

**ALMIR ROGÉRIO DE OLIVEIRA**

**PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA (PPR)  
NA PRODUÇÃO DE BORRACHA SINTÉTICA NO SEGMENTO  
AUTOMOTIVO**

São Paulo  
2012

**ALMIR ROGÉRIO DE OLIVEIRA**

**PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA (PPR)  
NA PRODUÇÃO DE BORRACHA SINTÉTICA NO SEGMENTO  
AUTOMOTIVO**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de pós-graduação de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho.

**São Paulo**  
**2012**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Osvaldo “in memorian” e Celina “in memorian”, que sempre me apoiaram nos estudos e no trabalho, e me ensinaram a vencer novos obstáculos.

A minha esposa Daniela e aos meus filhos João Pedro e Rafael, pela compreensão e carinho dedicado neste período da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Gerente de RH e Jurídico Dr. Norberto Eduardo Bez Junior, que permitiu a discussão deste assunto.

Ao Médico do Trabalho Dr. Luiz Acioli Conrado, pelo apoio e fornecimento dos dados dos Exames: Laboratoriais, de Telerradiografias do Tórax e de Espiometrias dos trabalhadores envolvidos, que tornaram possível a realização deste trabalho.

Ao Engenheiro David Alves Barroso, Especialista da área, pela orientação e pelas correções na descrição do processo para a produção da borracha.

Aos Docentes e aos Amigos do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho que participaram direta ou indiretamente da realização deste trabalho.

Aos muitos amigos e colegas pelo incentivo e pelo apoio constante em minha vida profissional, que deixo de nomear por prudência, para não cometer injustiças.  
**MUITO OBRIGADO** a todos vocês!

*... Evitar que os problemas ocorram é sempre mais  
eficiente do que tentar resolvê-los depois;...  
(GOELZER, 2001)*

## RESUMO

A industrialização de bens de consumo apresenta constantes modificações no seu processo de beneficiamento para acompanhar as demandas do mercado, ou seja, sobreviverem e continuarem competitivos perante o seu nicho de mercado, aceitando novos desafios cada vez mais difíceis de serem cumpridos. Este trabalho visou analisar os agentes químicos envolvidos nas atividades industriais no processo de fabricação da borracha sintética, para a obtenção dos elementos de vedação, bem como na condução de fluídos em veículos automotores, que são utilizados em larga escala na indústria automotiva. Neste trabalho analisou-se as funções diretamente ligadas e envolvidas no processo de beneficiamento. Teve como objetivo principal: Avaliar o atendimento do Programa de Proteção Respiratória, em uma empresa que tem como processo a fabricação da borracha sintética e sugerir melhorias para adequar os requisitos não atendidos. E como justificativa: Prover dados para o controle dos riscos ambientais e biológicos na produção da borracha, e contribuir para a melhoria no ambiente de trabalho e qualidade de vida dos trabalhadores expostos aos riscos químicos. Conclui-se que as medidas de controles que estão sendo aplicadas nas tarefas executadas pelos grupos homogêneos de exposição, são relevantes para prevenir a ocorrência de doenças ocupacionais, mas é necessário monitorar periodicamente para garantir que possíveis mudanças nas condições ambientais não venham a causar alteração nos ambientes de trabalho.

**Palavras-chave:** Segurança do Trabalho, Higiene Ocupacional, PPR, Programa de Proteção Respiratória, Proteção Respiratória.

## **ABSTRACT**

The industrialization of consumer goods has constant changes in the process of improvement to keep pace with market demands, ie, survive and remain competitive against its niche market, accepting new challenges increasingly difficult to achieve. This work aims to analyze the chemical agents involved in industrial activities in the manufacturing process of synthetic rubber, to obtain the sealing elements, as well as in conducting fluids in automotive vehicles, which are used extensively in the automotive industry. In this work we analyzed the functions directly related to and involved in the processing. Aimed to: evaluate the care of the Respiratory Protection Program in a company whose manufacturing process of synthetic rubber and suggest improvements to suit the requirements not met. And as a justification: Provide data for the control of biological and environmental risks in the rubber industry, and contribute to improving the work environment and quality of life of workers exposed to chemical hazards. It is concluded that the control measures being applied to the tasks performed by homogeneous groups of exposure are important to prevent the occurrence of occupational diseases, but it is necessary to monitor periodically to ensure that possible changes in environmental conditions will not cause changes in the workplace.

**Keywords:** Work Safety, Occupational Hygiene, PPR, Respiratory Protection Program, Respiratory Protection.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Objetivo Geral.....	16
1.1.2 Objetivos Específicos.....	16
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>17</b>
2.1 OS CONTAMINANTES PARTICULADOS “AERODISPERSÓIDES” .....	17
2.1.1 Poeiras .....	19
2.1.2 Névoas .....	20
2.1.3 Neblinas .....	21
2.1.4 Fumos .....	21
2.2 O SISTEMA RESPIRATÓRIO .....	22
2.2.1 As Doenças Ocupacionais .....	23
2.2.2 Exames Médicos .....	24
2.2.2.1 Espirometria .....	25
2.2.2.2 Telerradiografia do Tórax (Raios X) .....	25
2.3 OS AGENTES QUÍMICOS NA PRODUÇÃO DE BORRACHA SINTÉTICA....	26
2.4 LIMITES DE TOLERÂNCIA.....	27
2.4.1 Sílica Livre Cristalizada .....	27
2.4.2 Considerações em Relação aos Limites de Tolerância.....	29
2.5 GRUPO HOMOGÊNEO DE EXPOSIÇÃO (GHE) .....	30
2.6 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL .....	31
2.7 O PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA (PPR).....	32
<b>3 O CASO ANALISADO.....</b>	<b>35</b>
3.1 A EMPRESA ESTUDADA .....	35
3.2 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DA BORRACHA.....	36
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>44</b>
4.1 ROTEIRO DE INVESTIGAÇÃO DAS AVALIAÇÕES DE CAMPO.....	44
4.2 ABORDAGENS DOS LOCAIS E DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO .....	45
4.3 ESTUDO DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS.....	46

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>47</b>
5.1 DADOS DA ANÁLISE DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS.....	47
5.2 DESCRIÇÃO FÍSICA DO SETOR .....	50
5.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MÃO DE OBRA .....	50
5.3.1 Sexo .....	50
5.3.2 Idade.....	51
5.3.3 Tempo de Empresa .....	51
5.4 LEVANTAMENTOS AMBIENTAIS .....	52
5.5 DADOS AMBIENTAIS E DETERMINAÇÃO DO FPR.....	52
5.5.1 Pesagem Piso Inferior .....	53
5.5.2 Pesagem Piso Superior.....	55
5.5.3 Pesagem <i>Viton</i> .....	56
5.5.4 Pré-Mistura - <i>Banbury</i> .....	57
5.5.5 Homogeneização - Misturadores Abertos .....	59
5.5.6 Homogeneização <i>Viton</i> - Misturadores Abertos.....	60
5.5.7 Preparação das Formas da Borracha - Trefilas.....	62
5.5.8 Resumo dos Fatores de Proteção Requeridos por Processo.....	63
5.6 SELEÇÃO DO EPR E O FPA.....	64
5.7 TREINAMENTO AOS USUÁRIOS DE EPR .....	66
5.8 ENSAIO DE VEDAÇÃO DOS USUÁRIOS DE EPR.....	68
5.9 RESULTADOS DOS EXAMES MÉDICOS .....	70
5.9.1 Exames Laboratoriais .....	70
5.9.2 Exames de Telerradiografia do Tórax e de Espirometria .....	72
5.10 AVALIANDO O PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA.....	74
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>77</b>
6.1 SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS.....	77
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>78</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Substância Química Tetrametiltiuram Dissulfeto (TMTD) .....	26
Figura 2 - Área de Pesagem do Negro de Fumo .....	36
Figura 3 - Área de Pesagem de Cargas Brancas e Aceleradores.....	37
Figura 4 - Vista de um Misturador Interno de Rotores “Banbury” .....	37
Figura 5 - Homogeneização da Manta de Borracha Sintética .....	38
Figura 6 - Cilindrista de Borracha Operando Misturador Aberto (Cilindros) .....	39
Figura 7 - Vista Parcial do Resfriador de Mantas de Borracha .....	39
Figura 8 - Vista da Borracha Cortada em Forma de Mantas.....	40
Figura 9 - Vista da Borracha Cortada em Forma de Tiras.....	40
Figura 10 - Vista da Borracha Cortada em Forma de Macarrão .....	41
Figura 11 - Vista da Borracha Cortada em Forma Pré-moldada “Anel” .....	42
Figura 12 - Vista da Borracha Cortada em Forma Pré-moldada “Bolacha” .....	42
Figura 13 - Síntese dos Processos Estudados .....	43
Figura 14 - Predominância entre os Trabalhadores .....	50
Figura 15 - Idade entre os Trabalhadores .....	51
Figura 16 - Tempo de Exposição entre os Trabalhadores .....	51
Figura 17 - Pesagem Piso Inferior (Pesagem do Negro de Fumo) .....	53
Figura 18 - Pesagem Piso Inferior (Pesagem de Cargas Brancas e Aceleradores).....	54
Figura 19 - Pesagem Piso Superior (Pesagem de Volumes Pequenos) .....	55
Figura 20 - Monitoramento de Aerodispersóides na Pesagem do Piso Superior .....	56
Figura 21 - Pré-Mistura - <i>Banbury</i> .....	58
Figura 22 - Homogeneização - Misturadores Abertos .....	59
Figura 23 - Monitoramento de Aerodispersóides na Homogeneização do <i>Viton</i> .....	60
Figura 24 - Preparação da Borracha em Forma de Tiras .....	62
Figura 25 - Respirador sem Manutenção - Tipo Concha Valvulado Modelo 8822 .....	65
Figura 26 - Respirador sem Manutenção - Tipo Dobrável Valvulado Modelo 9322 .....	65
Figura 27 - Respirador com Manutenção - Tipo Peça Semifacial Série 6000 .....	65
Figura 28 - Treinamento aos Usuários de EPR.....	66
Figura 29 - Apresentando as Doenças Pulmonares.....	67
Figura 30 - Demonstrando a Seleção de um EPR .....	67
Figura 31 - Usuário realizando Teste de Pressão Positiva e Negativa .....	68

Figura 32 - Usuário realizando o Ensaio de Vedação “ <i>FIT TEST</i> ” .....	69
Figura 33 - Resultado do Monitoramento Biológico - Fenol da urina .....	71
Figura 34 - Resultado do Monitoramento Biológico - Chumbo na urina .....	71
Figura 35 - Usuário realizando Exame de Telerradiografia do Tórax.....	72
Figura 36 - Usuário realizando Exame de Espirometria.....	73

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Quadro 1 - Dados Ambientais Pesagem Piso Inferior .....	54
Quadro 2 - Dados Ambientais Pesagem Piso Superior.....	55
Quadro 3 - Dados Ambientais Pesagem <i>Viton</i> .....	57
Quadro 4 - Dados Ambientais Pré-Mistura - <i>Banbury</i> .....	58
Quadro 5 - Dados Ambientais Homogeneização - Misturadores Abertos .....	59
Quadro 6 - Dados Ambientais Homogeneização <i>Viton</i> - Misturadores Abertos .....	61
Quadro 7 - Dados Ambientais Preparação das Formas da Borracha - Trefilas .....	62

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Deposição das Partículas no Solo .....	17
Tabela 2 - Deposição das Partículas nos Alvéolos .....	22
Tabela 3 - Quadro 1 do Anexo 12 da NR-15.....	28
Tabela 4 - Efeitos Adversos dos Ingredientes no Organismo Humano.....	47
Tabela 5 - Períodos de Amostragens.....	52
Tabela 6 - Resumo dos Fatores de Proteção Requeridos por Processo .....	63
Tabela 7 - Processos a Utilizarem EPR .....	64
Tabela 8 - EPR Selecionados e Homologados pelo SESMT .....	64
Tabela 9 - Exames Laboratoriais e os seus Determinantes Biológicos.....	70
Tabela 10 - Resultado da Avaliação do PPR .....	74
Tabela 11 - Critérios de Avaliação Global do PPR.....	75

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
BEIs®	<i>Biological Exposure Indices</i> (Índices Biológicos de Exposição)
CA	Certificado de Aprovação
CAS	<i>Chemical Abstracts Service</i>
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPR	Equipamento de Proteção Respiratória
FPA	Fator de Proteção Atribuído
FPR	Fator de Proteção Requerido
FISPQ	Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos
Fundacentro	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
GHE	Grupo Homogêneo de Exposição
IBMP	Índice Biológico Máximo Permitido
IPVS	Imediatamente Perigosa a Vida ou à Saúde
LT	Limite de Tolerância
MSDS	<i>Material Safety Data Sheet</i>
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NE	Não Estabelecido
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PCMSO	Programa de Controle Médico em Saúde Ocupacional
PNOC	<i>Particulates Not Otherwise Classified</i> (Partículas Insolúveis Não Classificadas de Outra Maneira)
PPR	Programa de Proteção Respiratória
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SESMT	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
TLVs®	<i>Threshold Limit Values</i> (Valores Limites de Exposição)

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho abordará o processo de produção para obtenção da borracha sintética, sendo um item primordial para a produção de elementos de vedação, bem como na condução de fluídos.

Os elementos de vedação são denominados retentores, e são utilizados na vedação de eixos rotativos: de máquinas, de equipamentos, de dispositivos mecânicos e extensamente utilizados em veículos automotores.

Os produtos a serem vedados pelos retentores podem ser pastosos, líquidos ou em casos excepcionais em forma de gás. Na maioria das vezes trata-se da vedação de óleos e graxas de lubrificação.

Os elementos de condução de fluídos são denominados mangueiras, as mangueiras desempenham a função de conduzir fluídos e gases entre sistemas e motores. Com a movimentação ou funcionamento de um elemento mecânico, como por exemplo: dos veículos, de motores ou de equipamentos, as mangueiras sofrem constantes vibrações e aquecimentos, portanto a mangueira tem a importantíssima função de absorver vibrações e conduzir os fluídos e gases.

Na fabricação da borracha, existe uma diversidade muita dinâmica nas condições e das operações no dia a dia, favorecendo o aparecimento de diversos agentes ambientais, dentro os quais se destacam os agentes químicos.

Com o aparecimento de novas tecnologias, e o desenvolvimento de novos processos de fabricação para a obtenção de bens de consumo, a produção da borracha acaba gerando uma diversidade de subprodutos e efeitos nocivos à saúde dos trabalhadores em seus locais de trabalho. Estes agentes químicos podem propiciar danos à saúde, bem como desencadear em longo prazo uma Doença Ocupacional.

