

JOÃO CAMILO GOMEZ SARDINHA

**PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA (PPR)
EM UM SETOR DE PINTURA LÍQUIDA DE UMA
EMPRESA METALÚRGICA.**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de pós-graduação
em Engenharia de Segurança do
Trabalho.

São Paulo
2007

À minha esposa Fátima, pelo apoio e incentivo constante para enfrentar novos desafios, com quem compartilho mais esta conquista.

Às minhas filhas Camila e Lígia, pela alegria e orgulho que proporcionam em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Aos Diretores *JEFERSON DELPOIO*, *PEDRO GHIRALDINI PINHA* e *EDUARDO VICENTE SILVA SALGADO*, que permitiram que este trabalho fosse desenvolvido nas dependências de sua empresa.

Ao Gerente de Produção *FÁBIO PEREIRA DE ÁVILA FILHO* e à Chefe de Recursos Humanos *FÁTIMA D'ALMEIDA ROCHA*, por todo o apoio recebido, tanto pessoalmente como disponibilizando o pessoal sob sua responsabilidade.

Ao Técnico de Segurança do Trabalho *MÁRCIO FERREIRA DE SOUSA* e ao Químico *PAULO ANSELMO DUARTE*, cuja colaboração foi de fundamental importância para a realização deste trabalho.

Ao Professor *ANTÔNIO VLADIMIR VIEIRA*, pela prontidão em esclarecer as dúvidas que surgiram e indicar fontes para a revisão bibliográfica.

Aos Instrutores Multimídia à Distância (IMAD) do PECE, em especial a *ALESSANDRA CRISTINA MOUTINHO* e *MICHIEL WICHERS SCHRAGE*, por todas as orientações e "dicas" para o desenvolvimento desta monografia.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivos avaliar o Programa de Proteção Respiratória (PPR), o processo de pintura líquida de uma empresa metalúrgica e as adaptações realizadas no questionário de avaliação do PPR proposto pela Fundacentro. O estudo compreende as etapas de: análise do processo de pintura, levantamento dos efeitos nocivos das principais substâncias químicas envolvidas, avaliação do grau de atendimento aos requisitos do PPR e recomendações para adequação. O processo atual utiliza tintas a base de solventes orgânicos. As áreas mais críticas em relação às instalações são a área de lixamento de peças, sem nenhum sistema de ventilação, e a cabine de pintura, onde foram realizadas alterações pela empresa em relação ao seu projeto original, além da falta de limpeza periódica. A avaliação geral do PPR foi de 44,3%, representando a classificação de "sérias deficiências". Conclui-se que: o PPR da empresa encontra-se em fase inicial de implementação; o uso de tintas a base de solventes orgânicos apresenta um grande risco à saúde dos trabalhadores, recomendando-se a substituição por tintas a base d'água; as instalações necessitam de melhorias, em especial na área de lixamento de peças e na cabine de pintura; com relação às adaptações realizadas no questionário foi obtido um resultado satisfatório, recomendando-se a sua validação e melhoria por outras empresas.

ABSTRACT

The current study had as objectives evaluate the Respiratory Protection Program (RPP) and the liquid painting process of a metallurgical company, and to evaluate the adaptations in the RPP evaluation questionnaire, proposed by Fundacentro. The study followed the steps: analysis of the painting process, research of harmful effects of main used chemicals, valuation of the RPP requirements meeting degree and recommendations for adequacy. Actual process uses organic solvent based paints. The more critical areas respect facilities are polishing area, with no ventilation system, and the painting cabin, where changes were made by company in the original project, besides nonattendance of periodical cleaning. The RPP general valuation was 44.3%, classified as "serious deficiencies". Conclusions: the RPP is in an initial phase of implementation; the use of organic solvent based paints represents a great risk to workers' health, it's recommended the substitution by water based paints; facilities need improvements, specially in the polishing area and painting cabin; respect the adaptations in the questionnaire, satisfactory result was obtained, it's recommended its validation and improvement by others companies.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	5
1.1.1 Objetivo Geral	5
1.1.2 Objetivos Específicos	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 Efeitos Nocivos à Saúde dos Principais Agentes Químicos Presentes no Processo de Pintura	6
2.1.1 Acetato de n-Butila	6
2.1.2 Álcool Propílico	7
2.1.3 Estireno	9
2.1.4 Nafta de Petróleo	11
2.1.5 n-Hexano	12
2.1.6 Xileno	15
2.2 O Programa de Proteção Respiratória da Fundacentro	19
3. METODOLOGIA	23
3.1 Análise Inicial do Processo de Pintura	23
3.2 Revisão Bibliográfica	23
3.3 Avaliação do Grau de Atendimento aos Requisitos do PPR	24
3.4 Elaboração de Recomendações para a Adequação	25
4. APRESENTAÇÃO DO CASO	26
4.1 A Empresa Estudada	26
5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	27
5.1 O Processo de Pintura	27
5.2 A Avaliação do Grau de Atendimento ao PPR	37

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	42
6.1 Análise do Processo Atual	42
6.2 A Sistemática de Avaliação do PPR	52
6.3 Atendimento aos Requisitos do PPR	53
7. CONCLUSÕES	60
ANEXOS	62
Anexo A - Questionário Adaptado para Avaliação do Grau de Atendimento aos Requisitos do PPR.....	62
LISTA DE REFERÊNCIAS	66

APÊNDICES

Apêndice I - Questionário para Usuários de Respiradores - Parte II:
Proteção Respiratória.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema dos principais efeitos nocivos à saúde causados pela exposição a Acetato de n-Butila, Álcool Propílico, Estireno, Nafta de Petróleo, n-Hexano e Xileno	19
Figura 2 -	Fotografia da cabine de lavagem.....	27
Figura 3 -	Fotografia do tanque de desengraxante	28
Figura 4 -	Fotografia da área de preparação das peças, onde ocorre a atividade de lixamento	28
Figura 5 -	Fluxograma das etapas do processo de pintura líquida.....	29
Figura 6 -	Fotografia da cabine de pintura da empresa estudada.....	30
Figura 7 -	Fotografia da aplicação de tinta em posição ascendente, com formação da névoa de tinta acima da cabeça do pintor.....	31
Figura 8 -	Fotografia da parede ao lado da entrada da cabine de pintura, apresentando camada de tinta proveniente da cabine	32
Figura 9 -	Fotografia de respirador e outros EPI's guardados de modo inadequado no Setor de Pintura, expostos a contaminantes.....	40
Figura 10 -	Fotografia da cabine de pintura com suas dimensões.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela I -	Relação de produtos utilizados em cada etapa do processo de pintura líquida e respectivos fabricantes.....	34
Tabela II -	Relação de substâncias perigosas presentes nos produtos utilizados no processo de pintura líquida, de acordo com as informações contidas em suas FISPQ's	35
Tabela III -	Limites de Tolerância (LT / NR-15), Indicadores Biológicos (Ind. Biol. / NR-7), Limites de Exposição - Média Ponderada pelo Tempo (TLV-TWA / ACGIH), Limites de Exposição - Exposição de Curta Duração (TLV-STEL / ACGIH), Notações e Índices Biológicos de Exposição (BEI / ACGIH) para as substâncias perigosas presentes nos produtos utilizados no processo de pintura líquida	36
Tabela IV -	Resumo dos Resultados da Avaliação do PPR	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
BEI	Biological Exposure Indice
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
DRT	Delegacia Regional do Trabalho
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPR	Equipamento de Proteção Respiratória
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IPVS	Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde
ISO	International Organization for Standardization
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NR	Norma Regulamentadora
OHSAS	Occupational Health and Safety Administration System
PCA	Programa de Conservação Auditiva
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PH	Potencial Hidrogeniônico
PPR	Programa de Proteção Respiratória
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
TLV	Threshold Limit Value
TLV-STEL	Threshold Limit Value - Short Time Exposure Limit
TLV-TWA	Threshold Limit Value - Time Weighted Average

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, principalmente a partir da segunda metade do Século XX, a humanidade vem passando por um ritmo de desenvolvimento tecnológico jamais visto até então em sua história e abrangendo quase todas as áreas do conhecimento humano. A cada dia novas tecnologias são descobertas e uma diversidade de produtos lançados no mercado.

O desenvolvimento traz grandes benefícios para a sociedade como um todo, como a maior facilidade de comunicação e transporte, o tratamento e a cura de várias doenças, a maior produção de alimentos e o desenvolvimento de equipamentos mais seguros, apenas para dar alguns exemplos, contribuindo de modo significativo para a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Por outro lado, o rápido surgimento de novos produtos e tecnologias também faz com que se criem novos riscos à saúde e à segurança das pessoas, sem que o seu pleno conhecimento acompanhe essa mesma velocidade.

Dentro desses novos desenvolvimentos, encontra-se uma enorme diversidade de produtos químicos. Estima-se que o número total de substâncias químicas conhecidas esteja entre 600.000 e 750.000, e que dentre estas, de 50.000 a 85.000 sejam utilizadas comercialmente, para as mais variadas aplicações. Além disso, a cada ano são disponibilizados no mercado de 1.000 a 3.000 novos produtos químicos (AZEVEDO, 2004; SANT'ANA, 2005). Em 1930 a produção mundial de substâncias químicas era cerca de 1 milhão de toneladas por ano, sendo que em 2000 esta produção já alcançava 400 milhões de toneladas (CCE, 2001 apud AZEVEDO, 2004).

O conhecimento dos riscos à saúde associados a esses produtos ainda é bastante limitado. Estima-se que apenas 7.000 substâncias possuam os seus riscos conhecidos, mesmo que apenas parcialmente (AZEVEDO, 2004). No Brasil, um levantamento realizado com 461 produtos químicos utilizados em larga escala em 2001, concluiu que apenas 3,9% desses

produtos possuíam disponíveis todas as informações necessárias para uma completa avaliação de risco, outros possuíam informações parciais e 2,6% não possuíam qualquer tipo de informação disponível (SANCHEZ, 2002). Em 2005 esse quadro teve uma pequena melhora, passando a ter 11,9% dos produtos com todas as informações disponíveis (SANCHEZ; NASCIMENTO, 2005). Esse percentual ainda é muito pequeno quando se trata de preservar a saúde das pessoas. Considerando-se que a análise foi feita com base em produtos utilizados em larga escala, podemos ainda ter uma situação muito pior com relação aos demais produtos de uso mais restrito, mas nem por isso menos perigosos à saúde humana.

Se esse crescente uso de novos produtos químicos coloca em risco a saúde e a segurança das pessoas em geral, mais acentuado é o problema em termos de saúde ocupacional, já que a exposição a esses produtos costuma ser muito mais severa dentro dos ambientes de trabalho, principalmente nos processos industriais.

Os efeitos das substâncias químicas no homem são os mais variados e muitas vezes dependentes de diversos fatores, como níveis e tempo de exposição, forma de contato com o organismo, fatores genéticos, interação com outras substâncias, entre outros. Dentre esses efeitos, podemos relacionar irritações, náuseas, vômitos, cefaléias, queimaduras, erosão dentária, alergias, eczemas, asfixia, perda de audição, ulcerações e distúrbios funcionais, podendo atingir vários órgãos como pele, olhos, vias respiratórias superiores, pulmões, fígado, rins, coração, sistema nervoso central, etc. Os efeitos podem incluir ainda o câncer e as mutações genéticas (TORLONI; VIEIRA, 2003; MARTINS, I; MARTINS, D; DELLA ROSA, 2006).

Neste contexto, os processos de pintura industrial se destacam, seja pela diversidade de produtos químicos diferentes utilizados, seja pela agressividade desses produtos ao ser humano. Neste tipo de pintura, ressaltamos dois grupos de substâncias químicas: os solventes orgânicos e os metais pesados. Os solventes orgânicos são utilizados em grandes proporções como base para as tintas e nos produtos auxiliares (diluente,

desoxidantes, etc.). Os metais pesados, em particular o cromo e o chumbo, embora utilizados em quantidades menores como pigmentos nas tintas, são altamente tóxicos para o ser humano. Desde antes da era cristã, os médicos egípcios, gregos, árabes e romanos já conheciam as cólicas que afligiam os pintores. Tais cólicas, que também afligiam o pintor Michelangelo durante a pintura da Capela Sistina, provavelmente eram ocasionadas por intoxicações pelo chumbo (MARTINS, I; MARTINS, D; DELLA ROSA, 2006).

No Brasil desde o início da década de 90 os fabricantes de tintas tendem a substituir o chumbo como pigmento das tintas (FREITAS, 2007), assim como os demais metais pesados estão sendo cada vez menos utilizados.

Já com relação aos solventes orgânicos, os fabricantes de tintas também têm demonstrado uma tendência de desenvolver produtos menos agressivos à saúde e ao meio ambiente. Vários já apresentam opções de tintas industriais a base d'água, obtendo desempenhos similares ou apenas ligeiramente inferiores ao das tintas a base de solventes (ALMEIDA, 2003). O uso de tintas a base d'água e isentas de metais pesados têm aumentado nos mais diversos segmentos industriais. Atualmente já temos o uso até em automóveis, obtendo-se resultados de redução de 75% de emissão de solventes orgânicos na atmosfera durante o processo (DAIMLER-CHRYSLER, 2005).

Os efeitos que os produtos químicos causam sobre a saúde das pessoas e em especial a dos trabalhadores que ficam expostos a esses produtos em seus ambientes de trabalho, geram preocupação em relação à forma de proteger adequadamente esses trabalhadores, que vem evoluindo ao longo da história, à medida em que avançam os conhecimentos sobre o assunto.

Torloni e Vieira (2003) descrevem essa evolução desde Plínio, o Velho, que viveu entre os anos 23 e 79 depois de Cristo, e que relatou o uso de capuz de bexiga animal por trabalhadores de minas. Proteção semelhante também foi descrita por Julius Pollox, que viveu entre os anos de 124 e 192. Neste caso, o protetor recebeu um filtro de pano para conter a poeira da

minas. Leonardo da Vinci (1452-1519) recomendava para proteção contra agentes químicos o uso de um pano molhado sobre as vias respiratórias. Bernardino Ramazzini (1633-1714) fez críticas à proteção respiratória dos trabalhadores de minas, dos que manipulavam tabaco, cereais em grãos e dos que cortavam pedras.

Entre 1800 e 1830, os mineiros utilizam canários para detectar gases tóxicos dentro das minas (SANT'ANA, 2005). Com a Revolução Industrial começaram a ser desenvolvidos respiradores mais sofisticados. As primeiras máscaras autônomas conhecidas datam de 1840. Em 1854, com a descoberta da capacidade do carvão ativo de reter vapores orgânicos e gases, houve um desenvolvimento significativo nos filtros para respiradores. Outro grande impulso na proteção respiratória ocorreu com o desenvolvimento de máscaras de uso militar, tanto durante a Primeira como na Segunda Guerra Mundial (TORLONI; VIEIRA, 2003).

Porém, nem todos os respiradores utilizados possuíam a eficácia necessária e nem haviam métodos adequados para a realização de ensaios de desempenho. No início da década de 80, os filtros para respiradores produzidos por indústrias nacionais não atendiam às especificações mínimas estabelecidas em normas internacionais (TORLONI, 1985). Desde então, diversas normas foram desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e foi instituído na Norma Regulamentadora NR-6 a obrigatoriedade do Certificado de Aprovação para os equipamentos de proteção individual comercializados no país (TORLONI; VIEIRA, 2003).

Entretanto, para que um respirador possa ser realmente efetivo para evitar ou reduzir a exposição dos trabalhadores aos agentes químicos, é necessário que o seu uso seja acompanhado de um conjunto de medidas práticas e administrativas. Caso contrário pode-se correr o risco da proteção à saúde dos trabalhadores ser apenas aparente (TORLONI; VIEIRA, 2003). Em função disso, em 1994 o Ministério do Trabalho instituiu a Instrução Normativa N° 1 (BRASIL, 1994), estabelecendo a obrigatoriedade para todas as empresas que utilizem equipamentos de proteção respiratória de implementarem um Programa de Proteção Respiratória, tendo como base os

requisitos da publicação de mesmo nome editada pela Fundacentro. Em 1995 essa publicação teve a sua segunda edição e a terceira ocorreu em 2002, permanecendo válida até o momento (TORLONI, 2002).

Em vista do crescente uso de produtos químicos nos processos industriais, dos riscos à saúde nos casos de exposições inadequadas e da crença ainda existente em grande parte das empresas nacionais de que a simples entrega de EPI's aos trabalhadores seja suficiente para garantir a proteção da sua saúde, torna-se de suma importância o tema proteção respiratória, motivo pelo qual este estudo foi desenvolvido.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o grau de atendimento aos requisitos do Programa de Proteção Respiratória (PPR) no setor de pintura líquida de uma empresa metalúrgica e recomendar ações para a adequação a esses requisitos.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Avaliar o processo de pintura utilizado e as suas instalações e recomendar ações visando a melhoria das condições do ambiente de trabalho e a redução dos riscos à saúde dos funcionários.
2. Avaliar a adaptação proposta para o questionário de avaliação do PPR em relação à sua forma de pontuação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Efeitos Nocivos à Saúde dos Principais Agentes Químicos Presentes no Processo de Pintura

A seguir são apresentadas as principais características e os principais efeitos adversos à saúde decorrentes da exposição às substâncias químicas mais significativas na composição dos produtos utilizados no processo de pintura líquida da empresa estudada. Informações referentes aos limites de exposição e indicadores de monitoramento biológico para estas substâncias podem ser verificadas na Tabela III (Capítulo 5 - Apresentação dos Resultados).

2.1.1 Acetato de n-Butila

Características gerais:

Com fórmula química $C_6H_{12}O_2$, é um líquido aquoso, sem coloração, com odor de fruta agradável, que flutua na água e produz vapores irritantes e inflamáveis. Também pode ser denominado como Éster Butílico do Ácido Acético, Acetato de Butila ou Etanoato de Butila (CETESB, 2007).

Principais aplicações:

Usado como solvente na produção de lacas, esmaltes, soluções de piroxilina e perfumes, ou solvente de resinas sintéticas e gomas naturais. Utilizado também como agente desidratante (CETESB, 2007).

