, por meio de pesagens de um filtro PVC em balança de precisão, antes e depois da amostragem, permite a determinação da concentração do particulado total, ao qual os trabalhadores estão expostos. Observe-se que por meio deste método não é determinada a concentração de partículas denominadas PM<sub>10</sub>, as quais possuem diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm, também conhecidas como fração respirável.

De acordo com a Norma de Higiene Ocupacional nº 03 (NHO-03) da FUNDACENTRO (2001), que apresenta o método de ensaio para análise gravimétrica para coleta de aerodispersóides sólidos, para determinação da massa da amostra coletada, calcula-se a diferença entre a massa do filtro carregado e a massa do filtro virgem, conforme fórmula abaixo:

$$\text{Massa da Amostra (mg)} = (\text{massa de filtro carregado}) - (\text{massa do filtro virgem})$$

A concentração do particulado total é obtida dividindo-se a massa da amostra pelo volume de ar coletado, de acordo com a operação abaixo:

$$C = \text{Massa da Amostra (mg)} / \text{Volume Coletado (m}^3\text{)}$$

A amostragem de ar realizada utilizou bomba de ar com vazão de 1,0 L.min<sup>-1</sup>, filtro de PVC de 37 mm e 0,1 µm de poro e balança Metler AX-205 com sensibilidade de 0,01 mg.

Dados amostragens do ar:

a. Casa de Química da ETA Alfa

Data de realização: 11/10/2006

- Hora início: 15:31:00 h

- Hora fim: 16:00:00 h

Intervalo de amostragem: 29 min

Vazão: 1 L.min<sup>-1</sup>

Obs.:

1. Foram diluídos 20 fardos de 20 Kg, que equivalem a 400 Kg entre 16:31:00 h e 15:40:00 h.
2. Equipamento colocado sobre o tanque de cal, no lado próximo de onde os trabalhadores se debruçam para derramar a cal hidratada.
3. No dia da amostragem, o local apresentava ótima ventilação natural, com vento constante.
4. Ferramentas utilizadas pelo operador: faca para abrir o fardo.

b. Casa de Química da ETA da Concessionária Beta

Data de realização (1): 11/10/2006

- Hora início: 11:27:30 h

- Hora fim: 11:55:30 h

Intervalo de amostragem: 28 min

Vazão: 1 L.min<sup>-1</sup>

Obs.:

1. Foram alimentados 33 fardos de 20 Kg, num total 660 Kg de Cal Hidratada.
2. Local com péssima ventilação. Possui janelas com básculas fixas, sem possibilidade de maior abertura ou fechamento. A situação é agravada pela obstrução da ventilação natural por pilhas de fardos .
3. Somente um dos dois exaustores da Casa de Química estava funcionando.

4. Ferramentas utilizadas pelo operador: faca para abrir o fardo e pá para movimentar a cal hidratada de modo a atravessá-la pela grade do “rasga saco”.

Data de realização (2): 24/01/2007

Amostragem nº 1

- Hora início: 17:07:00 h

- Hora fim: 18:07:00 h

Intervalo de amostragem: 60 min

Vazão: 2 L.min<sup>-1</sup>

Amostragem nº 2

- Hora início: 18:11:00 h

- Hora fim: 19:11:00 h

Intervalo de amostragem: 60 min

Vazão: 2 L.min<sup>-1</sup>

Amostragem nº 3

- Hora início: 19:20:00 h

- Hora fim: 20:20:00 h

Intervalo de amostragem: 60 min

Vazão: 2 L.min<sup>-1</sup>

Obs: As amostragens nº 1 e 2 foram realizadas com o sistema de transporte de cal hidratada em funcionamento, porém em intervalos de tempo em que o sistema não estava sendo alimentado. A amostragem nº 3 foi realizada com o sistema de transporte de cal hidratada em funcionamento, durante a alimentação do sistema pelo trabalhador.

## **CAPÍTULO 5. RESULTADOS**

No presente capítulo, são relatadas as seguintes atividades, as quais se inserem na consecução da metodologia escolhida:

### **5.1. Avaliação do projeto do processo, no que tange às operações que envolvem riscos químicos**

Conforme já mencionado, observou-se que as operações nas quais os trabalhadores estão mais expostos a riscos químicos, em ambas as ETA, são aquelas realizadas nas Casas de Química, quando da preparação da dosagem de cal hidratada.

Na ETA da Concessionária Alfa, entendeu-se como a operação que exige maior atenção a diluição da cal hidratada, realizada nos tanques.

Na ETA da Concessionária Beta, de acordo com as observações efetuadas, a operação mais crítica é a alimentação dos silos de cal hidratada.

#### **5.1.1. A ETA da Concessionária Alfa**

##### *Arranjo físico e fluxo*

Conforme exposto anteriormente, o arranjo físico mais adequado a processos contínuos de produção é do tipo arranjo por produto. Neste tipo de arranjo, os meios de transformação são dispostos da forma mais conveniente ao elemento a ser transformado.

Na ETA da Concessionária Alfa, de forma geral, os insumos recebidos em estado sólido ou líquido são encaminhados para a Casa de Química para que sejam preparados. Ela está situada em cota superior àquela em os produtos químicos são aplicados. Isto se deve ao fato dos mesmos serem dosados de por gravidade. No caso do cloro, por ser recebido na forma de gás liquefeito, sob pressão, não se faz necessário este aumento de cota.

Logo, pode-se observar a posição relativa da Casa de Química e dos dosadores de produtos químicos, situados respectivamente no 2º e 1º pavimento do prédio da ETA.

Observe-se, por exemplo, que a água bruta chega à estação em um ponto próximo à Casa de Química. Desta forma, as dosagens de sulfato de alumínio e polímero, que são os primeiros produtos químicos a serem aplicados, se tornaram mais fáceis, e as tubulações percorrem uma pequena distância até os pontos de dosagem.

Por outro lado, após percorrer o seu “circuito”, passando pelos floculadores, decantadores e filtros (que se encontram sob a Casa de Química), a água retorna para as proximidades da Casa de Química. Isto facilita a dosagem da solução de cal hidratada, que se dá no reservatório de água tratada, assim como a do cloro, cujos equipamentos de controle de vazão se encontram no pavimento térreo do prédio da ETA.

Um outro ponto positivo do arranjo escolhido são os decantadores, de fluxo ascendente com a utilização de colméias, o que permite a obtenção de altas taxas de escoamento utilizando-se áreas reduzidas.

Se o fluxo escolhido se mostrou adequado, o arranjo físico detalhado embutiu no local de trabalho vários inconvenientes do ponto de vista da SST, como veremos a seguir.

No aspecto ergonômico, as operações de retirada do fardo do caminhão, sua colocação na plataforma próxima ao elevador monta-carga, seu levantamento do chão e colocação dentro do elevador, no pavimento térreo da ETA, sua retirada do elevador no 2º pavimento, e posterior empilhamento na Casa de Química, acarretam um esforço físico considerável para os trabalhadores, sacrificando, em especial, a musculatura do tronco e membros superiores.

Do ponto de vista toxicológico, a forma como o hidróxido de cálcio é transportado até a Casa de Química mantém o produto inconvenientemente próximo do trabalhador, propiciando sua inalação e o contato com sua pele.

Da mesma forma, o arranjo físico da área dos tanques de solução de cal maximiza o risco químico envolvido na tarefa de diluição. Isto se deve à necessidade de o trabalhador, para a conclusão da tarefa, carregar o fardo desde seu local de armazenamento, colocá-lo sobre a plataforma de madeira, *a qual não possui guarda-corpo*, e, em seguida, já de pé sobre a mesma, erguer o fardo, apoiá-lo sobre a parede do tanque, cortar seu invólucro, e despejá-lo. Esta seqüência de movimentos representa um risco considerável de acidentes por queda do trabalhador e/ou do fardo, hipótese em que a possibilidade de intoxicação do trabalhador por inalação, contato com a pele ou ingestão é sobremaneira aguçada.

Outro aspecto negligenciado, quando do detalhamento do arranjo físico, foi a incompatibilidade dos produtos químicos, visto que os tanques de sulfato de alumínio, um ácido, e os de solução de cal hidratada, uma base, foram construídos muito próximos, até

mesmo lado a lado, o que pode acarretar reações indesejáveis, se os produtos entrarem em contato.

### Tecnologia de Processo

A ETA da Concessionária Alfa utiliza-se de equipamentos convencionais e possui um baixo índice de automação. Conforme mencionado anteriormente, a maior parte dos produtos é transportada até os pontos de aplicação por gravidade. No caso do cloro, utiliza-se a pressão positiva se for dosado através de difusores, ou pressão negativa (vácuo) se for dosado através de injetores.

Esta simplicidade operacional, se por um lado representa custos mais baixos, devido aos menores investimentos em equipamentos e consumo de energia, por outro lado, suprime um dos principais benefícios da automação de processos, do ponto de vista da SST, que é a menor exposição dos trabalhadores de tarefas e ambientes insalubres ou perigosos.

Esta opção tecnológica se reflete em várias operações do processo de tratamento, sendo a mais emblemática, a diluição de hidróxido de cálcio, situação em que o ambiente de trabalho é assolado por concentrações do agente químico algumas vezes superior ao limite de tolerância estabelecido pela legislação.

Uma outra operação que serve de exemplo à questão mencionada acima é o controle de dosagem de sulfato de alumínio, executado através de sucessivas coletas manuais do produto pelos operadores, até que se consiga a vazão desejada.

Outra situação em que a simplicidade tecnológica deprecia as condições de trabalho é no embarque e desembarque de cilindros de cloro. Por não contar com um sistema de trilho e talha para içamento, na retirada dos cilindros de cloro do caminhão, os mesmos são rolados desde a carroceria até seus locais de conexão ao sistema. Como, em geral as carrocerias dos caminhões não conseguem encostar-se à plataforma, existe sempre um vão entre ambos, o que ocasiona movimentos perigosamente bruscos de cilindros, que pesam, quando cheios, 900 Kg. Nesta operação ocorreu um sério acidente no período em que o presente estudo estava sendo desenvolvido, quando, durante o desembarque de cilindros de cloro, um dos recipientes passou sobre um dos membros inferiores do trabalhador que estava executando a operação, ocasionando o esmagamento de um dos artelhos e fratura exposta da perna.

Como aspecto positivo neste setor, podemos apontar a opção de composição de bateria por 4 (quatro) cilindros de 900 Kg, decisão que reduz a frequência de troca de baterias e, por conseguinte, a probabilidade de ocorrência de acidentes.

### Projeto do trabalho

O projeto de trabalho da ETA da Concessionária Alfa, como não poderia deixar de ser, é significativamente influenciado pelo arranjo físico e pela tecnologia de processo escolhidos, cujas características acabam por corroborar para a intensificação dos riscos associados aos produtos químicos utilizados.

Entretanto, não são apenas estes fatores que colaboram para o incremento dos riscos. A ausência de uma política de SST, que deveria nortear as iniciativas nesta área, assim como um SESMT enfraquecido, cujas atribuições são parcialmente repassadas para o departamento de recursos humanos de uma empresa do mesmo grupo econômico, são condições que não devem ser esquecidas.

Como problemas gerados pelo exposto acima, pode-se citar o fato de que as operações de desembarque de cilindros de cloro na ETA, as quais ingerem diretamente em suas instalações, serem executadas por trabalhadores avulsos, sem qualquer qualificação, o que os expõem, assim como aos demais, à ocorrência de acidentes graves.

Situação semelhante, porém menos perigosa, é a descarga das carretas de sulfato de alumínio, operação que é executada pelos respectivos motoristas, os quais fazem a conexão da carreta ao sistema de transporte e ligam e desligam a bomba de sulfato.

Tais trabalhadores somente deveriam ser autorizados a atuar na ETA após serem submetidos a treinamentos adequados e somente sob a supervisão dos funcionários da ETA.

Outras evidências da necessidade de fortalecimento do SESMT da empresa são a carência de um programa de treinamento consistente, a inexistência de ordens de serviços de saúde e segurança, que deveriam ser emitidas pelo órgão, assim como de planos de contingência que estabelecessem procedimentos padrões a serem cumpridos em caso de sinistros.

O fato de o PPRA da unidade ter sido executado por empresa terceirizada, sem a participação efetiva dos trabalhadores durante a sua elaboração, nem sua discussão no âmbito da CIPA, denota que esta instância também necessita de um maior apoio para seu funcionamento, tal como o SESMT.

Por fim, por não serem os procedimentos operacionais formalmente estabelecidos, é criada a margem de dúvida que permite que as tarefas sejam executadas diferentemente, de acordo com o trabalhador que as executa. É pacífico que, se não está estabelecida claramente

“a maneira certa” de executar-se uma tarefa, nenhuma das outras pode ser considerada como a “maneira errada”, mesmo que esta envolva sérios riscos para os trabalhadores e as instalações. Ou seja, vale a máxima: “onde não existem procedimentos, não existe segurança do trabalho”.

### **5.1.2 A ETA da Concessionária Beta**

#### Arranjo Físico

Um dos desafios a serem superados quando do projeto do arranjo físico das atuais instalações da ETA da Concessionária Beta, foi a necessidade de se conjugar um arranjo existente, na parte velha da planta, construída pela C. N. de Álcalis, como a parte nova, a ser construída pelos atuais operadores. As duas unidades deveriam operar conjuntamente, permitindo certo grau de flexibilidade nas operações.

Como aspectos positivos do arranjo adotado, pode-se citar a concepção da tomada d'água bruta, que, por se situar a 200 m da margem da lagoa, capta o insumo com uma melhor qualidade, o que, teoricamente, reduziria a dosagem de alguns produtos químicos necessários ao tratamento e, por conseguinte, a concentração global dos mesmos na ETA, fato que representa uma redução de riscos.

Optou-se, devido à necessidade de operação conjunta mencionada, por fazer com que o fluxo da água, desde a chegada na ETA Nova, e ao longo de suas estruturas de tratamento, se desse na direção das estruturas da ETA Velha. Através do by-pass de algumas operações daquela, otimizou-se e flexibilizou-se o uso de cada uma das duas estruturas de tratamento. Desta forma, a ETA velha pode ser alimentada com a água bruta proveniente da tomada d'água da ETA nova. Igualmente, parte da água decantada na ETA nova é encaminhada para ser filtrada pelos filtros da ETA velha.

Se, no aspecto da eficiência produtiva o arranjo físico escolhido adotou boas soluções, do ponto de vista da SST alguns problemas podem ser observados.

A opção pelo enclausuramento do sistema de cloração, dotando o recinto de um sistema de exaustão em caso de vazamentos, foi uma boa solução. Porém, por ser o cloro mais pesado que o ar, e tender a se concentrar próximo ao solo, deveria haver uma ou mais entradas de ar na parte superior do recinto, providas de ventilação mecânica, injetando ar limpo no recinto, de modo a se conseguir uma corrente de ventilação adequada (CLOROSUR, 2004).

A Casa de Química, a qual serve também para armazenamento de fardos de cal hidratada, é o setor mais insalubre da planta. A pequena área disponível, a péssima ventilação natural do ambiente, prejudicada por pilhas de fardos, e a insuficiente e inconstante exaustão mecânica existente, são os principais motivos do incremento da concentração de particulados no recinto.

### Tecnologia do Processo

Os processos tecnológicos adotados na planta da ETA, por seu grau de automação, conferem-lhe um rótulo de modernidade e eficiência. No período de realização da pesquisa, inclusive, estavam em curso obras de implantação de um sistema supervisorio, que utilizará ferramentas de telemetria e telecomando, o qual facultará uma maior segurança operacional e eficácia ao processo.

O sistema de remoção do lodo do fundo dos decantadores, que utiliza-se de equipamento aspirador submerso comandado por dispositivos de tempo e solenóides, é um exemplo de como a opção tecnológica pode poupar os trabalhadores da execução de tarefas penosas e insalubres.

A lavagem dos filtros que utiliza a água efluente dos filtros adjacentes pode ser citada como uma medida de conservação de energia, pela dispensa de sistema de bombeamento e reservação de água para lavagem dos filtros.

No que tange à SST, também se pode apontar várias operações em que a adoção de dispositivos tecnologicamente mais avançados, resultou na obtenção de melhores condições laborais. O sistema de transporte de fardos de cal hidratada, desde os caminhões transportadores até a Casa de Química, é um deles. A substituição do elevador monta-cargas, que hoje se encontra desativado, pelo transporte por esteira, reduziu o número de movimentos de levantamento e abaixamento de fardos pelos trabalhadores, e com isso, tornou a tarefa menos penosa e ergonomicamente menos arriscada.

A utilização do equipamento denominado “rasga-saco”, por onde a cal hidratada é admitida no sistema de correção de pH, também representa um caso de típico de como a tecnologia escolhida contribui para a redução do risco, neste caso o químico. Pelo fato do equipamento contar com dispositivo exaustor, que succiona as partículas em suspensão no entorno do mesmo, as faz passar por dispositivo de filtro, e as reinsere no sistema, ocorre a redução na concentração de partículas no ambiente de trabalho.

A dosagem do sulfato de alumínio, através de bombas dosadoras de duplo cabeçote, introduz um maior grau de flexibilidade ao sistema, pois cada uma das bombas pode ser responsável por dois pontos de aplicação do produto. Elimina-se, também, nesta forma de dosagem, comparativamente com a dosagem por equipamento gravimétrico, uma etapa do processo de transporte, que é o bombeamento do produto para local de cota mais alta e posterior escoamento do mesmo até o ponto de dosagem. Entretanto, o fato da operação de ajuste de vazão ainda ser executada de forma manual, expondo o trabalhador a respingos do produto, em parte reduz os benefícios da opção tecnológica.