Para desenvolver este trabalho, foi necessário estudar o meio ambiente de trabalho e os trabalhadores que neles atuam, correlacionando às suas funções no processo. Em seguida, identificar os agentes químicos na qual cada trabalhador está exposto, ou seja, monitorando diretamente a sua exposição em sua jornada de trabalho, bem como, analisar os indicadores biológicos. E por último, conhecer qual o impacto destes agentes químicos na saúde dos trabalhadores.

Com os parâmetros anteriores, realizaram-se estudos estatísticos de um conjunto de resultados ambientais e dos indicadores biológicos de exposição, para identificar as áreas críticas do processo, sendo estas as áreas a serem monitoradas no Programa de Proteção Respiratória.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o atendimento do Programa de Proteção Respiratória (PPR), em uma empresa que tem como processo a fabricação da borracha sintética e sugerir melhorias para adequar os requisitos não atendidos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Descobrir os Grupos Homogêneos de Exposição, dos trabalhadores envolvidos no processo;
- Analisar os ambientes de trabalho por meio de amostragens ambientais, bem como as informações dos indicadores biológicos de exposição;
- Avaliar o processo de produção da borracha por meio do modelo apresentado no Anexo 13 - Avaliação do PPR (Informativo), da publicação técnica da Fundacentro;

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Prover dados para o controle dos riscos ambientais e biológicos na produção da borracha, e contribuir para a melhoria no ambiente de trabalho e qualidade de vida dos trabalhadores expostos aos riscos químicos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 OS CONTAMINANTES PARTICULADOS “AERODISPERSÓIDES”

A exposição aos contaminantes particulados repetidamente e por longos períodos pode provocar doenças ocupacionais, os efeitos adversos podem permanecer ou surgir após o término da vida laboral do trabalhador. O risco de uma doença ocupacional está correlacionado com atividade executada e o meio ambiente de trabalho. Os contaminantes particulados, também são conhecidos como aerodispersóides, e estão presentes nos processos industriais de vários ramos de atividades econômicas, como por exemplo: mineradoras, cimenteiras, tecelagens, marcenarias, vidraceiras, construção civil, entre outras.

Segundo Saliba; Corrêa e Amaral (2002, p. 106) em sua obra descreve que os aerodispersóides são todas as partículas que se encontram em suspensão no ar e que podem ser nocivas à saúde dos trabalhadores.

Tomando-se como exemplo as atividades desenvolvidas por mineradoras como sendo umas das atividades mais antigas da humanidade, Plínio (23-79 d.C.) teve presença marcante na história da higiene ocupacional com suas descobertas em minas, relatando a exposição dos mineradores ao chumbo, ao mercúrio e às poeiras. (ESTON; FANTAZZINI, 2010).

Os contaminantes particulados ficam dispersos no meio ambiente de trabalho, onde o tempo de permanência dos mesmos no ar variam conforme o seu tamanho, ou também conhecido como diâmetro aerodinâmico, ou seja, quanto menor a partícula maior a permanência da mesma em suspensão no ar. (BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2006; TORLONI; VIEIRA, 2003; VENDRAME, 2007; VIEIRA, 2006). Na Tabela 1 temos a demonstração desta correlação.

**Tabela 1 - Deposição das Partículas no Solo**

Diâmetro Aerodinâmico	Tempo para se depositarem no solo
1 µm	8,5 horas
5 µm	20 minutos
10 µm	5 minutos
15 µm	2,25 minutos

Fonte: Adaptado de VIEIRA (2006, p. 20)

Segundo Torloni e Vieira (2003, p. 145) tem se vantagens em utilizar o diâmetro aerodinâmico ao invés da dimensão efetiva das partículas, pois torna-se mais fácil ao realizar o cálculo de sedimentação de uma partícula esférica.

A ACGIH (2011, p. 77-79), classifica os Materiais Particulados em Suspensão no Ar em três formas:

- 1) Material Particulado Inalável (MPI-TLV®): para aqueles materiais que oferecem risco quando depositados em qualquer lugar do trato respiratório.
- 2) Material Particulado Torácico (MPT-TLV®): para aqueles materiais que oferecem risco quando depositados em qualquer lugar no interior das vias aéreas dos pulmões e na região de troca de gases.
- 3) Material Particulado Respirável (MPR-TLV®): para aqueles materiais que oferecem risco quando depositados na região de troca de gases.

As três frações para material particulado seguem nas Equações de 1 à 4:

$$\text{MPI}(d_{ae}) = 0,5 [1 + \exp(-0,06 d_{ae})] \quad (1)$$

para  $0 < d_{ae} \leq 100\mu\text{m}$

Onde:

$\text{MPI}(d_{ae})$  = a eficiência de coleta

$d_{ae}$  = diâmetro aerodinâmico da partícula em  $\mu\text{m}$

$$\text{MPT}(d_{ae}) = \text{MPI}(d_{ae}) [1 - F(x)] \quad (2)$$

Onde:

$F(x)$  = a função de probabilidade cumulativa de uma variável normal padronizada, x

$$x = \frac{\ln(d_{ae} / \Gamma)}{\ln(\Sigma)} \quad (3)$$

Onde:

$\ln$  = logaritmo natural

$\Gamma = 11,64 \mu\text{m}$

$\Sigma = 1,5$

$$\text{MPR}(d_{ae}) = \text{MPI}(d_{ae}) [1 - F(x)] \quad (4)$$

Onde:

$\Gamma = 4,25 \mu\text{m}$

$\Sigma = 1,5$

Os aerodispersóides podem estar na forma sólida ou líquida, apresentando-se como: poeiras, névoas, neblinas e fumos.

## 2.1.1 Poeiras

As poeiras estão presentes freqüentemente nos processos industriais, o tamanho das partículas variam de  $0,1\mu\text{m}$  ( $0,1$  micrômetro =  $0,0001\text{mm}$ ) à  $25\mu\text{m}$  ( $25$  micrômetros =  $0,025\text{mm}$ ). As poeiras são geradas mecanicamente quando um material sólido é quebrado, moído ou triturado, ou seja, passando por processos de: perfurações, moagem, lixamentos, britagens, cortes, detonações, polimentos, esmerilhamentos, desbastes, e usinagens. (BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2006; TORLONI; VIEIRA, 2003; VENDRAME, 2007; VIEIRA, 2006).

As poeiras apresentam-se em diversas formas, como por exemplo: esféricas, cúbicas, irregulares, em formato de flocos, fibras, plaquetas ou em escamas.

Segundo SANTOS (2001, p. 22) as partículas podem ser classificadas conforme a sua origem em:

- Minerais - Ex.: quartzo e misturas que contenham quartzo (carvão, caulim, quartzito, areia, argila); asbesto e misturas que contenham asbesto (asbesto bruto, crisotila, anfíbólitos; fibrocimento, talco); metais e compostos metálicos (alumínio, ferro, chumbo, manganês, berílio, crômio, cádmio);
- Animais – Ex.: peles, couros, pêlos, plumas, escamas;
- Vegetais – Ex.; madeiras, grãos, cereais, algodão, palha, juta, cânhamo, bagaço, linho, sisal.

Os aerodispersóides também podem ser classificados quanto aos efeitos fisiológicos no organismo humano, como: Fibrogênicos, Irritantes, Sistêmicos, Alergênicos (Cutâneos), Cancerígenos, Mutagênicos e Teratogênicos. (FERNANDES, 2005).

Efeitos Fibrogênicos: são as poeiras capazes de desencadear uma reação no organismo, alterando a estrutura celular dos alvéolos diminuindo a troca de oxigênio, causando fibroses (localizadas ou difusas) no tecido pulmonar. Ex.: sílica cristalina, asbesto e berílio.

Efeitos Irritantes: comprehende a irritação da mucosa dos olhos e do trato respiratório, provocando: vermelhidão, queimaduras, lacrimação, tosses, espirros e inchaços. Ex.: névoas ácidas ou alcalinas.

Efeitos Sistêmicos: é o comportamento de uma substância química que afeta outros órgãos (rins, fígado, etc.) ou sistemas do corpo (sistema nervoso central) humano, via corrente sanguínea. Ex.: cádmio, chumbo e manganês.

Efeitos Alergênicos (Cutâneos): os efeitos cutâneos dependem do formato, da composição química e da capacidade do organismo absorver uma determinada substância ou associação de substâncias. Algumas poeiras podem causar dermatites ou alergias. Ex.: solventes, resinas epóxi, platina e fungos.

Efeitos Cancerígenos: os agentes carcinogênicos afetam as células normais transformando-as em células malignas, ou despertando células cancerosas. A presença de neoplasias pode abranger fatores externos e internos. Ex.: amianto, cromatos e radionuclídeos.

Efeitos Mutagênicos e Teratogênicos: são substâncias capazes de causar mutações nas células (mutagênicas), ou de causar alterações genéticas (teratogênicas). Ex.: chumbo, mercúrio, entre outros.

Dentro o grupo supracitado a ACGIH (2011, p. 76) no Anexo B, recomenda a inserção das Partículas Incômodas, conhecidas como PNOC (*Particulates Not Otherwise Classified*) ou Partículas Insolúveis Não Classificadas de Outra Maneira. Este grupo deve obedecer aos seguintes critérios: Não ter limite de exposição (TLV®) aplicável; ser insolúvel ou fracamente solúvel em água; e ter baixa toxicidade. Ex.: gesso, calcário, entre outros.

Para as PNOC a ACGIH (2011, p. 79) recomenda 3 mg/m<sup>3</sup> para as partículas respiráveis e 10 mg/m<sup>3</sup> para as partículas inaláveis, como limites de exposição (TLV®).

## 2.1.2 Névoas

A névoa é a suspensão de partículas líquidas no ar, sendo geradas por um processo de ruptura mecânica de um líquido. São geradas rotineiramente nos processos de pulverização, nebulização ou borbulhamento. (BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2006; TORLONI; VIEIRA, 2003; VENDRAME, 2007; VIEIRA, 2006).

Como particularidade as névoas carregam o odor do líquido que a constitui por meio do seu vapor.

### 2.1.3 Neblinas

A neblina é a suspensão de partículas líquidas no ar, sendo geradas pelo processo de condensação na atmosfera de pequenas partículas líquidas provenientes de um líquido volatilizado ou aquecido. (BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2006; TORLONI; VIEIRA, 2003; VENDRAME, 2007; VIEIRA, 2006).

Em processos industriais é muito difícil a ocorrência de neblinas, eis que a condensação do vapor no ar somente pode ocorrer quando há saturação pelo vapor do líquido.

### 2.1.4 Fumos

Fumos são os aerodispersóides gerados termicamente pelo processo de condensação de um metal ou plástico, fundido ou aquecido até a sua fusão, ou seja, vaporizando-se e resfriando-se rapidamente, criando partículas muito pequenas que ficam suspensas no ar. (BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2006; TORLONI; VIEIRA, 2003; VENDRAME, 2007; VIEIRA, 2006).

Para a higiene ocupacional os fumos de maior interesse são os metálicos, pois no processo de geração estes sofrem o processo de oxidação do metal. (VENDRAME, 2007).

As partículas de óxido do metal geradas de maior risco são as que contêm: chumbo, mercúrio, arsênio, cromo, manganês e seus compostos. Os particulados gerados são menores que  $1\mu\text{m}$  (um micrômetro) de diâmetro aerodinâmico. Os fumos metálicos estão presentes nas operações de solda, fundição de metais, extrusão de plásticos, etc.

## 2.2 O SISTEMA RESPIRATÓRIO

O sistema respiratório é o responsável por levar o ar para o interior do corpo humano, neste processo há o transporte de oxigênio na corrente sangüínea, saindo dos pulmões chegando até as células.

Nas células, ocorre a transformação do oxigênio em gás carbônico sendo este expelido pelo organismo. Os pulmões são fundamentais, pois estes realizam as trocas gasosas. (FERNANDES, 2005; TORLONI & VIEIRA, 2003).

Todo o sistema respiratório, também é responsável pela manutenção da temperatura e umidade do ar, proteção contra substâncias incômodas, por meio: do espirro, da tosse, da deglutição, da apnéia, da irritação pulmonar, da ingestão ou do alerta pelo sentido do olfato. O sistema respiratório possui os seguintes meios de proteção: pêlos nasais, cílios do trato respiratório, muco presente no trato respiratório e macrófagos que capturam e eliminam germes e algumas impurezas. (FERNANDES, 2005; TORLONI & VIEIRA, 2003).

Contudo o organismo pode não reter todo o contaminante que o trabalhador está exposto em sua atividade, pois está diretamente ligado ao diâmetro aerodinâmico do aerodispersóide, podendo chegar até os alvéolos, vide Tabela 2.

**Tabela 2 - Deposição das Partículas nos Alvéolos**

Diâmetro Aerodinâmico da Partícula (em $\mu\text{m}$ )	Deposição (em %)
10	2
5	22
2	24
1	14
0,5	12

Fonte: FERNANDES (2005)

Como mencionado anteriormente as partículas com diâmetros aerodinâmicos menores a  $5\mu\text{m}$  passam pelas barreiras de proteção naturais dos pulmões e chegam aos bronquíolos e alvéolos, parte destas partículas ficam retidas nos alvéolos e outra são levadas pela corrente sangüínea. O número de alvéolos em um adulto saudável pode chegar a 300 milhões. (TORLONI; VIEIRA, 2003; VENDRAME, 2007).

Torloni e Vieira (2003, p. 91) diz que:

Os agentes químicos, uma vez absorvidos pelos pulmões, pele ou trato digestivo, podem atingir a circulação sangüínea geral e se distribuírem rapidamente pelo organismo na sua forma inalterada.

Segundo Vendrame (2007, p. 15-17) as vias de ingresso dos agentes químicos no organismo são: inalação, absorção cutânea e ingestão. No entanto a biotransformação está totalmente ligada quantos aos efeitos nos órgãos do organismo humano em relação a exposição e a toxicologia de um determinado agente químico.

Torloni e Vieira (2003, p. 91), em sua obra descreve que:

Biotransformação é toda alteração que ocorre na estrutura química da substância devido à ação de enzimas presentes no organismo.

### **2.2.1 As Doenças Ocupacionais**

As doenças ocupacionais podem ser manifestar no organismo humano e apresentar alguns sintomas, como: tosse, dificuldade ao respirar, dor e pressão no peito ou alteração do ritmo respiratório. (FERNANDES; 2005)

No entanto alguns contaminantes, podem provocar sintomas diferentes aos citados anteriormente não sendo percebidos pelo trabalhador exposto, bem como em atendimentos médicos de rotina ou em exames periódicos realizados nas empresas, podendo serem confundidos com sintomas de doenças comuns da população.