Efeitos adversos à saúde:

Segundo o NIOSH (2005) as principais vias de exposição são por inalação, ingestão e contato com a pele e/ou com os olhos. Os sintomas da contaminação incluem irritação nos olhos, pele e sistema respiratório superior; dores de cabeça, sonolência e narcose. Os órgãos alvo deste contaminante são os olhos, a pele, o sistema respiratório e o sistema nervoso central.

Em 1933, Flury e Wirth realizaram um estudo em gatos expostos a diferentes concentrações e tempos de exposição ao acetato de n-butila,

sendo observados efeitos narcóticos, irritação da passagem respiratória, alterações na morfologia de células do sangue, irritação nos olhos e aumento de salivação (FLURY; WIRTH, 1933 apud NIOSH, 2007).

Em concentrações a partir de 200 ppm de acetato de n-butila, voluntários humanos apresentaram irritação na garganta, aumentando e tornando-se severas a concentrações de 300 ppm (NIOSH, 2007).

Jovanovic et al. (2004) avaliaram 120 trabalhadores de indústrias de tintas e vernizes expostos a tolueno, acetato de n-butila e xileno, e os compararam com 110 trabalhadores que nunca tinham sido expostos a estes contaminantes. Os autores verificaram que a velocidade de condução sensitiva e motora, assim como a latência terminal dos nervos anteriores tibiais e radiais, apresentaram significativa alteração nos trabalhadores expostos.

2.1.2 Álcool Propílico

Características gerais:

Sua fórmula química é C_3H_8O , sendo um líquido em estado normal, incolor e com odor característico de álcool. Mistura-se com a água e produz vapores irritantes e inflamáveis. Possui os sinônimos Etilcarbinol e 1-Propanol (CETESB, 2007).

Principais aplicações:

Possui uma vasta aplicação, incluindo as sínteses orgânicas; solvente de ceras, óleos vegetais e resinas naturais ou sintéticas; produção de fluidos de freio e uso como antisséptico (CETESB, 2007).

Efeitos adversos à saúde:

A exposição a este agente ocorre por meio de inalação, absorção pela pele, ingestão e contato com os olhos e/ou com a pele. Seus principais órgãos alvo são os olhos, pele, sistema respiratório, trato gastrointestinal e sistema nervoso central. Quando sob efeito deste contaminante, o indivíduo pode apresentar os seguintes sintomas: irritação nos olhos, nariz e garganta; pele com rachaduras secas; sonolência, dores de cabeça, ataxia, dor gastrointestinal, cólicas abdominais, náusea, vômitos e diarreia

(NIOSH, 2005). Oga (1996) descreve narcose suave entre os efeitos prejudiciais do álcool propílico em humanos, também verificado em animais (NIOSH, 2005).

Este contaminante apresenta um perigo potencial para o sistema nervoso central em altos níveis de exposição. Estudos têm demonstrado a sua capacidade de gerar efeitos severos em roedores quando em altas doses, tanto na atividade motora quanto nas doenças renais. Em humanos, os estudos têm demonstrado efeitos narcóticos significativos após exposições a altos níveis por longos períodos de tempo (KAPP et al., 1996).

Estudando ratos e camundongos, Burleigh-Flayer et al. (1997) verificaram diferentes efeitos a exposições em diversas concentrações, a partir de 500 ppm. Estes efeitos incluíam sinais de narcose, aumento da mortalidade e decréscimo do tempo de vida médio. Alterações na composição química da urina indicativa de função renal prejudicada também foram observadas, além do aumento do peso absoluto e relativo do fígado e dos rins. Várias lesões em órgãos foram verificadas, sendo as mais significativas observadas nos rins e associadas a doença renal crônica. As lesões mais freqüentes incluem mineralização, dilatação tubular, nefrite intersticial, fibrose intersticial e hiperplasia. A doença renal crônica foi a principal causa de morte dos ratos expostos a 5.000 ppm e também associada a várias mortes dos ratos com exposição a 2.500 ppm.

Exposições a misturas de solventes (n-hexano, tolueno, benzeno e álcool isopropílico) foram associadas a maiores incidências de casos de problemas neurovegetativos, olfato reduzido ou anormal, perda de memória e sintomas de irritação da membrana mucosa (YU et al., 2004).

A ACGIH indica que este agente seja carcinogênico (que pode causar câncer) para animais, porém inclui em suas alterações pretendidas para 2006 a reclassificação como não havendo dados suficientes para confirmar a sua carcinogenicidade em humanos (ACGIH, 2006).

2.1.3 Estireno

Características gerais:

Possui fórmula química C_8H_8 . Sua aparência é de líquido aquoso, de incolor a amarelo claro, com odor doce agradável, que flutua na água, é inflamável e produz vapores irritantes. Pode ser denominado também como Estirol, Vinilbenzeno ou Feniletileno (CETESB, 2007).

Principais aplicações:

É usado na composição de plásticos, borrachas sintéticas e isolantes (CETESB, 2007).

Efeitos adversos à saúde:

Este contaminante causa efeitos nos olhos, pele, sistema respiratório, sistema nervoso central, fígado e sistema reprodutor, tendo como principais meios de contaminação a inalação, a absorção pela pele, a ingestão e o contato com a pele e/ou com os olhos. Os sintomas mais comuns de contaminação são a irritação nos olhos, pele e sistema respiratório; dores de cabeça, cansaço (fraqueza, exaustão), desmaios, confusão, mal-estar (sentimento vago ou desconforto), sonolência, andar trôpego; narcose; dermatites; possível lesão no fígado e em órgãos do sistema reprodutivo (NIOSH, 2005).

Com relação ao sistema nervoso central, em um estudo envolvendo 128 trabalhadores expostos ao estireno e avaliados em relação a instabilidade emocional após a exposição, uma vez que este tem sido um primeiro sintoma de distúrbios mais severos de exposições crônicas. Os resultados demonstraram uma significativa relação entre a exposição ao estireno e alterações em aspectos como tensão e ansiedade, raiva e hostilidade, fadiga e inércia, e confusão e desordem, assim como angústia psicológica (SASSINE et al., 1996).

Entre os efeitos carcinogênicos em humanos relatados na literatura em relação a exposições ao estireno, encontram-se o mieloma múltiplo, linfossarcoma e todos os linfomas (MATANOSKI et al., 1997). Ruder et al. (2004) verificando a causa morte de 5.204 trabalhadores que tiveram exposição ao estireno entre 1959 e 1978, concluíram que haviam indícios de

uma maior incidência de mortes por câncer no trato urinário e doenças respiratórias, no entanto, sem que os dados obtidos pudessem ser conclusivos, sugerindo a necessidade de maiores estudos para confirmar a sua relação com a exposição ao contaminante. A ACGIH descreve que suspeita-se que este agente possa ser carcinogênico para humanos, "porém os dados existentes são insuficientes para afirmar isso de forma conclusiva" (ACGIH, 2006, p. 84).

Mutti et al. (1999) avaliaram a exposição ao estireno em ratos e confirmaram as suspeitas epidemiológicas de que este agente químico é capaz de produzir doenças renais, como a proteinúria e albuminúria.

O coração é outro órgão potencialmente afetado por exposições ao estireno. Matanoski e Tao (2002) analisaram registros referentes a 6.587 homens empregados em empresas fabricantes de polímeros de estireno e butadieno usados em borrachas sintéticas. Foi verificado um significativo aumento no risco de mortalidade por doença cardíaca isquêmica aguda nos indivíduos expostos em comparação com os dados da população geral americana. Um ano depois os mesmos autores avaliaram 498 casos de morte pela mesma doença, confirmando a mesma relação com a exposição ao estireno (MATANOSKI; TAO, 2003). Entretanto, Delzell et al. (2005), analisando dados de 16.579 trabalhadores de indústrias de borrachas sintéticas, obtiveram como resultado uma relação imprecisa e de fraca associação entre esta doença e a exposição ao estireno, não confirmando o seunexo causal.

O estireno também é um importante agente ototóxico (tóxico para o aparelho auditivo), podendo causar perda de audição em ratos quando associado a certos níveis de ruído ou mesmo na ausência deste. Sua ototoxicidade é superior à do tolueno e comparada à do xileno (AZEVEDO, 2004). Em humanos, os estudos indicam perda da audição em frequências entre 2 e 4 KHz e em frequências entre 6 e 8 KHz, sendo que a exposição associada ao estireno e ao ruído demonstrou ser mais danosa que a exposição apenas ao ruído (SLIWINSKA-KAWALSKA et al., 2001, 2003 apud AZEVEDO, 2004). É importante também ressaltar a possível

progressão dos efeitos ototóxicos do estireno mesmo após cessada a exposição (MORATA; CAMPO, 2002 apud AZEVEDO, 2004).

Na pele, os vapores do estireno podem causar danos mesmo a concentrações dentro dos valores estabelecidos nos TLV-TWA da ACGIH, além de estresse oxidativo decorrente do decréscimo das atividades de enzimas antioxidantes (COSTA et al., 2006).

2.1.4 Nafta de Petróleo

Características gerais:

É uma mistura de hidrocarbonetos, não possuindo fórmula química única. Líquido aquoso sem coloração, possui odor de gasolina e flutua na água, produzindo vapores inflamáveis e irritantes. Seus sinônimos podem ser Solvente de Petróleo, Nafta Leve e *Painter's Naphtha* (CETESB, 2007).

Principais aplicações:

É usado como solvente para dissolver ou amolecer borrachas, óleos e graxas. Entra na composição de tintas betuminosas, vernizes e plásticos. Sua fração menos inflamável é usada em processos de limpeza a seco (CETESB, 2007).

Efeitos adversos à saúde:

O NIOSH (2005) descreve como principais vias de exposição a inalação, a ingestão e o contato com os olhos e/ou com a pele, sendo que o contaminante age principalmente nos olhos, na pele, no sistema respiratório e no sistema nervoso central. Os sintomas da contaminação incluem irritação nos olhos e no sistema respiratório superior; dermatites; depressão do sistema nervoso central e pneumonia química em caso de aspiração do líquido.

Indulski et al. (1996) estudaram 175 trabalhadores de ambos os sexos de empresas de produção de tintas e vernizes, cronicamente expostos a misturas de solventes orgânicos (xileno, etiltolueno, trimetilbenzeno, etilbenzeno, tolueno, hidrocarbonetos alifáticos e componentes da nafta). As queixas mais freqüentes foram de dores de cabeça, vertigem, dificuldade de concentração, desordens do sono, sonolência durante o dia, aumento da

irritabilidade emocional e tendências à ansiedade. Exames neurológicos não revelaram lesões nos sistemas nervosos central e periférico para os trabalhadores envolvidos no estudo.

Em um caso relatado de ingestão de nafta por um indivíduo, foram verificados efeitos cardiotóxicos agudos (disritmia, sensibilização do miocárdio e possivelmente vasoconstrição coronariana). Isquemia por hipotensão associada é outra potencial causa dos problemas cardíacos referentes à ingestão de nafta (ROBERGE et al., 2001).

Alguns estudos em ratos não constataram relação entre a exposição à nafta com o aparecimento de tumores cancerosos, indicando que a nafta apresenta um baixo risco carcinogênico (DALBEY et al., 1996; BRODDLE et al., 1996; SCHREINER et al., 1998; LAPIN et al., 2001). Entretanto, a ACGIH indica este agente como carcinogênico confirmado em animais, sendo que não se verificou aumento de risco de câncer em humanos através de estudos epidemiológicos (ACGIH, 2006).

2.1.5 n-Hexano

Características gerais:

Fórmula química: C_6H_{14} . É um líquido aquoso inflamável, incolor e que flutua na água. Possui odor de gasolina e produz vapores irritantes. Não possui outras denominações (CETESB, 2007).

Principais aplicações:

Sua principal aplicação é como solvente ou diluente (CETESB, 2007). Muito utilizado em indústrias de borrachas, pneus, tintas, polietileno e polipropileno. Seu uso também inclui a indústria de alimentos, para extração de óleo vegetal, e a indústria de calçados e polidores, como solvente de colas (CARVALHO, 1991).

Efeitos adversos à saúde:

Os principais sintomas da contaminação pelo n-hexano são a irritação nos olhos e no nariz; náusea, dor de cabeça; neuropatias periféricas (extremidades adormecidas), fraqueza muscular; dermatites; desmaios e em caso de aspiração do líquido, pneumonia química (NIOSH, 2005).

Em 1986, Olle alerta para a crescente utilização do n-hexano na indústria de calçados e os efeitos tóxicos nos trabalhadores expostos à esta substância, culminando no surgimento de polineuropatias periféricas, descritas como "doenças que se instalam preferencialmente no sistema nervoso periférico". Neste trabalho, o autor adverte para o aumento no número de casos da doença, particularmente em países produtores de calçados, como o Brasil.

Em sua revisão bibliográfica, Carvalho (1991) relata que diversos experimentos em animais demonstram que o n-hexano e alguns de seus metabólitos são capazes de produzir uma neuropatia periférica. Segundo este autor, "os termos neuropatia periférica e polineuropatia designam uma síndrome clínica que consiste em diminuição da força muscular, abolição da sensibilidade e alterações dos reflexos, devidas a lesões difusas dos nervos periféricos".

Carvalho descreve ainda que na década de sessenta no Japão foram relatados os primeiros casos de efeitos neurotóxicos do n-hexano em indivíduos expostos na fabricação de calçados. Em um destes estudos foi constatada alta incidência de polineuropatias em trabalhadores artesanais de calçados que utilizavam uma cola cuja composição possuía mais de 70% de n-hexano. O principal sintoma dessa neuropatia era uma desordem sensorial e motora das extremidades. Muitos trabalhadores apresentavam fraqueza muscular em membros e diminuição dos reflexos e um terço do total apresentava cefaléia, insônia e mal estar durante a exposição ao agente (YAMAMURA, 1969 apud CARVALHO, 1991).

Na Itália, três trabalhadores com exposição industrial ao n-hexano apresentaram atrofia em membros superiores com diminuição da força muscular e diminuição ou ausência de reflexos nos membros, entre outros efeitos (SCELCI et al., 1981 apud CARVALHO, 1991).

Nijem et al. (2000) concluíram que exposições de longo termo a colas contendo alta concentração de n-hexano poderiam ser a causa principal de polineuropatias em trabalhadores de fábricas de sapatos na cidade de Hebron.

Em estudo envolvendo 762 trabalhadores chineses do sexo masculino de empresas de impressão, Yu et al. (2004) verificaram que a exposição corrente a misturas de solventes (n-hexano, tolueno, álcool isopropílico e benzeno) foi significativamente associada com o número total de sintomas neurológicos e com a prevalência de sintomas específicos do sistema nervoso e de irritação nas membranas mucosas. Os casos de problemas neurovegetativos, olfato reduzido ou anormal, perda de memória e sintomas de irritação da membrana mucosa também apresentaram incidência significativamente maior no grupo exposto às substâncias estudadas.

Em outro estudo realizado em 22 trabalhadores chineses de uma empresa de impressão que apresentavam danos no nervo periférico e outros 163 do grupo controle, verificou-se que indivíduos portadores de um gene específico (CYP2E1) possuem risco significativamente maior de danos ao nervo periférico após a exposição ao n-hexano (ZHANG et al., 2006). Isso pode indicar que a exposição ambiental a este contaminante, associada a fatores genéticos, pode potencializar o desencadeamento de alterações orgânicas.

Outro efeito estudado da exposição ao n-hexano é o estresse oxidativo. Trabalhadores de indústrias petroquímicas da Alemanha foram avaliados em relação aos efeitos adversos causados pelos solventes orgânicos (benzeno, tolueno, xileno, n-hexano e etilbenzeno) referentes ao estresse oxidativo. Verificou-se um decréscimo dos níveis de Glutathione Peroxidase e Glutathione Reduzida e o aumento de Malondialdeído, demonstrando um desbalanceamento no estado antioxidante destes trabalhadores. Após 40 dias de suplementação com vitaminas, minerais e bioflavonóides em doses apropriadas, os resultados demonstraram significativa melhora em relação aos valores de referência, confirmando a possibilidade de controle e prevenção desses efeitos adversos (GEORGIEVA et al., 2002).

A exposição ocupacional a solventes orgânicos, incluindo o n-hexano, aumenta o risco de câncer, mais fortemente evidenciado nos casos de câncer nasal e leucemia. Trabalhadores de indústrias de calçados na Turquia foram avaliados por Burgaz et al. (2002), verificando-se que a

exposição ocupacional a essas substâncias podem causar danos citogenéticos nas células bucais.

Os efeitos da exposição a este contaminante na perda da audição também têm sido estudados. Azevedo (2004) relata que entre os solventes que apresentam indícios de causarem este efeito encontra-se também o n-hexano. Embora não previsto atualmente na legislação nacional, a autora sugere que os trabalhadores expostos ao agente sejam incluídos também no Programa de Conservação Auditiva (PCA) de suas empresas.

2.1.6 Xileno

Características gerais:

Com fórmula química C_8H_{10} , possui os isômeros meta-xileno (m-xileno), orto-xileno (o-xileno) e para-xileno (p-xileno). Com característica de líquido aquoso incolor, possui odor doce, flutua na água e produz vapores irritantes e inflamáveis. Também pode ser denominado como Xilol (meta-xilol, orto-xilol e para-xilol), 1,2-Dimetilbenzeno (orto-xileno), 1,3-Dimetilbenzeno (meta-xileno) e 1,4-Dimetilbenzeno (para-xileno) (CETESB, 2007).

Principais aplicações:

Usado como intermediário para corantes e sínteses orgânicas; solvente; inseticida e combustível para a aviação (CETESB, 2007).

Efeitos adversos à saúde:

As principais formas de exposição são por inalação, absorção pela pele, ingestão e contato com olhos e/ou pele, tendo como órgãos alvo os olhos, pele, sistema respiratório, sistema nervoso central, trato gastrointestinal, sangue, fígado e rins. Os principais sintomas de contaminação são irritação nos olhos, pele, nariz e garganta; desmaios, excitação, sonolência, falta de coordenação, andar cambaleante; anorexia, náuseas, vômitos, dores abdominais e dermatites (NIOSH, 2005).

Embora existam suspeitas de que o xileno seja carcinogênico, não existem dados suficientes para se concluir isso (ACGIH, 2006).