O sistema de dosagem de cloro, através do enclausuramento já mencionado anteriormente, contribui para uma atenuação dos riscos de intoxicação em caso de vazamento de cloro.

A troca automática de baterias de cilindros, de acordo com a redução de pressão dos cilindros, também corrobora para redução dos riscos químicos, provendo uma maior segurança de que o produto foi totalmente consumido, obstando-se, desta forma, a ocorrência de escapes durante esta operação. Tal sistema poderia minimizar ainda mais aos riscos de vazamentos, se as baterias fossem compostas por um número maior de cilindros, o que aumentaria sua autonomia de dosagem, reduzindo assim, o número de substituições de baterias.

### Projeto do Trabalho

Conforme já apontado, o projeto do trabalho relativo a um determinado processo produtivo é fortemente influenciado pelas decisões tomadas quanto ao arranjo físico e à tecnologia de processo utilizada.

Na ETA da Concessionária Beta, pode-se claramente perceber que o nível de automação implementado contribui para redução dos riscos laborais, em especial do risco químico. Porém, parece que as decisões relativas a estes implementos foram norteadas, na maior parte dos casos, exclusivamente pela busca de eficiência produtiva e, em menor grau, visando à segurança e higiene ocupacional.

Este viés também pode ser percebido pela ausência de procedimentos de trabalho formalmente estabelecidos, a não instituição de ordens de serviço de saúde e segurança, assim como pela inexistência de planos de contingência, a serem seguidos quando da ocorrência de sinistros. Tais lacunas no ordenamento de SST apontam, ao que parece, a necessidade de

fortalecimento do SESMT da empresa, o qual, inclusive, está insuficientemente composto, face o estabelecido na NR-4, o que será melhor exposto no item 4.3.2 deste trabalho.

Outro sintoma da carência de iniciativas que visem o incremento do patamar de segurança da unidade é a não prestação de treinamentos, em especial aqueles relacionados ao recebimento e manuseio de produtos químicos, aos trabalhadores da ETA.

Os efeitos destes descuidos, no dia a dia da operação da ETA, podem ser observados na forma como algumas operações são executadas. Como, por exemplo, aquelas em que envolvem o manuseio de sulfato de alumínio, cumpridas sem o uso de EPI, segundo as informações colhidas. De forma semelhante, no tocante ao manuseio de cal hidratada, foi observada a exposição dos trabalhadores a níveis de concentração de partículas inadequados, quando da elaboração do PPRA. Observe-se, ainda, que a forma como o trabalho é organizado neste setor, com a alimentação diária e em um mesmo horário (durante a noite), do sistema de correção de pH, intensifica a exposição, pois, em geral são os mesmos trabalhadores que executam a tarefa.

Tais fatos redundam na constatação de que a forma como o trabalho é organizado na ETA termina por minimizar, ou mesmo neutralizar, os benefícios que o maior nível de automação poderia prover à instalação, no que concerne à SST.

## **5.2. Resultado da aplicação dos questionários**

### **5.2.1 Resultado da aplicação do questionário “A empresa e a SST”**

#### **5.2.1.1 *A Concessionária Alfa e a SST***

As respostas ao questionário “A empresa e a SST” na Concessionária Alfa, foram dadas pelo técnico de segurança, único membro do SESMT – Serviço de Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho.

A Concessionária Alfa possui um total de 170 (cento e setenta) funcionários próprios, além de, no momento, contar com apenas 8 (oito) trabalhadores terceirizados, distribuídos pelos 14 (catorze) estabelecimentos da empresa.

O número de funcionários terceirizados varia bastante, de acordo com o volume de obras civis que estiverem em andamento, sendo que se constituem majoritariamente de

trabalhadores da indústria civil, contratados pela empreiteira que pertence ao mesmo grupo econômico da Concessionária Alfa.

Os regimes de trabalho existentes são o administrativo (diária) e escala de 12 h x 36 h.

O membro do SESMT entrevistado informou desconhecer se, no contrato com prestadoras de serviço, as cláusulas contemplam o gerenciamento de SST. De qualquer forma, a assistência do SESMT é estendida apenas à empreiteira pertencente ao mesmo grupo econômico da Concessionária Alfa, porém não às demais empresas contratadas e seus trabalhadores.

O único acidente grave mencionado com tendo ocorrido nos anos de 2004 e 2005, foi de trajeto, resultado da colisão de um veículo da empresa que transportava dois trabalhadores, que tiveram afastamento de 15(quinze) e 6 (seis) dias.

O SESMT da empresa é centralizado e constituído por apenas 1 (um) técnico de segurança do trabalho, que é subordinado ao departamento de Recursos Humanos da Concessionária Gama, empresa do grupo econômico da Concessionária Alfa.

A elaboração do PPRA e do PCMSO, assim como a realização dos exames médicos e complementares previstos na NR-7, foi terceirizada para uma empresa prestadora de serviços de SST. Nunca foram elaboradas ordens de serviço de saúde e segurança.

As atividades desenvolvidas pelo SESMT são: a realização periódica de cursos e palestras; a escolha dos EPI's, contando, para isso, com a participação dos técnicos da empresa; contato com fornecedores; o registro de acidentes e doenças profissionais.

O entrosamento do SESMT com a CIPA ocorre através da participação do membro do SESMT em todas as reuniões da CIPA, e pelo encaminhamento das recomendações da CIPA para a administração da empresa.

Não houve resposta para a pergunta se o SESMT está registrado no órgão regional do MTE.

Existe apenas uma CIPA na empresa, que é registrada no órgão regional do MTE, composta por 7 (sete) funcionários representantes do empregador e o mesmo número de representantes dos trabalhadores, somado um total de 14 (catorze) cipeiros, na qual se busca a participação de funcionários das várias unidades. Os membros da CIPA realizam o treinamento anual.

Nem sempre são propiciadas as condições e meios necessários para a atuação dos membros da CIPA, pois, muitas vezes, os trabalhadores não podem deixar seus locais de trabalho para participar das atividades da CIPA.

A CIPA deixa de cumprir suas atribuições no que tange à colaboração no PPRA e no PCMSO, e também na análise de acidentes e a promoção da SIPAT, que é feita exclusivamente pelo SESMT.

Com relação ao cumprimento da NR-6 (EPI), foi informado que a mesma é cumprida, com a aplicação dos treinamentos requeridos e a orientação dos trabalhadores. A seleção dos EPI's é feita pelo SESMT, e os mesmos são substituídos de acordo com a sua validade ou por se encontrarem em estado precário.

No que tange ao cumprimento da NR-7 – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO), o planejamento e a elaboração do programa, a realização dos exames médicos complementares, assim como o relatório anual do programa, fica a cargo de empresa de SST terceirizada, ao quadro da qual pertence o médico coordenador do programa. Segundo informado, os trabalhadores da ETA foram submetidos aos seguintes exames complementares: sangue (não foi informado quais exames específicos), audiometria e radiografia de pulmão.

O relatório do PCMSO é apresentado ao SESMT. No que tange a este programa, não são prestadas informações de risco e auxílio às contratadas para sua elaboração.

Os atestados de saúde ocupacional (ASO) são emitidos em três vias, sendo uma entregue ao trabalhador, outra arquivada na empresa, e uma terceira fica em poder da empresa prestadora de serviço em SST. O prontuário clínico fica arquivado no departamento de Recursos Humanos da Concessionária Gama. O membro do SESMT afirmou desconhecer se é feita a estatística de resultados anormais e, na hipótese de ser, este encargo é cumprido pelo departamento de Recursos Humanos da Concessionária Gama.

O relatório anual do PCMSO não é discutido pela CIPA. Quanto à emissão de CAT nos caso de doenças profissionais, o membro do SESMT afirmou que desde que trabalha na empresa não ocorreu caso de doença profissional. Quanto ao período pregresso, as CAT's ficam arquivadas no departamento de Recursos Humanos da Concessionária Gama, que também é responsável pelo encaminhamento dos trabalhadores à Previdência Social. Por este motivo, o profissional não dispunha da informação. Segundo foi informado, os treinamentos de primeiros socorros são ministrados em todos os setores.

Por ser o PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) elaborado empresa responsável pelo PCMSO, supostamente ocorre a articulação ente os dois programas. A participação dos trabalhadores na elaboração do PPRA ocorreu apenas quando da visita do profissional responsável pela sua elaboração aos locais de trabalho. Após a elaboração de seu documento base, não houve discussão do mesmo na CIPA.

A estrutura do PPRA prevê apenas a aplicação de treinamento, sem, contudo especificar de que tipo e seu conteúdo, e o uso de EPI. Não estão previstas metas, não são definidas prioridades, nem há planejamento. A responsável por sua implementação é uma funcionária da Concessionária Gama.

Como não há, no PPRA, a previsão de medidas de controle, não foi feita a avaliação de sua efetividade e eficácia na minimização/eliminação de riscos. A avaliação da efetividade e eficiência do PPRA no reconhecimento de risco, segundo as informações fornecidas, foi feita no âmbito da Concessionária Gama. Como não foi prevista a implantação de medidas de proteção coletiva, não foi feito o treinamento dos trabalhadores com relação a esta forma de minimização/eliminação de riscos.

Não foram implementadas quaisquer ações integradas dos PPRA's da Concessionária Alfa e de suas contratadas. Tampouco foram executadas avaliações quantitativas nos locais de trabalho.

#### **5.2.1.2** *A Concessionária Beta e a SST*

As respostas ao questionário “A empresa e a SST” na Concessionária Beta, foram dadas pelo técnico de segurança, único membro do SESMT – Serviço de Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho.

A empresa possui atualmente 322 (trezentos e vinte e dois) funcionários próprios, e em torno de 210 (duzentos e dez) funcionários terceirizados. Os turnos de trabalho existentes na empresa são o administrativo (diária) e escala 12 h x 36 h. A empresa possui atualmente 51 (cinquenta e um) estabelecimentos.

Os contratos com prestadoras de serviço não prevêm o gerenciamento de SST. A assistência do SESMT da Concessionária Beta é estendida às empresas contratadas. Segundo as informações fornecidas, não ocorreram acidentes fatais e graves ou doenças ocupacionais nos anos de 2004 e 2005.

O SESMT da empresa é centralizado e subordinado à gerência jurídica, juntamente com o departamento de Recurso Humanos. É composto apenas por um técnico de segurança do trabalho, tendo sido registrado no órgão regional do MTE. Não são elaboradas ordens de serviço de saúde e segurança.

Dentre as atividades desenvolvidas pelo SESMT, se encontram a realização de atividades informativas e educativas, o registro de acidentes e de doenças profissionais, a

assistência e encaminhamento dos trabalhadores acidentados ou doentes. Porém, não são elaborados planos de emergências. O entrosamento do SESMT com a CIPA se dá através da participação do técnico de segurança nas reuniões da CIPA.

A CIPA é centralizada para toda a empresa, havendo o estímulo para a participação de trabalhadores dos vários setores da empresa. É composta por um total de 16 (dezesseis) funcionários, divididos equanimemente entre representantes do empregador e dos funcionários, tendo sido registrada no órgão regional do MTE. Segundo foi informado, são propiciadas as condições e os meios necessários para os membros da CIPA atuarem.

De acordo com o registrado em suas atas, a CIPA cumpre suas atribuições, entre elas a confecção de mapas de risco, confecção de planos de trabalho, análise de acidentes, a discussão do PCMSO e do PPRA. O treinamento dos cipeiro é executado anualmente. As empresas contratadas pela Concessionária Beta, não possuem CIPA's, por isso na há a integração das CIPA's, nem o fornecimento de informações sobre riscos.

Os EPI's são fornecidos pela empresa aos trabalhadores, que são orientados e treinados para seu uso. Os EPI's são repostos ao final de sua vida útil ou em caso de avaria dos mesmos.

O PCMSO foi elaborado por médico do trabalho autônomo, designado como seu coordenador, e foram realizados os exames médicos e complementares. Foi feito o registro dos resultados dos exames em prontuários clínicos que ficam arquivados na empresa, assim como foram emitidos Atestados de Saúde Ocupacional (ASO) em três vias – uma para o trabalhador, uma para o médico e uma para a empresa. Segundo afirmação do membro do SESMT, foi executado o planejamento do PCMSO e seu relatório anual, assim como a estatística de resultados anormais. Porém, não soube informar se ocorreu a discussão do relatório anual do PCMSO na CIPA. Não foi disponibilizada a informação de quais exames laboratoriais complementares os trabalhadores da ETA foram submetidos.

As CAT's são emitidas em caso de doenças profissionais, e o encaminhamento dos trabalhadores à Previdência Social é feito pelo SESMT.

De acordo com as informações prestadas, o PPRA é elaborado e vem sendo implementado, de forma articulada com o PCMSO. Na fase de reconhecimento de riscos, foram elaboradas avaliações quantitativas de riscos físicos, químicos e biológicos. Foram contemplados os itens de planejamento anual, metas, prioridades e cronograma, tendo sido feitos sua análise global e discussão pela CIPA.

Não ficou claro se foi avaliada a efetividade e eficiência do PPRA na implantação de medidas de controle e se foi feito o treinamento de trabalhadores quando da implantação destas e; se foram implementadas ações integradas dos PPRA's da contratante e das

contratadas. Foram feitas avaliações quantitativas por terceiros, com o fito de avaliar a efetividade e eficiência do PPRA no reconhecimento de riscos.

Uma importante informação registrada no PPRA, o qual foi elaborado pelo SESMT da empresa em janeiro do ano corrente, diz respeito à avaliação quantitativa de partículas, através de medição individual, utilizando-se o método gravimétrico, bomba de ar com vazão de 1,7 L.min<sup>-1</sup> e filtro de filtro de PVC. Nesta avaliação foi determinada a concentração de 10,56 mgm<sup>-3</sup>. São recomendadas, no documento, as seguintes medidas de controle e prevenção, relativas ao manuseio da cal hidratada e dos trabalhadores que o executam:

- Automatizar o processo de aplicação e transporte
- Utilização de ventilação diluidora
- Uso de EPI, inclusive proteção para os olhos, treinamento dos trabalhadores e acompanhamento médico urgente dos trabalhadores.

## **5.2.2** Resultado da aplicação do questionário “Levantamento das condições gerais em que o trabalho é realizado”

### **5.2.2.1** *Condições de realização do trabalho na ETA da Concessionária Alfa.*

#### *Verificação das condições em que o trabalho é realizado na chegada do produto.*

Foram fornecidas as seguintes informações a respeito das condições em que o trabalho com produtos químicos é realizado na ETA Alfa.

Os funcionários responsáveis pelo recebimento dos produtos têm conhecimento sobre a forma segura de manuseio. Os produtos vêm acompanhados de ficha com informações de segurança (FISPQ) fornecidas pelos fabricantes, porém as mesmas não ficam arquivadas na ETA e sim na sede da empresa.

O polímero, embalado em bombonas, é único produto químico adquirido em frascos e fica armazenado sobre superfícies resistentes à corrosão, de modo para conter possíveis vazamentos.

Os local onde estão armazenados produtos químicos, a Casa de Química, é bem ventilada, possuindo janelas que ocupam uma boa parte das paredes externas do recinto reduzindo a possibilidade de acumulação de gases, particulados ou vapores tóxicos.

Verificação das condições em que o trabalho é realizado no manuseio de produtos químicos.

Os trabalhadores que estão utilizando produtos químicos receberam instruções sobre o perigo que elas representam através dos seguintes treinamentos:

- Prevenção de acidentes na troca de baterias de cilindros, ministrado pelo fornecedor de cloro,
- Curso de primeiros socorros e curso de prevenção de acidentes no trabalho, ambos promovido pela CIPA.

Verificação da possibilidade de produto ser respirado pelos trabalhadores.

Existem, na Casa de Química, frascos (bombonas), tanques e reatores abertos contendo polímeros diluídos, solução de sulfato de alumínio e solução de cal hidratada, o que indica a possibilidade do produto ser respirado pelos trabalhadores. Porém, não existem atividades de drenagem, limpeza ou válvulas de escape de pressão que permitem a emissão de produto para o meio ambiente.

Das atividades executadas na Casa de Química, somente a diluição da cal é realizado sob exaustão. Durante a alimentação dos tanques de sulfato de alumínio o sistema de exaustão não é ligado, sob a justificativa de que o mesmo não sofre qualquer preparo, sendo dosado na mesma concentração na qual é recebido.

O sistema de exaustão está funcionando bem, porém não possui sistema de tratamento dos efluentes. O ar é lançado para a área externa do edifício, por se acreditar que isto não ocasiona contaminações de terceiros, visto que as áreas vizinhas à ETA serem desabitadas.

O local é bem ventilado, possuindo um grande número de janelas, parte das quais é mantida aberta, possuindo telas para impedir a entrada de pássaros, insetos e outros animais.

Os trabalhadores usam EPI's para proteção contra a exposição a produtos químicos, apesar dos recintos onde se manuseiam tais produtos, a Casa de Química e setor de cloro, serem bem ventilados. A empresa não possui programa de proteção respiratória.

Verificação da possibilidade de o produto ser ingerido (engolido) pelos trabalhadores.

Os trabalhadores não levam qualquer objeto de trabalho até a boca, nem chupam os produtos químicos com a boca, nem tampouco se alimentam, bebem ou fumam nas áreas onde existe a presença de produtos químicos. A única hipótese de entrada de pó pela boca do trabalhador seria no momento em que está sendo preparada da solução de cal, oportunidade na qual, segundo foi informado, o trabalhador está usando EPI.

Verificação da possibilidade de o produto entrar em contato com a pele dos trabalhadores.

Segundo foi informado, os trabalhadores não pegam o produto químico diretamente com as mãos. Durante a diluição da cal hidratada o trabalhador usa luvas de cano longo.