As doenças ocupacionais mais conhecidas nos ambientes de trabalho que causam problemas respiratórios, são: silicose, asbestose, antracose, siderose, beriliose, bissinose, asma ocupacional, bronquite entre outras. (BELLUSCI, 2002; BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2006; TORLONI; VIEIRA, 2003; VENDRAME, 2007; VIEIRA, 2006).

A silicose é a doença ocupacional (pneumoconiose) mais preocupante aos trabalhadores expostos, pois é uma doença incurável, irreversível e progressiva, sendo causada pela poeira da sílica livre.

O pulmão ao passar dos anos de exposição a sílica apresenta regiões firmes, duras e cinzentas, com nódulos que variam de 2mm a 5mm de diâmetro, que vão se aglomerando e causam a lesão silicótica nodular típica, estas lesões com o tempo se ampliam formando as grandes massas pseudotumorais, ficando concentradas nas zonas médias dos pulmões. (BELLUSCI, 2002).

A doença vai evoluindo em estágios, na fase final causa insuficiência respiratória crônica, dispnéia, tosse freqüente e dolorosa (com expectorações mucopurulentas, hemoptóica ou pontilhada de partículas ou filamentos negros), astenia intensa e emagrecimento. (BELLUSCI, 2002).

Fernandes (2005, p. 2) relata que de acordo com a Associação Americana do Pulmão, (*American Lung Association*), as doenças pulmonares, são as causas principais de enfermidades relacionadas ao trabalho.

## 2.2.2 Exames Médicos

Os exames médicos devem ser realizados seguindo os parâmetros e diretrizes da Norma Regulamentadora NR-7 (BRASIL, 1978b) que trata do PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, que tem como objetivo de promover e preservar a saúde dos trabalhadores.

O Médico Coordenador é o responsável pela realização dos exames médicos previstos nesta Norma Regulamentadora ou de encaminhar os trabalhadores a especialistas, conforme a patologia ocupacional. Os exames médicos estabelecidos no item 7.4.1 da NR-7 (BRASIL, 1978b) devem ser realizados no exame admissional, exames periódicos, exames de retorno ao trabalho, exames de mudança de função e no exame demissional.

Os exames médicos específicos são a Telerradiografia do Tórax e Espirometria, para os trabalhadores que desenvolverão atividades com Aerodispersóides não Fibrogênicos, conforme o Quadro II da NR-7 (BRASIL, 1978b), que define os parâmetros e periodicidade para monitorização da exposição ocupacional.

Bellusci (2002, p. 38) descreve em sua obra que:

A anamnese ocupacional deve coletar dados relativos à profissão e às condições ambientais nas quais esta é exercida.

É necessário coletar dados remotos para levantar as condições de trabalho em toda a vida profissional, já que muitas doenças apresentam evolução lenta, que prossegue mesmo depois de cessar a exposição.

### 2.2.2.1 Espirometria

A espirometria é uma simples medição da função pulmonar, ou seja, determina o quanto de ar os pulmões conseguem expelir. Este exame tem como objetivo avaliar o enfraquecimento dos pulmões, comparando-se os resultados com valores de referência. (BELLUSCI, 2002).

A realização das espirometrias é de suma importância na vida laboral de um trabalhador dentro de uma empresa, o Médico Coordenador do PCMSO deverá seguir as diretrizes da NR-7 (BRASIL, 1978b).

O trabalhador realizando estes exames periodicamente terá registros dos exames e um histórico cronológico descrito desta exposição ao longo dos anos em seu prontuário médico, estas informações servirão de subsídios para tratamentos médicos se ocorrerem alterações da função pulmonar, afastamento da área de trabalho ou até mesmo mudança de função. (BELLUSCI, 2002; VENDRAME, 2007).

### 2.2.2.2 Telerradiografia do Tórax (Raios X)

A realização dos exames de Telerradiografia do Tórax, também é muito importante para o acompanhamento da vida laboral do trabalhador, neste exame é possível identificar se os pulmões possuem algum tipo de lesão causado pelo material particulado. Os exames devem obedecer ao padrão determinado pela Organização Internacional do Trabalho, especificado na Classificação Internacional de Radiografias de Pneumoconioses (OIT - 1980).

## 2.3 OS AGENTES QUÍMICOS NA PRODUÇÃO DE BORRACHA SINTÉTICA

Para a fabricação da borracha utiliza-se uma variedade de substâncias químicas (Figura 1), pois dependendo da aplicação do produto final este deve atender a características de aplicação, como por exemplo: resistência ao calor, a abrasões, a vibrações, a fadiga, reter fluídos e ter flexibilidade. As substâncias químicas necessárias para a obtenção da borracha são: agentes de vulcanização, aceleradores de vulcanização, ativadores de aceleradores, antioxidantes, plastificantes, cargas reforçadoras, pigmentos e corantes, retardadores de aceleradores. (CRONIN, 1980 apud ALI, 2010, p. 105-106).



**Figura 1 - Substância Química Tetrametiltiuram Dissulfeto (TMTD)**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

Ali (2010, p. 107-108) em sua obra, veio a subdividir estas substâncias químicas em cinco grupos: I - Aceleradores, II - Antioxidantes, III - Plastificantes, IV - Pigmentos e Corantes e V - Retardadores de Aceleradores.

## 2.4 LIMITES DE TOLERÂNCIA

Segundo o *Chemical Abstracts Service* “CAS”, existe aproximadamente 63 milhões de substâncias orgânicas e inorgânicas registradas desde 1957. Aproximadamente 12.000 novas substâncias são adicionadas e cadastradas a cada dia. No entanto desta enorridade de substâncias químicas, apenas algumas detém informações no tocante aos efeitos no organismo humano.

A NR-15 (BRASIL, 1978a) da Portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelece Limites de Tolerância para aproximadamente 150 substâncias.

A *American Conference of Governmental Industrial Hygienist* “ACGIH” (ACGIH, 2011) estabelece Limites de Exposição para aproximadamente 600 substâncias.

A Norma Regulamentadora NR-15 (BRASIL, 1978a), em seu item 15.1.5 estabelece que “Limite de Tolerância” é:

[...] a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição do agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.

Os Limites de Tolerância para os agentes químicos estão estabelecidos nos Anexos: 11, 12, 13 e 13-A da NR-15 (BRASIL, 1978a).

### 2.4.1 Sílica Livre Cristalizada

Breviglieri; Possebon e Spinelli (2006, p. 95) descreve que:

A sílica se encontra na forma combinada com óxidos metálicos, formando os silicatos (argilas, caulim, feldspato, micas, etc.), e na forma livre cristalizada (quartzo, cristobalita, tridimita) e na forma livre amorfa (opala, trípoli, terras diatomáceas, sílica-gel e sílica fundida).

O Limite de Tolerância para este agente químico é expresso em milhões de partículas por decímetro cúbico (Equação 5):

$$LT = \frac{8,5}{\% \text{ quartzo} + 10} \quad (5)$$

Esta fórmula é válida para amostras tomadas com impactador (*impinger*) no nível da zona respiratória e contadas pela técnica de campo claro. A percentagem de quartzo é a quantidade determinada através de amostras em suspensão aérea.

O limite de tolerância para poeira respirável, expresso em  $\text{mg/m}^3$ , é dado pela Equação 6:

$$LT = \frac{8}{\% \text{ quartzo} + 2} \quad (6)$$

Tanto a concentração como a percentagem do quartzo, para a aplicação deste limite, deve ser determinada a partir da porção que passa por um seletor com as características da Tabela 3.

**Tabela 3 - Quadro 1 do Anexo 12 da NR-15**

Diâmetro Aerodinâmico ( $\mu\text{m}$ ) (esfera de densidade unitária)	% de passagem pelo seletor
$\leq 2$	90
2,5	75
3,5	50
5,0	25
10,0	0 (zero)

**Fonte:** NR-15 (BRASIL, 1978a)

O limite de tolerância para poeira total (respirável e não respirável), expresso em  $\text{mg/m}^3$  é dado pela Equação 7:

$$LT = \frac{24}{\% \text{ quartzo} + 3} \quad (7)$$

Sempre será entendido que "quartzo" significa sílica livre cristalizada.

Os limites de tolerância fixados o quartzo são válidos para jornadas de trabalho de até 48 (quarenta e oito) horas por semana, inclusive.

Para jornadas de trabalho que excedem a 48 (quarenta e oito) horas semanais, os limites deverão ser deduzidos, sendo estes valores fixados pela autoridade competente.

## 2.4.2 Considerações em Relação aos Limites de Tolerância

Os Limites de Tolerância, não podem ser entendidos como linhas separativas entre o nível seguro e ou perigoso, devido à variação da suscetibilidade individual dos trabalhadores. (ACGIH, 2011).

Bellusci (2002, p. 37) diz que a suscetibilidade individual está ligada aos fatores genéticos, bem como, doenças preexistentes podem favorecer a ocorrência de outras.

Segundo Vendrame (2007, p. 18):

A exposição aos agentes químicos, físicos ou biológicos no ambiente de trabalho oferece risco à saúde dos trabalhadores. No entanto, a simples presença destes agentes não implica, obrigatoriamente, que os trabalhadores venham a contrair doença ocupacional.

A exposição somente pode ser considerada prejudicial à saúde quando preenche os requisitos do binômio concentração versus tempo de exposição. Concentração e tempo de exposição são grandezas inversamente proporcionais, eis que à medida que uma aumenta, a outra diminui [...]

Vendrame (2007, p. 52) em sua obra, adverte que:

[...] Isto não significa que todo pessoal exposto irá contrair uma doença profissional. Como já ressaltado anteriormente, sua ocorrência de uma doença ocupacional, dependerá fundamentalmente de fatores tais como:  
a) Concentração do agente;  
b) Tempo de exposição;  
c) Características físico-químicas do agente;  
d) Susceptibilidade pessoal.

## 2.5 GRUPO HOMOGÊNEO DE EXPOSIÇÃO (GHE)

A determinação dos Grupos Homogêneos de Exposição (GHE) ocorre no inicio dos trabalhos, ou seja, no reconhecimento dos agentes ambientais que possam afetar a saúde dos trabalhadores, o que implica o conhecimento profundo dos produtos envolvidos no processo, métodos de trabalho, fluxo do processo, layout das instalações, número de trabalhadores expostos, etc.

Esta etapa comprehende também o planejamento da abordagem do ambiente de trabalho a ser estudada, seleção dos métodos de coleta, bem como dos equipamentos de avaliação. Na prática, tem como foco principal a obtenção do estudo epidemiológico de uma dada população.

Segundo Fantazzini (2004, p. 9-10), O termo Grupo Homogêneo de Exposição é definido como o grupo de colaboradores que estão expostos aos mesmos agentes, considerando a Exposição de Maior Risco (EMR).

Vendrame (2007, p. 52) em sua obra expõe que:

[...] Grupo homogêneo de exposição é um grupo de trabalhadores com idênticas probabilidades de exposição para um agente simples, ou, ainda é aquele grupo de trabalhadores para o qual se espera ter o mesmo ou similar perfil de exposição.

Netto (2009, p.1) descreve que: O Grupo Homogêneo de Risco “GHE” corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de qualquer trabalhador do grupo seja representativo da exposição do restante dos trabalhadores do mesmo grupo. O autor descreve algumas variáveis para determinação dos Grupos Homogêneos de Exposição (GHE):

As variáveis que influem nessa escolha são:

Tipo do processo ou operação; Atividades ou tarefas dos trabalhadores; Agentes ambientais, fontes, trajetórias e meios de propagação; Intensidade ou concentração dos agentes; Identificação e número de trabalhadores; Experiência dos trabalhadores; Agravos à saúde dos trabalhadores; Variações de clima e de horários das exposições; Freqüência das ocorrências; Interferência de tarefas vizinhas; Dados das prováveis exposições e levantados na fase de antecipação; e Metas e prioridades de avaliação adequadas à realidade da empresa.

Normalmente a escolha recairá sobre um dos parâmetros a seguir: Tarefas dos trabalhadores; Funções ou atividades; e Agentes ambientais;

## 2.6 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

A Norma Regulamentadora NR-6 (BRASIL, 1978c), descreve que: Equipamento de Proteção Individual “EPI” é todo equipamento de uso individual, com a finalidade de proteger os trabalhadores das ameaças presentes nos ambientes de trabalhos.

[...] 6.2 O equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.

6.3 A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas;
- c) para atender a situações de emergência. [...]

[...] 6.6 Responsabilidades do empregador.

6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI:

- a) adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- b) exigir seu uso;
- c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica; e,
- g) comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada.
- h) registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico.

6.7 Responsabilidades do trabalhador.

6.7.1 Cabe ao empregado quanto ao EPI:

- a) usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
- b) responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso; e,
- d) cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado. [...]

Um produto só pode ser comercializado se tiver o Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo MTE, pois só assim estará garantido que o EPI atende as especificações de fabricação.

## 2.7 O PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA (PPR)

Em 11 de abril de 1994 foi publicada a Instrução Normativa nº 01 pela Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelecendo regulamento técnico para uso de Equipamentos de Proteção Respiratória (EPR), bem como em seu Art. 1º, § 2º nos direciona para adotar as recomendações da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – Fundacentro, contidas na publicação intitulada Programa de Proteção Respiratória – Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores (TORLONI, 2002).

Segundo Torloni e Vieira (2003, p. 485), O PPR visa adequar o uso dos respiradores, de modo a complementar as medidas de proteção coletiva implantadas, em implantação, em fase de projeto, ou em situações como manutenção, operações de fabricação, de limpeza, de construção e desmontagem, emergências e incêndios. Deve ser adotado em toda a empresa, nos setores em que for necessário o uso de qualquer tipo de respirador, como parte do Programa de Proteção de Riscos Ambientais (PPRA) ou outros programas.

Este programa é uma ferramenta de controle com medidas práticas e administrativas quanto ao uso de protetores respiratórios, dos trabalhadores envolvidos nos ambientes de trabalho contendo substâncias químicas em suspensão (aerodispersóides, gases, vapores, neblina, fumaça e radionuclídeos), bem como vir a reduzir as concentrações dos agentes químicos nos ambientes de trabalho. O PPR para ser eficiente deve atender os seguintes tópicos:

1. Política do Programa de Proteção Respiratória e Responsabilidades: a empresa deverá definir uma política de saúde ocupacional e de prevenção, bem como definir responsabilidades (da empresa, do administrador do PPR, da chefia imediata e dos usuários de proteção respiratória). O Engenheiro de Segurança do Trabalho, o Médico Ocupacional ou Técnico de Segurança do Trabalho, normalmente atuam como Administrador do PPR, pois os mesmos possuem capacidade técnica para implantar e desenvolver o programa.