Sollet et al. (1985), avaliando 150 trabalhadores expostos a solventes orgânicos observaram que aqueles expostos ao xileno e com mais de 10 anos de trabalho tiveram incidência significativa de glaucoma.

Um importante órgão afetado pelos solventes orgânicos como o xileno é o fígado. Na Argentina, foram analisados 95 trabalhadores expostos ocupacionalmente a solventes orgânicos (benzeno, tolueno, estireno e xileno) e comparados a 72 não expostos. Os autores concluíram que mesmo com exposições abaixo dos limites permitidos na legislação daquele país (1,5 ppm para o benzeno, 10 ppm para o tolueno e 18,5 ppm para o xileno), é possível causar danos ao fígado, já que este órgão é mais vulnerável aos hidrocarbonetos que a medula óssea. Os autores sugeriram a necessidade de revisão da regulamentação ambiental atualmente em vigor nas refinarias argentinas (PÉREZ et al., 2006).

Os danos ao fígado também são potencializados na mistura de agentes químicos. Quando exposições ao xileno são associadas a exposições ao etanol em ratos ocorre um aumento na taxa de peroxidação lipídica nas membranas hepáticas intracelulares, podendo ser um importante agente na hepatotoxicidade induzida pela combinação etanol e xileno (JAJTE; STETKIEWICZ; WRONSKA-NOFER, 2003).

Com relação aos rins, as altas exposições ao xileno e ao tolueno podem ser a causa de fibrose renal progressiva e falência renal, segundo Al-Ghamdi; Raftery e Yaqoob (2004).

No sistema respiratório, sintomas relacionados a asma foram mais observados em trabalhadores de fábricas de armamentos expostos a solventes (tolueno, acetona, butanol, xileno, benzeno e tricloroetileno) que em trabalhadores não expostos (CAKMAK et al., 2004).

A pele é outro órgão importante na toxicidade do xileno. Na Itália, estudo realizado *in vitro* observou que exposições a vapores de estireno, tolueno, acetona, xileno e percloroetileno, até as concentrações estabelecidas nos TLV-TWA da ACGIH foram capazes de causar danos à integridade da pele, reduzindo a resistência tecidual e prejudicando a função de barreira da pele, evidenciada pelo aumento da perda de água

transepidermal. Depleção da Glutathione Reduzida, decréscimo das atividades de enzimas antioxidantes e dano oxidativo em macromoléculas também foram observadas. Por estes resultados, os autores concluíram que os vapores das substâncias estudadas podem causar danos à pele humana mesmo a concentrações dentro dos seus TLV's, além de estresse oxidativo (COSTA et al., 2006).

Chatterjee et al. (2005), estudando exposições ao xileno e benzeno, em ratos, concluíram que as irritações na pele são similares para o xileno e o benzeno e que exposições por longos períodos em pequenas quantidades destes químicos podem gerar mais irritação na pele e respostas citoquímicas que exposições em câmaras fechadas em doses mais altas .

Também em ratos, verificou-se que a exposição ao meta-xileno promove alterações nos níveis de certas proteínas na pele, podendo ser este um indicador de monitoramento biológico da exposição da pele ao contaminante (GUNASEKAR et al., 2003).

Em um estudo de caso e revisão da literatura realizados por Trujillo; Dang e Starck (2003), os autores concluíram que exposições ao xileno devem ser consideradas como o agente etiológico provável de danos epiteliais e de queratopatias, tanto para exposições por névoas como por vapores da substância estudada.

Os efeitos nos sistemas nervoso e reprodutor também são bastante descritos na literatura. Avaliando 62 trabalhadores expostos a solventes (tolueno, xileno, estireno e n-hexano), Iwata et al. (2005) concluíram que exposições de longo tempo a misturas de solventes orgânicos podem prejudicar as funções neuromotoras como alterações na postura e tremores. Resultados semelhantes haviam sido verificados em 120 trabalhadores croatas expostos a tolueno, acetato de n-butila, acetato de etila e xileno em indústrias de tintas e vernizes por Jovanovic et al. (2004).

Um estudo realizado em ratas expostas a etilbenzeno, orto, meta e para-xileno e xileno técnico durante a gestação, mostrou que exposições acima de 500 ppm causaram efeitos tanto sobre as ratas como sobre os fetos. Nas ratas observou-se redução no ganho de peso corporal e consumo

de alimentos. Nos fetos foram observados desde uma significativa redução do peso corporal até um aumento significativo de fetos por ninhada com variações esqueléticas (SAILLENFAIT et al., 2003).

Azevedo (2004) discute em sua revisão bibliográfica a comprovação do xileno como agente ototóxico, podendo causar perda de audição quando associado a certos níveis de ruído ou mesmo na ausência deste. Desde 1998, o Exército Americano, o NIOSH e a ACGIH recomendam a inclusão de trabalhadores expostos a determinados produtos químicos, entre eles o xileno, em Programas de Conservação Auditiva (PCA), independentemente do nível de pressão sonora a que estejam expostos. No Brasil, apesar do Decreto 3048 da Previdência Social (BRASIL, 1999 apud AZEVEDO, 2004) reconhecer o nexo causal entre a perda auditiva e a exposição a certos solventes, como o xileno, a nossa legislação ainda não faz referência à inclusão dos trabalhadores expostos a esses produtos no PCA.

Outro efeito da exposição ao xileno ocorre em relação à percepção de cores. Um estudo em 124 trabalhadores colombianos expostos a solventes orgânicos (xileno, tolueno e benzeno) demonstrou que 3,2% dos indivíduos apresentavam desordens na percepção de cores (CARVAJAL et al., 2004).

Os efeitos tóxicos do xileno parecem não ser significativamente diferentes em homens e mulheres. Em estudo realizado com 28 voluntários do sexo masculino e igual número do sexo feminino, não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos em relação aos efeitos da exposição ao xileno, em avaliações da frequência do piscar de olhos, da capacidade difusa do pulmão, do volume e área nasais, de sinais inflamatórios em fluidos nasais e da percepção de cores. Concluiu-se que as mulheres são levemente mais sensíveis que os homens em relação a efeitos irritativos agudos (desconforto e redução da função pulmonar) (ERNSTGÄRD et al., 2002).

O esquema da Figura 1 ilustra um resumo dos efeitos nocivos causados pelas substâncias estudadas.



Figura 1 - Esquema dos principais efeitos nocivos à saúde causados pela exposição a Acetato de n-Butila, Álcool Propílico, Estireno, Nafta de Petróleo, n-Hexano e Xileno.

2.2 O Programa de Proteção Respiratória da Fundacentro

A Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, do Ministério do Trabalho, baixou a Instrução Normativa N° 1, de 11 de Abril de 1994 (BRASIL, 1994), tornando obrigatória a adoção de "um conjunto de medidas com a finalidade de adequar a utilização dos equipamentos de proteção respiratória - EPR...". Em seu Artigo 1°, Parágrafo 2°, foi estabelecido que para o cumprimento adequado das diretrizes desta Instrução Normativa, o empregador deve seguir as recomendações da publicação Programa de Proteção Respiratória - Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores (TORLONI, 2002), da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO, que aqui trataremos como PPR-Fundacentro.

Nesta publicação foram definidas as diretrizes referentes às práticas permitidas e responsabilidades, os requisitos mínimos para um Programa de

Proteção Respiratória - PPR, além de anexos normativos e informativos, contendo maiores informações para a implementação do programa.

Os requisitos mínimos aceitáveis para o PPR-Fundacentro são:

1. Administração do programa. A responsabilidade e autoridade pelo programa deve ser atribuída a uma única pessoa, que possua conhecimentos suficientes sobre proteção respiratória. Entre outras responsabilidades do administrador do PPR, inclui-se a preparação dos procedimentos operacionais escritos, o monitoramento das concentrações dos contaminantes presentes nos locais de trabalho, a seleção do tipo e classe de respirador adequado a cada caso, a manutenção dos registros e a avaliação da eficácia do programa.
2. Procedimentos operacionais escritos. Devem existir procedimentos operacionais escritos para o uso de respiradores em situações rotineiras e em situações de emergência e de salvamento. Para as situações rotineiras, os procedimentos devem descrever no mínimo a política da empresa em relação à proteção respiratória; a seleção; os ensaios de vedação; o treinamento dos usuários; a distribuição de respiradores; a limpeza, inspeção, higienização, guarda e manutenção; o monitoramento do uso e o monitoramento do risco. Para as situações de emergência, os procedimentos devem descrever no mínimo os prováveis respiradores utilizados; a seleção e distribuição em quantidade adequada; a manutenção, inspeção e guarda dos respiradores.
3. Limitações fisiológicas e psicológicas dos usuários de respiradores. Estabelece a obrigatoriedade de avaliação médica para determinar se uma pessoa tem condições para o uso de respiradores. Essa avaliação deve considerar entre outros os seguintes aspectos: deformidades faciais, pêlos faciais, doenças pulmonares, doenças cardiovasculares, doenças neurológicas e alterações psíquicas. A avaliação médica deve ser renovada anualmente.

4. Seleção de respiradores. A seleção dos respiradores deve ser realizada considerando-se uma seqüência de 13 etapas e envolve entre outros os seguintes pontos: a análise das atividades desenvolvidas; a determinação do(s) contaminante(s) e a(s) sua(s) concentração(ões) e estado físico; a existência de limites de tolerância e concentrações IPVS; a existência de regulamentos ou legislação específica para o(s) contaminante(s); o Fator de Proteção Requerido; o risco de deficiência de oxigênio; o tempo que o respirador deve ser utilizado; as características e limitações dos respiradores e o seu Fator de Proteção Atribuído.
5. Treinamento. Todos os usuários de respiradores devem receber treinamento que inclua os seguintes tópicos: os riscos e efeitos para a saúde se o respirador não for corretamente utilizado; as medidas de controle coletivas e administrativas; as razões para a seleção de determinados tipos de respiradores; as características e limitações dos respiradores; o modo correto de colocar e verificar a vedação; o modo correto de usar respirador durante a atividade; os cuidados de manutenção, inspeção e guarda; situações de emergência e como proceder se ocorrerem; e as exigências legais para certas substâncias. Os usuários de respiradores devem receber reciclagem sobre esses tópicos no mínimo a cada ano.
6. Ensaio de vedação. Antes de fornecer a uma pessoa um respirador com cobertura das vias respiratórias com vedação facial, deve ser realizado um ensaio de vedação, com o objetivo de verificar se aquele respirador oferece boa vedação no rosto do usuário. Os ensaios de vedação podem ser realizados por métodos qualitativos ou quantitativos. Os métodos qualitativos recomendados são os que usam vapores de acetato de isoamila (óleo de banana), névoa de sacarina, névoa de "Bitrex" (benzoato de denatonium), ou fumos irritantes. Os métodos quantitativos aceitos são os que utilizam equipamentos para medição da concentração da substância de ensaio, para contagem de núcleos de condensação de aerossóis do próprio ambiente dentro e

fora do respirador, ou para controlar a pressão negativa dentro da peça facial. Após o ensaio de vedação inicial, o usuário deve realizar verificações de vedação, que é um ensaio rápido realizado pelo próprio usuário, todas as vezes que colocar o respirador e durante o seu uso, quando achar necessário. O ensaio de vedação deve ser repetido no mínimo uma vez por ano ou quando o usuário apresentar alteração de condições que possam interferir na vedação facial.

7. Manutenção, inspeção, higienização e guarda. Deve existir um procedimento que garanta a cada usuário um respirador limpo, higienizado e em condições de uso. Esse procedimento deve estar de acordo com as recomendações do fabricante do respirador e deve incluir no mínimo orientações sobre limpeza e higienização, inspeção de defeitos, manutenção, reparos e guarda.
8. Respiradores de fuga. Em áreas onde possam ocorrer situações de emergência, os usuários dos respiradores de fuga devem ser treinados quanto ao seu uso. Outras pessoas que não realizam atividades rotineiras nessas áreas assim como os visitantes devem receber instruções breves sobre o seu uso. As inspeções de defeitos dos respiradores de fuga devem ser realizadas no mínimo mensalmente.

3. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado em 4 etapas principais:

3.1 Análise Inicial do Processo de Pintura

A análise inicial do processo de pintura líquida foi realizada por meio de acompanhamento *in loco* de todas as etapas do processo, juntamente com informações verbais obtidas com os funcionários do Setor de Pintura, com o Técnico de Segurança do Trabalho e com o Químico responsável da empresa. Nesta fase foram relacionados todos os produtos químicos utilizados em cada etapa, além de verificadas as medidas de controle existentes, incluindo os EPC's e EPI's utilizados.

Para cada produto químico identificado foi providenciada a sua Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico - FISPQ (já disponível na empresa ou por solicitação aos fabricantes ou distribuidores), onde foram verificadas as substâncias químicas nocivas à saúde existentes em cada produto. Para essas substâncias foram identificados os limites de tolerância estabelecidos na Norma Regulamentadora NR-15 (BRASIL, 1978a), os indicadores biológicos estabelecidos na Norma Regulamentadora NR-7 (BRASIL, 1978b) e os limites de exposição e indicadores biológicos contidos nas recomendações da ACGIH (ACGIH, 2006).

3.2 Revisão Bibliográfica

Na etapa de revisão bibliográfica, foram pesquisados os efeitos à saúde causados pelas substâncias químicas cuja participação na composição dos produtos utilizados era superior a 10%, apenas para limitar a quantidade de substâncias, o que não significa que não existam outras em concentrações menores e que possam ser até mais nocivas que as estudadas. Esta pesquisa foi realizada utilizando-se as seguintes bases de dados: Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde - LILACS, National Library of Medicine - MEDLINE, Scientific Eletronic Library

Online - SciELO (acessadas a partir da Biblioteca Virtual da Saúde - BIREME) e Banco de Dados Bibliográficos da USO - DEDALUS.

As palavras-chaves utilizadas para pesquisa, nos idiomas português e inglês, foram: acetato n-butila (*n-butyl acetate*), álcool propílico (*propyl alcohol*), estireno (*styrene*), nafta (*naphtha*), hexano (*hexane*), xileno (*xylene*), proteção respiratória (*respiratory protection*), solventes (*solvents*), solventes orgânicos (*organic solvents*) e pintura (*painting*). Para os casos onde a busca resultou em uma quantidade muito grande de referências não relacionadas a questões ocupacionais ou à saúde, a pesquisa foi refinada acrescentando as palavras: riscos (*risks*), toxicologia (*toxicology*), toxicidade (*toxicity*), efeitos (*effects*), exposição (*exposure*) e doença (*disease*).

Em seguida a pesquisa foi estendida a outras fontes de informação, como livros e revistas relacionados ao tema, bases de dados da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) e do NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), *websites* de outros órgãos governamentais nacionais e internacionais, além de fabricantes de produtos químicos e de equipamentos de proteção individual.

A pesquisa foi realizada entre as datas de 26 de Outubro de 2006 e 12 de Janeiro de 2007.

3.3 Avaliação do Grau de Atendimento aos Requisitos do PPR

Para a avaliação do grau de atendimento aos requisitos do PPR foi inicialmente utilizado o questionário proposto no Anexo 13 do PPR-Fundacentro - 3ª Edição (TORLONI, 2002). Durante a sua aplicação foi constatado que alguns requisitos não eram aplicáveis à empresa em estudo e que alguns outros tinham um atendimento parcial, opções não previstas no modelo de questionário utilizado.

Neste modelo, são possíveis apenas as respostas “Não” (que corresponde a 0 pontos) e “Sim” (que corresponde à pontuação total do requisito). A avaliação final é feita considerando-se a soma total de pontos em cada seção e a pontuação final, onde o Grau de Atendimento é classificado em 4 categorias: Inaceitável (de 0 a 180 pontos), Sérias

Deficiências (de 181 a 275 pontos), Algumas Deficiências (de 276 a 365 pontos) ou Aceitável (de 367 a 445 pontos).

Em função disso foi elaborado um questionário adaptado (Anexo A), mantendo-se os requisitos e o peso relativo a cada requisito na pontuação total, propostos pelo questionário original, mas acrescentando pontuações intermediárias para atendimentos parciais e convertendo os critérios de avaliação de pontos absolutos para porcentagem de pontos possíveis em cada seção do questionário. A avaliação dos pontos possíveis passou a desconsiderar os requisitos avaliados como não aplicáveis à empresa.

O questionário adaptado foi preenchido com a participação do Técnico de Segurança do Trabalho da empresa, considerando-se as informações previamente obtidas e complementando-as quando necessário através de consultas ao pessoal do Setor de Pintura, ao Químico responsável e ao Médico do Trabalho da empresa. Foram ainda analisados os documentos e registros disponíveis para a confirmação das informações coletadas.

Através da pontuação atribuída a cada requisito, foi realizada a avaliação do grau de atendimento para cada seção do PPR e para o programa como um todo, calculando-se a porcentagem entre os total de pontos obtidos e o total de pontos possíveis. A porcentagem obtida foi correlacionada a um Grau de Atendimento, podendo ser: Inaceitável (igual ou inferior a 40%), Sérias Deficiências (de 40,1% a 60%), Algumas Deficiências (de 60,1% a 80%) ou Aceitável (acima de 80,1%).

3.4 Elaboração de Recomendações para a Adequação

Na última etapa, foram realizadas propostas para a melhoria nas condições ambientais e instalações do setor de pintura e para a adequação aos requisitos do PPR. As ações propostas foram classificadas em relação ao tempo de implementação (curto, médio e longo prazo).

Para facilidade da empresa, foi proposta uma seqüência de etapas para a finalização da implementação do PPR e das demais melhorias recomendadas.

4. APRESENTAÇÃO DO CASO

4.1 A Empresa Estudada

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa do ramo metalúrgico, fabricante de máquinas, situada na cidade de São Paulo. Multinacional de origem italiana, está instalada no Brasil desde 1981, contando atualmente com cerca de 180 funcionários e ocupando uma área total de aproximadamente de 11.000 m².