As únicas atividades que podem ocasionar que o produto espirre sobre o corpo do trabalhador são a coleta de sulfato de alumínio para determinação da vazão e durante a troca de cilindros de cloro, por estes recipientes possuírem duas válvulas de descarga, uma de cloro líquido e outra de cloro gás. O risco, nesta situação, é minimizado pela orientação para que os trabalhadores não operarem, em hipótese alguma, a válvula de cloro líquido.

Por não existir equipe de manutenção local, os trabalhadores não lidam com máquinas ou equipamentos sujos de graxa ou outro produto, nem limpam as mãos com qualquer produto químico.

Os trabalhadores não vão com a roupa suja para casa, pois a mesma é trocada ao final do expediente, sendo que a roupa suja é lavada nas casas dos trabalhadores.

Verificação da possibilidade de o produto espirrar no olho dos trabalhadores.

Não existe a possibilidade de que vazamentos em forma de jato, provenientes de algum equipamento ou máquina, possam atingir o trabalhador, porque as dosagens de produtos químicos são feitas de forma gravimétrica, e o registro de cloro líquido no cilindro nunca é operado. Existe a possibilidade de que produtos químicos líquidos respinguem sobre qualquer trabalhador, ou algum outro colega ao lado, quando o mesmo estiver executando atividade de transferência de solução sulfato de alumínio da carreta para o silo. Entretanto,

segundo informado, está hipótese é bastante improvável. Durante a diluição do hidróxido de cálcio na água, também pode ocorrer o respingo da solução nos olhos do trabalhador. Porém, segundo as informações fornecidas, há a utilização de EPI para proteção dos olhos.

O único equipamento sob pressão, no local de trabalho, é o cilindro de cloro.

#### Verificação da possibilidade de ocorrer intoxicação durante o transporte de recipientes.

Quando o transporte é executado manualmente, como no caso dos fardos de cal hidratada e das bombonas de polímero, este é feito um recipiente de cada vez. Nos casos em que houver necessidade de transportar de mais de um frasco, a operação é feita com o uso de um carrinho para transporte, o qual se encontra em boas condições, firme e sem vibrações.

#### Verificação da possibilidade de ocorrer intoxicação durante no caso de derramamento acidental.

Se cair produto químico no chão, o pessoal está avisado de que é necessário fazer rapidamente a limpeza do local e, segundo as informações prestadas, está devidamente capacitado para limpar o local de forma compatível com o produto derramado, assim como para proceder o descarte de produto. Durante esta operação, dispõe e utiliza de equipamentos de proteção individual.

Entretanto, no caso de os resíduos necessitarem ser levados da empresa, não existe um local específico e identificado onde o produto fique armazenado até sua remoção.

Existe programação para que não se acumule quantidades excessivas de lixo na instalação. Parte do lixo – as embalagens dos fardos de cal hidratada - é queimada ao ar livre, e as bombonas de polímero são comercializadas para reciclagem.

#### Questões de ordem geral

As FISPQ's, embora redigidas em linguagem compreensível aos trabalhadores, não estão disponíveis para os mesmos.

Dentre os produtos químicos utilizados, somente o polímero não é rotulado com informações necessárias para orientar o uso de forma a prevenir acidentes e doenças.

A planta do local é organizada de forma que o trabalhador precise andar o mínimo possível carregando produto.

Os locais onde existem produtos perigosos, caso do setor de cloro, está sinalizado, e são isolados de forma que pessoas não envolvidas no trabalho não passem por eles.

Na Casa de Química não havia sinalização de segurança, no início do trabalho de pesquisa. Entretanto, toda a sinalização de segurança estava sendo substituída e ampliada durante a execução do trabalho de pesquisa, de modo a torná-la mais eficiente.

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.

O piso da empresa não é de material antiderrapante, porém não é liso de forma que possa ocasionar escorregões e quedas. Também não é livre de desníveis, que podem provocar acidentes. Não havia, no início do trabalho de coletas de dados para a pesquisa, sinalização para desníveis e escadas, como se mostra necessária na plataforma de acesso aos tanques de cal hidratada e de solução de sulfato de alumínio.

As tubulações contendo produtos químicos não estão sinalizadas de acordo com a NR-26, item 26.1.

Não existe instalação de chuveiro de emergência ou de sistema lavador de olhos.

Não existem cobertas ou mantas para abafamento de fogo, caso comece a pegar fogo na roupa do trabalhador. O combate a incêndios poderá ser feito através da utilização de extintores, em número de 5 (cinco), situados nos seguintes locais: Casa de Química, pátio de operação (área externa), sala do compressor, elevatória de alto recalque – 2 (duas) unidades, uma de pó químico e outra de água, e elevatória do baixo recalque – também com 2 (duas) unidades, uma de pó químico e outra de água.

O ambiente é limpo frequentemente.

### Questões relacionadas aos trabalhadores

Os trabalhadores, segundo as informações disponibilizadas, foram capacitados a trabalhar com os produtos químicos e para realizar os procedimentos de emergência em caso de acidente, através da entrega de apostila e realização de curso sobre cloro e combate a incêndio.

Não são feitas regularmente avaliações quantitativas das concentrações de substâncias no ar, nem se tem informação de que já tenha sido realizada qualquer avaliação anteriormente.

Existem instalações para troca de roupa antes e após o trabalho e para a higiene pessoal do trabalhador, em boas condições de funcionamento e limpas. Há, também, instalações especiais para que o trabalhador coma, beba ou fume fora do local de trabalho.

As roupas de trabalho são trocadas com frequência necessária para impedir a contaminação do trabalhador, porém a empresa não providencia a lavagem da roupa.

Os trabalhadores foram submetidos a exames médicos admissional e periódicos, estes com periodicidade semestral, quando são colhidos sangue e fezes para análise em laboratório de patologia clínica, além da realização de radiografia do tórax. Porém, os funcionários recebem apenas os resultados, não lhes sendo prestado qualquer esclarecimento sobre o significado dos mesmos.

Cada trabalhador tem os seus próprios EPI's, que são freqüentemente limpos ou trocados de acordo com a necessidade, tendo sido capacitados para o uso dos mesmos pelo técnico de segurança da empresa.

Apesar de serem utilizados EPI's para proteção respiratória, a empresa não possui um Programa de Proteção Respiratória.

Os calçados utilizados (botas de couro com bico de ferro e, em atividades que envolvam umidade, botas de borracha) são fechados, resistentes aos produtos que estão sendo usados e antiderrapantes.

#### Questões específicas por produto químico:

##### Cloro

Os cilindros de cloro utilizados estão armazenados em área ventilada, protegida da luz solar, separando-se os cheios dos vazios, onde a circulação de pessoas é proibida. Estão sobre dormentes de madeira com ressalto para evitarem que se movimentem, sendo utilizados para isso também os cabeçotes como calços. Os cilindros ainda não em uso, estão com os cabeçotes colocados.

Não existe procedimento para inspeção diária de vazamento nas linhas de cloro, por se acreditar que pelo fato da rede de cloro possuir um pequeno comprimento, os vazamentos são facilmente identificáveis, inclusive por meio de sistemas eletrônicos de detecção, existentes na área onde se encontram os cilindros de cloro, e também no recinto onde ficam os dosadores.

Não estão disponíveis no local de trabalho kits de emergência para conter vazamentos que possam ocorrer nos cilindros e no sistema de dosagem de cloro. O Equipamento de Proteção Individual (EPI) para uso em emergências – equipamento autônomo de respiração - está disponível em área afastada de prováveis contaminações, guardado em uma sala de livre acesso dos trabalhadores.

#### Sulfato de alumínio

O sulfato de alumínio não está afastado de produtos alcalinos, em especial da solução de cal hidratada, pois os tanques de sulfato de alumínio e cal hidratada ficam lado a lado.

#### Cal hidratada

Para minimizar o contato dos trabalhadores com o produto, e propiciar o banho e a troca de roupa logo após a realização de trabalho, a operação de diluição de cal é realizada a partir das 15 h, ou seja, próximo ao final do expediente.

Conforme já mencionado, as embalagens de cal hidratada são incineradas na área externa da ETA. O produto está convenientemente rotulado, trazendo informações sobre o seu correto manuseio e os cuidados a serem tomados.

A cal hidratada não está afastada de produtos ácidos, em especial da solução de sulfato de alumínio, pois, conforme apontado acima, os tanques dos dois produtos ficam muito próximos, inclusive dois deles foram construídos lado a lado.

#### Quanto aos procedimentos rotineiros e de emergência.

Não existem procedimentos rotineiros, de trabalho e de segurança (quem, quando e como fazer), formalmente estabelecidos, através de ordens de serviço.

Os procedimentos em situações de emergência (planos de contingência) não estão estabelecidos formalmente, através de ordens de serviço.

### **5.2.2.2** *Condições de realização do trabalho na ETA da Concessionária Beta*

#### *Verificação das condições em que o trabalho é realizado na chegada do produto.*

Os funcionários responsáveis pelo recebimento do produto não tem conhecimento sobre a forma segura de manuseio, pois não lhes foi ministrado o treinamento adequado. O fabricante fornece a FISPQ, a qual acompanha os produtos.

Os locais, onde os produtos químicos são armazenados, são ventilados suficientemente, à exceção da Casa de Química, onde se pode observar a dispersão de particulados, mesmo nos momentos em que o sistema não está sendo alimentado.

#### *Verificação das condições em que o trabalho é realizado no manuseio de produtos químicos.*

Os trabalhadores que utilizam a substância não receberam treinamento sobre forma correta de manusear os produtos químicos e sobre o perigo que elas representam.

#### *Verificação da possibilidade de o produto ser respirado pelos trabalhadores.*

Não existem frascos, recipientes, reatores ou outros locais contendo produtos químicos abertos, nem tampouco válvulas, bombas, gaxetas, vents, frascos ou recipientes com vazamento. Também não são realizadas atividades de drenagem, limpeza que permitam a emissão de produto para o meio ambiente.

Por não ser a Casa de Química bem ventilada, o trabalho de alimentação do sistema de correção de pH é realizado sob exaustão, embora esta se mostre inadequada. Por isso, segundo foi informado, o trabalhador executa suas funções usando equipamento de proteção individual (EPI) respiratório. Esta proteção respiratória está recomendada e é acompanhada por um Programa de Proteção Respiratória, feito pela empresa, através de exames periódicos. Quanto às manobras de conexão e desconexão de cilindros de cloro à rede de alimentação, as mesmas são realizadas em ambiente protegido por sistema de detecção de vazamentos de cloro, o qual aciona, em caso de necessidade, o sistema de exaustão do recinto. Estes sistemas de exaustão não possuem sistema de tratamento dos efluentes de forma a não contaminar as áreas vizinhas.

O local do trabalho não pode ser contaminado com produto que vem de outros setores ou mesmo de empresas vizinhas, pois está localizada em local isolado.

*Verificação da possibilidade do produto ser ingerido (engolido) pelos trabalhadores.*

O trabalhador não leva qualquer objeto de trabalho até a boca, ou chupa o produto químico através de algum tubo ou pipeta como a usada em laboratório. O trabalhador não se alimenta, bebe ou fuma no local de trabalho. Nos locais de trabalho não existe muita poeira, fumos ou névoas de soluções que possam entrar na boca, à exceção da Casa de Química, onde se percebe a permanência de partículas em suspensão durante bastante tempo.

*Verificação da possibilidade do produto entrar em contato com a pele dos trabalhadores.*

Existe a possibilidade de contato de produtos químicos com a pele dos trabalhadores. Embora sejam utilizadas luvas na alimentação dos sistemas de correção de pH, o mesmo não acontece nas atividades relacionadas ao recebimento, transporte e verificação da vazão de dosagem de sulfato de alumínio. Na etapa de coleta de dados, foi relatado caso de descamação da pele das mãos de um dos trabalhadores devido ao contato com este produto.

O trabalhador não lida com máquinas ou equipamentos sujos de graxa ou outros produtos, tampouco limpa as mãos com algum qualquer produto químico, pois não são executados serviços de manutenção mecânica pelos operadores da ETA. A equipe responsável por estas atividades vem de outros setores da empresa.

O trabalhador não vai com a roupa suja para casa, pois a troca de roupa ao final do expediente, embora a leve suja de produtos químicos para casa, pois a empresa não executa a lavagem dos uniformes utilizados.

*Verificação da possibilidade de o produto espirrar no olho dos trabalhadores.*

A única atividade em que existe o risco de vazamento de produto químico em forma de jato que possa atingir os trabalhadores é a operação das bombas de dosagem de sulfato de alumínio, embora este seja mínimo, pois somente é feito o ajuste da dosagem nas mesmas.

A única atividade em que os trabalhadores executam atividade de transferência de líquido que possibilite o líquido espirrar é o descarregamento da carreta de sulfato e sua

transferência para os silos de armazenamento, operação que, embora seja feito por funcionário da transportadora é acompanhada por trabalhadores da ETA.

Os únicos equipamentos sob pressão são os cilindros de cloro, produto que está parcialmente líquido e sob pressão, e as tubulações de sulfato de alumínio, após o produto passar pela bomba de dosagem.

#### Verificação da possibilidade de ocorrer intoxicação durante o transporte de recipientes.

Quando o transporte de fardos de cal hidratada é realizado de forma manual, somente é transportado um fardo de cal de cada vez, tanto no recebimento, quanto na alimentação do sistema de dosagem. Se houver necessidade de transportar mais de um fardo de uma só vez, os mesmos são transportados sobre palets, sendo usado de um carrinho, o qual se encontra em boas condições, firme, sem vibração.

No caso de produtos transportados em recipientes ou bombonas de até 50 litros o transporte é feito com carrinho, caso da cal hidratada e de produtos utilizados para teste, os quais são presos ao carrinho.

#### Verificação da possibilidade de ocorrer intoxicação durante no caso de derramamento acidental.

Se cair produto químico no chão, o pessoal, devidamente instruído de como executar a limpeza, faz imediatamente a limpeza do local, executando os serviços de forma compatível com o produto derramado. Nesta tarefa, o pessoal dispõe e utiliza de equipamentos de proteção individual. No caso de produtos normalmente utilizados, segundo foi informado, o trabalhador responsável pelo descarte foi instruído sobre a melhor forma de fazê-lo.

Nunca existem resíduos que são levados embora da empresa, por isso não existe local específico e identificado para acúmulo do mesmo.

#### Questões de ordem geral

As FISPQ's, redigidas em linguagem compreensível aos trabalhadores, estão facilmente disponíveis, ficando guardadas na gaveta da sala de operação, que um local de livre acesso aos trabalhadores, durante as 24 horas do dia.

Todas as substâncias estão rotuladas com informações suficientes para orientar o uso de forma a prevenir acidentes e doenças.

A planta do local é organizada de forma que o trabalhador precise andar o mínimo possível carregando produto. Nos locais onde estão os cilindros de cloro, não foi observada sinalização visível, em boas condições e eficiente para informar aos trabalhadores dos riscos a que estão submetidos. Apesar disso, estes locais estão suficientemente isolados de forma que a impedir que pessoas não envolvidas no trabalho tenham acesso aos mesmos.

Os corredores, as saídas e outras passagens estão desobstruídos de modo a facilitar a fuga ou a entrada de equipes de socorro, em caso de acidente. Porém, o piso da empresa não é de material antiderrapante, nem tampouco livre de desníveis que possam provocar quedas e, assim como as escadas, não se encontram sinalizados, de modo a minimizar os riscos de acidentes.

Foi informado que as tubulações contendo produtos químicos estão sinalizadas de acordo com a NR26, item 26.1.

Observou-se a existência de chuveiro de emergência e de sistema lavador de olhos, situados próximos aos silos de sulfato. Os mesmos são testados e abertos semanalmente para verificação do funcionamento e evitar que enferrujem.

Não existem cobertas ou mantas para abafamento de fogo, caso comece a pegar fogo na roupa do trabalhador.

O ambiente é limpo frequentemente

### Questões relacionadas aos trabalhadores

Os trabalhadores não foram capacitados para trabalhar com os produtos químicos que estão sendo manuseados, mas apenas para realizar os procedimentos de emergência em caso de acidente.

Já foram realizadas avaliações quantitativas das concentrações de poluentes no ar. No entanto, os trabalhadores não são informados dos resultados obtidos, nem tampouco foram capacitados a entender estes resultados.

Não existem instalações para troca de roupa antes e após o trabalho, que permitiriam que as roupas de chegada fossem guardadas separadamente das roupas de trabalho. Os locais para a higiene pessoal do trabalhador (pias para lavagem das mãos, chuveiros para banho, instalações sanitárias) se encontram em condições precárias.

As roupas de trabalho são trocadas com frequência suficiente para não possibilitar contaminação do trabalhador, porém a empresa não é responsável pela lavagem da roupa utilizada em serviço, de forma que o trabalhador leva a roupa suja de produtos químicos para sua residência.

Não existem instalações adequadas para que o trabalhador coma, beba ou fume fora do local de trabalho.

Os trabalhadores são submetidos a exames médicos admissional e periódicos apropriados aos riscos a que eles podem estar submetidos no ambiente de trabalho, compostos de audiometria (semestralmente) e exames de fezes, sangue, urina e espirometria. Em caso de resultados anormais, os trabalhadores recebem esclarecimento sobre o significado dos exames, porém não recebem cópia dos mesmos.

Os trabalhadores que usam EPI foram capacitados para usá-lo, possuindo, cada um, seu próprio EPI, o qual é freqüentemente limpo ou trocado de acordo com a necessidade, conforme a orientação do técnico de segurança do trabalho da empresa. Os calçados entregues aos trabalhadores são fechados, resistentes aos produtos que estão sendo usados e antiderrapantes.