2. Procedimentos Operacionais: Devem ser descritos os procedimentos operacionais para situações rotineiras e situações de atendimento a emergências. O procedimento para situações rotineiras deve conter a Política do Programa de Proteção Respiratória, informações referentes aos EPR como: seleção, ensaio de vedação, treinamento (reciclagem), fornecimento de respiradores, limpeza, higienização, inspeção, guarda, manutenção e auditorias internas. Para o atendimento a emergências deve ser descrito os cenários prováveis para as ações necessárias, bem como instruir as equipes que atuam em brigadas de incêndio, socorristas, entre outros.
3. Selecionamento do EPR: a seleção dos respiradores deve ser realizada considerando as seguintes etapas: os dados ambientais obtidos dos monitoramentos de agentes químicos e seus limites de exposição; verificação de condições IPVS; localização dos possíveis ambientes com risco de deficiência de oxigênio; definição do Fator de Proteção Requerido (FPR) e do Fator de Proteção Atribuído (FPA).
4. Treinamento (e reciclagem): Os usuários deverão ser informados quanto aos riscos químicos presentes em seu ambiente de trabalho, os procedimentos operacionais, as medidas de proteção coletivas existentes (EPC), as medidas de controle administrativas, bem como devem receber informações quanto ao uso, características, limitações e ensaio de vedação de um EPR.
5. Ensaio de Vedação: a realização do ensaio de vedação "FIT TEST" é obrigatória no PPR, pois nesta fase define-se qual o EPR adequado ao usuário em suas atividades rotineiras.
6. Monitoramentos Ambientais: Deve ser realizado regularmente o monitoramento dos ambientes de trabalho, a fim de se obter dados das condições de trabalho, ou realizar monitoramentos pontuais de(as) fonte(s) geradora(s) onde ocorreram mudanças no processo ou quando da instalação de Equipamentos de Proteção Coletiva, a fim de verificar a eficácia da nova condição do ambiente de trabalho.
7. Monitoramento Médico: a Medicina do Trabalho deverá acompanhar biologicamente os funcionários envolvidos no processo, por meio de exames clínicos (Telerradiografia do Tórax (Raios X), Espirometria, Exames Laboratoriais, entre outros).

8. Fornecimento: Deve ser mantida a disposição os EPR homologados no PPR e validados pelos usuários mediante o Ensaio de Vedações.
9. Limpeza, Higienização e Manutenção: O programa deve contemplar procedimentos referentes ao processo de limpeza e higienização dos EPR, bem como para manutenção periódica dos acessórios das máscaras que requerem manutenção e substituição de sobressalentes.
10. Inspeção dos Equipamentos de Proteção Respiratória: Deve existir um cronograma de inspeções de rotina, para verificar o uso correto por parte dos usuários.
11. Acompanhamento e Revisão do PPR: Deve ser verificado periodicamente o cronograma de ação do programa, bem como estabelecer a revisão do PPR, mantendo-o como um programa durável e eficaz na prevenção da saúde ocupacional da empresa.

### 3 O CASO ANALISADO

#### 3.1 A EMPRESA ESTUDADA

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa do seguimento automotivo, situada na cidade de São Paulo, com mais de 65 anos de existência e com capital exclusivamente nacional. Tendo como diferencial de mercado as Certificações de Qualidade de seus produtos e processos, como: ISO TS 16949, VDA 6.1, IQA e Q1, bem como o Certificado Ambiental ISO 14001, obtido por órgão certificador.

A empresa tem como alguns processos produtivos: fabricação da borracha, injeção, vulcanização, compressão, extrusão, estampagem, aplicação de adesivos e tratamento de superfícies. Contando com aproximadamente 1900 empregados, cerca de 1600 estão ligados à produção conforme mencionado nos processos supracitados, estes empregados são classificados como Mão de Obra Direta, representando 84% do efetivo da empresa.

A Companhia está enquadrada em Grau de Risco 3 (três) conforme o Quadro I da NR-4 Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (BRASIL, 1978d), a graduação apontada neste quadro é mediante a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE. O SESMT é formado por: um Engenheiro de Segurança do Trabalho, quatro Técnicos de Segurança do Trabalho, um Médico do Trabalho e um Auxiliar de Enfermagem do Trabalho, atendendo o disposto no Quadro II da NR-4 (BRASIL, 1978d).

A empresa também possui CIPA Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, estabelecida conforme a NR-5 (BRASIL, 1978e), que tem como objetivo auxiliar o SESMT na prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho.

A área de Engenharia de Segurança do Trabalho é responsável pela elaboração do PPRA Programa de Prevenção de Riscos Ambientais conforme descrito na NR-9 (BRASIL, 1978f), bem como a Medicina do Trabalho elabora o PCMSO (BRASIL, 1978b). As avaliações ambientais são realizadas por empresas contratadas e especializadas na prestação de serviços profissionais relativas à Higiene Ocupacional.

### 3.2 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DA BORRACHA

O fluxo de trabalho para a fabricação da borracha é realizado no Centro de Preparação de Massas, através do fracionamento e pesagem de produtos químicos em dois setores, a saber:

- 1) Pesagem Piso Inferior: realiza a pesagem de Cargas Brancas, Aditivos, Aceleradores, e o Negro de Fumo (Figura 2), as substâncias químicas são acondicionadas em baldes com aproximadamente 25 quilos.



**Figura 2 - Área de Pesagem do Negro de Fumo**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2011)

- 2) Pesagem do Piso Superior: realiza a pesagem de Cargas Brancas, Aditivos, Aceleradores em pequenos volumes (Figura 3), bem como a pesagem e o corte dos polímeros.



**Figura 3 - Área de Pesagem de Cargas Brancas e Aceleradores**

Fonte: Arquivo pessoal, (2011)

Após a pesagem, estes componentes são encaminhados para o *Banbury* que trabalha em sistema fechado, realizando a pré-mistura dos componentes supracitados (Figura 4).



**Figura 4 - Vista de um Misturador Interno de Rotores “Banbury”**

Fonte: COPÉ, (2011)

Após realização da pré-mistura dos componentes para formação do composto, estes se tornam uma pasta de grande volume sem forma definida, que é descarregado para um Misturador Aberto, que também é conhecido como Cilindros, este equipamento trabalha em sistema aberto, neste processo é realizada a homogeneização da borracha (Figura 5) e resfriada, seguindo para os próximos processos para obtenção da forma final.



**Figura 5 - Homogeneização da Manta de Borracha Sintética**

Fonte: Arquivo pessoal, (2011)

Os processos de mistura dos componentes variam conforme o sistema de trabalho, no sistema fechado demora aproximadamente sete minutos gerando uma pasta, sendo finalizada nos Misturadores Abertos (Cilindros). No sistema aberto este processo varia de cinco a dez minutos, tendo intervenção direta dos cilindristas no processo de fabricação da borracha que movimentam o composto nos cilindros (Figura 6).



**Figura 6 - Cilindrista de Borracha Operando Misturador Aberto (Cilindros)**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2011)

Decorrido o tempo necessário para a homogeneização do composto no Misturador Aberto (Cilindros), esta segue para o Resfriador de Mantas de Borracha (Figura 7), que realiza o resfriamento e o corte, dando origem as mantas de borracha (Figura 8).



**Figura 7 - Vista Parcial do Resfriador de Mantas de Borracha**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2011)



**Figura 8 - Vista da Borracha Cortada em Forma de Mantas**

Fonte: Arquivo pessoal, (2011)

O composto de borracha (massa) também pode ser preparado nas seguintes formas: em tiras, em macarrão ou pré-moldadas, abaixo segue a transcrição do que seriam estas formas:

Em forma de tiras: possuem uma forma retangular que variam de 40mm a 90mm de largura por 10mm de espessura conforme a aplicação no equipamento (Figura 9). Esta forma é utilizada em processos de injeção em máquinas injetoras para obtenção de retentores e mangueiras, e também no processo de trefilação, para obter as mangueiras.



**Figura 9 - Vista da Borracha Cortada em Forma de Tiras**

Fonte: Arquivo pessoal, (2011)

Quando as mantas de borracha são cortadas em tiras no cilindro, estas passam por um banho com desmoldante, este banho evita que as tiras fiquem grudadas entre si, para não prejudicar nos beneficiamentos seguintes da produção de retentores ou de mangueiras.

Em forma de macarrão: possuem uma forma cilíndrica com aproximadamente 8mm de diâmetro (Figura 10), onde passa por uma máquina extrusora. Esta forma é utilizada em processos de injeção em máquinas injetoras para obtenção de retentores.



**Figura 10** - Vista da Borracha Cortada em Forma de Macarrão

Fonte: Arquivo pessoal, (2011)

Assim como na forma anterior, a borracha em forma de macarrão passa por um banho com desmoldante.

Pré-Moldada: possuem formas diversas (Figura 11 e Figura 12), as mesmas são cortadas conforme o item a ser produzido, bem como o seu peso é controlado, para que não haja excesso ou falta de borracha no processo de injeção ou de vulcanização, em ambos os processos teremos a obtenção dos retentores.



**Figura 11 - Vista da Borracha Cortada em Forma Pré-moldada “Anel”**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2011)



**Figura 12 - Vista da Borracha Cortada em Forma Pré-moldada “Bolacha”**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2011)

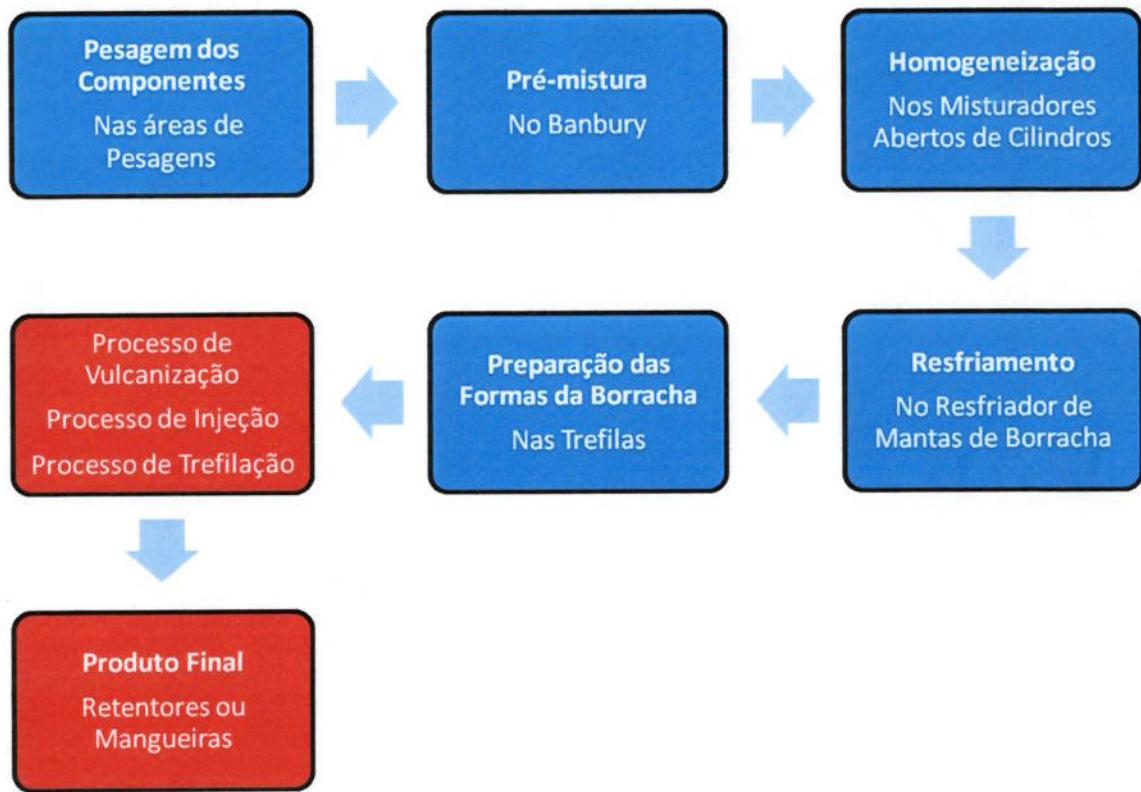
O processo de beneficiamento da borracha passa pelas seguintes finalizações:

**Em forma de tiras:** as tiras são acondicionadas em carrinhos, sendo armazenadas para descansar e estabilizar o processo.

Em forma de macarrão e pré-moldada: as mesmas são acondicionadas em cestos metálicos, que também descansam e estabilizam do processo de beneficiamento.

Ao término do processo de descanso, as borrachas em suas formas definidas, seguirão para os seus processos de beneficiamento para a produção dos retentores ou das mangueiras.

Neste trabalho não entraremos em detalhes quanto aos Processos de Vulcanização, de Injeção e de Trefilação, onde os mesmos não são escopo deste estudo. Na Figura 13, sintetizamos nas áreas em azul os processos a serem abordados.



**Figura 13 - Síntese dos Processos Estudados**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2011)

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do estudo do meio ambiente de trabalho para cada Grupo Homogêneo de Exposição “GHE”, foram realizados reconhecimentos de campo, monitoramentos individuais e a interpretação dos resultados.

### 4.1 ROTEIRO DE INVESTIGAÇÃO DAS AVALIAÇÕES DE CAMPO

A investigação para a concretização dos monitoramentos de campo foi realizada atentando para a rotina de trabalho por parte dos trabalhadores envolvidos no processo de fabricação de borracha sintética, sendo realizado pelo SESMT em conjunto com as empresas contratadas para efetuarem as avaliações. Foram levados em consideração os seguintes itens:

- Identificação e Avaliação das áreas com contaminantes químicos;
- Análise Qualitativa quanto à concentração de contaminantes químicos presentes na unidade fabril e verificação do tempo de exposição dos trabalhadores aos agentes químicos;
- Definição do Grupo Homogêneo de Exposição dos trabalhadores expostos aos mesmos riscos permanentemente;
- Avaliação Quantitativa da Exposição para os Agentes Químicos, em conformidade com a NR-15 (BRASIL, 1978a) da Portaria nº 3.214 do MTE e concomitante com a ACGIH (ACGIH, 2009, 2011);
- Amostragem do ar atmosférico, buscando identificar as exposições aos riscos químicos;
- Envio das amostragens de campo “amostradores” para laboratórios credenciados “acreditados<sup>1</sup>” para realizar análises;
- Enquadramento da Legislação, conforme NR-15 (BRASIL, 1978a) da Portaria nº 3.214 do MTE concomitante com a ACGIH (ACGIH, 2009, 2011);

<sup>1</sup> (WIKIPÉDIA, 2012). **Acreditação:** Segundo a norma ABNT NBR ISO/IEC 17011:2005: a definição de acreditação é “atestação de terceira-partes relacionada a um organismo de avaliação da conformidade, comunicando a demonstração formal da sua competência para realizar tarefas específicas de avaliação da conformidade”.