Os principais processos produtivos realizados na empresa são usinagem, estampagem chapas finas, soldagem, tratamento térmico e superficial, pintura e montagem. A grande maioria dos funcionários diretos encontra-se alocada nos processos de usinagem e montagem. São utilizados equipamentos de proteção respiratória de modo rotineiro apenas nos processos de pintura, rebarbação e soldagem (envolvendo 06 funcionários no total) e de modo eventual nos processos de tratamento térmico e superficial e em algumas operações de lixamento de peças, além de atividades de manutenção (envolvendo cerca de mais 10 funcionários).

A empresa possui um sistema de gestão da qualidade certificado pela norma ISO-9001 desde 1996 e está iniciando a implementação de um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional com base na especificação OHSAS-18001.

O seu SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho) é composto por um Técnico de Segurança do Trabalho, uma Enfermeira do Trabalho e um Médico do Trabalho (em tempo parcial), embora a empresa esteja obrigada a manter apenas um Técnico de Segurança do Trabalho de acordo com a Norma Regulamentadora NR-4 (BRASIL, 1978c).

O PPRA da empresa é realizado por empresa especializada contratada, a qual realiza a identificação e análise dos riscos ambientais e as avaliações dos ambientes de trabalho, tanto qualitativas como quantitativas. O PCMSO é elaborado pelo próprio Médico do Trabalho da empresa.

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1 O Processo de Pintura

O Setor de Pintura ocupa uma área de cerca de 300 m², onde trabalham 04 pintores, sendo que todos podem realizar qualquer uma das etapas do processo.

O processo de pintura líquida da empresa utiliza tintas a base de solventes orgânicos e possui as seguintes etapas:

- Recebimento das peças: as peças a serem pintadas são colocadas em áreas específicas do setor, acompanhadas das respectivas Ordens de Fabricação e identificadas por meio de etiquetas.
- Limpeza das superfícies: podendo envolver a retirada de cavacos com ar comprimido, aplicação de solução de lavagem e de desengraxante com pano, pincel ou pistola, em cabine de lavagem (para peças de grandes dimensões) (Figura 2) ou em tanque de desengraxante para peças pequenas (Figura 3). Peças que apresentem tinta de traçagem (tinta utilizada para fazer marcas de referência para a usinagem) são limpas com álcool antes de serem desengraxadas.



Figura 2 - Fotografia da cabine de lavagem.



Figura 3 - Fotografia do tanque de desengraxante.

- Preparação: corresponde à proteção das partes que não devem receber tinta, utilizando-se papel e fita adesiva. Peças com superfícies irregulares ou com porosidade recebem uma camada de massa poliéster, sendo posteriormente secas ao ar, lixadas e limpas com aplicação de desengraxante em pano. A Figura 4 demonstra a área onde é realizado o lixamento das peças.



Figura 4 - Fotografia da área de preparação das peças, onde ocorre a atividade de lixamento.

- Aplicação de fundo selador: todas as peças recebem a aplicação de um fundo selador com pistola em cabine de pintura, passando em seguida por estufa de linha (peças pequenas) ou de cabine (peças grandes). Conforme o aspecto da superfície, o pintor define a necessidade de aplicação de um fundo de enchimento antes da pintura de acabamento.
- Aplicação de fundo de enchimento e selador transparente: quando necessário, as peças recebem uma camada de fundo de enchimento aplicada com pistola, passam pela secagem em estufa, lixamento e limpeza com aplicação de desengraxante em um pano. Peças de grandes dimensões, após o fundo de enchimento, recebem ainda uma camada de selador transparente com secagem ao ar.
- Pintura de acabamento: as tintas de cores diversas são preparadas em uma sala específica, utilizando equipamentos e software fornecidos pelo fabricante da tinta. A aplicação é feita por pistola em cabine de pintura e a secagem em estufa de linha ou de cabine.
- Remoção das proteções e liberação das peças: após a secagem é feita a remoção do empapelamento, a inspeção visual das superfícies e a liberação das peças para a etapa seguinte do processo.

A Figura 5 mostra um fluxograma das etapas do processo.

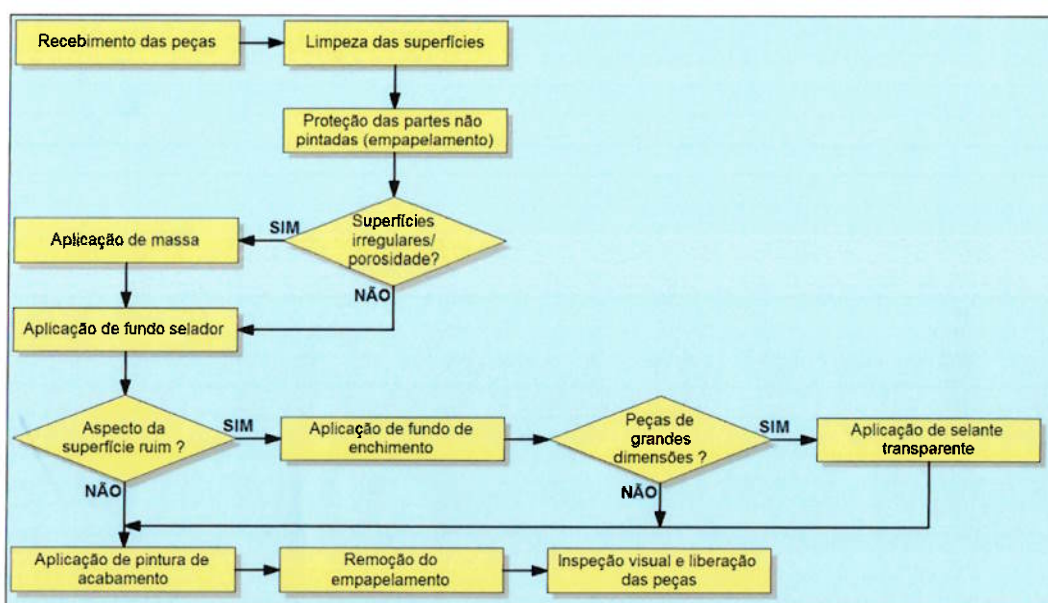


Figura 5 - Fluxograma das etapas do processo de pintura líquida.

A Cabine de Pintura:

A cabine de pintura é o principal EPC existente no setor. A captação dos contaminantes lançados no ar durante a aplicação das tintas é feita através de um sistema de exaustão no piso, onde existem grelhas para a passagem do ar e um tanque d'água que faz a retenção do contaminantes, por meio de produtos químicos aglomerantes adicionados à água.

A parte superior da cabine é aberta. Originalmente possuía portas em cada extremidade (entrada e saída da cabine). Há cerca de um ano as portas foram retiradas, permanecendo apenas uma porta que cobre a metade da área da saída da cabine, conforme pode ser visto na Figura 6.

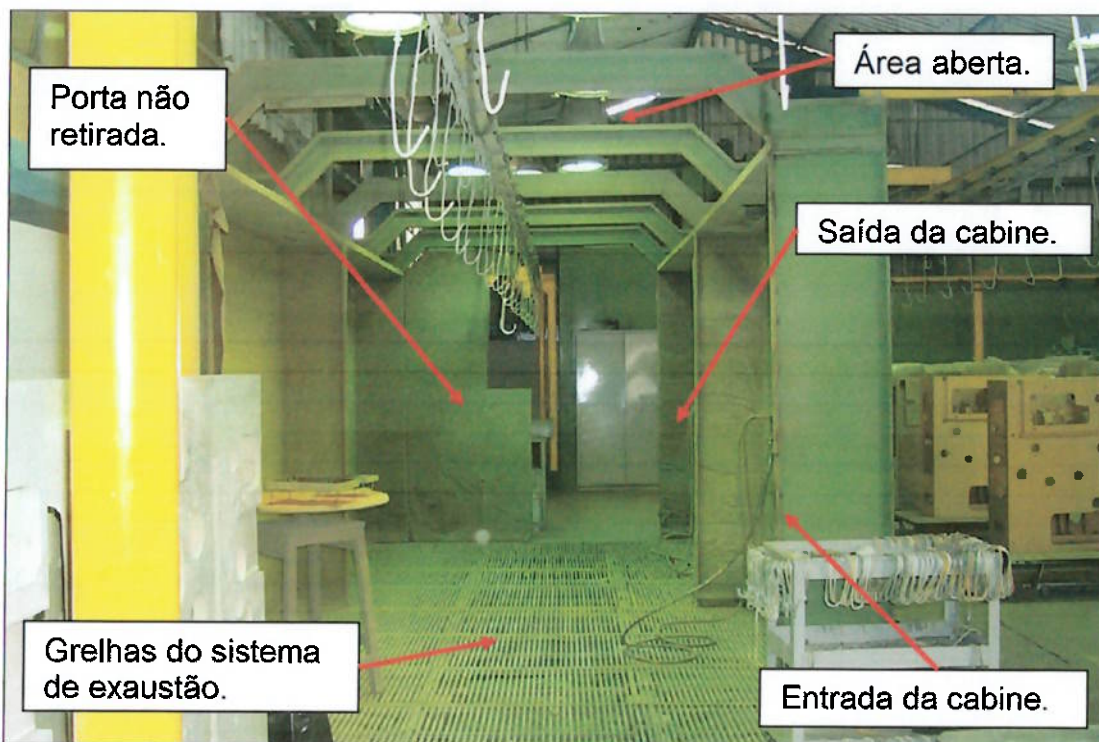


Figura 6 - Fotografia da cabine de pintura da empresa estudada.

A aplicação da tinta por meio de pistola ocorre na maior parte do tempo na posição horizontal, a uma altura pouco abaixo do rosto do pintor. Nesta condição, a névoa formada é rapidamente capturada pela exaustão para o piso. Em alguns momentos, entretanto, o jato de tinta é aplicado em posição inclinada para cima (para pintura das superfícies inferiores das peças),

fazendo com que a névoa de tinta se forme acima da cabeça do pintor, sendo em seguida aspirada para baixo, atravessando novamente a zona respiratória (Figura 7).



Figura 7 - Fotografia da aplicação de tinta em posição ascendente, com formação da névoa de tinta acima da cabeça do pintor.

A cabine é antiga e não existem dados sobre o seu projeto. Através da observação da realização da atividade, a exaustão da névoa de tinta parece ser razoavelmente rápida, mesmo quando o jato de tinta é direcionado para cima. O telhado acima da cabine e as luminárias posicionadas a aproximadamente de 30 cm acima da cabine, não apresentam sinais de tinta, o que pode indicar que a capacidade do sistema de exaustão esteja sendo adequada.

Já a parede ao lado da entrada da cabine apresenta uma camada de tinta verde (principal cor utilizada na pintura das peças), em uma faixa que se estende a até cerca de 1 metro para fora da cabine, indicando que nesta região a exaustão não tem sido suficiente para capturar a névoa de tinta (Figura 8). Ressalta-se que neste ponto havia originalmente uma porta e que

foi retirada posteriormente, condição provavelmente não prevista no projeto do sistema de exaustão.



Figura 8 - Fotografia da parede ao lado da entrada da cabine de pintura, apresentando camada de tinta proveniente da cabine.

Periodicamente a cabine deve ser limpa, envolvendo a retirada dos contaminantes retidos no tanque d'água, a correção do PH da água para poder ser dispensada na rede de esgoto e a limpeza geral da cabine. Segundo as informações fornecidas pelo pessoal da área, a limpeza da cabine era inicialmente realizada mensalmente, mas atualmente está há mais de seis meses sem limpeza, apresentando uma grande quantidade de tinta acumulada nas paredes da cabine (que são revestidas com papel) e nas grelhas do piso.

Os Equipamentos de Proteção Individual - EPI:

Os EPI's utilizados nas diferentes etapas do processo incluem: sapato de segurança, protetor auricular tipo inserção, luvas nitrílicas ou de vinil com amido, avental ou macacão de Tyvek¹, viseira ou óculos de segurança.

Em relação aos EPR (Equipamentos de Proteção Respiratória), a empresa utiliza dois tipos:

Para uso nas etapas de lavagem e preparação é utilizado um Respirador Semifacial Classe PFF-1 para Particulados, código 8713, CA-448, Fornecedor 3M.

Durante a realização da pintura dentro da cabine é utilizado uma Peça Semifacial de Silicone (código 7502) com filtros tipo Cartucho para Vapores Orgânicos, Classe 1 (código 6001), CA-12011, Fornecedor 3M.

Ambos os respiradores só estão disponíveis na empresa no tamanho médio.

Os Produtos Utilizados no Processo:

Em cada uma das etapas do processo são utilizados diferentes produtos, normalmente obtidos da mistura de mais de um componente. A Tabela I mostra os produtos utilizados em cada etapa.

Para os 15 produtos utilizados no processo foram verificadas as substâncias perigosas presentes, de acordo com as informações contidas em suas respectivas Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), obtidas junto aos fabricantes / distribuidores dos produtos, conforme demonstrado na Tabela II. Até o término da coleta de dados deste trabalho ainda não haviam sido obtidas as FISPQ's para 05 produtos, impossibilitando a análise dos riscos envolvidos em todo o processo.

Para os produtos onde as informações estavam disponíveis, foram identificadas 21 substâncias perigosas diferentes. Para cada substância foram verificados os seus limites de tolerância de acordo com a NR-15 (BRASIL, 1978a), indicadores biológicos conforme a NR-7 (BRASIL, 1978b)

¹ Tyvek é uma marca registrada da Dupont.

e limites de exposição e indicadores biológicos recomendados pela ACGIH (ACGIH, 2006). Os valores obtidos estão apresentados na Tabela III.

Para 04 substâncias (2,4-Diisocianato, Propilbenzeno, Sílica Amorfa e Silicato de Magnésio) não foram encontrados valores de limites ou indicadores biológicos nas referências acima, apesar de estarem relacionadas como substâncias perigosas à saúde nas FISPQ's dos seus produtos.

De acordo com as informações de cada produto, foram selecionadas 06 substâncias químicas (Acetado de n-Butila, Álcool Propílico, Estireno, Nafta de Petróleo, n-Hexano e Xileno) cuja participação na composição dos produtos era maior que 10%, sendo objeto da revisão bibliográfica constante do Capítulo 2.

Tabela I - Relação de produtos utilizados em cada etapa do processo de pintura líquida e respectivos fabricantes.

ETAPA	PRODUTOS	FABRICANTE
Limpeza	Solução de Lavagem - cód. B.624 AAM	Quaker
	Desengraxante - cód. P850-1402	PPG
	Desengraxante - cód. AMZ2004	Amazon
	Álcool Etílico Hidratado	Diversos
Preparação	Massa Poliéster - cód. P551-1052	PPG
	Catalisador - cód. P275-4000	PPG
Fundo Selador	Primer - cód. P565-713	PPG
	Ativador - cód. P275-210	PPG
Fundo de Enchimento	Massa Epoxi - cód. P580-2100	PPG
	Ativador - cód. P210-833	PPG
	Diluyente Médio - cód. P850-1392	PPG
	Selador - cód. P565-668	PPG
Selador Transparente	Catalisador - cód. P210-822.E5	PPG
	Diluyente Médio - cód. P850-1392	PPG
	Pigmentos - cód. P488-912.E3 a 982.E3	PPG
Pintura de Acabamento	Ajustador - cód. P273-1083 E2 / E5	PPG
	Catalisador - cód. P210-822 E5	PPG
	Diluyente Médio - cód. P850-1392	PPG

Tabela II - Relação de substâncias perigosas presentes nos produtos utilizados no processo de pintura líquida, de acordo com as informações contidas em suas FISPQ's.

PRODUTOS	SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS	
Ajustador - cód. P273-1083.E2 / E5	Acetato de n-Butila Cumeno Metacrilato de Metila Nafta de Petróleo	Propilbenzeno 1;2;4-Trimetilbenzeno 1;3;5-Trimetilbenzeno Xileno
Álcool Etilico Hidratado	Álcool Etilico	
Ativador - cód. P210-833	Acetato de n-Butila 2;4-Diisocianato	
Ativador - cód. P275-210	Acetato de n-Butila Ácido Fosfórico	Álcool Propílico
Catalisador - cód. P210-822.E5	Acetato de n-Butila Cumeno Etilbenzeno Nafta de Petróleo	Propilbenzeno 1;2;4-Trimetilbenzeno 1;3;5-Trimetilbenzeno Xileno
Catalisador - cód. P275-4000	ND ⁽¹⁾	
Desengraxante - cód. AMZ2004	ND ⁽¹⁾	
Desengraxante - cód. P850-1402	n-Hexano Nafta de Petróleo	
Diluyente Médio - cód. P850-1392	Acetato de n-Butila Cumeno Etilbenzeno Nafta de Petróleo	Propilbenzeno 1;2;4-Trimetilbenzeno 1;3;5-Trimetilbenzeno Xileno
Massa Epoxi - cód. P580-2100	ND ⁽¹⁾	
Massa Poliéster - cód. P551-1052	Dióxido de Titânio Estireno	Silicato de Magnésio
Pigmentos - cód. P488-912.E3 a P488-982.E3	Acetato de n-Butila Cumeno Dióxido de Titânio Etilbenzeno Nafta de Petróleo	Propilbenzeno Sílica Amorfa 1;2;4-Trimetilbenzeno 1;3;5-Trimetilbenzeno Xileno
Primer - cód. P565-713	Acetato de n-Butila Álcool n-Butílico Dióxido de Titânio Etilbenzeno 2-Etilhexilo	Silicato de Magnésio 1;2;4-Trimetilbenzeno Trioxissulfato de Tetrachumbo Xileno
Selador - cód. P565-668	ND ⁽¹⁾	
Solução de Lavagem - cód. B.624 AAM	ND ⁽¹⁾	

1. ND: Informações não disponíveis até o término da coleta de dados deste trabalho.

Tabela III - Limites de Tolerância (LT / NR-15), Indicadores Biológicos (Ind. Biol. / NR-7), Limites de Exposição - Média Ponderada pelo Tempo (TLV-TWA / ACGIH), Limites de Exposição - Exposição de Curta Duração (TLV-STEL / ACGIH), Notações e Índices Biológicos de Exposição (BEI / ACGIH) para as substâncias perigosas presentes nos produtos utilizados no processo de pintura líquida.