#### Questões específicas por produto químico:

##### Cloro

Os cilindros de cloro utilizados estão armazenados em área ventilada, separando-se os cheios dos vazios. Não existe procedimento para inspeção diária de vazamento nas linhas de cloro. Os cilindros que ficam fora do ambiente, protegido da luz solar e em local onde a circulação de pessoas é proibida. Estão firmemente fixos com correntes ou sobre suportes pesados para evitar que caiam, e aqueles que não estão em uso permanecem com os cabeçotes colocados.

Estão disponíveis no local de trabalho kits de emergência para conter vazamentos que possam ocorrer nos recipientes usados para expedir cloro. Segundo a Clorosur (2004), “esses kits operam sob o princípio de conter vazamentos em válvulas através da aplicação de cápsulas - também conhecidas por “capacetes” ou “copos” - sobre estas válvulas. A vedação é feita com juntas de borracha. Para cilindros grandes e pequenos, existe ainda um dispositivo

para selar pequenos furos nas paredes externas. Para os cilindros grandes há também dispositivos de encapsulamento para os bujões fusíveis”.

O Equipamento de Proteção Individual (EPI) para uso em emergências fica guardado na sala de operação, local de livre acesso aos trabalhadores e afastado de possíveis acidentes.

### Sulfato de alumínio

Está afastado de produtos alcalinos, em especial da solução de cal hidratada.

### Cal hidratada

Os trabalhadores que tem contato com o produto trocam de roupa e tomam banho logo após a realização de trabalho.

As embalagens são queimadas. O produto está convenientemente rotulado e afastado de produtos ácidos, em especial da solução de sulfato de alumínio.

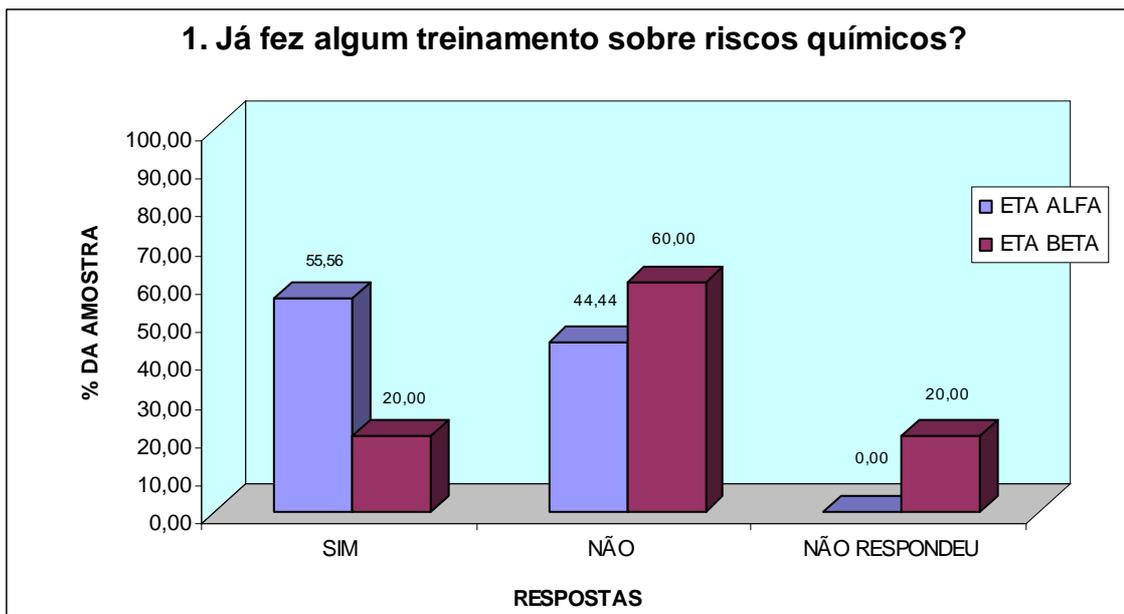
### Quanto aos procedimentos rotineiros e de emergência.

Não existem procedimentos de trabalho de segurança (quem, quando e como fazer) formalmente estabelecidos através de ordens de serviço, sendo transmitidos através de ordens verbais.

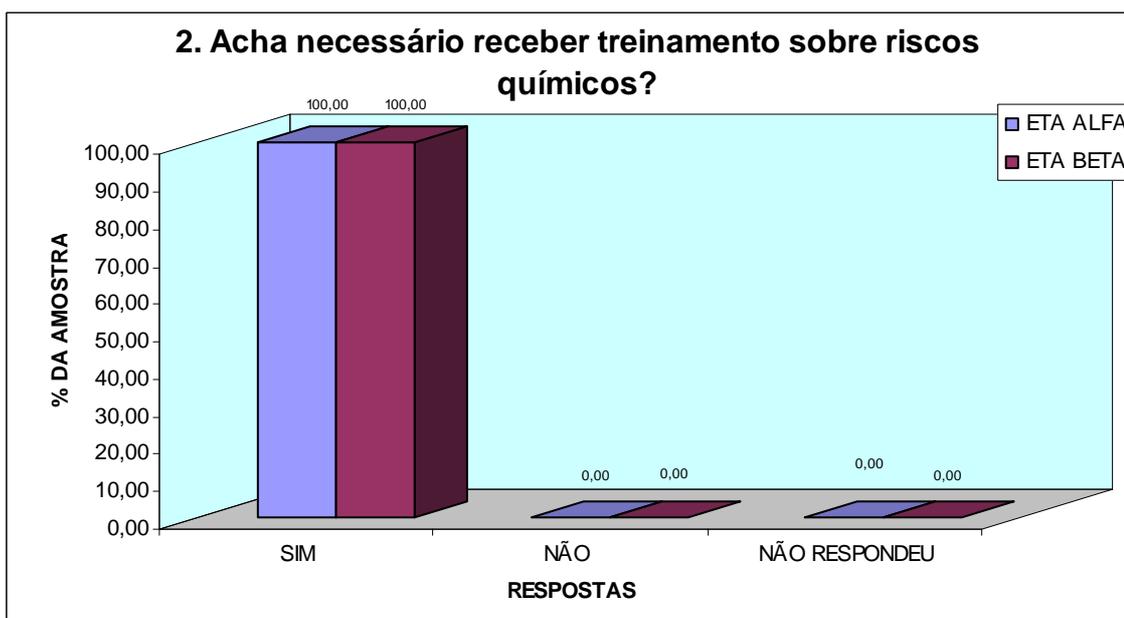
Os procedimentos em situações de emergência (planos de contingência) não estão estabelecidos formalmente, através de ordens de serviço.

## **5.2.3 Resultado da aplicação do questionário “Percepção dos riscos químicos”**

Nas Figuras 18 a 33 são exibidas as respostas às questões de nº 1 a 16 do questionário “Percepção dos riscos químicos”.



**Figura 18. Respostas à Pergunta nº 1.**



**Figura 19. Respostas à Pergunta nº 2.**

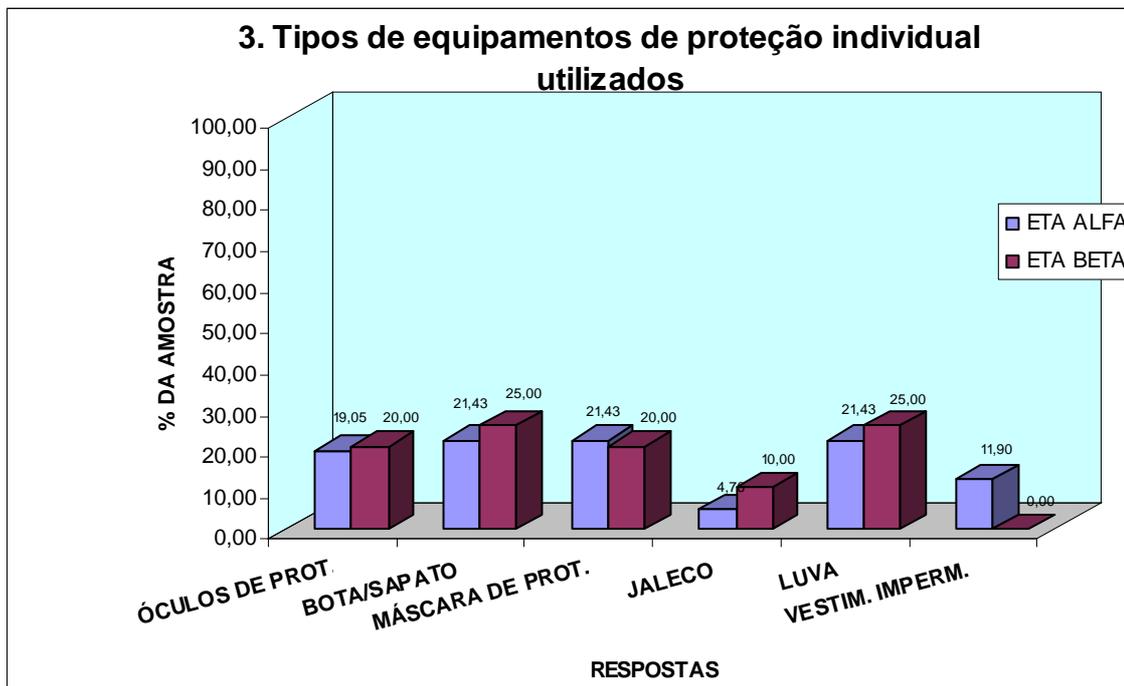


Figura 20. Respostas à Pergunta nº 3.

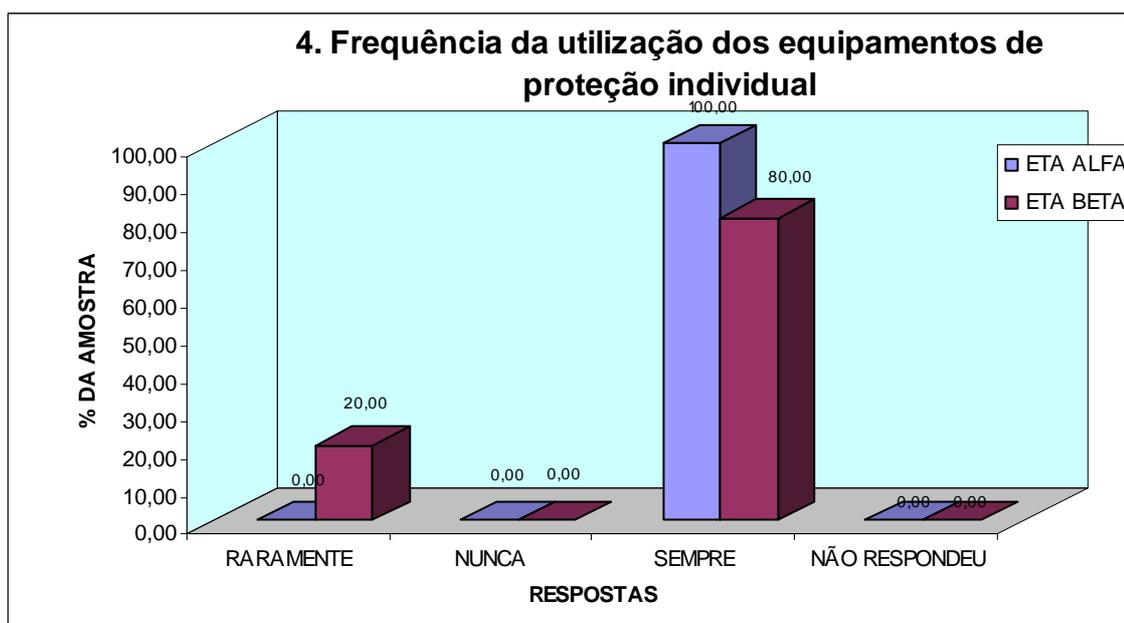
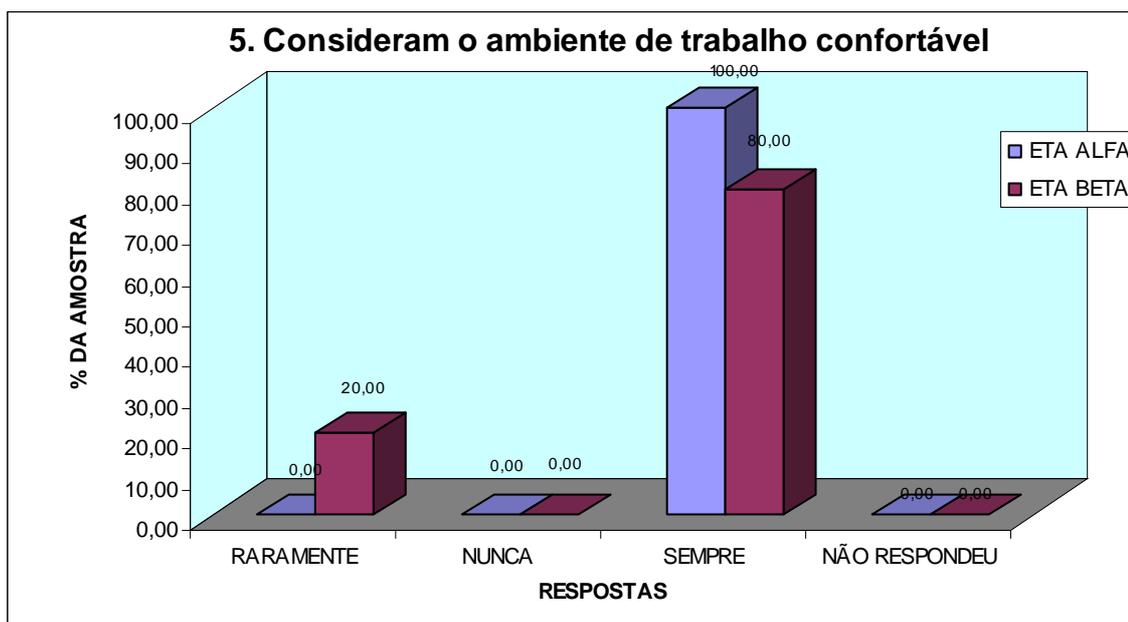
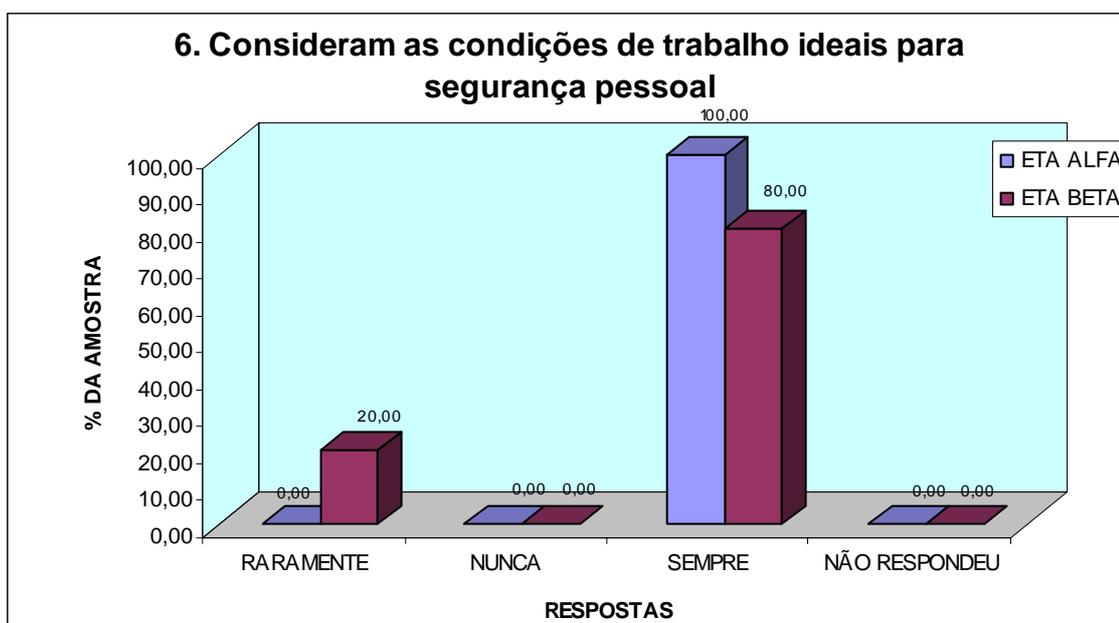


Figura 21. Respostas à Pergunta nº 4.