## 4.2 ABORDAGENS DOS LOCAIS E DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO

A avaliação de agentes químicos foi realizada de forma a caracterizar a exposição de todos os trabalhadores considerados no estudo.

Quando identificados os grupos de trabalhadores que apresentaram iguais características de exposição, determinaram-se então os grupos homogêneos de exposição. As medições realizadas cobriram um ou mais trabalhadores, cuja situação corresponde à exposição “típica” de cada grupo considerado.

O conjunto de medições foi representativo das condições reais de exposição ocupacional de cada grupo de trabalhadores objeto do estudo, todavia não cobriu todas as condições operacionais e ambientais habituais, que envolvem o trabalhador no exercício de suas funções, tarefa esta que seria impossível.

Para que as medições fossem representativas da exposição da jornada de trabalho o período de amostragem foi adequadamente escolhido. Foram identificados os ciclos de exposição e turnos durante a jornada, e realizada a amostragem incluindo um número suficiente destes ciclos. Quando estes não eram regulares ou apresentavam grandes variações de níveis, a avaliação perdurou durante toda jornada de trabalho.

Condições de exposição não rotineiras, decorrentes de operações ou procedimentos de trabalho previsíveis, mas não habituais, foram avaliadas e interpretadas isoladamente.

Foram obtidas informações administrativas, corroboradas por observações de campo, necessárias para caracterização da exposição dos trabalhadores, com base no critério utilizado.

#### 4.3 ESTUDO DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Foi realizada uma pesquisa relacionando dezenove substâncias químicas, com base na literatura de Ali (2010), visando observar os efeitos adversos no organismo humano. Utilizou-se banco de dados das MSDS - *Material Safety Data Sheet*, no Brasil o MSDS é conhecido como FISPQ - Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos.

A maioria das substâncias utilizadas para a produção da borracha é importada, e não foi encontrado a respectiva FISPQ, no entanto utilizou-se websites de laboratórios, órgãos governamentais e de fabricantes de produtos químicos internacionais, como: *CHEM BLINK*, *CHEMCAS*, *CHEMICAL BOOK*, *ICHEMBOX*, *NATIONAL LIBRALY OF MEDICINE*, *OXFORD LABORATORY* e *SOVEREIGN CHEMICAL COMPANY*.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 DADOS DA ANÁLISE DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

A pesquisa foi realizada no período de 10 de Dezembro 2011 a 11 de Janeiro de 2012, a Tabela 4 apresenta os efeitos adversos ao organismo humano.

**Tabela 4 - Efeitos Adversos dos Ingredientes no Organismo Humano**

Substância Química (Sinônimos)	Aparência Fórmula Molecular	Efeitos Adversos ao Organismo
Tetrametiltiuram Dissulfeto (TMTD)  CAS: 137-26-8	Pó ou Cristais, com coloração branca ou amarela, com odor característico  <chem>C6H12N2S4</chem>	Inalação: Nocivo se inalado. Causa irritação do trato respiratório.  Pele: Pode causar irritação na pele. Pode causar sensibilização da pele, uma reação alérgica, que se torna evidente quando exposto com o material novamente.  Olhos: Causa irritação nos olhos.  Ingestão: Nocivo por ingestão. Pode causar irritação gastrintestinal com náuseas, vômitos e diarréia. Inalação: Pode causar irritação do trato respiratório. As propriedades toxicológicas desta substância não foram totalmente investigados.
Tetrametiltiuram Monossulfeto (TMTM)  CAS: 97-74-5	Pó amarelo, com mau cheiro  <chem>C6H12N2S3</chem>	Pele: Pode causar irritação na pele.  Olhos: Pode causar irritação nos olhos.  Ingestão: Pode causar irritação do trato digestivo. As propriedades toxicológicas desta substância não foram totalmente investigados. Inalação: Pode causar irritação do trato respiratório.
Tetraetiltiuram Dissulfeto (TETD)  CAS: 97-77-8	Cristais amarelo-branco ou pó cinzento  <chem>C10H20N2S4</chem>	Pele: Pode causar irritação na pele. Em contato repetido ou prolongado pode causar sensibilização da pele.  Olhos: Pode causar irritação nos olhos.  Ingestão: Nocivo por ingestão. Pode causar irritação do trato digestivo. Inalação: Pode ser irritante para as mucosas das vias respiratórias.
Dissulfeto de Dipentametilenotíuram (ROBAC PTD)  CAS: 120-54-7	Pó ou Granulado, com coloração branca ou amarela  <chem>C12H20N2S6</chem>	Pele: Pode causar irritação. Pode causar sensibilização em contato com a pele.  Olhos: Pode causar irritação.  Ingestão: Pode ser irritante para as mucosas do trato gastrintestinal Inalação: Pode causar irritação do trato respiratório. Exposição a altas concentrações de mercaptanos podem produzir inconsciência com cianose, extremidades frias e pulsação rápida. Mercaptanos pode causar náuseas e cefaleia.
2-Mercaptobenzotiazol (MBT, THIOTAX, ROTAX, CAPTAX)  CAS: 149-30-4	Pó bege ou amarelado com um ligeiro odor  <chem>C7H5NS2</chem>	Pele: Pode causar irritação na pele. Pode causar sensibilização da pele, uma reação alérgica, que se torna evidente quando exposto com o material novamente.  Olhos: Causa irritação nos olhos.  Ingestão: Nocivo por ingestão. Pode causar irritação do trato digestivo. Mercaptanos pode causar náuseas e cefaleia. Exposição a altas concentrações de mercaptanos podem produzir inconsciência com cianose, extremidades frias e pulsação rápida.

Continua

Continuação

Substância Química (Sinônimos)	Aparência Fórmula Molecular	Efeitos Adversos ao Organismo
Dissulfeto de Mercaptobenzotiazila (MBTS, THIOFIDE, VULKACIT DM) CAS: 120-78-5	Pó amarelo e inodoro.  <chem>C14H8N2S4</chem>	Inalação: Pode causar irritação do trato respiratório.  Pele: Pode causar irritação na pele.  Olhos: Poeira pode causar irritação.  Ingestão: Pode causar irritação do trato digestivo. Inalação: Muito irritante. Toxicidade é relativamente baixa.
Mercaptobenzotiazolato de Zinco (MBTZN, BANTEX, VULKACIT ZM, ZMBT) CAS: 155-04-4	Pó amarelo claro  <chem>C14H8N2S4Zn</chem>	Pele: Muito irritante. Pode causar sensibilização em contato com a pele.  Olhos: Muito irritante.  Ingestão: Irritante. Inalação: Pode causar irritação do trato respiratório. Exposições prolongadas ao trato respiratório podem evoluir para lesão pulmonar aguda.
Ciclobenzotiazol Sulfenamida (CBS, SANTOCURE N) CAS: 95-33-0	Pó castanho claro  <chem>C13H16N2S2</chem>	Pele: Pode causar irritação na pele.  Olhos: Poeira pode causar irritação.
N-Terciobutil-2-benzotiazil Sulfenamida (TBBS, SANTOCURE NS) CAS: 95-31-8	Pó ou flocos azuis  <chem>C11H14N2S2</chem>	Ingestão: Pode causar irritação do trato digestivo. Inalação: Pode ser prejudicial ao trato respiratório.  Pele: Pode causar queimaduras.  Olhos: Pode causar queimaduras. Inalação: Muito irritante para as vias aéreas superiores (mucosas). Pode causar dor extrema.
Dimetilditiocarbamato de Zinco (METHASAN, VULKACIT L) CAS: 137-30-4	Pó Branco e inodoro  <chem>C6H12N2S4Zn</chem>	Pele: Exposição a poeiras, aerossóis, soluções ou suspensões desses agentes pode levar a irritações da pele.  Olhos: Muito irritante para as membranas conjuntivas. Pode causar dor extrema.  Ingestão: Náuseas, vômitos e diarreia podem ocorrer. Inalação: Muito irritante para as vias aéreas superiores (mucosas). Pode causar dor extrema.
Dietilditiocarbamato de Zinco (ETHASAN, VULKACIT LDA) CAS: 14324-55-1	Pó Branco  <chem>C10H20N2S4Zn</chem>	Pele: Exposição a poeiras, aerossóis, soluções ou suspensões desses agentes pode levar a irritações da pele.  Olhos: Muito irritante para as membranas conjuntivas. Pode causar dor extrema.  Ingestão: Náuseas, vômitos e diarreia podem ocorrer. Inalação: Muito irritante para as vias aéreas superiores (mucosas). Pode causar dor extrema.
Dibutilditiocarbamato de Zinco (BUTAZATE, VULKACIT LDB) CAS: 136-23-2	Pó Branco  <chem>C18H36N2S4Zn</chem>	Pele: Exposição a poeiras, aerossóis, soluções ou suspensões desses agentes pode levar a irritações da pele.  Olhos: Muito irritante para as membranas conjuntivas. Pode causar dor extrema.  Ingestão: Náuseas, vômitos e diarreia podem ocorrer. Inalação: Pode causar irritação do trato respiratório.
N-N-difenil parafenilenodiamina (DPPD) CAS: 74-31-7	Pó cinzento  <chem>C18H16N2</chem>	Pele: Pode causar irritação na pele.  Olhos: Pode causar irritação nos olhos.  Ingestão: Pode causar distúrbios do trato digestivo.

Continua

## Conclusão

Substância Química (Sinônimos)	Aparência Fórmula Molecular	Efeitos Adversos ao Organismo
Benzotiazil Morfolil Sulfenamida (SANTOCURE MOR)  CAS: 102-77-2	Pellets castanho claro ou creme  <chem>C11H12N2OS2</chem>	Inalação: Pode causar irritação do trato respiratório.  Pele: Causa sensibilização da pele.  Olhos: Levemente irritante.  Inalação: Náuseas, vômitos e diarreia. Toxicidade aguda por inalação de níquel inclui dor de garganta e rouquidão.
Dibutilditiocarbamato de Níquel (VANOX NDBC)  CAS: 13927-77-0	Pó cristalino verde escuro  <chem>C18H36N2NiS4</chem>	Pele: Dermatite de contato de níquel (começando com ardor e sensação de coceira, seguido por eritema e erupções nodulares). Persistência a sensibilidade ao níquel.  Olhos: Pode ocorrer irritação.  Ingestão: Grandes doses por via oral pode causar náuseas, vômitos e diarreia.  Inalação: Pode causar irritação do trato respiratório.
Difenilguanidina (DPG, VULKACIT D)  CAS: 102-06-7	Pó Branco para creme, gosto amargo e odor leve.  <chem>C13H13N3</chem>	Pele: Pode causar irritação na pele. Pode ser absorvido através da pele.  Olhos: Causa irritação nos olhos.  Ingestão: Nocivo por ingestão. Pode causar irritação do trato digestivo.  Inalação: Pode ser irritante para as mucosas das vias respiratórias.
Di-ortotolilguanidina (VULKACIT DOTG)  CAS: 97-39-2	Pó branco ou acinzentado  <chem>C15H17N3</chem>	Pele: Pode causar irritação. Risco de sensibilização em contato com a pele.  Olhos: Pode causar irritação e vermelhidão.  Ingestão: Tóxico por ingestão. Pode ser irritante para as mucosas do trato gastrointestinal.  Inalação: Tosse e irritação nasal têm sido percebidos em seres humanos expostos a 1200 ppm por cerca de 1,5 minutos.
4,4' ditiomorfolina  CAS: 103-34-4	Sólido cristalino amarelo  <chem>C8H16N2O2S2</chem>	Pele: Contato com a pele representa um grau moderado de risco, o que diminui à medida que a concentração diminui para 25% ou menos de água.  Ingestão: Irritação do trato gastrointestinal é provável após exposição à morfolina. A quantidade de irritação depende da concentração.  Inalação: Pode causar irritação das mucosas. A inalação da poeira pode causar intoxicação sistêmica. Pode causar metahemoglobinemia.
4-4. dimetilbenzil difenilamina  CAS:122-39-4	Pó ou cristais branco  <chem>C12H11N</chem>	Pele: Pode causar irritação na pele. Pode causar metahemoglobinemia.  Olhos: Pode causar irritação, vermelhidão, dor e lesões na córnea.  Ingestão: Pode causar anoxia, cefaleia, fadiga, anorexia, cianose, vômitos, diarreia, emagrecimento, hipotermia, irritação da bexiga, rim, coração e danos ao fígado. Pode causar metahemoglobinemia.

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

Com a análise realizada de algumas substâncias químicas catalogadas por Ali (2010, p. 107-109), ratifica-se o seu estudo, na apresentação dos efeitos adversos ao organismo (Tabela 4), constata-se que estes produtos químicos causam irritação aos olhos, a pele e as vias respiratórias, bem como a maioria tem a possibilidade de causar sensibilização em contato com a pele.

## 5.2 DESCRIÇÃO FÍSICA DO SETOR

**Tipo de prédio:** Galpão Industrial;

**Estrutura:** Concreto armado;

**Tipo de piso:** Cimentado com pintura Epóxi;

**Paredes:** Em alvenaria com  $\pm 4,5$ m de altura, restante do fechamento em uma das laterais da edificação com telhas metálicas galvanizadas e telhas translúcidas, ao fundo fechamento em alvenaria;

**Pé direito:**  $\cong 12$ m e  $\cong 4$ m na área de Pesagem

**Ventilação:** Ventilação natural por aberturas (portas de passagens), circulação de ar por entre as telhas instaladas em uma das paredes, ventiladores industriais do tipo pedestal instalado em pontos pontuais e ventilação no lanternin da cobertura;

**Exaustão:** Sistema de Exaustão presente na: Pesagem de Negro de Fumo; Pesagem de Cargas Brancas e Aceleradores (grandes e pequenos volumes); no abastecimento do Banbury e na Homogeneização do Viton;

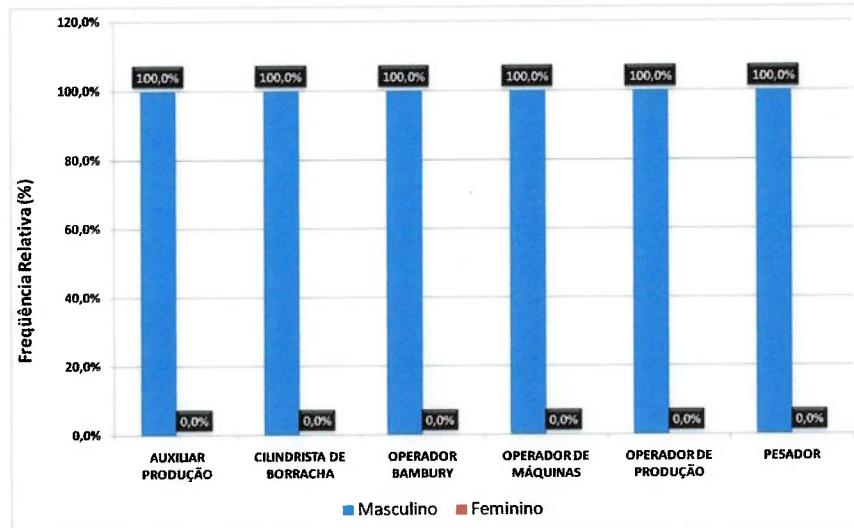
**Iluminação:** Iluminação natural, por meio de telhas translúcidas instaladas em uma das paredes e no telhado, portas de acesso à edificação e abertura no fundo da edificação; iluminação artificial por meio de lâmpadas do tipo Fluorescente;

**Telhado:** Cobertura com telhas do tipo Sanduíche, telhas translúcidas no lanternin de ventilação; e Laje na área de Pesagem.