SUBSTÂNCIA	LT / NR-15 ⁽¹⁾	Ind. Biol. / NR-7 ⁽²⁾	TLV-TWA / ACGIH ⁽³⁾	TLV-STEL / ACGIH ⁽³⁾	NOTAÇÕES ⁽⁴⁾	BEI / ACGIH ⁽⁵⁾
Acetato de n-Butila	---	---	150 ppm	200 ppm	---	---
Ácido Fosfórico	---	---	1 mg/m ³	3 mg/m ³	---	---
Álcool n-Butílico / 1-Butanol	40 ppm	---	20 ppm	---	---	---
Álcool Etilico / Etanol	780 ppm	---	1000 ppm	---	A4	---
Álcool Propílico / 1-Propanol	156 ppm	---	200 ppm ⁽⁶⁾	400 ppm	A3 ⁽⁶⁾	---
Cumeno	39 ppm	---	50 ppm	---	---	---
2;4-Diisocianato	---	---	---	---	---	---
Dióxido de Titânio	---	---	10 mg/m ³	---	A4	---
Estireno	78 ppm	01	20 ppm	40 ppm	A4	01
Etilbenzeno	78 ppm	02	100 ppm	125 ppm	A3	02
2-Etilhexila / Ftalato de Bis / Ftalato de Di	---	---	5 mg/m ³	---	---	---
n-Hexano	---	03	50 ppm	---	Pele	03
Metacrilato de Metila	78 ppm	---	50 ppm	100 ppm	SEN, A4	---
Nafta de Petróleo	---	---	300 ppm	---	A3	---
Propilbenzeno	---	---	---	---	---	---
Sílica Amorfa	---	---	---	---	---	---
Silicato de Magnésio	---	---	---	---	---	---
1;2;4-Trimetilbenzeno	---	---	25 ppm	---	---	---
1;3;5-Trimetilbenzeno / Mesitileno	---	---	25 ppm	---	---	---
Trioxissulfato de Tetrachumbo ⁽⁷⁾	0,1 mg/m ³	04	0,05 mg/m ³	---	A3	04
Xileno	78 ppm	05	100 ppm	150 ppm	A4	05

1. Valores conforme o Quadro Nº 1 do Anexo 11 da Norma Regulamentadora NR-15 (BRASIL, 1978a).
2. Indicadores conforme o Quadro I da Norma Regulamentadora NR-7 (BRASIL, 1978b): 01 - Ácido mandélico e/ou ácido fenil-glioxílico na urina; 02 - Ácido mandélico na urina; 03 - 2,5-Hexanodiona na urina; 04 - Chumbo no sangue e ácido delta amino levulínico na urina ou zincoprotoporfirina no sangue; 05 - Ácido metil-hipúrico na urina.
3. Valores conforme a publicação TLVs e BEIs da ACGIH (ACGIH, 2006).
4. Notações conforme a publicação TLVs e BEIs da ACGIH (ACGIH, 2006): A3 - Carcinogênico animal confirmado com relevância desconhecida para seres humanos; A4 - Não-classificável como carcinogênico humano; Pele - Significativa contribuição potencial da exposição por via cutânea para a exposição total, incluindo as membranas mucosas e os olhos, por contato com vapores, líquidos e sólidos; SEN - Potencial de um agente para produzir sensibilização, como confirmado por dados obtidos com seres humanos ou animais.
5. Indicadores conforme a publicação TLVs e BEIs da ACGIH (ACGIH, 2006): 01 - Ácido mandélico e ácido fenil-glioxílico na urina, estireno no sangue venoso; 02 - Ácido mandélico na urina, etilbenzeno no ar exalado final (Alteração pretendida para 2006: etilbenzeno no ar exalado final - não crítico); 03 - 2,5-Hexanodiona na urina; 04 - Chumbo no sangue; 05 - Ácidos metil-hipúricos na urina.
6. Alterações pretendidas para 2006: TLV-TWA = 100 ppm e Notação = A4.
7. Valores de limites de exposição e indicadores biológicos referentes ao Chumbo.

5.2 A Avaliação do Grau de Atendimento ao PPR

Conforme descrito no Capítulo 3, Item 3.3, a avaliação do grau de atendimento aos requisitos do PPR foi inicialmente realizada utilizando o questionário proposto no Anexo 13 do PPR-Fundacentro (TORLONI, 2002). Devido à dificuldade de utilizar o referido questionário para alguns requisitos que não eram aplicáveis à empresa ou que eram atendidos apenas parcialmente, foi desenvolvido um questionário adaptado (Anexo A), acrescentando pontuações intermediárias para os requisitos atendidos parcialmente e alterando o critério de avaliação para faixas de porcentagem entre os pontos obtidos e os pontos possíveis, de modo a considerar os requisitos avaliados como não aplicáveis.

O questionário é subdividido em 7 Seções e foram obtidos os seguintes resultados, descritos na Tabela IV.

Tabela IV - Resumo dos Resultados da Avaliação do PPR.

SEÇÃO DO QUESTIONÁRIO	% DE ATENDIMENTO	GRAU DE ATENDIMENTO
I - Administração do Programa	50,6%	Sérias Deficiências
II - Informações Básicas para Seleção dos EPR	48,9%	Sérias Deficiências
III - Seleção dos Respiradores	41,7%	Sérias Deficiências
IV - Treinamento	29,3%	Inaceitável
V - Ensaio de Vedação	0%	Inaceitável
VI - Inspeção, Limpeza, Higienização, Manutenção e Guarda	25,0%	Inaceitável
VII - Avaliação Médica	75,0%	Algumas Deficiências
AVALIAÇÃO GERAL DO PPR	44,3%	Sérias Deficiências

CRITÉRIOS PARA O GRAU DE ATENDIMENTO:

0% A 40% Inaceitável
 40,1% a 60% Sérias Deficiências
 60,1% a 80% Algumas Deficiências
 80,1% a 100% Aceitável

I - Administração do Programa:

Nesta seção a empresa obteve um total de 50,6% de atendimento, classificado como contendo 'sérias deficiências'. Este resultado foi devido principalmente à ausência de procedimentos documentados para as atividades previstas no PPR.

Todos os requisitos foram considerados aplicáveis.

II - Informações Básicas para a Seleção dos EPR:

Esta seção foi classificada como apresentando 'sérias deficiências', com 48,9% de atendimento. Dois aspectos principais contribuíram para o resultado obtido. O primeiro foi a ausência das FISPQ's para todos os produtos químicos utilizados no momento da avaliação, fazendo com que apenas as principais substâncias tóxicas fossem de conhecimento da empresa. O segundo ponto crítico, que recebeu avaliação zero, foi a determinação das concentrações dos contaminantes no último ano ou com uma frequência adequada. Segundo as informações disponíveis no PPRA da empresa, a última avaliação quantitativa na área foi realizada em Setembro de 2003 e apenas para os contaminantes xileno e tolueno, com resultado de 25 ppm e 70 ppm, respectivamente (nesta época os produtos utilizados também eram diferentes dos atuais). Após esta data, as avaliações constantes no PPRA foram apenas qualitativas.

Os requisitos referentes a situações IPVS (Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde) e espaços confinados (questões F e K do questionário) foram consideradas não aplicáveis.

III - Seleção dos Respiradores:

A classificação obtida também foi de 'sérias deficiências' (41,7% de atendimento). As principais deficiências identificadas foram: o desconhecimento da concentração média dos contaminantes (conforme já descrito anteriormente), a não utilização do conceito de fator de proteção para a seleção dos respiradores, a falta de critérios para calcular a vida útil

dos filtros químicos e o fato de não ser considerada a mistura de contaminantes para as análises.

Apesar de serem utilizados produtos inflamáveis no setor de pintura, devido à pequena quantidade de produtos que permanece no local e outras características do ambiente, não foi identificada a necessidade de uso de respiradores específicos para situações de incêndio ou outras emergências, assim como não foi identificado risco de situações IPVS, sendo consideradas como não aplicáveis as questões referentes a estes pontos (questões B1, B2, B3, B5, B10 e B14). Também não foi aplicável a questão B9, referente a sílica cristalizada, já que este contaminante não foi identificado no setor de pintura.

IV - Treinamento:

Devido à ausência de registros que demonstrassem o conteúdo detalhado dos treinamentos realizados e às informações verbais obtidas junto aos funcionários do setor de pintura, que alegaram nunca terem recebido orientações específicas para o uso correto dos respiradores, esta seção obteve 29,3% de atendimento, sendo avaliada como 'inaceitável'.

Apenas a questão B15, referente a situações de emergência, foi considerada não aplicável.

V - Ensaio de Vedação:

A empresa nunca realizou ensaios de vedação para seleção dos seus respiradores e por isso obteve 0% de atendimento (grau 'inaceitável').

Como a empresa pretende utilizar apenas ensaios de vedação qualitativos, as questões D1 a D5, referentes aos ensaios de vedação quantitativos, foram consideradas não aplicáveis.

VI - Inspeção, Limpeza, Higienização, Manutenção e Guarda:

Esta seção também teve avaliação 'inaceitável' (25,0% de atendimento), principalmente devido à falta de inspeção dos respiradores de modo regular e documentado. Outro aspecto crítico avaliado é a guarda dos

respiradores quando não estão em uso, pois foi observado durante visita à área que havia um respirador pendurado na parede, próximo à porta de saída da cabine de pintura, sem qualquer tipo de proteção contra a entrada de contaminantes na parte interna do respirador, conforme pode ser observado na Figura 9.

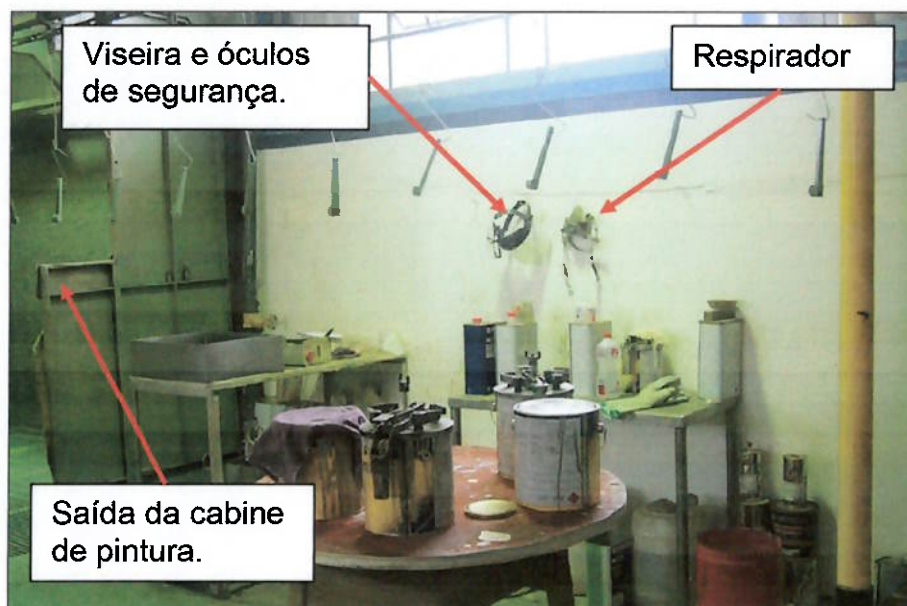


Figura 9 - Fotografia de respirador e outros EPI's guardados de modo inadequado no Setor de Pintura, expostos a contaminantes.

Apenas o item referente a manutenção por pessoa treinada foi considerado não aplicável, pois quando ocorrem danos aos respiradores, os mesmos em geral são substituídos por novos e apenas eventualmente encaminhados para manutenção em empresas especializadas.

VII - Avaliação Médica:

Esta foi a única seção avaliada como possuindo 'algumas deficiências', com 75,0% de atendimento. O único requisito não atendido foi devido à ausência de um questionário médico específico para os usuários de respiradores.

O PCMSO (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional) da empresa não é claro em relação à avaliação médica específica para

usuários de respiradores. Por outro lado, não existem registros de funcionários com valores anormais nos exames de monitoração biológica.

Todos os requisitos foram considerados aplicáveis.

Avaliação Geral do PPR:

A avaliação final de todo o PPR alcançou um total de 44,3% de atendimento, correspondendo ao Grau de Atendimento de 'Sérias Deficiências'.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A empresa estudada possui características que permitem a sua classificação como de médio porte, mas a pequena quantidade de funcionários que utilizam respiradores, particularmente no processo de pintura líquida objeto do nosso estudo, faz com que a abrangência do PPR em relação ao número de funcionários envolvidos seja similar a de micro e pequenas empresas. Desse modo, embora as recomendações apresentadas a seguir sejam válidas apenas para esta empresa, acreditamos que este trabalho possa servir também como um auxílio para empresas de menor porte, que representam uma enorme parcela das empresas em nosso país.

6.1 Análise do Processo Atual

O Processo de Pintura Líquida:

O grande problema do processo de pintura em uso atualmente no aspecto de riscos ocupacionais é a toxicidade das substâncias presentes nos produtos utilizados. Os solventes orgânicos são agentes de alta toxicidade, gerando diversos efeitos nocivos ao ser humano, muitos deles graves e irreversíveis, que vão desde irritações na pele, nos olhos e nas vias respiratórias superiores, até efeitos mais severos em órgãos importantes como fígado, rins e sistema nervoso central. Outros efeitos incluem danos auditivos, estresse oxidativo e desordens na percepção de cores.

Entretanto, as tintas não contêm apenas solventes orgânicos como substâncias tóxicas e além disso são utilizados outros produtos auxiliares ao longo do processo, como desengraxantes e massas poliéster, que também possuem substâncias tóxicas em suas composições. Uma idéia da criticidade desse problema pode ser verificada se observarmos que em apenas 10 produtos cujas informações de segurança estavam disponíveis, foram identificadas 21 substâncias perigosas diferentes entre os seus componentes.

Diante desse quadro, podemos avaliar que qualquer esforço no sentido de substituir produtos por outros menos agressivos resultarão em um

enorme ganho na proteção da saúde dos funcionários. Muitos fabricantes têm investido em desenvolvimentos na busca de tintas a base de água que possam substituir as tintas a base de solventes, mantendo o mesmo grau de proteção contra a corrosão para as peças. Resultados positivos neste sentido já têm sido observados. Almeida (2003) avaliando diversos inibidores atóxicos de corrosão concluiu que alguns deles possibilitaram obter tintas a base d'água com desempenho similar ou apenas ligeiramente inferior ao de tintas a base de solventes orgânicos.

Sabe-se que a substituição de todo um processo industrial não é simples e geralmente requer investimentos mais significativos. No caso da empresa estudada, essa alteração também tem o agravante de ter que ser autorizada pela matriz, a qual também precisaria substituir o seu processo, assim como o de suas outras filiais existentes no mundo. Por outro lado, as pressões sociais por redução de riscos ocupacionais têm aumentado em todo o mundo e iniciativas nesse sentido têm contribuído para reforçar a imagem das organizações perante a sociedade.

No início da década de 90, a empresa já deixou de utilizar tintas com chumbo, representando uma evolução em aspectos de segurança ocupacional e de meio ambiente. Recomenda-se que a empresa inicie ações visando uma futura utilização de tintas a base de água, como por exemplo, realizar testes com os novos produtos disponíveis no mercado, que muitas vezes são possíveis de serem realizados sem grandes custos, devido ao próprio interesse dos seus fabricantes. Como esta ação certamente demandará um longo tempo, reforça-se a necessidade de implementação a curto prazo de controles realmente eficazes para a proteção dos funcionários, como as demais recomendações aqui apresentadas.

Outro fato observado durante o acompanhamento das atividades no Setor de Pintura refere-se à inadequação no armazenamento de produtos na área de trabalho, já que diversas embalagens permanecem abertas sobre as bancadas utilizadas para a preparação das tintas, mesmo quando não estão sendo manipuladas. Essa prática pode contribuir para o aumento da dispersão de contaminantes no ambiente, na forma de vapores.

Recomenda-se que os pintores sejam orientados a manter as embalagens fechadas tão logo terminem o seu uso e que este tema seja incluído nos treinamentos e reciclagens a serem ministrados.

As Instalações e os Equipamentos do Processo:

A cabine de lavagem utilizada é aberta e conta apenas com a ventilação natural. Durante a aplicação de solução de lavagem e de desengraxantes por meio de jatos por pressão, a névoa formada tende a se espalhar pelo corredor de passagem, além de jatos diretos de produto, gerando o risco de atingir outros funcionários que estejam circulando pelo local, normalmente sem qualquer tipo de proteção respiratória ou para a pele. Para esta área, recomenda-se a instalação de portas ou biombos para conter os jatos e a névoa dentro da cabine de lavagem. A realização de análises quantitativas dos contaminantes, conforme discutido no item 6.3, poderá indicar a necessidade ou não de um sistema de ventilação adicional.

O tanque de desengraxante também não possui qualquer sistema de exaustão e permanece aberto durante toda a jornada de trabalho, contribuindo para a emissão de vapores de contaminantes no ambiente. A primeira recomendação, de aplicação imediata, é a orientação ao pessoal da área para manter a tampa do tanque fechada quando não estiver em uso. Devido à pequena área do tanque e à quantidade limitada de desengraxante em seu interior, pode ser que a emissão de vapores durante a lavagem das peças não seja excessiva. Por isso recomenda-se que este ponto seja incluído nas avaliações quantitativas a serem realizadas, para posterior análise da necessidade de sistemas de ventilação.

A área de preparação das peças é uma das áreas mais críticas em relação a medidas de controle para a dispersão de contaminantes no ar. Nesta área é realizada a aplicação de massa poliéster e posterior lixamento das superfícies, gerando uma grande quantidade de material particulado, sem qualquer dispositivo de captação. Para esta área, sugere-se a instalação de um sistema de ventilação local exautora. Para o lixamento de peças pequenas, pode-se utilizar captosres posicionados horizontalmente na

parte posterior da bancada existente, de modo a ficarem o mais próximo possível da zona de emissão das partículas. Para o lixamento de peças de grandes dimensões, recomenda-se a instalação de um sistema de exaustão para a área toda.