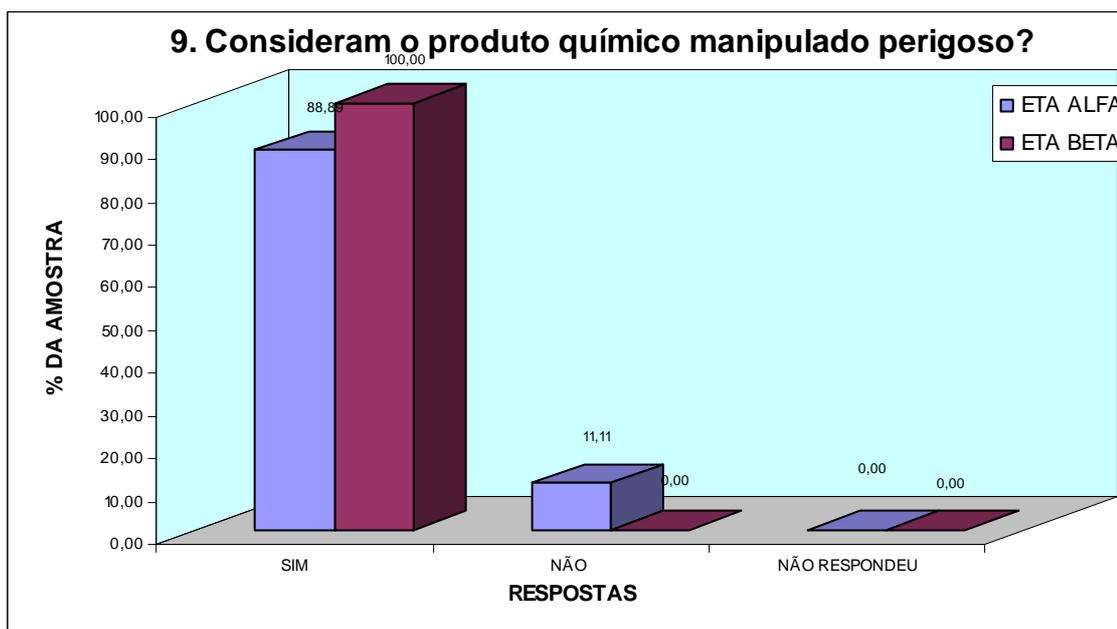


**Figura 22. Respostas à Pergunta nº 5.**

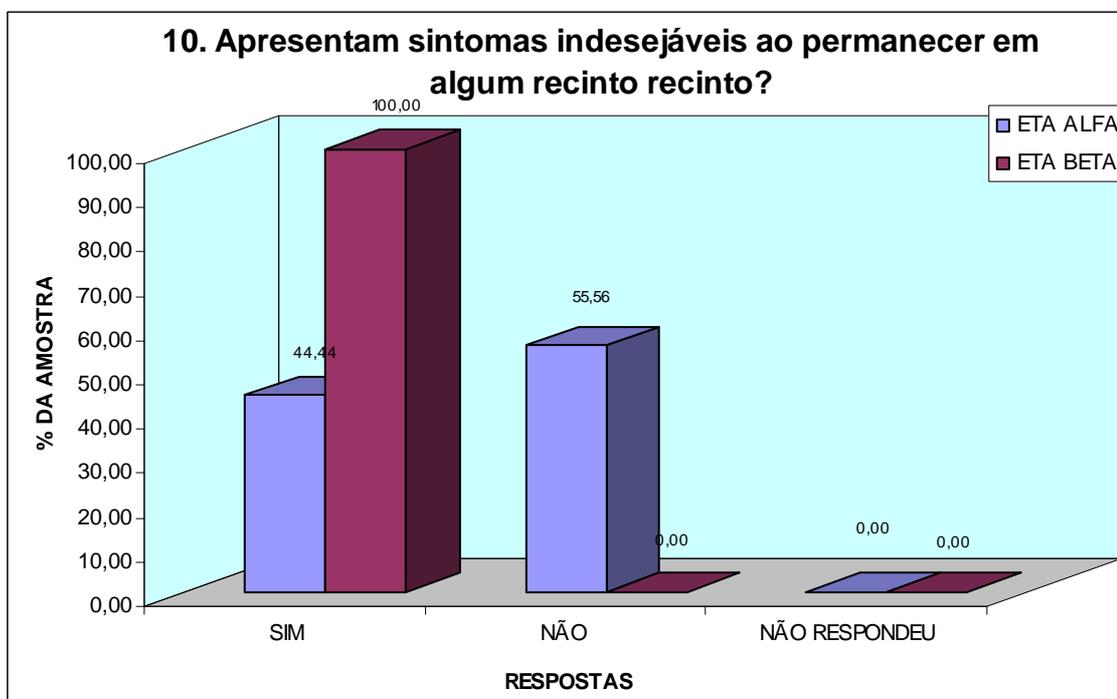


**Figura 23. Respostas à Pergunta nº 6.**

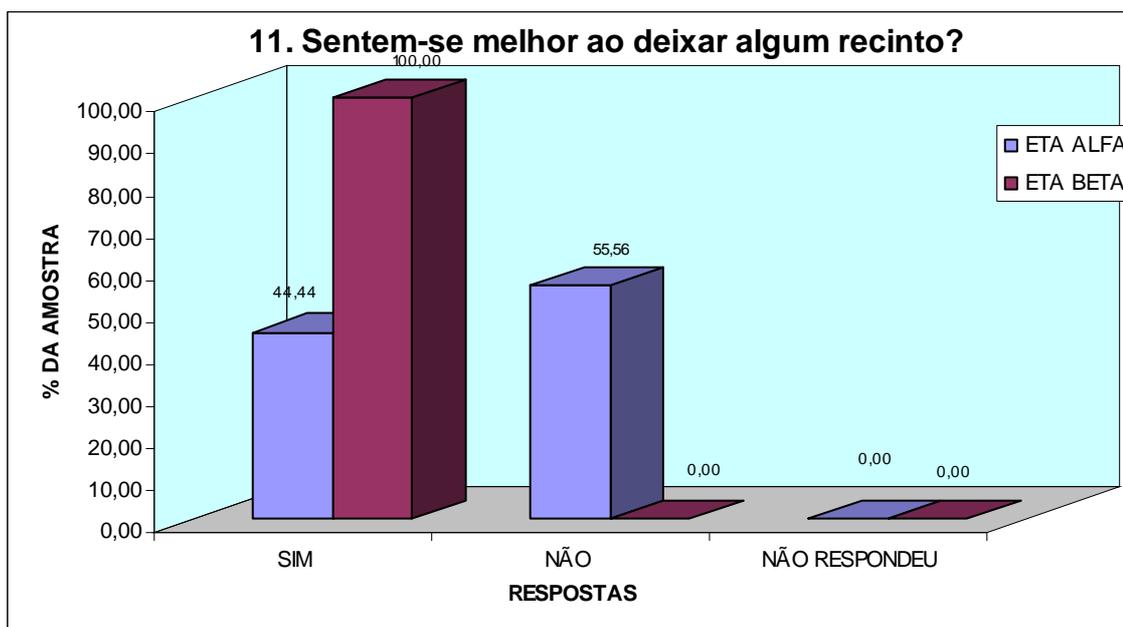




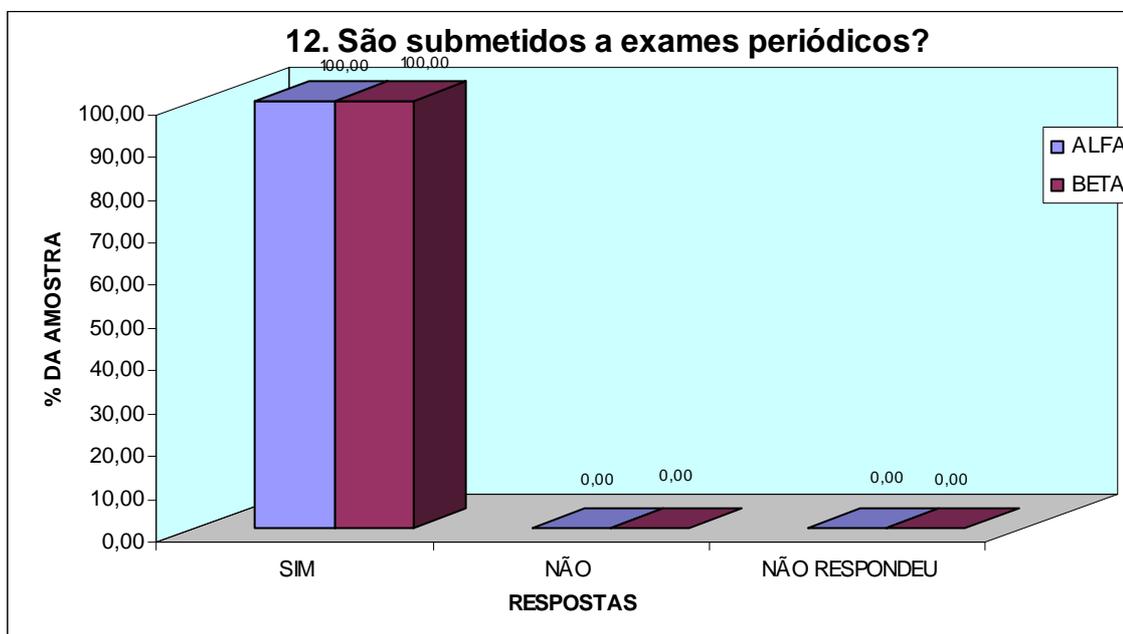
**Figura 26. Respostas à Pergunta nº 9.**



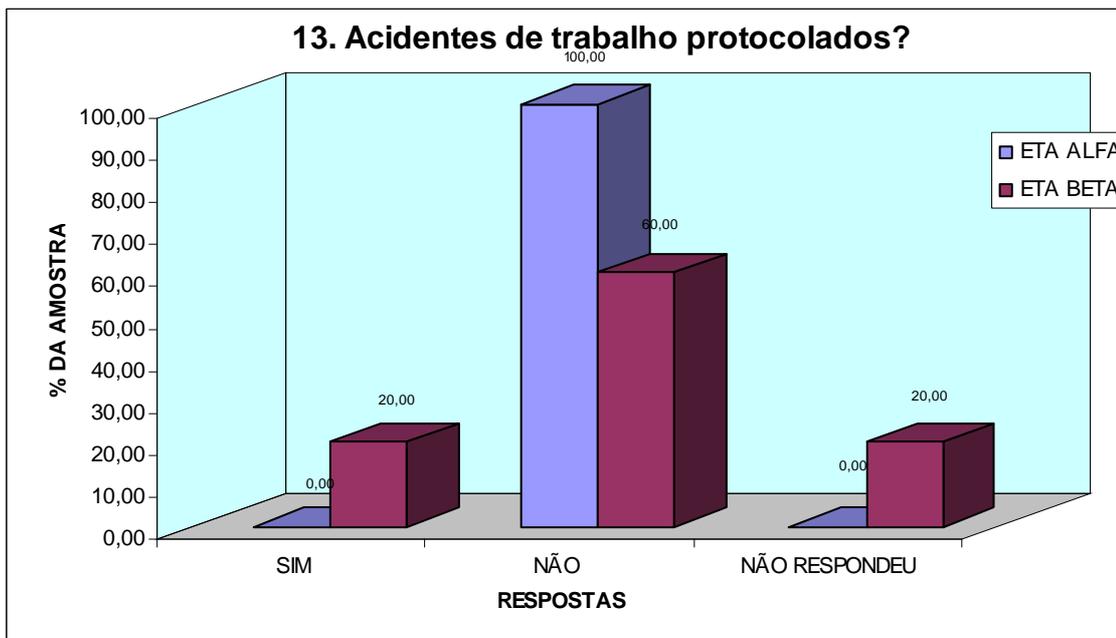
**Figura 27. Respostas à Pergunta nº 10.**



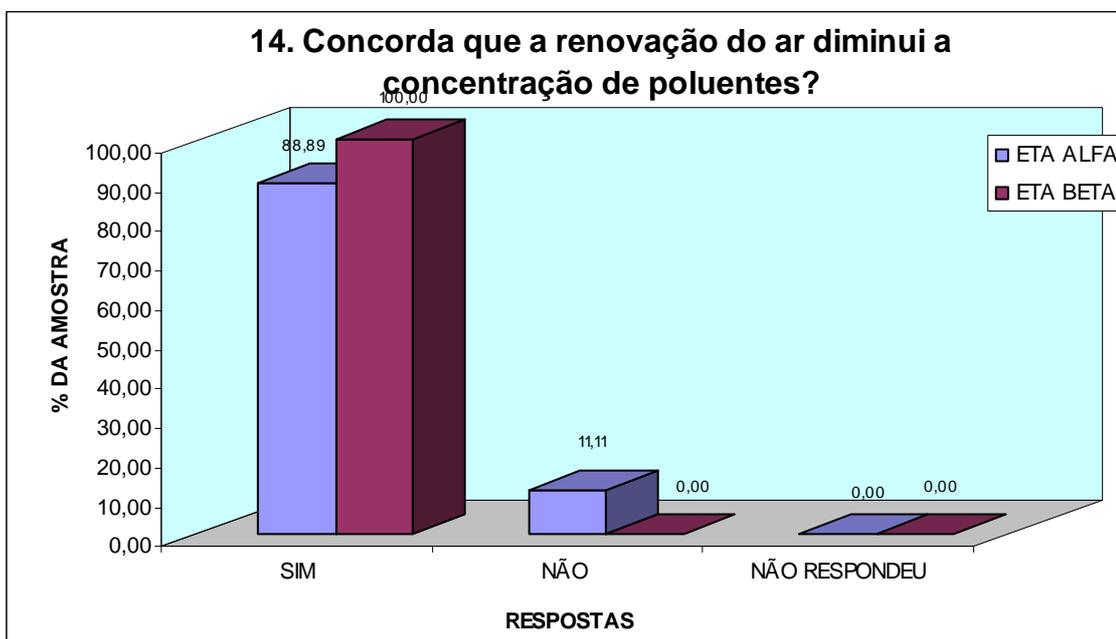
**Figura 28. Respostas à Pergunta nº 11.**



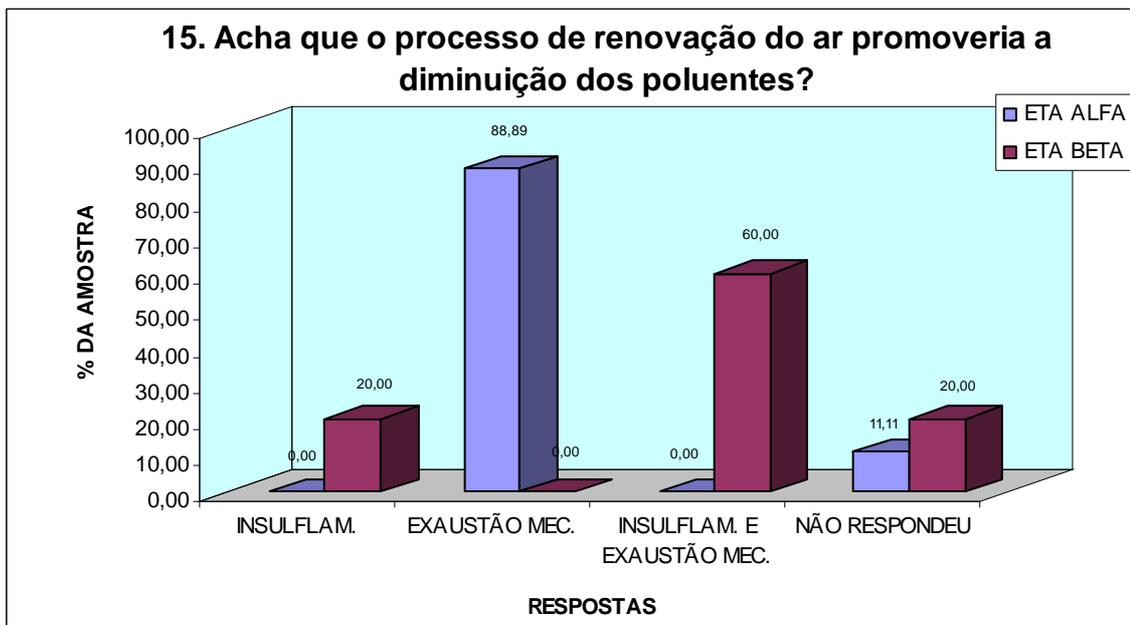
**Figura 29. Respostas à Pergunta nº 12.**



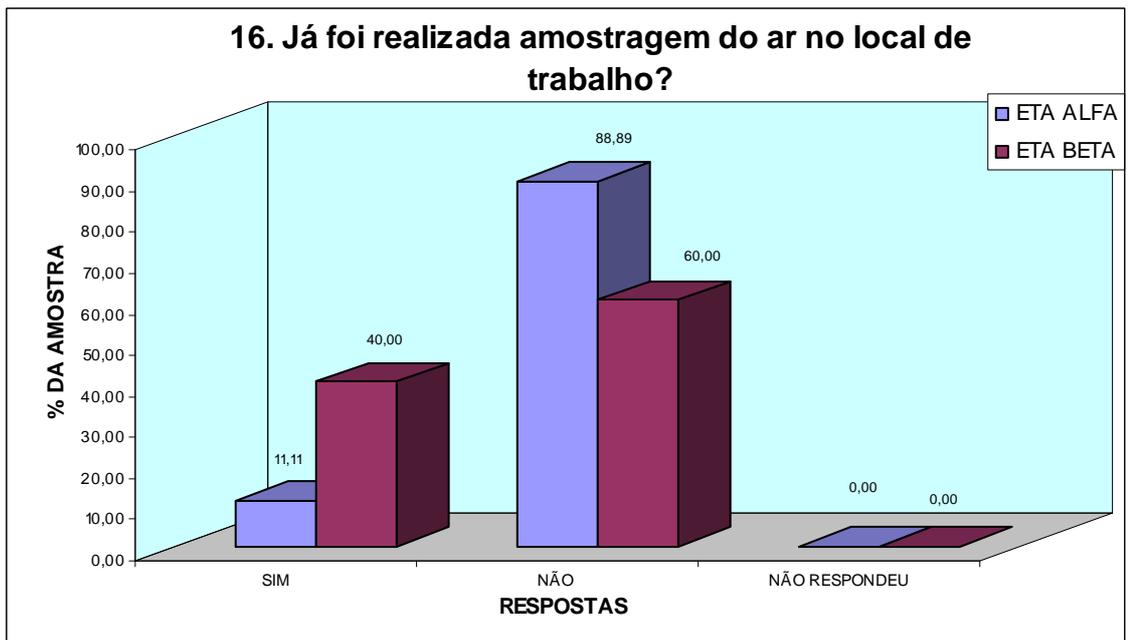
**Figura 30. Respostas à Pergunta nº 13.**



**Figura 31. Respostas à Pergunta nº 14.**



**Figura 32. Respostas à Pergunta nº 15.**



**Figura 33. Respostas à Pergunta nº 16.**

### **5.3. Discussão dos resultados dos questionários aplicados**

#### **5.3.1. Questionários Aplicados na Concessionária Alfa**

##### Questionário “A empresa e a SST”

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

No caso do SESMT, boa parte de suas funções, tais como o arquivamento e controle da documentação relativa ao PCMSO e das CAT's, o encaminhamento de trabalhadores para a Previdência Social, a implementação das medidas previstas no PPRA, têm sido desenvolvidas pelo Departamento de RH de uma das coligadas, que se situa a mais de 100 Km de sua área de atuação.