## 5.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MÃO DE OBRA

### 5.3.1 Sexo

Em análise a Mão de Obra Direta envolvida no processo quanto ao sexo, verificamos que há predominância masculina em todo setor (Figura 14).

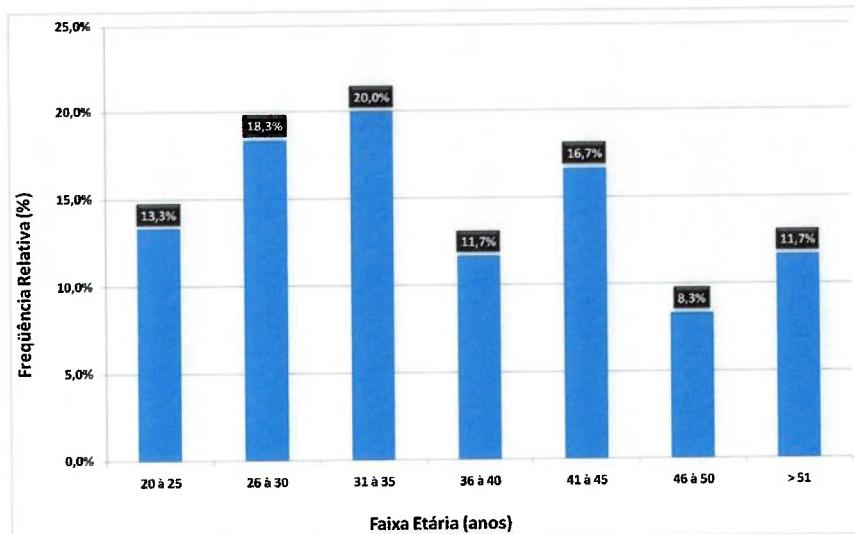


**Figura 14 - Predominância entre os Trabalhadores**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2011)

### 5.3.2 Idade

Quanto à idade verifica-se na Figura 15, uma maior concentração de trabalhadores na faixa etária de 31 a 35 anos (20,0%), de 26 a 30 anos (18,3%) e de 41 a 45 anos (16,7%). A idade média observada foi de 37 anos.

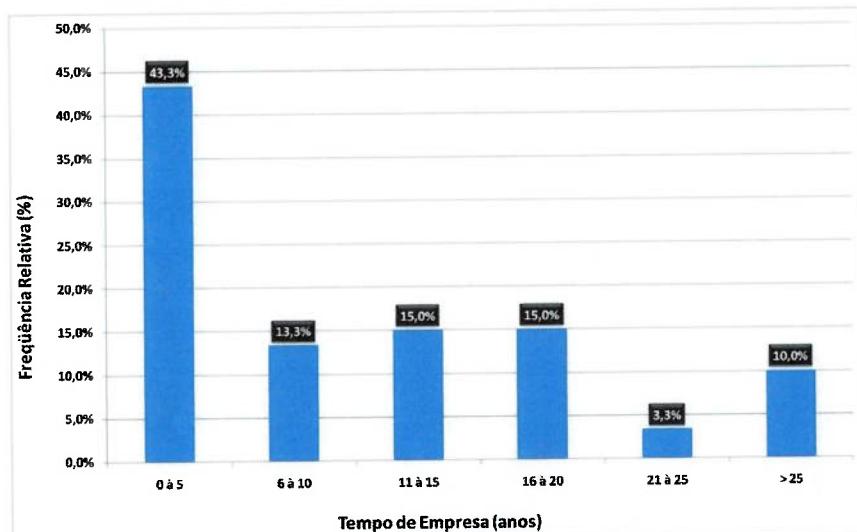


**Figura 15 - Idade entre os Trabalhadores**

Fonte: Arquivo pessoal, (2011)

### 5.3.3 Tempo de Empresa

Na Figura 16, verificamos que há uma predominância de trabalhadores com até cinco anos (43,3%), também identificamos que para as faixas de idades de: 6 a 10, 11 a 15 e de 16 a 20 a um nivelamento quanto ao tempo de empresa.



**Figura 16 - Tempo de Exposição entre os Trabalhadores**

Fonte: Arquivo pessoal, (2011)

## 5.4 LEVANTAMENTOS AMBIENTAIS

Os ambientes de trabalho foram avaliados quanto à concentração de agentes químicos em seus respectivos processos de trabalho. Neste trabalho foram considerados os dois últimos Levantamentos Ambientais, vide Tabela 5.

**Tabela 5 - Períodos de Amostragens**

Período de Amostragem	Emissão do Relatório Técnico	Empresa
Set/09 a Out/09	16/12/2009	Alfa
Dez/10	11/04/2011	Beta

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

## 5.5 DADOS AMBIENTAIS E DETERMINAÇÃO DO FPR

Apresentamos os resultados das avaliações de campo conforme o processo de produção. O Fator de Proteção Requerido é obtido por meio da Equação 8:

$$FPR = \frac{[\text{Concentração do Contaminte}]}{[\text{Limite de Tolerância do Contaminante}]} \quad (8)$$

Se houver mais de um contaminante no local, estes deverão ser somados, conforme a Equação 9:

$$FPR = \sum_{i=1}^n \frac{[\text{Concentração do Contaminte}]}{[\text{Limite de Tolerância do Contaminante}]} \quad (9)$$

Para os cálculos do FPR foram considerados como divisores das Equações 8 e 9, os Limites de Tolerância da NR-15 (BRASIL, 1978a) e os Limites de Exposição da ACGIH (ACGIH, 2011), e como dividendo foi considerada a Média Geométrica dos Agentes Químicos dos Relatórios Técnicos de Higiene Ocupacional, emitidos pelas Empresas Alfa (em 2009) e Beta (em 2010).

### 5.5.1 Pesagem Piso Inferior

Nesta área é realizada a pesagem do Negro de Fumo (Figura 17) em sistema fechado com sistema de exaustão no interior da cabine. O trabalhador tem a função de colocar o tambor na balança, acompanhar o enchimento automático e verificar as solicitações da programação.



**Figura 17 - Pesagem Piso Inferior (Pesagem do Negro de Fumo)**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

Circunvizinho a pesagem do Negro de Fumo, está à área de pesagem de Cargas Brancas e Aceleradores em grandes volumes, sendo realizado em sistema aberto com exaustão do material particulado ao lado do ponto de pesagem (Figura 18). Os trabalhadores durante a jornada de trabalho realizam rodízio nas duas áreas. No Quadro 1, temos a apresentação dos dados ambientais.



**Figura 18 - Pesagem Piso Inferior (Pesagem de Cargas Brancas e Aceleradores)**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Respirável	0,082	0,618	0,13	3	0,03
Silica Livre Cristalina	0,009			0,025	0,36
% de SiO <sub>2</sub>	10,946				
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Total	1,005	5,171	0,19	10	0,10
Sílica Livre Cristalina	0,016				
% de SiO <sub>2</sub>	1,641				
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Negro de Fumo	0,436	3,5	0,12	3,5	0,12
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Óxido de Cálcio	0,100	NE	NE	2	0,05
Óxido de Magnésio	0,100	NE	NE	10	0,01
Óxido de Zinco	0,100	NE	NE	2	0,05
<b>Efeito Combinado =&gt;</b>	—	—	0,00	—	0,11
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Alumínio	0,100	NE	NE	1	0,10
Chumbo	0,001	0,1	0,01	0,05	0,02
<b>Efeito Combinado =&gt;</b>	—	—	0,01	—	0,12

**Quadro 1 - Dados Ambientais Pesagem Piso Inferior**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

$$FPR_{NR-15} = 0,13 + 0,19 + 0,12 + 0,01 = 0,45$$

$$FPR_{ACGIH} = 0,03 + 0,36 + 0,10 + 0,12 + 0,11 + 0,12 = 0,84$$

## 5.5.2 Pesagem Piso Superior

No piso superior é realizado a pesagem manual de Cargas Brancas, Aceleradores e Polímeros (Figura 19), conforme a composição de substâncias químicas para a produção de um determinado tipo de borracha sintética.



**Figura 19 - Pesagem Piso Superior (Pesagem de Volumes Pequenos)**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

Segue abaixo os resultados ambientais no Quadro 2, e os respectivos FPR.

Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Respirável	0,196	4	0,05	3	0,07
Poeira Total	4,243	8	0,53	10	0,42
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Chumbo	0,001	0,1	0,01	0,05	0,02
Óxido de Cálcio	0,100	NE	NE	2	0,05
Óxido de Zinco	0,245	NE	NE	2	0,12
Efeito Combinado =>	--	--	0,01	--	0,19

**Quadro 2 - Dados Ambientais Pesagem Piso Superior**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

$$FPR_{NR-15} = 0,05 + 0,53 + 0,01 = 0,59$$

$$FPR_{ACGIH} = 0,07 + 0,42 + 0,19 = 0,68$$

Na Figura 20, temos o registro do monitoramento ambiental sendo realizado por uma das empresas contratadas, na ocasião estava sendo coletada Poeira Total e Poeira Respirável simultaneamente em um trabalhador da área.



**Figura 20 - Monitoramento de Aerodispersóides na Pesagem do Piso Superior**

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

### **5.5.3 Pesagem Viton**

Nesta área é preparada uma borracha com características específicas de produto, ela é conhecida comercialmente como *Viton*. Esta borracha deve atender as seguintes propriedades: resistência a altas temperaturas e resistência a ataques de produtos químicos como: ácidos, óleos e graxas.

Esta borracha também é conhecida como: Hidrocarboneto Fluorado, Borracha Fluorada ou FPM.

No Quadro 3, apresentamos os resultados ambientais e os respectivos cálculos do Fator de Proteção Requerido.

Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Respirável	0,212	1,306	0,16	3	0,07
Sílica Livre Cristalina	0,009			0,025	0,36
% de SiO <sub>2</sub>	4,126				
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Total	3,253	7,142	0,46	10	0,33
Sílica Livre Cristalina	0,013				
% de SiO <sub>2</sub>	0,360				
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Óxido de Cálcio	0,100	NE	NE	2	0,05
Óxido de Ferro	0,100	NE	NE	5	0,02
<b>Efeito Combinado =&gt;</b>	—	—	<b>0,00</b>	—	<b>0,07</b>
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Bário	0,010	NE	NE	0,5	0,02
Óxido de Cálcio	0,100	NE	NE	2	0,05
Óxido de Magnésio	0,100	NE	NE	10	0,01
<b>Efeito Combinado =&gt;</b>	—	—	<b>0,00</b>	—	<b>0,08</b>

**Quadro 3 - Dados Ambientais Pesagem Viton**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

$$FPR_{NR-15} = 0,16 + 0,46 = 0,62$$

$$FPR_{ACGIH} = 0,07 + 0,36 + 0,33 + 0,07 + 0,08 = 0,91$$

#### 5.5.4 Pré-Mistura - *Banbury*

O *Banbury* possui uma abertura frontal para realizar o transbordo das substâncias químicas para o seu interior e realizar a pré-mistura da massa da borracha sintética.

O trabalhador tem a função de abastecer o *Banbury* (Figura 21), conforme o ciclo de abertura do equipamento, o mesmo adiciona o Negro de Fumo, Cargas Brancas, Aceleradores, Polímeros e Óleos Plastificantes, conforme a composição da borracha. Todas as substâncias supracitadas são ensacadas para reduzir a dispersão de aerodispersóides no ambiente, bem como para eliminar o contato com a pele.



**Figura 21 - Pré-Mistura - Banbury**

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

No Quadro 4, temos a apresentação dos dados ambientais e os cálculos do FPR.

Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Respirável	0,092	0,681	0,14	3	0,03
Sílica Livre Cristalina	0,009			0,025	0,36
% de SiO <sub>2</sub>	9,739				
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Total	0,713	4,907	0,15	10	0,07
Sílica Livre Cristalina	0,013				
% de SiO <sub>2</sub>	1,891				
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Óxido de Cálcio	0,100	NE	NE	2	0,05
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Chumbo	0,003	0,1	0,03	0,05	0,06
Platina	0,001	NE	NE	1	0,00
<b>Efeito Combinado =&gt;</b>	—	—	0,03	—	0,06

**Quadro 4 - Dados Ambientais Pré-Mistura - Banbury**

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

$$FPR_{NR-15} = 0,14 + 0,15 + 0,03 = 0,32$$

$$FPR_{ACGIH} = 0,03 + 0,36 + 0,07 + 0,05 + 0,06 = 0,57$$

### 5.5.5 Homogeneização - Misturadores Abertos

Nesta área é realizada a homogeneização do composto que é descarregado do *Banbury* para o Misturador Aberto (Figura 22). Na demonstração da figura abaixo, observa-se que não há dispersão de material particulado no ambiente de trabalho, sendo constatado no Quadro 5 e nos cálculos do Fator de Proteção Requerido.



**Figura 22 - Homogeneização - Misturadores Abertos**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Respirável	0,089	4,000	<b>0,02</b>	3	<b>0,03</b>
Poeira Total	0,296	8,000	<b>0,04</b>	10	<b>0,03</b>

**Quadro 5 - Dados Ambientais Homogeneização - Misturadores Abertos**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

$$FPR_{NR-15} = 0,02 + 0,04 = 0,06$$

$$FPR_{ACGIH} = 0,03 + 0,03 = 0,06$$

### 5.5.6 Homogeneização Viton - Misturadores Abertos

Nesta área é produzida a Borracha Fluorada, o processo é realizado diretamente em Misturadores Abertos (Figura 23), ou seja, não passa por um Misturador Interno de Rotores “Banbury”.

O trabalhador manualmente adiciona as substâncias químicas diretamente nos rolos. Conforme a composição química do produto final, a massa aos poucos vai tomando forma à medida que o trabalhador adiciona o restante das substâncias químicas e movimenta a massa entre os rolos. A borracha fluorada estará finalizada após a mesma estar totalmente homogeneizada.