Já com relação à cabine de pintura, pode ser observado que existe passagem da névoa de tinta pela zona respiratória do pintor, quando a aplicação da tinta ocorre em sentido ascendente, uma vez que captação do sistema de exaustão localiza-se no piso da cabine. Para minimizar este problema, sugere-se que os pintores recebam orientação para evitar a aplicação da tinta nesta posição para as peças de pequeno porte, girando-as com uma das mãos até que a superfície a ser pintada permita o acionamento da pistola em posição horizontal. Para as peças de médio e grande portes, onde tal movimentação não seja praticável, recomenda-se que os pintores sejam orientados a observarem constantemente o movimento da névoa de tinta, buscando uma posição que não interfira com a passagem da névoa. Esta orientação também pode-se incluir nos treinamentos e reciclagens para pintores.

Devido à ausência de dados sobre o projeto da cabine não foi possível avaliar se o seu desempenho permanece dentro das condições previstas originalmente. A observação do processo em andamento e das instalações acima da cabine, como o telhado e as luminárias, parece demonstrar que a capacidade de exaustão do sistema continua adequada para a captação da névoa de contaminantes lançada no ar. Esta análise qualitativa, entretanto, pode não ser suficiente para uma avaliação mais adequada do desempenho. Recomendamos que seja realizada uma análise quantitativa, utilizando parâmetros como a velocidade de captação dos contaminantes e a vazão do sistema.

A velocidade de captura é definida por Kulcsar (2005a, p.208) como "a velocidade que deve ter o ar na região estabelecida de forma a capturar os poluentes, conduzindo-os para dentro do captor. Se o poluente emitido no ponto mais desfavorável for captado, então todos os demais serão captados". Segundo o autor, para poluentes emitidos a baixa velocidade em

ar com velocidade moderada, típicos de cabines de pintura, a velocidade de captura recomendada está na faixa de 0,50 a 1,00 m/s. O limite inferior da faixa deve ser utilizado em situações que envolvam ambientes sem correntes de ar, poluentes de baixa toxicidade, emissões pequenas e intermitentes e captores grandes com grandes vazões de ar. O limite superior seria recomendado para ambientes com correntes de ar, poluentes de alta toxicidade, grandes emissões e captores pequenos de controle local.

Com exceção da baixa toxicidade dos poluentes, a cabine de pintura da empresa apresenta condições mais próximas às recomendadas para o limite inferior da faixa. Desse modo, recomenda-se que a velocidade de captura dos poluentes esteja entre 0,50 e 0,75 m/s, nos pontos mais desfavoráveis, como o limite superior da cabine e a região próxima às portas de entrada e saída. O monitoramento da velocidade de captura deverá ser realizado por meio do uso de anemômetros de lâmina defletora, por serem mais apropriados para esta faixa de velocidade. Opcionalmente também podem ser utilizados tubos de fumaça, onde a medição é realizada medindo-se o tempo que a fumaça leva para percorrer uma distância pré-determinada. Este método pode ser usado desde que a velocidade real seja inferior a 0,75 m/s, pois velocidades superiores causarão a diluição da fumaça muito rapidamente (KULCSAR, 2005b).

Outro parâmetro recomendado para o monitoramento é a vazão de exaustão. A fórmula geral para o cálculo da vazão de ar para uma instalação do tipo cabine de pintura é $Q = A_c \cdot V_c$, onde Q é a vazão necessária, A_c é a área da superfície de controle e V_c é a velocidade do ar na superfície de controle. Por recomendação prática, podemos adotar para a cabine de pintura em estudo a A_c como sendo o produto da largura pelo comprimento da mesma (ACGIH, 1998 apud KULCSAR, 2005a).

Considerando que as dimensões da cabine são 4,00 metros de largura e 8,00 metros de comprimento (Figura 10) e utilizando a velocidade de captura variando de 0,50 a 0,75 m/s, calcula-se que a vazão de exaustão do sistema deve estar na faixa entre 16,00 e 24,00 m³/s. A verificação da vazão

pode ser feita inicialmente pelos dados de placa do motor e da bomba do sistema, caso estejam legíveis, e depois confirmada pelas medições.

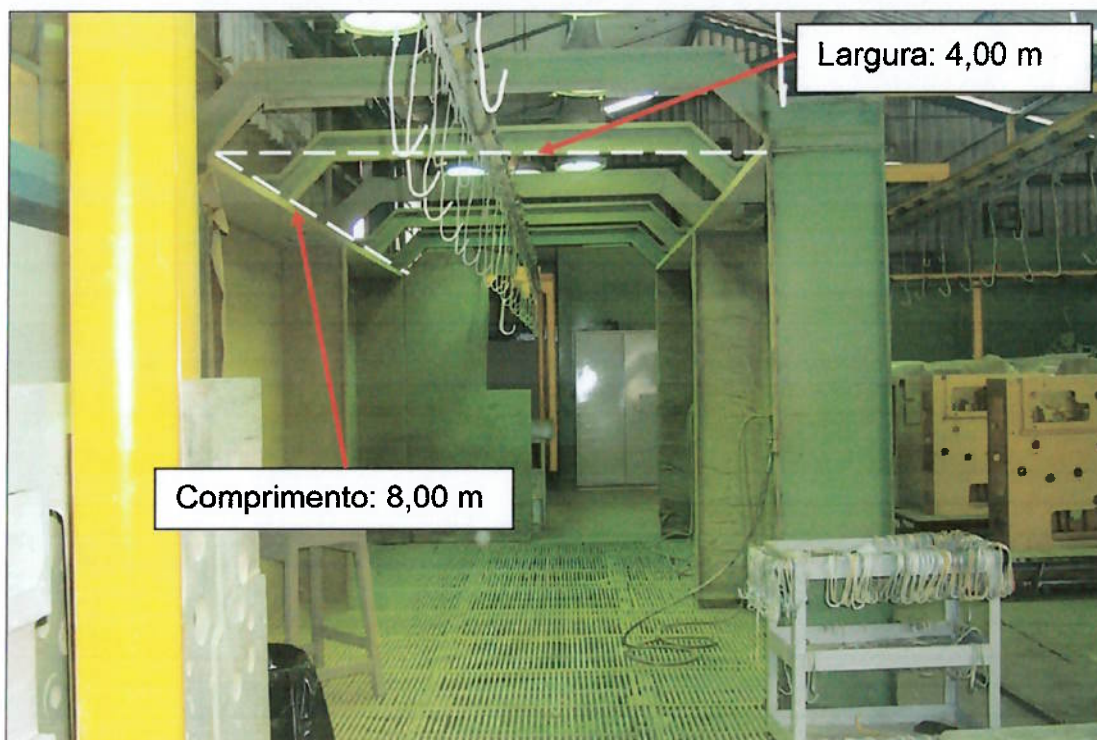


Figura 10 - Fotografia da cabine de pintura com suas dimensões.

O cálculo descrito anteriormente considera uma cabine totalmente fechada em suas laterais, sendo apenas a sua parte superior aberta. Supõe-se que este tenha sido o critério originalmente utilizado no projeto da cabine, já que a mesma possuía portas tanto na sua entrada como na sua saída. A retirada das portas pode estar comprometendo significativamente o desempenho do sistema de exaustão e reduzindo sensivelmente a sua capacidade de capturar os poluentes. Este fato pode ser confirmado pela avaliação da parede localizada externamente à cabine, próxima à entrada desta, onde se verifica a existência de uma camada de tinta que se estende por uma distância de aproximadamente 1 metro além da cabine. O aumento da área aberta da cabine faz com que haja necessidade de uma vazão de exaustão muito maior, de modo a manter a velocidade de captura dentro dos limites recomendados, o que certamente iria necessitar de um grande investimento.

As portas originais, segundo informações dos funcionários da área, não ofereciam facilidade de manuseio durante a realização do processo. Para retornar a cabine aos níveis de desempenho necessários, sem entretanto gerar transtornos para a condução da atividade, recomenda-se a instalação de portas parciais, permanecendo entre as mesmas um espaço livre suficiente para a passagem da maioria das peças pintadas (que são de pequeno e médio portes). Apenas para o manuseio de peças de grande porte haveria a necessidade de movimentar as portas. Com isso já seria reduzida significativamente a área aberta da cabine, além de facilitar a contenção de jatos diretos de tinta que sejam aplicados nesta direção. Para compensar a área que ainda permaneceria aberta entre as portas, sugere-se o fechamento da parte superior da cabine, ainda que não totalmente, de modo que a soma total das áreas abertas resultantes seja no máximo igual à área aberta original da parte superior da cabine. Com essas alterações pode-se aumentar a velocidade de captura dos contaminantes mantendo-se a mesma vazão de ar do sistema atual.

Um outro ponto importante para a manutenção da capacidade do sistema de exaustão em retirar os contaminantes do ambiente é a realização periódica da limpeza da cabine de pintura. A falta de limpeza pode afetar a capacidade do sistema de exaustão, devido à perda de carga causada pela passagem do ar em partes do sistema com acúmulo de tinta, como paredes, dutos e grelhas. A redução da capacidade de exaustão pode resultar em aumento na concentração média dos contaminantes dentro da cabine, assim como permitir a dispersão desses contaminantes para o resto do ambiente do Setor de Pintura.

Segundo as informações obtidas junto ao pessoal do setor, originalmente a limpeza era realizada mensalmente. Atualmente a carga de trabalho do setor e conseqüentemente o uso da cabine é menor, fato que poderia indicar a necessidade de redefinir a periodicidade da limpeza para as condições atuais. Um dos parâmetros sugeridos para a definição desta periodicidade é a velocidade de captura dos contaminantes nas regiões mais críticas da cabine. A periodicidade definida deve ser tal que garanta que a

velocidade de captura nestas regiões não fique abaixo do mínimo recomendado, conforme os parâmetros discutidos anteriormente. Sugere-se também considerar eventuais limitações dos produtos químicos aglomerantes utilizados na água da cabine na definição da nova periodicidade.

Com referência às recomendações sugeridas para as instalações do Setor de Pintura, salienta-se que muitas delas requerem investimentos, como por exemplo a instalação de sistemas de ventilação. Portanto seria importante que a empresa elaborasse um planejamento de ações, a serem implementadas a médio e longo prazos, de modo a priorizar as necessidades e disponibilizar os recursos necessários à sua execução. Enquanto tais ações não sejam finalizadas, torna-se ainda mais relevante a adoção de medidas que efetivamente preservem a saúde dos funcionários, como a implementação do PPR em toda a sua extensão, pois apenas o fornecimento de equipamentos de proteção respiratória é insuficiente para assegurar esta preservação da saúde e o objetivo principal do PPR é justamente assegurar aos usuários de respiradores o máximo de proteção no uso destes equipamentos, aliado ao melhor conforto possível (VIEIRA, 2004).

Para outras medidas de controle sugeridas, como por exemplo treinamentos ou implantação de procedimentos administrativos, que independam de recursos ou possam ser executadas com um mínimo de investimento, recomenda-se que sejam planejadas e implementadas a curto prazo, pois podem representar grandes reduções nos riscos à saúde.

Os EPI's Utilizados:

Os EPI's utilizados para a proteção da pele e dos olhos dos funcionários (luvas de cano longo, viseiras e aventais de manga longa, etc.) são adequados ao fim a que se destinam. As informações contidas nas embalagens desses equipamentos confirmam a sua aplicação para proteção contra os agentes químicos existentes.

Durante o acompanhamento das atividades do setor, não foram verificados funcionários sem o uso desses EPI's em que eram realizadas as atividades produtivas.

Comentários específicos sobre os equipamentos de proteção respiratória utilizados podem ser verificados mais adiante, na discussão sobre as Seções II e III do PPR.

Informações sobre os Produtos Químicos:

Até o término do período de coleta de dados deste trabalho, em Janeiro de 2007, dos 15 produtos utilizados no processo, para apenas 10 produtos estavam disponíveis as suas FISPQ's. Isso significa que para 33,3% dos produtos ainda não se sabe quais substâncias existem em sua composição. Em alguns casos o envio da FISPQ pelo fabricante ou distribuidor foi quase imediato. Em outros, foi recebido como resposta "que havia sido solicitado às áreas técnicas da empresa e que estariam providenciando". Isso demonstra que as empresas não possuem à disposição a FISPQ para todos os produtos comercializados, como deveria ocorrer.

A dificuldade em se obter informações sobre os produtos químicos utilizados é um grande problema para os profissionais de segurança do trabalho e de meio ambiente. Sanchez (2002) avaliando a disponibilidade de informações toxicológicas de 461 produtos químicos largamente utilizados no Brasil, verificou que apenas 18 produtos (3,9%) possuíam disponíveis os 9 tipos de informações analisados, que seriam necessários para uma correta avaliação de risco. Outros 12 produtos (2,6%) não possuíam qualquer tipo de informação toxicológica disponível. Três anos mais tarde, o autor verificou que o número de produtos com todas as informações já havia aumentado para 55, correspondendo a 11,9% dos produtos (SANCHEZ; NASCIMENTO, 2005). Esse percentual ainda é muito baixo e se faz necessária uma maior ação por parte dos órgãos governamentais para exigir das empresas a disponibilização de informações adequadas antes da colocação dos produtos no mercado. As demais empresas também podem contribuir para a mudança deste quadro, exigindo de seus fornecedores as informações

necessárias e deixando de utilizar os produtos que não apresentassem tais informações.

Outra dificuldade percebida neste trabalho foi durante a realização de pesquisa para a revisão bibliográfica, onde se buscou informações mais atualizadas dos efeitos tóxicos das substâncias presentes no processo. Todas as 21 substâncias perigosas identificadas foram pesquisadas inicialmente nas bases de dados relacionadas no Item 3.2, com o objetivo de obter material para enriquecer os treinamentos a serem ministrados futuramente para os pintores. Para algumas substâncias, como por exemplo o xileno, o estireno e o n-hexano, as buscas nos bancos de dados resultaram em uma grande quantidade de artigos científicos e dissertações de mestrado e doutorado, abordando diferentes efeitos tóxicos desses agentes. Para outras substâncias, a disponibilidade de informações foi menor e para algumas delas, como por exemplo o silicato de magnésio, o trimetilbenzeno e o etilhexilo, não foram identificados resultados referentes aos aspectos toxicológicos. Devido a esta dificuldade, limitamos a revisão bibliográfica apenas às substâncias que participavam de mais de 10% da composição dos produtos utilizados. Esse resultado sugere que deveria ser incentivada a realização de mais estudos toxicológicos referentes à enorme diversidade de produtos químicos disponíveis no mercado.

Das 21 substâncias perigosas identificadas na documentação dos produtos, foi verificado que 04 delas (2,4-Diisocianato, Propilbenzeno, Sílica Amorfa e Silicato de Magnésio) não possuíam limites de tolerância especificados na NR-15 e na ACGIH, embora estivessem relacionadas nas FISPQ's, inclusive com valores de limites. Em relação à sílica amorfa, a ACGIH retirou em 2006 esta substância das suas recomendações, devido à insuficiência de dados para se estabelecer uma relação entre a exposição e efeitos à saúde (ACGIH, 2006). Quanto às demais substâncias, as mesmas também podem ter sido retiradas em anos anteriores, já que a maioria das FISPQ's analisadas possui data de elaboração de 2002. Além disso, existe a possibilidade destas substâncias terem limites de exposição definidos em outras referências além das duas consideradas neste trabalho, como por

exemplo, normas da Comunidade Européia, já que as FISPQ's do principal fornecedor aparentemente foram elaboradas pela sua filial de Portugal.

6.2 A Sistemática de Avaliação do PPR

A primeira avaliação do PPR foi realizada utilizando-se o modelo do Anexo 13 do PPR-Fundacentro (TORLONI, 2002), sendo que este modelo não se mostrou adequado por não possibilitar a avaliação de requisitos atendidos parcialmente ou de requisitos não aplicáveis à organização. Problema semelhante já havia sido identificado durante a avaliação do PPR em uma mina subterrânea de ouro, onde foram identificados resultados que não representavam a realidade do PPR em análise, devido à existência de alguns itens que deveriam ser desconsiderados para o cálculo da pontuação final (VIEIRA, 2004). Neste trabalho o autor conclui: "diante disso, sugere-se que o modelo utilizado nesta pesquisa passe por reformulações que permitam uma atribuição de pontos de modo a refletir a real situação em que se encontra o PPR avaliado".

Para resolver este problema foi desenvolvido um novo questionário (Anexo A), adaptando apenas a forma de pontuação dos requisitos e a classificação final do resultado. O resultado obtido com o novo questionário foi considerado bem mais condizente com a situação da empresa no momento da avaliação. Sugere-se que este modelo seja utilizado por outras organizações, a fim de validar as alterações realizadas.

A metodologia de avaliação do PPR levou em consideração as informações fornecidas pelo Técnico de Segurança do Trabalho, pelo Médico do Trabalho, pelo Químico responsável e pelos funcionários do Setor de Pintura. A pontuação final atribuída a cada requisito foi estabelecida com a concordância dos envolvidos e somente após o confronto de algumas informações divergentes entre os entrevistados. Quando disponível, também foram confrontadas as informações verbais com os documentos e registros da empresa. Essa metodologia permitiu uma avaliação mais correta das práticas realmente utilizadas. Como exemplo, podemos citar o treinamento dos pintores em relação aos riscos a que estão sujeitos e ao uso correto dos

EPR's. Embora existam registros de treinamentos que deveriam abordar estes temas, como o treinamento referente ao PPRA da área, foi verificado junto aos pintores que essas informações não foram abordadas ou foram de modo ineficaz. Com base nisso, houve o consenso em desconsiderar os registros e avaliar este requisito como não atendido. Recomenda-se que uma sistemática similar seja utilizada nas futuras avaliações na empresa, assegurando um resultado final o mais realista possível.

6.3 O Atendimento aos Requisitos do PPR

Dividimos as considerações e recomendações de adequação de acordo com as Seções do questionário de avaliação do PPR:

I - Administração do Programa:

Embora esta seção tenha sido classificada como tendo sérias deficiências, pode-se considerar este item como não crítico. A ausência de procedimentos documentados foi o principal fator para este resultado, entretanto a empresa já possui a cultura de elaborar e utilizar procedimentos documentados, devido à certificação ISO-9001 há mais de 10 anos, e os procedimentos requeridos pelo PPR podem ser elaborados num curto período de tempo.