A terceirização da elaboração do PPRA também não tem contribuído para a criação de melhores condições de salubridade nos locais de trabalho, pois o documento não prevê quaisquer medidas de controle de riscos, nem de proteção coletiva, limitando-se a recomendações genéricas para utilização de EPI e aplicação de treinamento.

Um outro sintoma da fragilidade do SESMT é a não emissão de ordens de serviço de segurança.

A CIPA por sua vez, também sofre com a falta de suporte às suas atividades, pois, segundo informado, nem sempre seus membros são liberados para participar de suas atividades. Como consequência, o órgão não tem colaborado no desenvolvimento e implementação do PPRA e do PCMSO, nem elaborado mapas de risco, como também não analisado as causas das doenças e dos acidentes de trabalho, atividades que lhe são próprias.

##### Questionário “Levantamento das Condições Gerais em que o Trabalho é Realizado”

Percebem-se, nos resultados obtidos da aplicação deste questionário, os reflexos de alguns pontos apontados a respeito da estrutura de SST da empresa. Exemplo disto é o fato de que, apesar dos servidores da ETA estarem sendo submetidos a alguns cursos e palestras, mostra-se clara a necessidade de implantação de um abrangente programa de treinamento.

Outro aspecto que evidencia a abordagem de SST utilizada é a ênfase na distribuição de EPI's, ao contrário do que preconiza a NR-9 – Programa de Prevenção de Riscos

Ambientais. Segundo esta Norma, a seqüência de ações no trato de riscos químicos observados começaria através de iniciativas para eliminação/redução ou impedimento da formação dos agentes prejudiciais à saúde, seguidas de providências para contenção dos mesmos e, caso estas não seja possíveis ou suficientemente eficazes, tentar-se-ia a redução de sua concentração. Caso ainda se fizesse necessário, deveriam ser tomadas medidas de caráter administrativo ou de organização. Por fim, caso as proposições anteriores não sejam possíveis ou não consigam eliminar, segregar ou minimizar adequadamente os riscos observados, se aditaria o uso de EPI, como ultima opção.

### Questionário “Percepção dos Riscos Químicos”

Algumas observações dos resultados da aplicação deste questionário também amparam os pontos indicados pelos resultados dos demais questionários aplicados. São elas:

- Embora 100 % da amostra considere necessário receber treinamento sobre risco químico (pergunta nº 2), apenas 55,56 % da mesma afirmou ter recebido algum treinamento sobre o assunto (pergunta nº 1).
- Nenhum dos entrevistados afirmou conhecer doenças ocasionadas pela ingestão de produtos químicos (pergunta nº 8). Este resultado torna-se ainda mais relevante em um processo produtivo que utiliza os produtos químicos agregados a um produto que será, em grande parte, ingerido pelos consumidores.
- A grande fragmentação das respostas dadas à pergunta nº 7, aponta para a necessidade de estabelecimento de procedimentos padrões em caso de acidentes e sinistros.
- Embora 44,45 % dos entrevistados afirmem apresentar sintomas indesejáveis ao permanecer em algum recinto do local de trabalho (pergunta nº 10), e um mesmo percentual – 44,45 % - revelem que se sentem melhor ao deixar algum recinto, 100 % da amostra afirmou que considera o ambiente de trabalho confortável (pergunta nº 5), mesmo percentual dos que afirmam que consideram as condições de trabalho ideais para sua segurança (pergunta nº 6). Esta aparente contradição entre as respostas às

quatro perguntas, talvez indique a aceitação, por parte dos trabalhadores, do mal estar provocado pelos agentes toxicológicos como algo “normal” ou inerente às suas atividades profissionais, sem maiores conseqüências para sua saúde a longo prazo.

### 5.3.2. Questionários Aplicados na Concessionária Beta

#### Questionário “A empresa e a SST”

Uma relevante informação obtida durante a aplicação deste questionário foi a respeito da estruturação do SESMT da empresa, que atualmente conta com apenas um técnico de segurança do trabalho. Entretanto, considerando que a atividade desenvolvida possui o grau de risco 3 (três), e também o quantitativo de funcionários, de acordo com o Quadro II da NR-04, este órgão deveria ser composto por 2 (dois) técnicos de segurança do trabalho. Esta insuficiência de quadros talvez explique alguns dos problemas observados na questão de SST na ETA, tais como a não elaboração de ordens de serviço de segurança e a não aplicação de treinamentos de segurança aos trabalhadores da ETA.

O PPRA foi elaborado corretamente em todas as suas fases, indicando detalhadamente as medidas de controle a serem tomadas. Infelizmente, não foi confirmada a implementação das referidas recomendações. Considerando-se as informações colhidas na ETA, as recomendações referentes a treinamentos para os trabalhadores ali lotados não foram levadas a termo.

De acordo com os registros em atas, a CIPA vem se desincumbindo a contento de suas atribuições, contando, para isso, com o apoio do técnico que compõe, e daqueles que compuseram o SESMT.

#### Questionário “Levantamento das Condições Gerais em que o Trabalho é Realizado”

O que se depreende do resultado da aplicação do presente questionário é a existência de um considerável déficit de treinamento dos funcionários da ETA. Ao lidarem com substâncias potencialmente maléficas ao seu bem estar, deveriam estar capacitados para preservarem sua saúde.

A inexistência de procedimentos de segurança e de planos de emergência formalmente estabelecidos, o que contribuiria para a minimização dos riscos, denota a necessidade de uma maior presença do SESMT naquela unidade.

Além de seu déficit de membros, uma outra razão apontada para sua deficiente atuação do SESMT na ETA é a permanente substituição dos profissionais que o compõem, impedindo assim, a continuidade dos planejamentos desenvolvidos.

Em especial, as atividades que envolvem o manuseio de sulfato de alumínio, executadas sem o uso de EPI, deveriam ser objeto de providências, pois foram relatados casos de contato do produto com a pele de um trabalhador, na região das mãos, o que ocasionou sua descamação, efeito previsto na respectiva FISPQ.

A inadequação do sistema de exaustão na Casa de Química, conforme já apontado, maximiza a possibilidade de intoxicação dos trabalhadores que labutam naquele ambiente. Outras providências que poderiam ajudar a redução da concentração de partículas no local seriam a substituição das janelas com báculos fixos por outro modelo que permitisse uma melhor ventilação natural no ambiente, também obstruída por pilhas de fardos e, ainda, a instalação de equipamentos de ventilação forçada.

Chama à atenção, também, a precariedade das instalações sanitárias proporcionadas aos trabalhadores da unidade, que não dispõem de local adequado para troca de roupa, para sua higiene pessoal, ou para a realização de refeições. Tais instalações, inclusive por serem objeto de normatização – a NR-24 trata das condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho – carecem ser reformadas ou substituídas por outras mais adequadas.

### Questionário “Percepção dos Riscos Químicos”

Das respostas obtidas a este questionário pode-se inferir as seguintes conclusões:

- Apesar de 100 % da amostra achar necessário receber treinamento sobre risco químico, apenas 20 % dos entrevistados já foram submetidos ao referido treinamento durante a sua vida laboral.
- Embora 100 % dos entrevistados afirmem apresentar sintomas indesejáveis ao permanecer em algum recinto do local de trabalho (pergunta nº 10), e o mesmo percentual revelem que se sentem melhor ao deixar algum recinto, 80 % da amostra

afirmou que considera o ambiente de trabalho confortável (pergunta nº 5), mesmo percentual dos que afirmam que consideram as condições de trabalho ideais para sua segurança (pergunta nº 6). Esta aparente contradição entre as respostas às quatro perguntas, talvez indique a aceitação, por parte dos trabalhadores, do mal estar provocado pelos agentes toxicológicos como algo “normal” ou inerente às suas atividades profissionais, sem maiores consequências para sua saúde a longo prazo.

- A grande fragmentação das respostas dadas à pergunta nº 7, aponta para a necessidade de estabelecimento de procedimentos padrões em caso de acidentes e sinistros.
- Nenhum dos entrevistados afirmou conhecer doenças ocasionadas pela ingestão de produtos químicos (pergunta nº 8). Este resultado torna-se ainda mais relevante em um processo produtivo que utiliza os produtos químicos cujos resíduos fazem parte do produto final que será, em grande parte, ingerido pelos consumidores.
- Embora tenham sido feitas amostragens do ar na ETA durante a elaboração do PPRA, e também por terceiros contratados pela concessionária, ambas durante o ano de 2006, quase 60 % da amostra afirmou desconhecer que tais amostragens foram executadas. Este desconhecimento denota que os trabalhadores não foram devidamente informados e esclarecidos a respeito das mesmas e das implicações dos resultados nas condições de salubridade ambiental e em sua saúde ocupacional.

#### **5.4. Resultados das avaliações quantitativas realizadas**

Foram obtidos os seguintes resultados nas avaliações quantitativas realizadas nas Casas de Química das duas ETA's em estudo.

**Tabela 1. Concentração do hidróxido de cálcio nos ambientes avaliados.**

Data	Local	Período (min)	Vazão (L.min <sup>-1</sup> )	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	Massa Inicial Branco(g)	Massa Final Branco(g)	Concentração (mg.m <sup>-3</sup> )	Dif. %
11/10/06	C.Q. ETA Alfa	29	1,0	0,01484	0,01538	0,00989	0,00995	16,55	331,0
11/10/06	C.Q. ETABeta	28	1,0	0,01576	0,01589	0,00989	0,00995	2,50	50,0
24/01/07 (Amostr. 1)	C.Q. ETABeta	60	2,0	0,01572	0,01637	0,01421	0,01426	4,86	97,2
24/01/07 (Amostr. 2)	C.Q. ETABeta	60	2,0	0,01576	0,01636	0,01552	0,01565	4,44	88,9
24/01/07 (Amostr. 3)	C.Q. ETABeta	60	2,0	0,01314	0,01451	0,0145	0,01452	10,86	217,2

Limite de Exposição:

**ACGIH:** 5 mg.m<sup>-3</sup>

**OSHA PEL:** TWA 15 mg.m<sup>-3</sup> (total) TWA 5 mg.m<sup>-3</sup> (resp)

Como se observa, as avaliações realizadas revelam, face os valores encontrados, as seguintes situações:

Na ETA da Concessionária Alfa, a concentração de hidróxido de cálcio no ambiente, durante a realização da tarefa de diluição do produto chega a 16,6 mg.m<sup>-3</sup>, ou seja, três vezes superior ao TLV da ACGIH, valor de referência na ausência dos limites previstos na NR-15 (Atividades e Operações Insalubres). Tal situação, de acordo com a NR-15 (Atividades e Operações Insalubres), Anexo 11, caracteriza-se como de risco grave e iminente, pois foi ultrapassado o Valor Máximo de concentração da substancia. Este valor é obtido por meio da multiplicação da do Limite de Tolerância pelo do Fator de Desvio (F.D.) obtido no Quadro nº 2 do referido Anexo. O F.D. para o hidróxido de cálcio é 2 e, portanto, seu Valor Máximo, 10 mg.m<sup>-3</sup>.

Na ETA da Concessionária Beta, na amostragem realizada em 11/10/06, a concentração de hidróxido de cálcio no ambiente, durante a alimentação dos sistema de

dosagem de cal hidratada chegou a  $2,50 \text{ mg.m}^{-3}$ , 50 % do TLV da ACGIH, valor de referência na ausência dos limites previstos na NR-15, situação que, de acordo com a NR-9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais), caracteriza-se como aquela na qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição. Tais ações, ainda de acordo com a referida norma, devem incluir o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico.

Optou-se, na avaliação da Casa de Química da ETA da Concessionária Beta, pela realização de novas amostragens, decisão motivada pela discrepância entre os valores de concentração encontrado na amostragem do dia 11/10/06 e aqueles determinados quando da elaboração do PPRA da empresa, registrados no item 5.2.1.2 deste trabalho.

Nas amostragens realizadas em 24/01/07, foram encontrados, nas amostragens nº 1 e nº 2, concentrações ( $4,83$  e  $4,22 \text{ mg.m}^{-3}$ ) que, embora não se encontrassem acima do Limite de Tolerância, ultrapassaram o Nível de Ação previsto na NR-9. Na amostragem nº 3, realizada durante a alimentação dos sistema de cal hidratada, foi encontrada uma concentração de  $10,83 \text{ mg.m}^{-3}$ , que, tal qual a determinada na Casa de Química da ETA da Concessionária Alfa, ultrapassa o Valor Máximo permitido.

## **5.5. Parâmetros escolhidos para comparação**

No intuito de caracterizar a eficácia e eficiência da ETA's, no que tange às suas práticas para eliminação ou minimização dos riscos químicos, optou-se pela utilização dos seguintes parâmetros: Arranjo Físico e Fluxo, Tecnologia de Processo, Projeto do Trabalho, Soluções de Engenharia, Adequação do EPI ao Risco Químico, Treinamento e, Estrutura de Segurança no Trabalho da Empresa.

Em função das informações e análises executadas, foram atribuídas aos parâmetros escolhidos as seguintes graduações: Totalmente Adequada (TA), Adequada (A), Satisfatória (S), Inadequada (I), Totalmente Inadequada (TA). As graduações atribuídas a cada um dos parâmetros, para cada unidade estudada, foram consolidadas no Quadro nº 5, a seguir.

**Quadro 5 - Parâmetros de avaliação da SST, no que tange aos riscos químicos, e graus atribuídos.**

Parâmetro	Alfa		Beta	
	Bases	Avaliação	Bases	Avaliação
Arranjo Físico e Fluxo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de transporte de cal ocasiona contato do trabalhador com o produto.</li> <li>- Riscos ergonômico e de acidentes propiciando o risco químico.</li> <li>- Ótima ventilação natural na casa de química.</li> <li>- Existem locais adequados para a higiene pessoal e alimentação dos trabalhadores</li> </ul>	<b>I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de transporte por esteira: menor esforço e risco ergonômico.</li> <li>- Pilhas de fardos de cal hidratada prejudicando a ventilação natural da casa de química.</li> <li>- Casa de química com área exígua.</li> <li>- Inexistência de entrada de ar, com ventilação forçada, no setor de cloro.</li> <li>- Ventilação natural e mecânica insuficiente na casa de química.</li> <li>- Inexistência de locais adequados para a higiene pessoal e alimentação dos trabalhadores</li> </ul>	<b>I</b>
Tecnologia de Processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Baixo nível de automação, possibilitando a propagação de agentes químicos no ambiente e contato com os trabalhadores.</li> <li>- Operação de embarque/desembarque de cilindros de cloro enseja a ocorrência de acidentes com o produto.</li> </ul>	<b>I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bom nível de automação, reduzindo a propagação dos agentes químicos no ambiente de trabalho.</li> <li>- Sistema de transporte de cal hidratada, através de esteiras, reduz o contato do trabalhador com o produto.</li> <li>- Dispositivo exaustor na admissão de produto no sistema de correção de pH, reduzindo concentração do agente químico.</li> <li>- Troca automática de baterias de cilindros, o que reduz possibilidade de ocorrência de acidentes.</li> </ul>	<b>A</b>

**Quadro 5. Parâmetros de avaliação da SST, no que tange aos riscos químicos, e graus atribuídos (cont.).**

Parâmetro	Alfa		Beta	
	Bases	Avaliação	Bases	Avaliação
Projeto do Trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de trabalhadores avulsos sem qualificação.</li> <li>- Inexistência de programa de treinamento em riscos químicos, embora sejam ministrados curso e treinamentos esporádicos.</li> <li>- Inexistência de procedimentos de trabalho formalmente estabelecidos.</li> <li>- Diluição de cal hidratada ocorre somente 2 a 3 vezes por semana, o que reduz a exposição dos trabalhadores.</li> <li>- Realização da operação da diluição de cal hidratada ao final do expediente, o que propicia a imediata higiene e saída do trabalhador da área contaminada.</li> </ul>	<b>I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não aplicação de treinamentos aos trabalhadores da ETA.</li> <li>- Inexistência de procedimentos de trabalho formalmente estabelecidos.</li> <li>- Alimentação do sistema de correção de pH ocorre diariamente, no mesmo horário, sendo executada pelos mesmos trabalhadores, o que intensifica a exposição destes.</li> </ul>	<b>I</b>
Soluções de engenharia para pronta intervenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe sistema de detecção de vazamentos de cloro.</li> </ul>	<b>S</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enclausuramento do sistema de dosagem de cloro, com exaustão automática do recinto, acionada por sistema de detecção de vazamentos de cloro.</li> </ul>	<b>A</b>
Adequação do EPI ao Risco Químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EPI de acordo com as prescrições da FISPQ.</li> </ul>	<b>A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EPI de acordo com as prescrições da FISPQ.</li> <li>- Operações envolvendo sulfato de alumínio executadas sem utilização de EPI.</li> </ul>	<b>I</b>
Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inexistência de programa de treinamento.</li> <li>- Curso e palestras ministrados esporadicamente.</li> </ul>	<b>I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não foi ministrado qualquer treinamento sobre riscos químicos aos trabalhadores da ETA.</li> </ul>	<b>TI</b>

**Quadro 5. Parâmetros de avaliação da SST, no que tange aos riscos químicos, e graus atribuídos (cont.).**

Parâmetro	Alfa		Beta	
	Bases	Avaliação	Bases	Avaliação
Estrutura de Segurança do Trabalho da Empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transferência de responsabilidades do SESMT para terceiros.</li> <li>- O PPRA, elaborado por terceiros, não prevê metas, nem define prioridades.</li> <li>- A CIPA deixa de cumprir algumas de suas atribuições.</li> <li>- Não há a elaboração/emissão de ordens de serviço de SST.</li> <li>- Inexistência de planos de emergência.</li> </ul>	<b>I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Composição do SESMT não atende à legislação.</li> <li>- A CIPA cumpre suas atribuições.</li> <li>- O PPRA é bastante detalhado, porém sua implementação não está clara.</li> <li>- Não há a elaboração/emissão de ordens de serviço de SST.</li> <li>- Inexistência de planos de emergência.</li> </ul>	<b>I</b>

## CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES

Observou-se, no decorrer do desenvolvimento do presente estudo, que as definições quanto ao projeto de trabalho são preponderantemente influenciadas pelas opções de arranjo físico e fluxo no processo produtivo, como também pela escolha da tecnologia empregada. Em Estações de Tratamento de Água (ETA's), por serem sedes de processos produtivos contínuos, nos quais o principal insumo é líquido, a maneira mais fácil de transformá-lo é fazê-lo fluir através das várias etapas, característica que impõe a tipologia arranjo físico por produto. Tal peculiaridade faz com que, nos projetos globais de processo de tratamento de água, recaia sobre a tecnologia escolhida a serventia de minorar os riscos químicos inerentes a estes locais de trabalho. Desta forma, a tecnologia de processo deverá evitar que os agentes químicos se propaguem pelo ambiente de trabalho, e também impedir que os trabalhadores, ao desenvolverem suas atividades cotidianas, tenham contato e sejam intoxicados pelos mesmos.