Os Misturadores Abertos (Cilindros) utilizados para realizar a produção da Borracha Fluorada, possuem sistema de exaustão na sua parte superior.



**Figura 23 - Monitoramento de Aerodispersóides na Homogeneização do Viton**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

Neste processo observa-se que há dispersão de material particulado no ambiente de trabalho, sendo constatado no Quadro 6 e nos cálculos do FPR.

Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Respirável	0,194	1,256	0,15	3	0,06
Sílica Livre Cristalina	0,008			0,025	0,34
% de SiO <sub>2</sub>	4,368				
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Total	2,822	6,780	0,42	10	0,28
Sílica Livre Cristalina	0,013				
% de SiO <sub>2</sub>	0,540				
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Bário	0,047	NE	NE	0,5	0,09
Óxido de Cálcio	0,346	NE	NE	2	0,17
Óxido de Magnésio	0,346	NE	NE	10	0,03
Efeito Combinado =>	—	—	0,00	—	0,30

**Quadro 6 - Dados Ambientais Homogeneização Viton - Misturadores Abertos**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

$$FPR_{NR-15} = 0,15 + 0,42 = 0,57$$

$$FPR_{ACGIH} = 0,06 + 0,34 + 0,28 + 0,30 = 0,98$$

### 5.5.7 Preparação das Formas da Borracha - Trefilas

Este setor realizada a preparação final da borracha em diversas formas (Ex.: Figura 24) conforme o cliente interno do site industrial, seguindo para os processos de vulcanização ou de injeção, como relatado na introdução deste trabalho para a fabricação de retentores e de mangueiras para o seguimento automotivo. No Quadro 7, temos a apresentação dos dados ambientais e os cálculos do FPR.



Figura 24 - Preparação da Borracha em Forma de Tiras

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira Respirável	0,083	4,000	0,02	3	0,03
Poeira Total	0,143	8,000	0,02	10	0,01
Agente Químico	Resultado mg/m <sup>3</sup>	LT NR-15	FPR NR-15	LT ACGIH	FPR ACGIH
Poeira de Processo de Borracha	0,078	NE	NE	6	0,01
Solúveis em Ciclohexano	-	NE	NE	0,6	ND

Quadro 7 - Dados Ambientais Preparação das Formas da Borracha - Trefilas

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

$$FPR_{NR-15} = 0,02 + 0,02 = 0,04$$

$$FPR_{ACGIH} = 0,03 + 0,01 + 0,01 = 0,05$$

### 5.5.8 Resumo dos Fatores de Proteção Requeridos por Processo

Na Tabela 6, apresenta-se o resumo dos Fatores de Proteção Requeridos por Processo, nesta tabela é possível notar que os resultados do  $FPR_{ACGIH}$  são diferentes em relação ao  $FPR_{NR-15}$ , em razão ao que foi apresentado no item 2.4 Limites de Tolerância, pois os Limites de Exposição da ACGIH (ACGIH, 2011) são revistos anualmente, enquanto que os Limites de Tolerância da NR-15 (BRASIL, 1978a) não sofrem revisão desde 1978, quando da sua publicação.

**Tabela 6 - Resumo dos Fatores de Proteção Requeridos por Processo**

Processo	$FPR_{NR-15}$	$FPR_{ACGIH}$
Pesagem Piso Inferior	0,45	0,84
Pesagem Piso Superior	0,59	0,68
Pesagem Viton	0,62	0,91
Pré-Mistura - Banbury	0,32	0,57
Homogeneização - Misturadores Abertos	0,06	0,06
Homogeneização Viton - Misturadores Abertos	0,57	0,98
Preparação das Formas da Borracha - Trefilas	0,04	0,05

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

A especificação dos equipamentos de proteção respiratória para os trabalhadores expostos aos aerodispersóides em seus respectivos processos foi considerada como aplicação os resultados dos  $FPR_{ACGIH}$ , por serem mais seguros em face da prevenção da saúde dos trabalhadores expostos aos aerodispersóides.

Para determinar quais os processos a estarem utilizando os EPR, seguiu-se o Diagrama de Seleção de Respiradores. (TORLONI; VIEIRA, 2003, p. 350-353).

Com os os cálculos dos  $FPR_{ACGIH}$ , temos os seguintes enquadramentos (Tabela 7):

**Tabela 7 - Processos a Utilizarem EPR**

Processo	FPR <sub>ACGIH</sub>	Condição
Pesagem Piso Inferior	0,84	Necessário usar EPR
Pesagem Piso Superior	0,68	Necessário usar EPR
Pesagem Viton	0,91	Necessário usar EPR
Pré-Mistura - <i>Banbury</i>	0,57	Necessário usar EPR
Homogeneização - Misturadores Abertos	0,06	Não é Necessário usar EPR
Homogeneização Viton - Misturadores Abertos	0,98	Necessário usar EPR
Preparação das Formas da Borracha - Trefilas	0,05	Não é Necessário usar EPR

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

## 5.6 SELEÇÃO DO EPR E O FPA

Com base na Tabela 7, foram selecionados e homologados pelo SESMT (Figura 25, Figura 26 e Figura 27), os equipamentos com Fator de Proteção Atribuído FPA = 10, ou seja, utilizando-se corretamente o EPR, pode ser aplicada até 10 vezes o Limite de Tolerância dos Contaminantes. Abaixo na Tabela 8, segue as especificações dos Equipamentos e os respectivos números de CA - Certificado de Aprovação:

**Tabela 8 - EPR Selecionados e Homologados pelo SESMT**

Equipamento	Modelo	Certificado de Aprovação	Fornecedor
Respirador Sem Manutenção Tipo Concha Valvulado	8822	5.657	3M do Brasil LTDA
Respirador Sem Manutenção Tipo Dobrável Valvulado	9322	10.106	3M do Brasil LTDA
Respirador Com Manutenção Tipo Peça Semifacial com Filtro Mecânico (Modelo 2071)	6000	4.115	3M do Brasil LTDA

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)



**Figura 25 - Respirador sem Manutenção - Tipo Concha Valvulado Modelo 8822**

Fonte: Google (2012)



**Figura 26 - Respirador sem Manutenção - Tipo Dobrável Valvulado Modelo 9322**

Fonte: Google (2012)



**Figura 27 - Respirador com Manutenção - Tipo Peça Semifacial Série 6000**

Fonte: Google (2012)

## 5.7 TREINAMENTO AOS USUÁRIOS DE EPR

A realização dos treinamentos aos usuários teve a colaboração do material concedido pelo Corpo Técnico da 3M do Brasil LTDA. O conteúdo desta apresentação é dividido em quatro temas, conforme descrição abaixo:

1. Identificação de Riscos;
2. Compreensão dos Efeitos dos Contaminantes à Saúde;
3. Seleção do EPI Apropriado; e
4. Uso Correto do EPI;

Os treinamentos aos usuários foram ministrados pelo SESMT da empresa (Figura 28, Figura 29 e Figura 30).



**Figura 28 - Treinamento aos Usuários de EPR**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)



**Figura 29 - Apresentando as Doenças Pulmonares**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)



**Figura 30 - Demonstrando a Seleção de um EPR**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

## 5.8 ENSAIO DE VEDAÇÃO DOS USUÁRIOS DE EPR

Após ministrar os treinamentos aos usuários, o SESMT da empresa realizou o Ensaio de Vedação com os EPR selecionados e homologados.

O ensaio de vedação é conhecido também como "*FIT TEST*", que tem como objetivo constatar se um determinado equipamento de proteção respiratória está vedando ou não no rosto do usuário (Figura 31 e Figura 32).

Este ensaio é realizado com a nebulização de soluções (doce ou amarga) dentro de um capuz padronizado, onde o usuário não poderá detectar o gosto da solução aplicada quando estiver realizando os exercícios. Se o usuário não sentir o gosto da solução aplicada (doce ou amarga), significa que o EPR selecionado no *FIT TEST* é o apropriado para o uso em suas atividades na área de trabalho.



**Figura 31 - Usuário realizando Teste de Pressão Positiva e Negativa**

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)



**Figura 32** - Usuário realizando o Ensaio de Vedaçāo “*FIT TEST*”

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

## 5.9 RESULTADOS DOS EXAMES MÉDICOS

Os Exames Médicos são realizados periodicamente pela empresa conforme descrito na NR-7 (BRASIL, 1978b). O último monitoramento foi realizado no período de Setembro a Dezembro de 2011 da seguinte forma:

- Exames de Telerradiografia do Tórax, Espirometria e Laboratoriais foram realizados por empresas especializadas na área.
- Exames Clínicos foram realizados pelo Médico Coordenador da Empresa.

Os resultados dos Exames de Telerradiografia do Tórax, Espirometria e Laboratoriais foram entregues em Janeiro de 2012.

Os Exames Laboratoriais foram realizados em 22 (vinte e dois) trabalhadores que realizam as pesagens das substâncias químicas, sendo monitoradas biologicamente as substâncias da Tabela 9:

**Tabela 9 - Exames Laboratoriais e os seus Determinantes Biológicos**

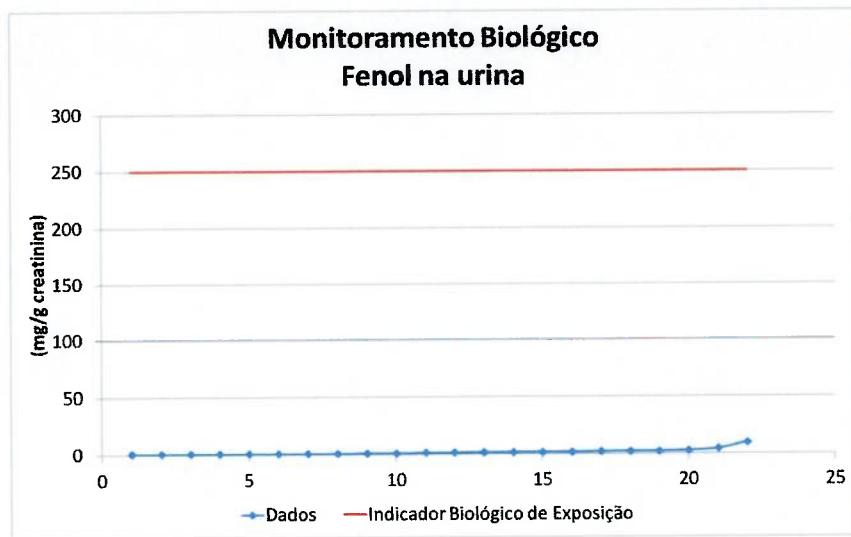
Substância Química	Nº CAS	Determinante	Índice Biológico Máximo Permitido
Chumbo	7439-92-1	Chumbo na urina	100 mcg/g creatinina
Estireno	100-42-5	Ácido Mandélico na urina	0,8 g/g creatinina
Fenol	108-95-2	Fenol na urina	250 mg/g creatinina
Tolueno	108-88-3	Ácido Hipúrico na urina	2,5 g/g creatinina
Xileno	95-47-6	Ácido Metil Hipúrico na urina	1,5 g/g creatinina

**Fonte:** Arquivo pessoal, (2012)

### 5.9.1 Exames Laboratoriais

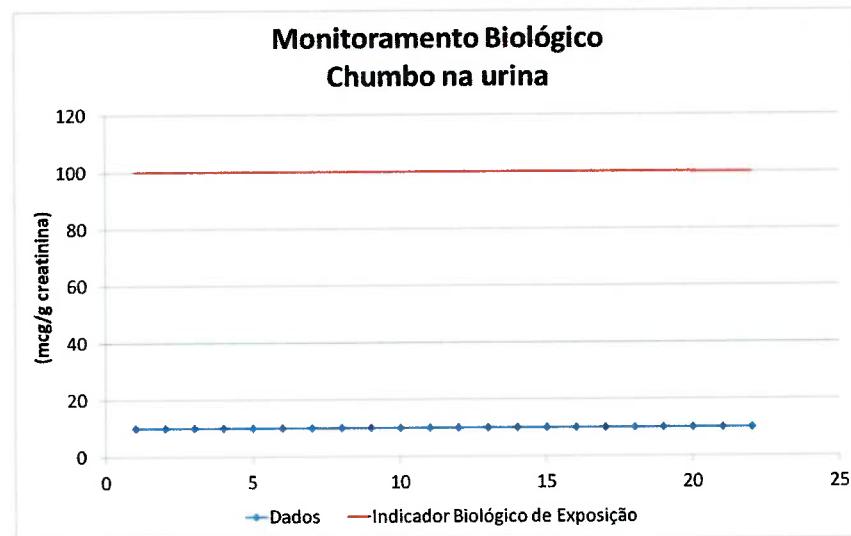
Para as substâncias químicas: Estireno, Tolueno e Xileno não foram detectados a presença dos mesmos nas urinas coletadas dos trabalhadores.

Quanto ao Chumbo e ao Fenol foi detectada a presença destas substâncias nos colaboradores, na Figura 33 e na Figura 34 têm-se a apresentação destes resultados:



**Figura 33 - Resultado do Monitoramento Biológico - Fenol da urina**

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)



**Figura 34 - Resultado do Monitoramento Biológico - Chumbo na urina**

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

Com os dados apresentados nas Figura 33 e Figura 34, verifica-se que os indicadores biológicos dos trabalhadores que realizam a pesagem das substâncias químicas estão muito abaixo dos Índices Biológicos Máximos Permitidos estabelecidos pela NR-7 (1978b).

### 5.9.2 Exames de Telerradiografia do Tórax e de Espirometria

Os Exames de Telerradiografia do Tórax e de Espirometria foram realizados em todos os trabalhadores da área de preparação de borracha, onde participaram 57 (cinquenta e sete) trabalhadores.

Os Exames de Telerradiografia do Tórax não apresentaram resultados anormais (Figura 35). Os exames tiveram a seguinte conclusão da empresa responsável pelos exames: Transparência normal dos campos pleuro pulmonares e seios costo frênicos livres.



**Figura 35 - Usuário realizando Exame de Telerradiografia do Tórax**

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

Os Exames de Espirometria apresentaram 2 (dois) casos, que deram o seguinte resultado: Distúrbio Ventilatório Obstrutivo Leve, que representam 3,5% da população monitorada.

Examinando o histórico clínico destes trabalhadores com o Médico Coordenador do PCMSO, chegou-se ao seguinte resultado: 1 (um) trabalhador possui asma brônquica pré-existente e 1 (um) trabalhador é fumante há muitos anos.

Com os resultados apresentados anteriormente, significa que os trabalhadores possuem algum tipo de reação alérgica aos aerodispersóides podendo desenvolver uma doença ocupacional, desde que os mesmos não usem corretamente os EPR em suas atividades laborais.