Para a elaboração do procedimento para limpeza e higienização dos respiradores pode-se utilizar como base o modelo sugerido no Anexo 4 do PPR-Fundacentro (TORLONI, 2002) e as orientações do fabricante dos respiradores utilizados (GABAS, 2006).

Para a implementação da avaliação periódica do PPR, recomenda-se o uso do mesmo questionário utilizado nesta avaliação inicial, permitindo a comparação de resultados e a avaliação da evolução do desempenho ao longo do tempo.

II - Informações Básicas para a Seleção dos EPR:

A classificação como tendo sérias deficiências para esta seção é totalmente adequada. A falta de informações exatas sobre os produtos químicos utilizados, já discutida anteriormente, e a ausência de avaliações

quantitativas dos contaminantes presentes no ambiente são os aspectos mais críticos deste item. A ausência desta última informação resulta no desconhecimento do nível de risco a que os funcionários estão expostos, impedindo a avaliação de adequação desde o sistema de exaustão da cabine até os EPR's utilizados, tanto durante a realização do processo como durante a circulação e permanência de outros funcionários nas áreas próximas.

Recomenda-se que essas avaliações sejam providenciadas pela empresa o mais breve possível.

III - Seleção dos Respiradores:

Após o conhecimento das concentrações dos poluentes no ambiente, conforme descrito anteriormente, a empresa deverá fazer a seleção dos respiradores utilizando-se o conceito de Fator de Proteção, que pode ser definido como "uma forma de exprimir o desempenho de um respirador quando em uso" (TORLONI; VIEIRA, 2003, p.306). O Fator de Proteção de um respirador é obtido pela relação entre a concentração de um contaminante fora e dentro da peça facial, ou seja, é um indicador da capacidade de retenção dos poluentes pelo respirador.

A seleção dos respiradores por este método parte do cálculo do Fator de Proteção Requerido, obtido pela relação entre a concentração do contaminante medida no ambiente e o seu limite de exposição. Os respiradores selecionados devem possuir um Fator de Proteção Atribuído maior que o Fator de Proteção Requerido. Como exemplo, os Fatores de Proteção Atribuídos para respiradores purificadores de ar variam de 10 para peças semifaciais, até 1000 para capuzes e capacetes (TORLONI; VIEIRA, 2003). A mistura de contaminantes também deverá ser levada em consideração na seleção dos respiradores.

Quanto aos tipos de respiradores atualmente utilizados (peça semifacial com filtros químicos ou peça semifacial filtrante), são todos do tipo purificadores de ar, ou seja, filtram o próprio ar do ambiente para a retenção dos contaminantes. Este tipo de respirador parece a princípio ser adequado

às substâncias existentes, sob o ponto de vista de propriedades de alerta. Os contaminantes presentes no processo possuem boas propriedades de alerta, quer seja devido ao odor ou quer seja devido à irritação imediata que provocam, o que pode sinalizar de imediato aos funcionários qualquer irregularidade com o respirador e permitir uma rápida evacuação do ambiente. De acordo com Torloni e Vieira (2003), nenhuma dessas substâncias está relacionada como apresentando fracas propriedades de alerta, situação em que seria recomendável o uso de respiradores de adução de ar (respiradores em que o ar inalado é proveniente de uma fonte externa ao ambiente ou de cilindros de ar).

O tamanho adequado a cada funcionário é outro ponto importante a ser observado na seleção dos respiradores. Verificou-se que os respiradores disponíveis na empresa são todos do tamanho 'médio', no entanto os mesmos encontram-se disponíveis no mercado em 3 tamanhos. Um fator essencial para a boa vedação de um respirador do tipo peça semifacial é o seu ajuste ao contorno do rosto. No momento da seleção dos respiradores, deve-se disponibilizar amostras em todos os tamanhos, de modo que os funcionários possam optar por aquele que lhe oferecer maior conforto, confirmando a opção após os resultados dos ensaios de vedação, conforme comentários mais adiante.

A vida útil dos filtros químicos e das peças semifaciais filtrantes também não é conhecida pela empresa. A troca dos mesmos é realizada apenas quando os pintores percebem o odor dos solventes orgânicos. Recomenda-se o uso do software disponibilizado gratuitamente pelo fabricante dos respiradores utilizados para o cálculo da vida útil dos mesmos, considerando-se aspectos como a concentração dos contaminantes, umidade relativa do ar no ambiente, tempo de uso, entre outros (3M, 2005).

IV - Treinamento:

Na avaliação desta seção atribuiu-se um grande peso às informações verbais dos pintores, que alegaram não terem recebido orientações específicas sobre o uso correto dos respiradores, além de informações detalhadas dos riscos à saúde gerados pelas diferentes substâncias químicas utilizadas no processo. Em função disso é que a classificação deste item foi avaliada como sendo inaceitável.

Apesar disso, é um item de solução relativamente simples. A empresa já possui um processo estabelecido para a identificação de necessidades, realização dos treinamentos e avaliação de sua eficácia, utilizado para o sistema da qualidade implementado. De modo a aproveitar toda essa estrutura já disponível, recomenda-se que a empresa inclua os treinamentos e reciclagens necessários ao PPR nas 'Descrições de Cargos' das funções envolvidas, documento interno utilizado para identificar as necessidades de treinamento.

Para a elaboração dos treinamentos, sugere-se o uso das informações contidas na revisão bibliográfica (Capítulo 2), as quais contém um resumo atualizado dos danos à saúde causados pelos principais agentes químicos utilizados no processo.

Na fase de avaliação da eficácia dos treinamentos, recomenda-se a aplicação do Questionário para Usuários de Respiradores - Parte II: Proteção Respiratória (Apêndice I), desenvolvido por Vieira (2004). Com os resultados obtidos com esta avaliação, pode-se identificar as deficiências do treinamento e revisar a sua metodologia, obtendo-se uma melhor eficácia ao longo do tempo.

V - Ensaio de Vedação:

Após a seleção dos respiradores com Fator de Proteção adequado às necessidades e escolha dos modelos e tamanhos mais adaptados ao rosto de cada funcionários (conforme descrito na Seção III), deve-se providenciar a realização dos ensaios de vedação. Recomenda-se para a empresa em questão a aplicação dos ensaios qualitativos, como os realizados com vapor

de acetato de isolamila (óleo de banana), aerossol de solução de sacarina, aerossol com solução de 'Bitrex' (benzoato de denatonium) ou fumaça irritante (fumaça liberada na reação do cloreto estânico com a umidade do ar), conforme os métodos definidos no Anexo 5 do PPR-Fundacentro (TORLONI, 2002). Devem estar disponíveis no momento do ensaio pelo menos 2 dos métodos citados, devido à possibilidade de alguns funcionários não apresentarem sensibilidade olfativa ou de paladar para algumas dessas substâncias.

Antes de iniciar os ensaios de vedação, cada usuário deverá realizar uma verificação de vedação.

Existem hoje no mercado empresas especializadas em segurança do trabalho e até revendedores de EPI's que realizam estes ensaios sem a necessidade da empresa adquirir os equipamentos necessários.

VI - Inspeção, Limpeza, Higienização, Manutenção e Guarda:

Apesar desta seção ter obtido a classificação de inaceitável, também pode-se considerar como de solução relativamente simples, por meio da elaboração de procedimentos referentes à inspeção, limpeza, higienização e guarda dos respiradores e do posterior treinamento dos funcionários.

Sugere-se também que a empresa providencie um local apropriado para a guarda dos EPI's quando não estão em uso, evitando a situação verificada de um respirador acondicionado em local totalmente exposto aos contaminantes. Este local deve ser fechado e protegido contra a penetração de contaminantes presentes no ar. Recomenda-se que os respiradores sejam guardados "embalados em saco plástico de fecho hermético, a fim de que as partes de borracha ou outro elastômero, como a peça facial e válvulas de exalação, não sofram deformações" (TORLONI; VIEIRA, 2003, p. 463).

VII - Avaliação Médica:

Um fator que provavelmente contribuiu para que este item obtivesse a melhor avaliação de todo o PPR, foi a presença de um Médico do Trabalho na empresa.

Para uma total adequação, recomenda-se que seja elaborado um questionário específico para a avaliação dos funcionários usuários de respiradores, com base no Anexo 14 do PPR-Fundacentro e a revisão do PCMSO, detalhando mais claramente as avaliações médicas aplicadas a esses funcionários, conforme critérios apresentados no Anexo 6 desta mesma publicação (TORLONI, 2002).

Devido aos efeitos ototóxicos comprovados de algumas substâncias utilizadas no processo de pintura, como o xileno, o estireno e o n-hexano, recomenda-se também a inclusão dos funcionários expostos no PCA da empresa.

Avaliação Geral do PPR:

O resultado geral do PPR, classificado como tendo sérias deficiências, foi um resultado esperado e considerado realista, já que a empresa ainda encontra-se em fase inicial de adequação aos requisitos.

Tendo em vista que a Instrução Normativa N° 1 (BRASIL, 1994) estabelece a obrigatoriedade de qualquer empresa que utilize respiradores implementar o PPR, verifica-se que a empresa estudada não está atendendo a este requisito legal. Considerando-se que as fiscalizações anteriores realizadas pela Delegacia Regional do Trabalho (DRT) nunca fizeram qualquer menção a este fato, pode-se ter uma indicação de que as próprias fiscalizações não deram a devida atenção ao tema, ainda que considerando que apenas uma pequena parcela dos funcionários da empresa necessita utilizar respiradores. Este fato pode ter contribuído para que a empresa tenha permanecido com inadequações tanto em relação às suas instalações quanto em relação aos requisitos do PPR.

Para a implementação completa do PPR, além das recomendações de melhoria nas instalações, sugere-se que a empresa elabore um plano de ações contendo entre outras as seguintes atividades:

1. Finalização da análise das FISPQ's de todos os produtos usados.
2. Implementação das melhorias de curto prazo no processo.
3. Realização das avaliações quantitativas dos contaminantes.
4. Seleção dos respiradores adequados.
5. Realização dos ensaios de vedação.
6. Elaboração e implementação dos procedimentos documentados.
7. Realização dos treinamentos aos funcionários.
8. Planejamento e realização das avaliações médicas periódicas.
9. Planejamento e realização das avaliações periódicas do PPR.
10. Planejamento das melhorias no processo de médio e longo prazos.

7. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos com este trabalho pode-se concluir:

- Em relação à implementação do PPR, a empresa encontra-se em fase inicial, não atendendo a diversos requisitos e obtendo uma avaliação geral classificada como apresentando sérias deficiências. Os pontos mais críticos de inadequação e que recomenda-se uma ação por parte da empresa no menor tempo possível são: a falta de informações sobre os produtos químicos utilizados, de avaliações quantitativas dos contaminantes presentes no ambiente de trabalho, de critérios para a seleção dos respiradores e de ensaios de vedação dos mesmos.
- Com relação ao processo de pintura líquida utilizando tintas a base de solventes orgânicos, este apresenta um grande risco potencial à saúde dos funcionários, devido à grande quantidade e à alta toxicidade das substâncias químicas utilizadas nas diferentes etapas do processo. As tintas a base d'água têm sido cada vez mais utilizadas, obtendo-se o mesmo grau de proteção anticorrosiva aliada a uma significativa redução dos riscos ocupacionais, sendo o seu uso a principal recomendação como ação de médio a longo prazo.
- Quanto às instalações atuais do Setor de Pintura, as recomendações de melhoria mais significativas são a instalação de um sistema de ventilação local exaustora na área de preparação de peças e a realização de alterações na cabine de pintura, de modo a retornar às características de seu projeto original. Entre as medidas administrativas, a principal é a realização de limpezas periódicas na cabine de pintura, a intervalos que permitam a manutenção dos níveis desejados de desempenho do seu sistema de exaustão.

- Com relação às adaptações realizadas no questionário utilizado para a avaliação do PPR, pode-se considerar o resultado satisfatório, porque refletiu melhor a situação real em que se encontrava o PPR da empresa no momento da avaliação. Recomenda-se o seu uso por outras empresas de modo a se validar as alterações realizadas e propor novas melhorias.

ANEXOS

Anexo A - Questionário Adaptado para Avaliação do Grau de Atendimento aos Requisitos do PPR

I - ADMINISTRAÇÃO DO PROGRAMA		
REQUISITO	CRITÉRIO	AVALIAÇÃO
A) Existe procedimento escrito sobre o PPR?	0 - Não existe. 3 - Existe mas não é completo. 7 - Existe mas está desatualizado. 10 - Existe e está atualizado.	
B) Os procedimentos escritos fazem referência a:		
1. reconhecimento dos riscos e critérios de medida (Limite de exposição - L.E, amostragem)?		
2. critério de seleção de respirador?		
3. uso de respiradores com Certificados de Aprovação?		
4. treinamento e regularidade na reciclagem?		
5. ensaios de vedação e regularidade na repetição?	0,0 - Não. 0,3 - Apenas parcialmente. 0,7 - Sim, mas está desatualizado. 1,0 - Sim.	
6. política sobre o uso de barba e outros fatores que influem na vedação?		
7. distribuição dos respiradores aos usuários?		
8. procedimento para inspeção e manutenção?		
9. avaliação médica dos usuários?		
10. critério de avaliação do PPR?		
C) A autoridade e a responsabilidade pelo PPR é atribuída a uma só pessoa?	0 - Não. 5 - Sim, informalmente. 10 - Sim, formalmente.	
D) O administrados do programa tem conhecimentos suficientes de proteção respiratória?	0 - Não. 5 - Apenas noções gerais. 10 - Sim.	
E) Existem recursos financeiros suficientes para cada item (treinamento, equipamentos, etc.)	0 - Não. 5 - Apenas para alguns itens. 10 - Sim.	
TOTAL POSSÍVEL DE PONTOS: (máx. 50)	TOTAL OBTIDO:	% DE ATENDIMENTO:

II - INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A SELEÇÃO DOS EPR		
REQUISITO	CRITÉRIO	AVALIAÇÃO
A) Todas as substâncias tóxicas existentes na empresa foram listadas, bem como o uso de cada uma delas?		
B) As substâncias tóxicas em uso foram identificadas e a concentração foi determinada de modo apropriado?		
C) Foram determinadas, no último ano, ou com uma frequência adequada, as concentrações dos contaminantes?		
D) É conhecido o limiar de odor, se aplicável, das substâncias listadas no Item A?	0 - Não 2 - Apenas para as principais 5 - Sim	
E) É conhecido o limite de exposição, ou outros índices da toxicidade das substâncias listadas no Item A?		
F) A concentração IPVS das substâncias listadas no Item A é conhecida?		
G) É conhecido o potencial de irritação dos olhos das substâncias listadas no Item A?		
H) Foram identificados os trabalhadores, por atividade, bem como as características das tarefas, duração, frequência e demanda física?	0 - Não 2 - Sim, mas de modo incompleto. 5 - Sim	
I) São conhecidas as condições de temperatura, umidade relativa e pressão ambiente?		

II - INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A SELEÇÃO DOS EPR (Continuação)		
REQUISITO	CRITÉRIO	AVALIAÇÃO
J) É conhecido o nível de esforço em cada atividade?	0 - Não	
K) Todos os espaços confinados foram identificados?	2 - Sim, mas de modo incompleto. 5 - Sim	
TOTAL POSSÍVEL DE PONTOS: (máx. 55)	TOTAL OBTIDO:	% DE ATENDIMENTO:

III - SELEÇÃO DOS RESPIRADORES		
REQUISITO	CRITÉRIO	AVALIAÇÃO
A) Existe um critério lógico para selecionar a classe apropriada de respirador para cada situação de risco?	0 - Não 10 - Sim, mas não documentado. 20 - Sim e documentado.	
B) No critério de seleção constam os itens:	0 - Não 5 - Sim	
1. risco de incêndio?		
2. deficiência de oxigênio?		
3. uso em emergências?		
4. concentração média dos contaminantes e respectivas faixas?		
5. situações IPVS?		
6. irritação dos olhos?		
7. fator de proteção atribuído?		
8. natureza dos contaminantes (poeira, névoa, fumos, gás, vapor)?		
9. tamanho das partículas contendo sílica cristalizada?		
10. uso somente para escape?		
11. as propriedades de alerta das substâncias estão abaixo do LE?		
12. é conhecida a vida útil dos filtros químicos?		
13. se existem misturas de contaminantes?		
14. é conhecida a inflamabilidade dos contaminantes (Limite inferior de explosividade - LIE)?		
15. efeitos à saúde devido a superexposição?		
TOTAL POSSÍVEL DE PONTOS: (máx. 95)	TOTAL OBTIDO:	% DE ATENDIMENTO:

IV - TREINAMENTO		
REQUISITO	CRITÉRIO	AVALIAÇÃO
A) Existe programa de treinamento para todos os usuários de respirador?	0 - Não 7 - Sim, informalmente e não abrange todos os usuários. 13 - Sim, informalmente para todos os usuários. 20 - Sim.	
B) O programa de treinamento faz referência a:	0 - Não 2 - Sim	
1. oportunidade de manuseio?		
2. demonstração de ajustes de vedação?		
3. oportunidade de familiarização com o respirador em ambiente não contaminado?		
4. uso em ambiente para treinamento?		
5. ensaio de vedação qualitativo?		
6. ensaio de vedação quantitativo?		