As decisões relativas ao arranjo físico detalhado, assim como aquelas concernentes ao projeto de trabalho, devem buscar a mitigação dos fatores relacionados à ocorrência de outros tipos de riscos, que concorrem para o aumento do risco químico, tais como o risco ergonômico e o risco de acidentes.

Nos projetos de processo das instalações das ETA's em estudo, os componentes arranjo físico, tecnologia e projeto de trabalho, tiveram abordagens que visaram quase que exclusivamente à eficiência produtiva da unidade, não se observando iniciativas que demonstrem uma preocupação com a minimização do risco químico.

No caso em estudo, quer seja pelo baixo nível de investimento em tecnologia, caso da ETA da Concessionária Alfa, quer seja pelo fato destes investimentos não terem dado conta de produzir ambientes de trabalho mais seguros e salubres, caso da ETA da Concessionária Beta, a solução adotada por ambas está centrada, quase exclusivamente, no uso de EPI. Desta forma, por não ter o trabalho projetado evitado a exposição dos trabalhadores aos riscos químicos, por meio de treinamento, soluções de engenharia, e medidas administrativas, o EPI é a principal ferramenta, e muitas vezes a única, no combate aos malefícios ambientais.

Embora todos os trabalhadores que atuam nas unidades estejam expostos a riscos químicos, aqueles que estão mais sujeitos a acidentes envolvendo produtos químicos são os terceirizados, avulsos, visto que suas condições de trabalho são mais precárias. Em geral estão menos familiarizados com as tarefas a serem executas e com os locais de trabalho e não recebem treinamento das contratadas e/ou contratantes.

Um fator que contribui decisivamente para o quadro observado é a fragilidade dos SESMT's que atendem às unidades em estudo. No caso da ETA da Concessionária Alfa, várias atribuições do SESMT foram repassadas a órgãos estranhos à estrutura da empresa, ou mesmo terceirizados. No caso da ETA da Concessionária Beta, a legislação que estabelece a composição mínima do órgão, a NR-4, não está sendo cumprida. Adicionalmente, a rotatividade de profissionais de SST contribui para a descontinuidade das iniciativas.

Revela-se fundamental, portanto, que os preceitos de higiene industrial sejam considerados, e até mesmo norteiem, junto com os demais princípios – eficiência produtiva, economia de escala, sustentabilidade ambiental, viabilidade econômica, etc. – as decisões concernentes ao projeto do processo, nestas incluindo-se as definições quanto ao arranjo físico, tecnologia e organização do trabalho. Entretanto, isto não garante, *per si*, a obtenção e manutenção de ambientes de trabalho seguros, salubres e confortáveis.

Faz-se necessário, adicionalmente, que os três aspectos sejam integrados na concepção do processo, para que se obtenha a minimização de riscos químicos. Um exemplo desta necessidade pode ser observado na Casa de Química da Concessionária Beta, onde a tecnologia agregada ao sistema de correção de pH não se traduz em segurança de trabalho, pois tanto o arranjo físico detalhado do local, quanto o projeto de trabalho utilizado, acabam por expor os trabalhadores ao risco químico.

A adoção, pela alta administração das Concessionárias Alfa e Beta, de políticas de SST inseridas dentro de sistemas de gestão, ou mesmo no bojo de sistemas de gestão integrada de SST, meio ambiente e qualidade, se apresenta como um dos caminhos possíveis para a obtenção, nas ETA's em estudo, de ambientes de trabalho providos de condições de salubridade e segurança adequadas.

Uma outra iniciativa que poderia propiciar o superação das condições de higiene ocupacional observados, seria o estímulo à efetiva participação dos trabalhadores de ambas as ETA's na busca de soluções para os problemas existentes. Seriam melhor aproveitados, desta forma, os saberes acumulados por aqueles que, dia após dia, estão inseridos dentro do processo produtivo.

É importante destacar que se provou verdadeira a hipótese inicialmente levantada de que a análise integrada do processo de trabalho, no escopo de associar as opções de projeto aos riscos observados, poderia contribuir para a minimização e/ou mesmo eliminação destes.

Tendo em vista que os insumos utilizados nas duas ETA's são, em sua maior parte, os mesmos, buscou-se apurar como os outros fatores – arranjo físico e fluxo, tecnologia de

processo e projeto do trabalho - impactam positiva ou negativamente nos riscos químicos observados, comparativamente.

Face os conhecimentos adquiridos e as conclusões, evidenciam-se que foram alcançados os objetivos fixados, quais sejam, a avaliação da eficácia e da eficiência das práticas de SST, no que tange aos riscos químicos, nas duas ETA's, e sua associação com os respectivos métodos produtivos.

Por fim, os resultados obtidos apontam a necessidade de novas pesquisas em ETA's de mesmo porte que visem identificar, na gênese dos processos produtivos, a origem dos riscos laborais, de modo a subsidiar as ações de reconhecimento e antecipação dos mesmos, etapa prevista na NR-9 (PPRA), que envolve a análise de projetos de novas instalações, métodos ou processos de trabalho, e também dos já existentes.

## BIBLIOGRAFIA

- 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. 221 p.
- BRANDIMILLER, Primo A. Perícia Judicial em acidentes e doenças do trabalho. São Paulo: Ed. SENAC, 1996. 306 p.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Estatísticas de acidentes de trabalho. Disponível em <<http://www.mte.gov.br/Empregador/segsau/estatisticas/acidentes/default.asp>>. Acesso em 14 mar. 2006.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho. Disponível em <<http://www.mte.gov.br/Empregador/segsau/Legislacao/Normas/>>. Acesso em 14 mar. 2006.
- BRASIL. Presidência da República.. Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Codigos/quadro\\_cod.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Codigos/quadro_cod.htm)>. Acesso em 14 mar. 2006.
- CARBOCLORO (Indústrias Químicas). Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico - Cloro Gás. Disponível em <[http://www.carbocloro.com.br/produtos/arquivos/FISPQ\\_cloro.pdf](http://www.carbocloro.com.br/produtos/arquivos/FISPQ_cloro.pdf)>. Acesso em 25 mar. 2006.
- CATAGUASES (Indústrias Químicas). Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – Sulfato de Alumínio Líquido de Alumínio. Disponível em <<http://www.gqc.com.br/iqc/b4441.htm>>. Acesso em 25 mar. 2006.
- CHASE, R. B.; AQUILANO, N. J.; JACOBS, F. R. Production and operations management. 8 ed. Nova York: Irwin/McGraw Hill, 1998. 889 p.
- CLOSUR, Manual de Cloro, 2004. 35 p.
- COGGE (Chemical). Manufacturer's Material Safety Data Sheet - Aluminium Sulfate Liquid. Disponível em <<http://www.coogee.com.au/>>. Acesso em 25 mar. 2006.
- FAIR, G. M., Geyer, J. C., Okun A. D. Elements of water supply and wastewater disposal. 2 ed. Nova York: John Wiley & sons, 1971.
- FREITAS, Nilton Benedito Branco. Riscos devido à substâncias químicas. Cadernos de Saúde do Trabalhador, São Paulo, n. 2 Disponível em <<http://www.instcut.org.br/pub2.htm>>. Acesso em 25 mar. 2006.
- FREITAS, M. B. Tratamento de água para consumo humano. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública. FIOCRUZ, 2001.

FUNDACENTRO. NHO-03 – Método de Ensaio: Análise Gravimétrica de Aerodispersóides Sólidos coletados sobre filtros de membrana. São Paulo: MTE, 2001.

GEAF – Grupo de Apoio à Fiscalização no Setor Saneamento e Urbanismo. Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico. Brasília: MTE.2002. Disponível em <<http://www.mte.gov.br/Empregador/segsau/Publicacoes/default.asp>>. Acesso em 14 mar. 2006.

GRAYMONT (Inc.). Manufacturer's Material Safety Data Sheet - Calcium Hydroxide. Disponível em <[http://www.graymont.com/msds/MSDS\\_High\\_Calcium\\_Hydrated\\_Lime.pdf](http://www.graymont.com/msds/MSDS_High_Calcium_Hydrated_Lime.pdf)>. Acesso em 25 mar. 2006.

HOLMBERG, B.; HOGBERG J.; JOHANSON G. Toxicology: Definitions and concepts. In: International Labour Organization, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 4. ed. Genebra: 1998. Disponível em <<http://www.ilo.org/encyclopedia/>>. Acesso em 19 jul. 2006.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2006.

LEME, Francílio Paes. Teoria e técnicas de tratamento de água. Rio de Janeiro: Ed. ABES, 1990. 610 p.

MONTGOMERY WATSON BRASIL (Empreiteira). Projeto Executivo da Ampliação do Sistema de Produção de Água Potável – Juturnaíba-1. Memorial Descritivo e de Cálculo. São Paulo: Montgomery Watson Brasil, 2002.

MUTHER, Richard. Planejamento do Layout: Sistema SLP. São Paulo: Edgar Blücher, 1978. 191 p.

NIOSH. International Chemical Safety Cards - Calcium Hydroxide. Disponível em <<http://www.emedco.info/ipcsneng/neng0408.htm/>>. Acesso em 25 mar. 2006.

\_\_\_\_\_. Particulates Not Otherwise Regulated, Total. Disponível em <<http://www.cdc.gov/niosh/nmam/pdfs/0500.pdf>>. Acesso em 25 mar. 2006.

OSHA. Chemical Sampling Information - Calcium Hydroxide. Disponível em <[http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_224400.html](http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_224400.html)>. Acesso em 25 mar. 2006.

\_\_\_\_\_. Gravimetric Determination - Method n<sup>o</sup>.: PV2121. Disponível em <<http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/partial/pv2121/pv2121.html>>. Acesso em 25 mar. 2006.

\_\_\_\_\_. Occupational Safety And Health Guideline For Chlorine. Disponível em <<http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/chlorine/recognition.html>>. Acesso em 25 mar. 2006.

PAUSTENBA, D. J. Occupational exposure limits. In: International Labour Organization, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 4. ed. Genebra: 1998. Disponível em <<http://www.ilo.org/encyclopedia/>>. Acesso em 19 jul. 2006.

SILBERGELD, E. K. Toxicology: Introduction. In: International Labour Organization, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 4. ed. Genebra: 1998. Disponível em <<http://www.ilo.org/encyclopedia/>>. Acesso em 19 jul. 2006.

SLACK, Nigel et. al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1997. 726 p.

SNF (Inc.). Material Safety Data Sheet - FLOPAM EM 230 PWG. Disponível em <<http://www.snfinc.com/cpemulsionsanionic.html>>. Acesso em 25 mar. 2006.

\_\_\_\_\_. Technical Data Sheet - FLOPAM EM 230 PWG. Disponível em <<http://www.snfinc.com/cpemulsionsanionic.html>>. Acesso em 25 mar. 2006.

SOUZA, C. R., ARAÚJO, G. M., BENITO, J. Normas Regulamentadoras Comentadas. [S.l.: s.n], 1998

WATER TECHNOLOGY (sítio especializado). Willamette Water Treatment Plant, Wilsonville, OR, USA. Disponível em [http://www.water-technology.net/project\\_printable.asp?ProjectID=2160](http://www.water-technology.net/project_printable.asp?ProjectID=2160). Acesso em 05/01/2007.

## ANEXOS

### ANEXO I – QUESTIONÁRIOS APLICADOS

#### QUESTIONÁRIO I – A EMPRESA E A SST

##### Dados gerais da empresa

1. Identificação da empresa:

Nome: \_\_\_\_\_

CNPJ: \_\_\_\_\_

Natureza Jurídica: \_\_\_\_\_

CNAE: \_\_\_\_\_

Número de empregados: \_\_\_\_\_

Vínculo empregatício/ Relação de trabalho:

Próprios: \_\_\_\_\_

Terceirizados: \_\_\_\_\_

Turnos de trabalho:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

##### Abrangência da empresa:

1. Relação de estabelecimentos, com respectivo número de empregados e descrição sucinta das atividades desenvolvidas:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. No contrato com prestadoras de serviço, as cláusulas contemplam gerenciamento de SST?

---

---

---

---

3. Ocorreram acidentes fatais e graves e doenças ocupacionais ocorridos em 2004 e 2005.

---

---

---

---

**SESMT**

4. Organograma da empresa e localização do SESMT no organograma da empresa

---

---

---

---

5. São elaboradas ordens de serviço de saúde e segurança?

---

---

---

---

6. Caracterização do SESMT: Centralizado? Por estabelecimento?

---

---

---

---

7. Dimensionamento do SESMT:

---

---

---

---

8. A assistência do SESMT é estendida à empresas contratadas?

---

---

---

---

9. As atividades desenvolvidas pelo SESMT (atividades informativas e educativas; registro de acidentes e de doenças profissionais; assistência e encaminhamento dos trabalhadores acidentados ou doentes; relacionamento com o INSS; atendimento a emergência, planos de emergência, etc.)

---

---

---

---

10. Acontece o entrosamento do SESMT com a CIPA, através de apoio e encaminhamento das recomendações da CIPA?

---

---

---

---

13. Foi feito Registro do SESMT no órgão regional?

---

---

---

---

**CIPA**

11. Constituição da CIPA por estabelecimento?

---

---

---

---

12. Foi feito o dimensionamento adequado da CIPA?

---

---

---

---

13. São propiciadas condições e meios necessários para os membros da CIPA atuarem em termos de tempo, disponibilidade, etc?

---

---

---

---

14. Foi feito o registro da CIPA no órgão regional

---

---

---

---

15. 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, campanhas de prevenção)?

---

---

---

---

16. Foi feito o treinamento anual dos membros da CIPA e dos trabalhadores designados?

---

---

---

---

17. Acontece a integração da CIPA da contratante/principal com CIPAs das contratadas ou designados das contratadas?

---

---

---

---

18. São fornecidas informações sobre riscos para CIPAs e designados das contratadas e vice e versa?

---

---

---

---

19. Existe acompanhamento do cumprimento pelas contratadas das medidas de segurança e saúde?

---

---

---

---

**NR06 EPI**

20. É feito o fornecimento de EPI, orientação dos trabalhadores, treinamento, procedimentos para seleção de EPI, especificação, higiene, reposição (itens 6.3, 6.4, 6.5, 6.6.1)

---

---

---

---

**NR 07 PCMSO**

22. É feita a elaboração e implementação do PCMSO?

---

---

---

---

23. São prestadas informação de riscos e auxílio às contratadas para elaboração de seu PCMSO? \_\_\_\_\_

---

---

---

24. Foi designado o Coordenador do PCMSO?

---

---

---

---

25. Realização adequada de exames médicos e complementares?

---

---

---

---

26. Adequação dos atestados de saúde ocupacional com o PCMSO; ASO no local de trabalho; uma via entregue as trabalhador?

---

---

---

---

27. Foi feito o registro em prontuário clínico?

---

---

---

---

28. Foi feito o planejamento do PCMSO e relatório anual?

---

---

---

---

29. Foi feita a estatística de resultados anormais?

---

---

---

---

30. Foi feita a discussão na CIPA do relatório anual?

---

---

---

---

31. É feita a emissão de CAT nos casos de doenças profissionais?

---

---

---

---

32. É feito o encaminhamento de casos para a Previdência Social?

---

---

---

---

33. É feito treinamentos em primeiros socorros

---

---

---

---

**NR 09 PPRA**

34. É feita a elaboração e implementação do PPRA?

