

LUCRÉCIA BUBA
VALDENISE APARECIDA DE SOUZA

**GUIA DE REQUISITOS PARA AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO
DA EXPOSIÇÃO DOS TRABALHADORES AOS AGENTES
AMBIENTAIS EXISTENTES NO LOCAL DE TRABALHO**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do Título
de Especialista em Higiene Ocupacional

São Paulo
2008

EPMI
ESP/HO-2008
B85g

LUCRÉCIA BUBA
VALDENISE APARECIDA DE SOUZA

**GUIA DE REQUISITOS PARA AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO
DA EXPOSIÇÃO DOS TRABALHADORES AOS AGENTES
AMBIENTAIS EXISTENTES NO LOCAL DE TRABALHO**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do Título
de Especialista em Higiene Ocupacional

São Paulo
2008

RESUMO

Com a obrigatoriedade, pela legislação brasileira, da implantação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) através da Norma Regulamentadora nº. 09, instituída pela Portaria nº25 do MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, em 29 de dezembro de 1994, tornou-se necessário conhecer e gerenciar a exposição dos trabalhadores aos riscos ambientais existentes no ambiente de trabalho.

A referida norma estabelece parâmetros mínimos e diretrizes gerais, para a execução do PPRA, porém não fornece subsídios técnicos para sua elaboração, os quais devem ser baseados em normas e conceitos de Higiene Ocupacional, sendo estes, a antecipação, o reconhecimento, a avaliação e o controle dos fatores e estressores ambientais presentes no local de trabalho.

Neste trabalho apresentamos um guia de requisitos para nortear os higienistas na avaliação das exposições ocupacionais e assegurar que o trabalhador esteja protegido contra exposições aos diversos agentes ambientais existentes no local de trabalho. Isso é conseguido através da implementação de um programa de avaliação e gerenciamento da exposição ocupacional que conta com 5 etapas: a caracterização básica, a avaliação qualitativa, a avaliação quantitativa, a elaboração de um relatório e itens de ação, e por fim, a implementação de controles e acompanhamento. Durante a caracterização básica coletamos informações detalhadas sobre processos realizados, na avaliação qualitativa fazemos julgamentos sobre os perfis de exposição, na avaliação quantitativa coletamos amostras para validarmos o julgamento feito anteriormente, na elaboração de um relatório e itens de ação, comunicamos os resultados da avaliação da exposição e desenvolvemos itens de ação para controlar qualquer problema identificado.

Seguindo os passos citados anteriormente, podemos conhecer e gerenciar as potenciais exposições para minimizar ou eliminar seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores e seu conforto.

Palavras chave: Exposição ocupacional. Riscos ocupacionais (prevenção e controle).

ABSTRACT

Our local regulation established the necessity of a written program to control health hazards by either reducing or eliminating occupational exposure to environmental factors and stresses arising in or from the workplace. This program need to be develop considering industrial hygiene principles: anticipation, recognition, evaluation and control of environmental stresses within workplace.

The current work is intended to suggest a guide for properly establish an occupational exposure assessment and management program, which incorporates qualitative exposure assessment and qualitative exposure assessment (monitoring) to ensure that exposure are understood.

The program comprises 5 parts. Basic characterization, during this phase of the program, we gather detailed information about the processes performed at our facility. Qualitative exposure assessment, after gathering information about the processes performed, we make initial judgments about exposures and specify how certain we are about the judgments. Then, if necessary, we immediately implement controls to protect employees until quantitative assessments can be conducted. Quantitative exposure assessment to validate the qualitative exposure assessments or investigate potential problems, we take samples. Reporting and action items, this component of the program provides for communicating the results of the exposure assessments and developing action items for controlling any identified issues. Implementing Controls and/or Follow-Up, if necessary, some form of control may need to be implemented to protect employees. And, even if controls are not implemented, follow-up needs to occur to ensure that employees remain safe.

Following the steps described above, we can be confident that exposures are understood and is possible to manage it to ensure employees are protected.

Key words: Occupational exposure. Occupational risks (prevention and control).

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Etapas do Programa de Avaliação e Gerenciamento da Exposição ...	17
Figura 3.2 – Fluxo da caracterização básica	20
Figura 3.3 – Fluxograma para julgamento de uma exposição	31
Figura 3.4 – Estratégia de amostragem e gerenciamento das exposições ocupacionais	34
Figura 3.5 – Grupo de Exposição similar	40
Figura 3.6 – Diferentes tipos amostrais	43
Figura 3.7 – Medidores de nível de pressão sonora	49
Figura 3.8 – Audiodosímetros	49
Figura 3.9 – Medidores de stress térmico	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Resumo sobre a coleta de informações.....	26
Tabela 3.2 – Exemplo de priorização.....	37
Tabela 3.3 – Tamanho do grupo amostral com grau de confiança de 90 a 95%.....	42
Tabela 3.4 – Exemplos de instrumental necessário para avaliações quantitativas.....	48
Tabela 3.5 – Exemplo de cálculo da exposição média ponderada pelo tempo	51
Tabela 3.6 – Desvio padrão geométrico –DPG, média geométrica –MG, de distribuição de valores que possuem a mesma média aritmética – MA.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
AIHA	<i>American Industrial Hygiene Association</i>
CAS	<i>Chemical Abstracts Service</i>
EMR	Exposto de Maior Risco
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FISPQ	Fichas de Informação sobre Produto Químico
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Brasil)
GES	Grupo de Exposição Similar
LEO	Limite de Exposição Ocupacional
LT	Limite de Tolerância
MSDS	<i>Material Safety Data Sheet</i>
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil)
NA	Nível de Ação
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health (EUA)</i>
NR	Norma Regulamentadora
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
STEL	Short Term Exposure Limit
TLV [®]	<i>Threshold Limit Value</i>
TWA	<i>Time-Weighted Average</i>