Estes trabalhadores realizarão novamente a espirometria antes de iniciar suas atividades em suas áreas de trabalho, para comprovar se a reação alérgica é realmente do ambiente de trabalho.

Se for comprovada a reação alérgica destes colaboradores passarão a realizar exames semestrais, bem como deverão ser remanejados para outro ambiente de trabalho que não tenha exposição aos aerodispersóides.

Positivamente estes trabalhadores não apresentaram o quadro Distúrbio Ventilatório Restritivo, pois nesta condição seria classificado como uma doença ocupacional. Nesta situação já existe o acúmulo de material particulado nos pulmões. Historicamente a empresa ao longo de sua existência não tem relatos e registros de casos correlacionados a pneumoconioses.

Os Exames de Espirometria (Figura 36) foram realizados por Médicos Pneumologistas e utilizaram o aparelho MULTISPIRO (nº Série: 27393) da *CREATIVE BIOMEDICS INTERNATIONAL*.



**Figura 36** - Usuário realizando Exame de Espirometria

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

## 5.10 AVALIANDO O PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

O Programa de Proteção Respiratória da empresa foi avaliado conforme o modelo apresentado no Anexo 13 - Avaliação do PPR (Informativo) da publicação técnica da Fundacentro.

A avaliação do PPR segue um roteiro de perguntas para cada um dos sete requisitos com respostas diretas do tipo sim ou não, sendo atribuídos valores para os mesmos conforme a importância do requisito dentro do programa de proteção respiratória. Ao final de cada requisito tem-se uma pontuação parcial do mesmo, apresenta a seguinte classificação: 1- Inaceitável, 2- Sérias Deficiências, 3- Algumas Deficiências e 4- Aceitável. Analisado todos os sete requisitos é possível avaliar individualmente, bem como de forma global o PPR. Como ponto positivo é possível realizar as adequações nos requisitos que apresentam deficiências e em tempo futuro realizar uma nova análise de todo o PPR, ou seja, o programa tem uma continuidade.

No modelo de avaliação proposto são analisados quantitativamente os requisitos do PPR, abaixo demonstra-se os resultados e discussões de cada um deles (Tabela 10).

**Tabela 10 - Resultado da Avaliação do PPR**

Requisito	Total possível de pontos	Total obtido de pontos	% de atendimento	Avaliação Final
I. Administração do Programa	50	50	100%	Aceitável
II. Informações Básicas para a Seleção dos EPR	55	45	82%	Aceitável
III. Seleção dos Respiradores	95	85	89%	Algumas Deficiências
IV. Treinamento	60	60	100%	Aceitável
V. Ensaios de Vedaçāo	130	130	100%	Aceitável
VI. Inspeção, Limpeza, Higienização, Manutenção e Guarda	45	35	78%	Algumas Deficiências
VII. Avaliação Médica	20	20	100%	Aceitável
<b>Avaliação Global do PPR</b>	<b>445</b>	<b>425</b>	<b>93%</b>	<b>Aceitável</b>

Fonte: Arquivo pessoal, (2012)

Na Tabela 11 temos os critérios de avaliação final do Anexo 13 - Avaliação do PPR (TORLONI, 2002).

**Tabela 11 - Critérios de Avaliação Global do PPR**

<b>Pontos</b>	<b>Avaliação Final</b>
0 a 180	Inaceitável
181 a 275	Séries Deficiências
276 a 365	Algumas Deficiências
365 a 445	Aceitável

**Fonte:** Torloni (2002)

Após análise dos documentos da empresa: PPRA, Laudos Ambientais de Agentes Químicos, PCMSO e o PPR, apresentamos as seguintes discussões:

Requisito I. Administração do Programa: este quesito obteve pontuação máxima, ou seja, 50 pontos sendo considerado aceitável. A empresa ao longo dos anos vem conduzindo o programa conforme as exigências da IN-01 (BRASIL, 1994), bem como em Junho de 2011 o PPR passou por mais uma revisão.

Requisito II. Informações Básicas para a Seleção dos EPR: analisando este requisito com base no PPRA, nos Laudos Ambientais de Agentes Químicos e o no PPR, obteve 45 pontos, segundo o critério de avaliação do Anexo 13 para este requisito estaria enquadrado na faixa de 41 a 55 pontos, sendo considerado aceitável. No entanto dois itens poderiam ser estudados futuramente pelo SESMT em conjunto com a Engenharia de Materiais, que é a determinação do Limite de Odor e as Concentrações IPVS das substâncias químicas, pois a empresa em seu Sistema de Gestão Ambiental possui uma planilha de monitoramento eletrônica (em Microsoft Office Excel) com a relação de todas as substâncias químicas utilizadas em seus processos industriais, bem como FISPQ ou MSDS em formato eletrônico (em Microsoft Office Word ou em Adobe Read), onde poderia estar inserindo duas colunas referentes a estas duas informações importantíssimas para o PPR.

Requisito III. Seleção dos Respiradores: com apoio do PPR este requisito alcançou 85 pontos, sendo classificado com algumas deficiências. Salientamos que um dos dois itens a serem adequados no PPR, trata da vida útil dos filtros químicos, atualmente é conhecido parcialmente nos setores que utilizam vapores orgânicos. A vida útil é determinada pelo software da 3M do Brasil, disponível em seu website.

Para os aerodispersóides está sendo iniciada a coleta dos EPR diretamente dos setores envolvidos no PPR e encaminhados ao fornecedor, onde este estará determinando a vida útil dos respiradores.

Outro item referente à Seleção dos Respiradores seria a determinação do tamanho das partículas de sílica cristalizada em um próximo monitoramento ambiental, sabendo-se que poucas empresas realizam este tipo de prestação de serviços no Brasil.

Requisito IV. Treinamento: como demonstrado no item 5.7 Treinamento aos Usuários de EPR, este requisito atingiu 60 pontos sendo classificado como aceitável.

Requisito V. Ensaios de Vedaçāo: este requisito também atingiu a pontuação máxima conforme o questionário do item do PPR, sendo classificado como aceitável, conforme evidenciado no item 5.8 Ensaio de Vedaçāo dos Usuários de EPR.

Requisito VI. Inspeção, Limpeza, Higienização, Manutenção e Guarda: analisando o PPR constatou-se que foram atingidos 35 pontos, estando enquadrado na faixa de 31 a 40 pontos, sendo classificado com algumas deficiências. Analisando o documento base do PPR da empresa evidenciou-se que não existe um check-list (questionário padronizado) e registro das inspeções.

Requisito VII. Avaliação Médica: este requisito obteve 20 pontos, sendo classificado como aceitável, conforme evidenciado no item 5.9 Resultados dos Exames Médicos.

Avaliação Global: O Programa de Proteção Respiratória da empresa obteve 425 pontos de um total de 445 possíveis, sendo classificado como aceitável, obtendo 93% de atendimento ao modelo proposto no Anexo 13 (TORLONI, 2002).

Vale ressaltar os pontos observados nos requisitos II, III e VI a serem adequados pela empresa, estarão trazendo a melhoria continua do programa podendo atingir a pontuação máxima, bem como garantir a preservação da saúde ocupacional de seus trabalhadores.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos na Avaliação Global do PPR, e as evidências apresentadas no item 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES, a empresa objeto deste estudo apresentou 93% de atendimento ao modelo proposto pelo Anexo 13 - Avaliação do PPR (Informativo) da publicação técnica da Fundacentro - Programa de Proteção Respiratória – Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores (TORLONI, 2002). Esta pontuação classifica o Programa de Proteção Respiratória como aceitável.

Diante dos fatos, conclui-se que as Medidas de Controles e os Programas de Higiene Ocupacional (PPRA, PCMSO, PPR, PCA entre outros), que estão sendo aplicados nas tarefas executadas pelos GHE, são ferramentas primordiais para prevenir a ocorrência de doenças ocupacionais, no entanto torna-se necessário monitorar periodicamente os ambientes de trabalho e os trabalhadores que neles atuam, para garantir o atendimento deste e de outros programas de higiene ocupacional.

### 6.1 SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS

Recomenda-se que seja verificada a eficiência dos sistemas de exaustão dos equipamentos que realizam a captação dos agentes químicos, para verificar se as condições atuais de operação estão como foram projetadas.

A validade dos Certificados de Aprovação dos equipamentos de proteção respiratória deverá ser verificada periodicamente, devendo-se montar uma pasta contendo todos os Certificados de Aprovação e Relatórios de Ensaio emitido por entidades idôneas.

Aconselha-se que sejam realizadas as adequações apontadas nos Requisitos II, III e VI do item 5.10 Avaliando o Programa de Proteção Respiratória, visando melhorar o desempenho do PPR, e consequentemente resguardar a saúde ocupacional dos trabalhadores expostos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3M DO BRASIL LTDA. **Saúde Ocupacional (E.P.I).** Disponível em: [http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt\\_BR/SaudeOcupacional/Home/](http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/SaudeOcupacional/Home/). Acesso em: 16 jan. 2012.

3M DO BRASIL LTDA. **Vida Útil dos Cartuchos Químicos 3M.** Disponível em: <http://www3.3m.com/csrv/>. Acesso em: 25 jan. 2012.

ACGIH - AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. **TLVs® e BEIs®: Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs®).** São Paulo : ABHO (tradução), 2009. 287 p.

ACGIH - AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. **TLVs® e BEIs®: Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs®).** São Paulo : ABHO (tradução), 2011. 272 p.

ALI, S. A. **Dermatoses Ocupacionais.** 2. ed. São Paulo: Fundacentro, 2010. p. 102-120.

BELLUSCI, S. M. **Doenças Profissionais ou do Trabalho.** 4. ed. São Paulo: SENAC, 2002. 99 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Instrução Normativa nº 1.** 1994. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/1994-6.htm>. Acesso em: 10 set. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-15 Atividades e Operações Insalubres.** 1978a. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>. Acesso em: 08 jan. 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-7 Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.** 1978b. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>. Acesso em: 12 jan. 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-6 Equipamento de Proteção Individual - EPI.** 1978c. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>. Acesso em: 23 jan. 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-4 Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho.** 1978d. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>. Acesso em: 24 jan. 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-5 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.** 1978e. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>>. Acesso em: 24 jan. 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-9 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** 1978f. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>>. Acesso em: 24 jan. 2012.

BREVIGLIERO, E.; POSSEBON, J.; SPINELLI, R. **Higiene Ocupacional: Agentes Biológicos, Químicos e Físicos.** 3. ed. São Paulo: SENAC, 2006. 448 p.

BUSSACOS, M. A. **Estatística Aplicada à Saúde Ocupacional.** São Paulo: Fundacentro, 1997. 103 p.

CAS - Chemical Abstracts Service. **Material Safety Data Sheet.** Disponível em: <<http://www.cas.org>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

CHEM BLINK. **Material Safety Data Sheet.** Disponível em: <<http://www.chemblink.com>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

CHEMCAS. **Material Safety Data Sheet.** Disponível em: <<http://www.chemcas.org>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

CHEMICAL BOOK. **Material Safety Data Sheet.** Disponível em: <<http://www.chemicalbook.com>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

COPÉ. **Fabricante de Máquinas para o Processamento de Borracha.** Disponível em: <<http://www.cope.ind.br/index2.html>>. Acesso em: 05 set. 2011.

ESTON, S. M.; FANTAZZINI, M. L. **Higiene do Trabalho - Parte A.** São Paulo: EPUSP, 2010. 163 p. Apostila para disciplina de pós graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PECE, eST-103A Higiene do Trabalho - Parte A.

FANTAZZINI, M. L. **Curso Básico sobre Estratégia de Amostragem de Agentes Ambientais.** São Paulo: ABHO, 2004. 39 p.

FERNANDES, R. P. (2005). **Problemas Respiratórios (Materiais Particulados).** São Paulo: 3M do Brasil Ltda, 2005, 4 p.

GOELZER, B. I. **Substituição como Medida de Prevenção e Controle de Riscos Ocupacionais.** São Paulo: ABHO, 2001. 20 p.

GOOGLE. **Imagens Equipamentos de Proteção Respiratória.** Disponível em: <<http://www.google.com.br/imghp?hl=pt-BR&tab=wi>>. Acesso em: 20 jan. 2012.

ICHEMBOX. **Material Safety Data Sheet.** Disponível em: <<http://cas.ichembox.com/cas/>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

MASSACANI, C; MENDES, R. **3M Saúde Ocupacional – Dúvidas Freqüentes – Disque Segurança.** Brasil : 3M, 2010. 40 p.

NATIONAL LIBRALY OF MEDICINE. **Hazardous Substances Data Bank.** Disponível em: <<http://toxnet.nlm.nih.gov>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

NETTO, A. L. **Grupos Homogêneos de Exposição.** Disponível em: <[http://sobes.org.br/site/wp-content/uploads/2009/08/grupos\\_homogeneos.pdf](http://sobes.org.br/site/wp-content/uploads/2009/08/grupos_homogeneos.pdf)> acesso em 22 de nov. 2011.

OXFORD LABORATORY. **Material Safety Data Sheet.** Disponível em: <<http://www.oxfordlabchem.com>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

SALIBA, T. M.; CORRÊA, M. A.; AMARAL, L. S. **Higiene do Trabalho e Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA).** 3. ed. São Paulo: LTr, 2002. 262 p.

SANTOS, A. M. A. **O Tamanho das Partículas de Poeira Suspensas no Ar dos Ambientes de Trabalho.** São Paulo: Fundacentro, 2001. 96 p.

SARDINHA, J. C. G. **Programa de Proteção Respiratória (PPR) em um Setor de Pintura Líquida de uma Empresa Metalurgica.** 2007. 70 p. Monografia (Pós-graduação de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PECE. São Paulo. 2007.

SOVEREIGN CHEMICAL COMPANY. **Material Safety Data Sheet.** Disponível em: <<http://www.sovchem.net>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

TORLONI, M. (Coord); **Programa de Proteção Respiratória – Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores.** 3. ed. São Paulo: Fundacentro, 2002. 127 p.

TORLONI, M.; VIEIRA, A. V. **Manual de Proteção Respiratória.** São Paulo: ABHO, 2003. 520 p.

VENDRAME, A. C. **Agentes Químicos: Reconhecimento, Avaliação e Controle na Higiene Ocupacional.** São Paulo: do Autor, 2007. 197 p.

VIEIRA, A. V. **Avaliação do Programa de Proteção Respiratória em uma Mina Subterrânea de Ouro.** 2004. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

VIEIRA, C. C. **Guia de Proteção Respiratória Industrial.** São Paulo: All Print, 2006. 142 p.

WIKIPÉDIA A Encyclopédia Livre. **Acreditação.** Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Acredita%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 08 abr. 2012.