---

---

---

---

35. Foi estimulada a participação dos trabalhadores na implementação (item 9.1.2, 9.4.2 e 9.6.2)

---

---

---

---

36. É feita a articulação PPRA e PCMSO e demais normas (item 9.1.3)

---

---

---

---

37. A estrutura do PPRA contempla planejamento anual, metas, prioridades, cronograma (item 9.2)

---

---

---

---

38. É feita a análise global do PPRA (item 9.2.1.1)

---

---

---

---

39. Há discussão efetiva do PPRA na CIPA (item 9.2.2.1)

---

---

---

---

40. Foi avaliada a efetividade e eficácia do PPRA na implantação de medidas de controle (itens 9.3.1,9.3.5.1, 9.3.5.2)

---

---

---

---

41. Foi avaliada a efetividade e eficiência do PPRA no reconhecimento de riscos (item 9.3.3)

---

---

---

---

42. Foi feito o treinamento de trabalhadores quando da implantação de medidas de proteção coletiva (item 9.3.5.3)

---

43. Foram implementadas ações integradas dos PPRA's contratante/contratadas (item 9.6.1)

---

---

---

---

46. Foram feitas avaliações quantitativas no local de trabalho?

---

---

---

---

**QUESTIONÁRIO Nº II – LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES GERAIS EM QUE O TRABALHO É REALIZADO**

*Na chegada do produto:*

1. Quem recebe o produto tem conhecimento sobre a forma segura de manuseio?

SIM  NÃO

---

---

2. O produto veio acompanhado de uma ficha com informações de segurança (FISPQ)?

SIM  NÃO

---

---

3. O fabricante não quer fornecer a FISPQ?

SIM  NÃO

---

---

4. Os frascos estão colocados em bandejas resistentes à corrosão, para conter possíveis vazamentos?

SIM  NÃO

---

---

5. Os locais são ventilados o suficiente, de forma que não se acumule gases ou vapores tóxicos?

SIM  NÃO

---

---

***No manuseio***

6. O trabalhador que está utilizando a substância recebeu instruções sobre o perigo que elas representam?

SIM  NÃO

---

---

***O trabalho está sendo realizado de forma que não há possibilidade do produto ser respirado pelo trabalhador?***

7. Para verificar este item, é necessário observar se o processo utilizado ou a atividade executada pode emitir poeira, fumos, gases, vapores, neblinas ou névoas. Verificar:

8. Existem frascos, recipientes, reatores ou outros locais contendo produtos químicos abertos?

SIM  NÃO

---

---

9. Existem válvulas, bombas, gaxetas, vents, frascos ou recipientes com vazamento?

SIM  NÃO

---

---

10. Existem atividades de drenagem, limpeza ou válvulas de escape de pressão que permitem a emissão de produto para o meio ambiente?

SIM  NÃO

***Resposta SIM a qualquer um destes três últimos itens, indica a possibilidade do trabalhador respirar o produto. Neste caso verificar:***

11. O trabalho é realizado sob exaustão?. (Sistema de exaustão é necessário quando se trata de substâncias que causem danos a saúde de forma preocupante).

SIM  NÃO

---

---

12. O sistema de exaustão está funcionando bem?

SIM  NÃO

---

---

13. O sistema de exaustão possui sistema de tratamento dos efluentes de forma a não contaminar as áreas vizinhas?

SIM  NÃO

---

---

14. O local é bem ventilado? (quando a substância não é muito perigosa, o trabalho pode ser realizado em local bem ventilado, sem necessidade de exaustão)

SIM  NÃO

---

---

15. Se o local não for bem ventilado ou não possuir sistema de exaustão, o trabalhador está usando equipamento de proteção individual (EPI), neste caso algum tipo de proteção respiratória, adequada ao tipo de substância que pode estar no ar?

SIM  NÃO

---

---

16. Esta proteção respiratória está recomendada e sendo acompanhada, por um Programa de Proteção Respiratória, feito pela empresa?

SIM  NÃO

---

---

***Resposta NÃO a qualquer um destes três últimos itens, indica a possibilidade do trabalhador respirar o produto, e portanto é necessário fazer recomendação para evitar esta exposição.***

VERIFICAR AINDA:

17. Mesmo que o trabalhador não esteja fazendo nenhuma atividade com produto químico perigoso, o local do trabalho pode estar sendo contaminado com produto que vem de outros setores ou mesmo de empresas vizinhas?

SIM  NÃO

---

---

*Se a resposta for SIM, primeiro verificar de onde vem a contaminação e procurar evitá-la.*

***O trabalho está sendo realizado de forma que há possibilidade do produto ser ingerido (engolido) pelo trabalhador?***

18. Para verificar este item é necessário observar se a atividade executada ou as condições do trabalho, ou após o trabalho possibilitam que o produto seja levado até a boca do trabalhador.

Verificar:

19. O trabalhador leva algum objeto de trabalho até a boca?

SIM  NÃO

---

---

20. O trabalhador chupa o produto químico com a boca, através de algum tubo ou pipeta como a usada em laboratório?

SIM  NÃO

---

---

21. O trabalhador se alimenta, bebe ou fuma no local de trabalho?

SIM  NÃO

---

---

22. Existe muita poeira, fumos ou névoas de soluções que possam entrar na boca, no local?

SIM  NÃO

---

---

23. O trabalhador vai comer sem ter lavado as mãos?

SIM  NÃO

**Resposta SIM a qualquer um destes três últimos itens, indica a possibilidade do trabalhador ingerir o produto.**

***O trabalho está sendo realizado de forma que há possibilidade do produto entrar em contato com a pele do trabalhador?***

Para verificar este item é necessário observar a atividade executada e as condições do trabalho, ou após o trabalho. Verificar

24. O trabalhador pega o produto químico diretamente com as mãos?

SIM  NÃO

---

---

25. A atividade que está sendo executada faz com que o produto espirre até o corpo do trabalhador?

SIM  NÃO

---

---

26. O trabalhador lida com máquinas ou equipamentos sujos de graxa ou outro produto, sem luvas?

SIM  NÃO

---

---

27. O trabalhador vai com a roupa suja para casa?

SIM  NÃO

---

---

28. O trabalhador leva roupa suja para lavar em casa?

SIM  NÃO

---

---

29. O trabalhador limpa as mãos com algum produto químico?

SIM  NÃO

---

---

***Resposta SIM a qualquer um destes três últimos itens, indica a possibilidade de algum produto entrar em contato com a pele do trabalhador.***

***O trabalho está sendo realizado de forma que há possibilidade do produto espirrar no olho do trabalhador?***

30. Para verificar este item é necessário observar a atividade executada e as condições do trabalho, ou após o trabalho. Verificar

31. Existe possibilidade de vazamento de algum equipamento ou máquina em forma de jato que possa atingir o trabalhador?

SIM  NÃO

---

---

32. O trabalhador ou algum outro colega ao lado está fazendo alguma atividade de transferência de líquido, que possibilite o líquido espirrar?

SIM  NÃO

---

---

33. Existe algum equipamento sob pressão, no local de trabalho, que possa vazar?

SIM  NÃO

---

---

***Resposta SIM a qualquer um destes três últimos itens, indica a possibilidade do produto atingir o olho do trabalhador.***

**No transporte:**

34. Se o transporte é manual, esta sendo transportado um frasco de cada vez?

SIM  NÃO

---

---

Se houver necessidade de transportar de uma só vez mais de um frasco, deve-se fazer uso de um carrinho para transporte.

35. Se estiver sendo utilizado carrinho para transporte, ele está em boas condições, firme, sem vibração, e com os frascos presos?

SIM  NÃO

---

---

36. Se o produto for transportado em frascos ou bombonas de até 50 litros:

O transporte está sendo feito com carrinho?

SIM  NÃO

---

---

37. Se estiver sendo utilizado carrinho para transporte, ele está em boas condições, firme, sem vibração, e com os frascos ou bombonas presos?

SIM  NÃO

---

---

38. No derramamento acidental:

Se cair produto químico no chão, o pessoal está avisado de que é necessário fazer rapidamente a limpeza do local?

SIM  NÃO

---

---

39. O pessoal está devidamente capacitado para limpar o local de forma compatível com o produto derramado?

SIM  NÃO

---

---

40. O pessoal dispõe e utiliza de equipamentos de proteção individual para esta tarefa?

SIM  NÃO

---

---

41. O trabalhador que está descartando o produto, foi instruído sobre a melhor forma de fazer isto?

SIM  NÃO

---

---

42. Para os resíduos que deverão ser levados embora da empresa, existe local específico e identificado, onde ele deve ser deixado?

SIM  NÃO

---

---

43. Este local é preparado de forma que o produto fique armazenado até ser levado embora, sem vazar ou sem possibilidade de ser espalhado pelo vento ou por outra forma, para as regiões vizinhas do depósito?

SIM  NÃO

---

---

44. Existe programação para que não se acumule quantidades excessivas de lixo no local?

SIM  NÃO

---

---

### Questões de ordem geral

Além das questões específicas que devem ser feitas em cada etapa da vida do produto na empresa, existem outras de ordem geral:

45. As FISPQ estão facilmente disponíveis?

SIM  NÃO

---

---

:

46. As FISPQ são redigidas em linguagem compreensível aos trabalhadores?

SIM  NÃO

---

---

:

47. Todas as substâncias estão rotuladas com informações suficientes para orientar o uso de forma a prevenir acidentes e doenças?

SIM  NÃO

---

---

48. A planta do local é organizada de forma que o trabalhador precise andar o mínimo possível carregando produto?

SIM  NÃO

---

---

49. Os locais onde existem produtos perigosos estão devidamente sinalizados?

SIM  NÃO

---

---

:

50. A sinalização do local esta sendo eficiente para comunicar a informação (está em local visível, em boas condições de leitura, é trocada periodicamente para chamar a atenção)?

SIM  NÃO

---

---

51. Os locais onde estão presentes produtos químicos perigosos, estão suficientemente isolados de forma que pessoas não envolvidas no trabalho, não passem por eles?

SIM  NÃO

---

---

52. 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?

SIM  NÃO

---

---

53. O piso da empresa é de material antiderrapante?

SIM  NÃO

---

---

54. O piso é livre de desníveis, que possam provocar quedas?

SIM  NÃO

---

---

55. Se houver desnível ou escadas, estão sinalizadas de forma a alertar o trabalhador?

SIM  NÃO

---

---

56. As tubulações contendo produtos químicos estão sinalizadas de acordo com a NR26, item 26.1?

SIM  NÃO

---

---

57. Existe instalação de chuveiro de emergência?

SIM  NÃO

---

---

58. Existe instalação de sistema lavador de olhos?

SIM  NÃO

---

---

59. 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?

SIM  NÃO

---

---

60. Existem cobertas ou mantas para abafamento de fogo, caso comece a pegar fogo na roupa do trabalhador?

SIM  NÃO

---

---

61. Estes dispositivos estão disponíveis a uma distância não maior do que 10 metros do local onde se manipula o produto químico?

SIM  NÃO

---

---

62. O ambiente é limpo freqüentemente?

SIM  NÃO

---

---

***Questões relacionadas aos trabalhadores***

63. Os trabalhadores foram capacitados a trabalhar com os produtos químicos que estão sendo manuseados?

SIM  NÃO

---

---

64. Foram capacitados para realizar os procedimentos de emergência em caso de acidente?

SIM  NÃO

---

---

65. Se são feitas avaliações quantitativas, isto é medições com aparelhos, das quantidades de substâncias no ar, os trabalhadores são informados dos resultados obtidos?

SIM  NÃO

---

---

66. Eles são capacitados a entender estes resultados?

SIM  NÃO

---

---

67. Existem instalações para troca de roupa antes e após o trabalho (as roupas de chegada devem ser guardadas separadamente das roupas de trabalho. Devem ser usados armários duplos)?

SIM  NÃO

---

---

68. Existem locais para a higiene pessoal do trabalhador em boas condições de funcionamento e limpos (pias para lavagem das mãos, chuveiros para banho, instalações sanitárias)?

SIM  NÃO

---

---

69. As roupas de trabalho são trocadas com frequência suficiente para não possibilitar contaminação do trabalhador?

SIM  NÃO

---

---

70. A empresa providencia a lavagem da roupa?

SIM  NÃO

---

---

71. Existem instalações para que o trabalhador coma, beba ou fume fora do local de trabalho?

SIM  NÃO

---

---

72. Os trabalhadores foram submetidos a exame médico admissional?

SIM  NÃO

---

---

73. E periódico?

SIM  NÃO

---

---

74. Os exames médicos a que os trabalhadores são periodicamente submetidos, estão apropriados aos riscos que eles podem estar submetidos no ambiente de trabalho?

SIM  NÃO

---

---

75. Os trabalhadores recebem esclarecimento sobre o significado dos exames que fazem?

SIM  NÃO

---

---

76. Eles recebem cópias dos exames?

SIM  NÃO

---

---

77. Se o trabalhador usa EPI, ele foi capacitado para usá-lo?

SIM  NÃO

---

---

78. Cada trabalhador tem o seu próprio EPI?

SIM  NÃO

---

---

79. Este EPI é freqüentemente limpo ou trocado de acordo com a necessidade (este item deve ser orientado por algum técnico que conheça as condições do trabalho)?

SIM  NÃO

---

---

80. Se o EPI for indicado para a proteção respiratória, a empresa possui um Programa de Proteção Respiratória de acordo com a Instrução Normativa nº1, de 11/04/94 do Ministério do Trabalho?

SIM  NÃO

---

---

81. Os calçados são fechados, resistentes aos produtos que estão sendo usados e antiderrapantes?

SIM  NÃO

---

---

## QUESTÕES ESPECÍFICAS POR PRODUTO QUÍMICO

### CLORO

82. Os cilindros dos cloro utilizados, estão armazenados em área ventilada, separando-se os cheios dos vazios?

SIM  NÃO

---

---

83. Existe procedimento para inspeção diária de vazamento nas linhas de cloro?

SIM  NÃO

---

---

84. Os cilindros que ficam fora do ambiente, estão em local protegido da luz solar?

SIM  NÃO

---

---

85. Estão em local onde a circulação de pessoas é proibida?

SIM  NÃO

---

---

86. Estão firmemente fixos com correntes ou sobre suportes pesados para evitar que caiam?

SIM  NÃO

---

---

87. Os cilindros ainda não em uso, estão com os cabeçotes colocados?

SIM  NÃO

---

---

88. Estão disponíveis no local de trabalho kits de emergência para conter vazamentos que possam ocorrer nos recipientes usados para expedir cloro?

SIM  NÃO

---

---

89. O Equipamento de Proteção Individual (EPI) para uso em emergências está disponível em áreas afastadas de prováveis contaminações?

SIM  NÃO

---

---

SULFATO DE ALUMÍNIO

90. Está afastado de produtos alcalinos (em especial da solução de cal hidratada)?

SIM  NÃO

---

---

CAL HIDRATADA:

91. Os trabalhadores que tem contato com o produto trocam de roupa e tomam banho logo após a realização de trabalho?

---

---

SIM  NÃO

92. As embalagens são encaminhadas para reciclagem ou aterro sanitário?

SIM  NÃO

---

---

93. O produto está convenientemente rotulado?

SIM  NÃO

---

---

94. Está afastado de produtos ácidos (em especial da solução de sulfato de alumínio)?

SIM  NÃO

---

---

GERAL

95. Existem procedimentos de trabalho (quem, quando e como fazer) formalmente estabelecidos – por escrito, através de ordens de serviço?

SIM  NÃO

---

---

96. Os procedimentos em situações de emergência (planos de contingência) estão estabelecidos formalmente – por escrito, através de ordens de serviço?

SIM  NÃO

---

---

**QUESTIONÁRIO III – PERCEPÇÃO DOS RISCOS QUÍMICOS**

1. Já fez algum treinamento sobre riscos químicos?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

2. Acha necessário receber treinamento sobre riscos químicos?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

3. Tipos de equipamentos de proteção individual utilizados

ÓCULOS DE PROTEÇÃO  JALECO

BOTA/SAPATO  LUVA

MÁSCARA DE PROTEÇÃO  VESTIMENTA IMPERMEÁVEL

4. Frequência da utilização dos equipamentos de proteção individual

RARAMENTE  NUNCA  SEMPRE  NÃO RESPONDEU

5. Consideram o ambiente de trabalho confortável?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

6. Consideram as condições de trabalho ideais para segurança pessoal

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

7. Em caso de acidentes com produtos químicos adotariam os seguintes procedimentos.

---

---

---

---

---

---

8. Conhecem doenças associadas a produtos químicos que podem se difundir no ambiente

POR INALAÇÃO  CONTATO COM A PELE  POR INGESTÃO

9. Consideram o produto químico manipulado perigoso?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

10. Apresentam sintomas indesejáveis ao permanecer em algum recinto?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

11. Sentem-se melhor ao deixar algum recinto?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

12. São submetidos a exames periódicos?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

13. Acidentes de trabalho protocolados?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

14. Concorda que a renovação do ar diminui a concentração de poluentes?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

15. Acha que o processo de renovação do ar promoveria a diminuição dos poluentes?

INSUFLAMENTO  EXAUSTÃO   
MECÂNICA

INSUFLAMENTO E EXAUSTÃO   
MECÂNICA  NÃO RESPONDEU

16. Já foi realizada amostragem do ar no local de trabalho?

SIM  NÃO  NÃO RESPONDEU

**ANEXO II – FIGURAS COMPLEMENTARES - ETA DA CONCESSIONÁRIA ALFA**



**Figura 34. Plataforma de desembarque dos fardos de cal e elevador montacarga.**



**Figura 35. Panorâmica da Casa de Química.**



**Figura 36. Dosadores de solução de cal hidratada.**



**Figura 37. Tanques de diluição de polímero, com bombonas do produto.**



**Figura 38. Tanques de diluição de polímero.**



**Figura 39. Equipamento autônomo de proteção respiratória.**

**ANEXO III - FIGURAS COMPLEMENTARES - ETA DA CONCESSIONÁRIA  
BETA**



**Figura 40. Esteira transportadora de fardos de cal, na Casa de Química.**



**Figura 41. Sistema de transporte de cal, silos e fardos na Casa de Química.**



**Figura 42. Chuveiro e lava-olhos.**



**Figura 43. Filtros da ETA velha.**



**Figura 44. Linhas de transporte de produtos químicos para ETA nova.**



**Figura 45. Equipamento autônomo de proteção respiratória.**