IV - TREINAMENTO (Continuação)		
REQUISITO	CRITÉRIO	AValiação
7. demonstração prática de limpeza?	0 - Não 2 - Sim	
8. demonstração de procedimentos de inspeção de respiradores?		
9. descrição de características e limitações da cada classe de respiradores?		
10. contaminantes presentes, níveis de concentração e seus riscos à saúde?		
11. outros meios de controle disponíveis?		
12. explicação do por que é necessário o uso de respiradores?		
13. consequências do uso incorreto dos respiradores?		
14. critério utilizado na seleção do respirador que está em uso?		
15. reconhecimento e procedimentos em situações de emergência?		
C) Existem registros de presença dos usuários nos treinamentos?	0 - Não 5 - Sim, parcialmente. 10 - Sim	
TOTAL POSSÍVEL DE PONTOS: (máx. 60)	TOTAL OBTIDO:	% DE ATENDIMENTO:

V - ENSAIOS DE VEDAÇÃO		
REQUISITO	CRITÉRIO	AValiação
A) Os ensaios de vedação são realizados por pessoa qualificada?	0 - Não 5 - Sim, mas sem comprovação. 10 - Sim	
B) Os usuários conseguem mostrar como se faz o teste de pressão negativa ou positiva?	0 - Não 5 - Sim, com deficiências. 10 - Sim	
C) Nos ensaios de vedação qualitativos:	0 - Não 5 - Sim, parcialmente. 10 - Sim	
1. os usuários compreendem qual é o objetivo do ensaio?		
2. são usados somente os métodos recomendados pelo PPR/FUNDACENTRO?		
3. são obedecidos os procedimentos de ensaio?		
4. antes do ensaio de vedação é feito o ensaio de sensibilidade olfativa/sabor?		
5. o usuário tem a possibilidade de escolha (tipo, tamanho) do respirador?		
6. os registros dos ensaios de vedação qualitativos estão disponíveis?		
D) Nos ensaios de vedação quantitativos:		
1. os usuários compreendem qual é o objetivo do ensaio?		
2. o equipamento de teste obedece às especificações?		
3. o equipamento funciona bem e está em bom estado?		
4. estão disponíveis diversos tamanhos e modelos de respiradores?		
5. os registros dos ensaios de vedação estão disponíveis?		
TOTAL POSSÍVEL DE PONTOS: (máx. 130)	TOTAL OBTIDO:	% DE ATENDIMENTO:

VI - INSPEÇÃO, LIMPEZA, HIGIENIZAÇÃO, MANUTENÇÃO E GUARDA		
REQUISITO	CRITÉRIO	AValiação
A) Os respiradores são inspecionados regularmente (existem check-list e registros)?	0 - Não 5 - Sim, informalmente 10 - Sim	
B) A inspeção inclui:		
1. procura por partes danificadas?	0 - Não 5 - Sim	
2. verificação se o funcionamento é perfeito?		
C) Os respiradores são limpos e higienizados regularmente?	0 - Não 5 - Sim, sem periodicidade definida. 10 - Sim.	
D) A manutenção é feita por pessoa treinada?	0 - Não 5 - Sim	
E) Os respiradores são guardados corretamente quando não estão em uso?	0 - Não 3 - Sim, apenas em algumas vezes. 7 - Sim, na maioria das vezes. 10 - Sim, sempre.	
TOTAL POSSÍVEL DE PONTOS: (máx. 45)	TOTAL OBTIDO:	% DE ATENDIMENTO:

VII - AVALIAÇÃO MÉDICA		
REQUISITO	CRITÉRIO	AValiação
A) Existe questionário médico para verificar se o usuário tem condições fisiológicas de usar aquele tipo de respirador?	0 - Não 2 - Sim, parcialmente. 5 - Sim	
B) A função pulmonar do usuário de respirador é verificada no início e monitorada regularmente (anualmente, no mínimo)?		
C) Se ocorrem resultados anormais, o usuário é encaminhado a um médico especialista em saúde ocupacional?		
D) Para avaliar o desempenho pulmonar é obedecido algum procedimento padronizado?		
TOTAL POSSÍVEL DE PONTOS: (máx. 20)	TOTAL OBTIDO:	% DE ATENDIMENTO:

AVALIAÇÃO GERAL DO PPR		
TOTAL POSSÍVEL DE PONTOS: (máx. 455)	TOTAL OBTIDO:	% DE ATENDIMENTO:

RESULTADO DA AVALIAÇÃO		
ITEM DO PPR	% DE ATENDIMENTO	GRAU DE ATENDIMENTO
I - Administração do Programa		
II - Informações básicas para a seleção dos EPR		
III - Seleção dos Respiradores		
IV - Treinamento		
V - Ensaio de Vedação		
VI - Inspeção, Limpeza, Higienização, Manutenção e Guarda		
VII - Avaliação Médica		
AVALIAÇÃO GERAL DO PPR		

CRITÉRIO PARA O GRAU DE ATENDIMENTO:

0% a 40%	Inaceitável
40,1% a 60%	Sérias Deficiências
60,1% a 80%	Algumas Deficiências
80,1% a 100%	Aceitável

LISTA DE REFERÊNCIAS

3M. Estimativa de tempo de vida útil para cartuchos 3M, versão 4.0: software de estimativa de vida útil para cartuchos químicos. [S.l.]: 3M Company, 2005. Disponível em <http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/pt_BR/SaudeOcupacional/Home/Profissionais-Seg/Software-VidaUtil/>. Acessado em 26 out. 2006.

ACGIH - AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. **TLVs e BEIs**: Limites de exposição ocupacional para substâncias químicas e agentes físicos e índices biológicos de exposição. São Paulo: ABHO (tradução), 2006. 246p.

AL-GHAMDI, S. S.; RAFTERY, M. J.; YAQOOB, M. M. Toluene and p-xylene induced LLC-PK1 apoptosis. *Drug Chem Toxicol*, v.4, n.27, p.425-32, 2004.

ALMEIDA, N. L. **Influência de inibidores atóxicos de corrosão no desempenho de tintas a base d'água**. 2003. 210p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

AZEVEDO, A. P. M. **Efeito de produtos químicos e ruído na gênese da perda auditiva ocupacional**. 2004. 156p. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Atividades e operações insalubres**. Norma Regulamentadora NR-15. 1978a. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/default.asp>. Acesso em: 22 nov. 2006.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Programa de controle médico de saúde ocupacional**. Norma Regulamentadora NR-7. 1978b. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/default.asp>. Acesso em: 22 nov. 2006.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho - SESMT**. Norma Regulamentadora NR-4. 1978c. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/default.asp>. Acesso em: 22 nov. 2006.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Instrução Normativa Nº 1 - de 11 de abril de 1994.

BRODDLE, W. D. et al. Chronic dermal studies of petroleum streams in mice. *Fundam Appl Toxicol*, v.1, n.30, p.47-54, 1996.

BURGAZ, S. et al. Cytogenetic analysis of buccal cells from shoe-workers and pathology and anatomy laboratory workers exposed to n-hexane, toluene, methyl ethyl ketone and formaldehyde. *Biomarkers*, v.2, n.7, p.151-61, 2002.

BURLEIGH-FLAYER, H. et al. Isopropanol vapor inhalation oncogenicity study in Fischer 344 rats and CD-1 mice. *Fundam Appl Toxicol*, v.2, n.36, p.95-111, 1997.

CAKMAK, A. et al. Respiratory findings in gun factory workers exposed to solvents. *Respir Med*, v.1, n.98, p.52-6, 2004.

CARVAJAL, G. et al. Exposición ocupacional a solventes orgánicos y alteraciones en la visión del color en trabajadores de una empresa de hidrocarburos. *Actual Enferm*, v.2, n.7, p.7-10, 2004.

CARVALHO, W. A. Neurotoxicidade do n-hexano: revisão das principais alterações neurofisiológicas em trabalhadores expostos e medidas de avaliação da exposição ambiental. *Rev Bras Saúde Ocup*, v.19, n.72, p.21-37, 1991.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Ficha de informação de produto químico. In: **Manual de produtos químicos perigosos**. 2007. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/produto_consulta_completa.asp>. Acessado em 10 jan. 2007

CHATTERJEE, A. et al. The effect of occlusive and unocclusive exposure to xylene and benzene on skin irritation and molecular responses in hairless rats. *Arch Toxicol*, v.5, n.79, p.294-301, 2005.

COSTA, C. et al. In vitro evaluation of oxidative damage from organic solvent vapours on human skin. *Toxicol In Vitro*, v.3, n.20, p.324-31, 2006.

DAIMLER-CHRYSLER. Pintura a base de água: uma pintura a favor da ecologia, [S.I.]. Disponível em <http://www.daimlerchrysler.com.br/meio_ambiente/frmpintura.htm>. Acessado em 24 fev. 2007.

DALBEY, W. E. et al. Light catalytically cracked naphtha: subchronic toxicity of vapors in rats and mice and developmental toxicity screen in rats. *J Toxicol Environ Health*, v.1, n.47, p.77-91, 1996.

DELZELL, E. et al. Styrene and ischemic heart disease mortality among synthetic rubber industry workers. *J Accup Environ Med*, v.12, n.47, p. 1235-43, 2005.

ERNSTGÄRD, L. et al. Are women more sensitive than men to 2-propanol and m-xylene vapours? *Occup Environ Med*, v.11, n.59, p.759-67, 2002.

FREITAS, C. U. Estratégias de abordagem para a exposição ambiental ao chumbo no Estado de São Paulo. In: **Doenças ocasionadas pelo meio ambiente**. Divisão de meio ambiente do CVE, [S.I.]. Disponível em <<http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/doma/chumbo.htm>>. Acessado em 24 fev. 2007.

GABAS, G. Guia para limpeza e desinfecção de EPI's. In: **Informativo Técnico**, ed. Ago 2006, 3M, 2006. Disponível em <http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/pt_BR/SaudeOcupacional/Home/Doc/Informativo-3M/>. Acessado em 26 out. 2006.

GEORGIEVA, T. et al. Possibilities to control the health risk of petrochemical workers. *Int Arch Occup Environ Health*, n.75 Supl, p.S21-6, 2002.

GUNASEKAR, P. G. et al. Molecular and histological responses in rat skin exposed to m-xylene. *J Biochem Mol Toxicol*, v.2, n.17, p.92-4, 2003.

INDULSKI, J. A. et al. Neurological and neurophysiological examinations of workers occupationally exposed to organic solvent mixtures used in the paint and varnish production. *Int J Occup Med Environ Health*, v.3, n.9, p.235-44, 1996.

JAJTE, J.; STETKIEWICZ, J.; WRONSKA-NOFER, T. Combined exposure to m-xylene and ethanol: oxidative stress in the rat liver. *Int J Occup Med Environ Health*, v.4, n.16, p.345-50, 2003.

JOVANOVIC, J. M. et al. Peripheral nerve conduction study in workers exposed to a mixture of organic solvents in paint and lacquer industry. *Croat Med J*, v.6, n.45, p.769-74, 2004.

KAPP, R. W. et al. Isopropanol: summary of TSCA test rule studies and relevance to hazard identification. *Regul Toxicol Pharmacol*, v.3, n.23, p.183-92, 1996.

KULCSAR, F. Ventilação local exaustora - captadores. In: **eST-103 - Higiene do trabalho - parte C**. 1.ed. São Paulo: PECE - Escola Politécnica, 2005a. p.201-22.

KULCSAR, F. Avaliação de sistemas de ventilação. In: **eST-103 - Higiene do trabalho - parte C**. 1.ed. São Paulo: PECE - Escola Politécnica, 2005b. p.270-83.

LAPIN, C. et al. Toxicity evaluation of petroleum blending streams: inhalation subchronic toxicity/neurotoxicity study of a light catalytic cracked naphtha distillate in rats. *Int J Toxicol*, v.5, n.20, p.307-19, 2001.

MARTINS, I; MARTINS, D; DELLA ROSA, H. Aspectos toxicológicos dos solventes orgânicos. In: **eST-501 - O ambiente e as doenças do trabalho**. 1.ed. São Paulo: PECE - Escola Politécnica, 2006. p.76-81.

MATANOSKI, G. M.; TAO, X. Case-cohort study of styrene exposure and ischemic heart disease. *Res Rep Health Eff Inst*, v.1-29, n. 108, p.31-7, 2002.

MATANOSKI, G. et al., Lymphohematopoietic cancers and butadiene and styrene exposure in synthetic rubber manufacture. *Ann N Y Acad Sci*, n. 837, p. 157-69, 1997.

MATANOSKI, G. M.; TAO, X. G. Styrene exposure and ischemic heart disease: a case-cohort study. *Am J Epidemiol*, v.10, n.158, p.988-95, 2003.

MUTTI, A. et al. Exposure to hydrocarbons and renal disease: na experimental animal model. *Ren Fail*, v.3-4, n.21, p.369-85, 1999.

NIJEM, K. et al. Prevalence of self-reported health complaints among shoe workers of small workshop exposed to organic solvents in Hebron City, West Bank: a cross-sectional survey. *Med Lav*, v.3, n.91, p.206-16, 2000.

NIOSH - NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPACIONAL SAFETY AND HEALTH. NIOSH pocket guide to chemical hazards, 2005. Disponível em <<http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgsyn-a.html>>. Acessado em 11 jan. 2007.

NIOSH - NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPACIONAL SAFETY AND HEALTH. Toxicologic review of selected chemicals - 208, 2007. Disponível em <<http://www.cdc.gov/niosh/pel88/123-86.html>>. Acessado em 21 mar. 2007.

OGA, S. **Toxicologia**. São Paulo: Atheneu, 1996. 515p.

PÉREZ, C. A. et al. Daño hepático en trabajadores expuestos a hidrocarburos. *Gastroenterol Hepatol*, v.6, n.29, p.334-7, 2006.

ROBERGE, R. J. et al. Acute myocardial infarction and renal failure following naphtha ingestion. *J Emerg Med*, v.3, n.21, p.243-7, 2001.

RUDER, A. M. et al. Mortality patterns among workers exposed to styrene in the reinforced plastic boatbuilding industry: na update. *Am J Ind Med*, v. 2, n.45, p.165-76, 2004.

SAILLENFAIT, A. M. et al. Developmental toxicities of ethylbenzene, ortho-, meta-, para-xylene and technical xylene in rats following inhalation exposure. *Food Chem Toxicol*, v.3, n.41, p.415-29, 2003.

SANCHEZ, C. **Avaliação da disponibilidade de informações toxicológicas de produtos químicos utilizados no Brasil**. 2002. 205 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

SANCHEZ, C.; NASCIMENTO, E. S. Avaliação da disponibilidade de informações toxicológicas de produtos químicos utilizados no Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v.41, n.4, p. 415-28, 2005.

SANT'ANA, S. R. **Proposta de programa de proteção respiratória em laboratórios: o caso de um centro de pesquisas**. 2005. 148p. Dissertação (Mestrado) - Centro Tecnológico, Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2005.

SASSINE, M. P. et al. Mental health deterioration in workers exposed to styrene. *Rev Epidemiol Sante Publique*, v.1, n.44, p.14-24, 1996.

SCHREINER, C. et al. Toxicity evaluation of petroleum blending streams: inhalation subchronic toxicity/neurotoxicity study of a light alkylate naphtha distillate in rats. *J Toxicol Environ Health A*, v.4, n.55, p.277-96, 1998.

SOLLET, S. et al. Indicadores biológicos en trabajadores expuestos a tolueno, xileno y benceno: efectos patológicos. *Rev Cuba Invest Bioméd*, v.1, n.4, p.148-56, 1985.

TORLONI, M. **Equipamento para teste de penetração do aerosol de cloreto de sódio em filtros para respiradores: construção, obtenção da curva de calibração e avaliação do desempenho.** 1985. 220p. Tese (Livre-Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1985.

TORLONI, M. (Coord.). **Programa de proteção respiratória: recomendações, seleção e uso de respiradores.** 3.ed. São Paulo: Fundacentro, 2002. 127p.

TORLONI, M.; VIEIRA, A. V. **Manual de Proteção Respiratória.** 1.ed. São Paulo: ABHO, 2003. 520p.

TRUJILLO, F.; DANG, D.; STARCK, T. Xylene keratopathy: a case report and review of the literature. *Cornea*, v.1, n.22, p.88-90, 2003.

VIEIRA, A. V. **Avaliação do programa de proteção respiratória em uma mina subterrânea de ouro.** 2004. 97p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

YU, I. T. et al. Occupational exposure to mixtures of organic solvents increases the risk of neurological symptoms among printing workers in Hong Kong. *J Occup Environ Med*, v.4, n.46, p.323-30, 2004.

ZHANG, Y. et al. Association between metabolic gene polymorphisms and susceptibility to peripheral nerve damage in workers exposed to n-hexane: a preliminary study. *Biomarkers*, v.1, n.11, p.61-9, 2006.

APÊNDICES

Apêndice I - Questionário para Usuários de Respiradores - Parte II: Proteção Respiratória

Fonte: Avaliação do programa de proteção respiratória em uma mina subterrânea de ouro (VIEIRA, 2004).

Treinamento (1 a 16)

	Sim	Não
01 - você já participou de algum treinamento sobre proteção respiratória?		
02 - você já teve oportunidade de manuseio dos respiradores?		
03 - foi feita a demonstração de ajustes de vedação?		
04 - você teve oportunidade de familiarização com o respirador em ambiente não contaminado?		
05 - você utilizou algum respirador durante o treinamento?		
06 - você ficou sabendo o que é ensaio de vedação qualitativo?		
07 - você ficou sabendo o que é ensaio de vedação quantitativo?		
08 - houve demonstração prática de limpeza?		
09 - houve demonstração de procedimentos de inspeção de respiradores?		
10 - houve informação sobre as características e limitações de cada classe de respiradores?		
11 - houve informação sobre os contaminantes presentes, níveis de concentração e seus riscos à saúde?		
12 - houve informações sobre os outros meios de controle disponíveis?		
13 - houve explicação do porque ser necessário o uso de respiradores?		
14 - houve informações sobre as consequências do uso incorreto dos respiradores?		
15 - houve informação de como foi o critério utilizado na seleção do respirador que está em uso?		
16 - houve informação de como reconhecer uma situação de emergência e quais são os procedimentos?		

Ensaio de vedação (17 a 20)

	Sim	Não
17 - você consegue mostrar como se faz o teste de pressão negativa e positiva?		
18 - você sabe qual é o objetivo do ensaio de vedação?		
19 - você fez o ensaio de sensibilidade olfativa/sabor antes do ensaio de vedação?		
20 - você teve oportunidade de escolha do tamanho de seu respirador?		

Apêndices

Inspeção (21 a 24)	Sim	Não
21 - você sabe como fazer uma inspeção no seu respirador para encontrar partes danificadas?		
22 - você guarda seu respirador no seu ponto de trabalho?		
23 - você utiliza outros equipamentos de proteção individual regularmente?		
24 - você sabe quando deve trocar o filtro do seu respirador?		

Avaliação médica (25 a 26)	Sim	Não
25 - você faz exames médicos regularmente?		
26 - você sente alguma dificuldade para respirar enquanto usa seu respirador?		