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO	11
1.2 JUSTIFICATIVA	11
1.3 METODOLOGIA	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 RISCOS AMBIENTAIS	13
2.2 EFEITO ADVERSO	13
2.3 EXPOSIÇÃO	13
2.4 LIMITES DE EXPOSIÇÃO ESTABELECIDOS	13
2.4.1 Limites de Tolerância da legislação brasileira	15
2.4.2 TLVs® da ACGIH	15
3. ETAPAS DO PROGRAMA DE AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO DA EXPOSIÇÃO	17
3.1 ETAPA 1: CARACTERIZAÇÃO BÁSICA	18
3.1.1 Informações sobre o local de trabalho	21
3.1.2 Definição das tarefas	21
3.1.3 Observação das Atividades	22
3.1.4 Informações sobre a força de trabalho	22
3.1.5 Reunindo informações sobre os agentes ambientais	23
3.1.5.1 Desenvolvimento do inventário químico	24
3.1.5.2 Como identificar um produto químico	24
3.1.6 Fontes de informações – resumo	25
3.2 ETAPA 2: AVALIAÇÃO QUALITATIVA	27
3.2.1 Avaliação da exposição através do contato com o produto químico com a pele e mucosas	28
3.2.2 Avaliação da exposição através da inalação de contaminantes no ar	28
3.2.3 Avaliação qualitativa da exposição dos contaminantes presentes no ar	29

3.3 ETAPA 3: AVALIAÇÃO QUANTITATIVA	32
3.3.1 Quando avaliar	32
3.3.2 Requisitos para avaliação	32
3.3.3 Desenvolvendo uma estratégia de amostragem	33
3.3.4 Priorização	35
3.3.5 Tipos de amostragem	38
3.3.5.1 Amostras Pessoais ou Individuais	38
3.3.5.2 Amostras de Zona Corporal de Interesse	38
3.3.5.3 Amostras de Área	39
3.3.6 Quantidade de amostras a serem coletadas	39
3.3.6.1 Por Grupo de Exposição Similar (GES)	39
3.3.6.2 Por jornada de trabalho	41
3.3.7 Caracterização e determinação de quem será avaliado	44
3.3.7.1 Exposto de Maior Risco	44
3.3.7.2 Procedimento nos casos em que o EMR não puder ser evidenciado por observação	45
3.3.8 Coleta de amostras	46
3.3.8.1 Tipos de instrumentos	47
3.3.9 Análises laboratoriais	50
3.3.10 Cálculo e Interpretação de resultados	50
3.4 ETAPA 4: RELATÓRIO E ITENS DE AÇÃO	53
3.5 ETAPA 5: IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLES E/OU ACOMPANHAMENTO	55
3.5.1 Eliminação ou substituição	56
3.5.2 Controles de engenharia	56
3.5.3 Práticas de trabalho	57
3.5.4 Controles administrativos	58
3.5.5 Equipamento de proteção individual	58
4. RESULTADOS	59
5. DISCUSSÃO	60
6. CONCLUSÃO	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1. INTRODUÇÃO

A Norma Regulamentadora NR-9 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Como ferramenta para implementar o PPRA, apresentamos um guia de requisitos para avaliarmos e gerenciarmos a exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais existentes nos locais de trabalho. Este guia é auto-explicativo e apresenta de forma clara e consistente as etapas para o reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ocupacionais, através de requisitos definidos e aplicáveis pela Higiene Ocupacional. As etapas são as seguintes:

A caracterização básica é a fase mais importante onde se obtém um histórico do ambiente de trabalho, através de coleta das informações do local de trabalho, da força de trabalho, do agente e de monitoramento.

A avaliação qualitativa envolve o conhecimento das exposições aos riscos químicos, físicos e biológicos gerados pelos materiais na execução das tarefas.

Avaliação quantitativa trata das medições para se determinar a concentração dos agentes ambientais. Contribui para comprovar a existência ou inexistência da exposição, através da relação entre os limites de exposição ocupacional, assim como determinar a necessidade de medidas de controle e sua eficácia.

Para a quantificação das avaliações é preciso desenvolver a estratégia de amostragem, que consiste em um conjunto de procedimentos para estabelecer os métodos e técnicas de coleta de amostras, como a escolha dos trabalhadores que vão ser monitorados.

Com o conhecimento dos agentes e de suas concentrações podemos prever suas medidas de controle, através de medidas técnicas e administrativas, preventivas ou corretivas. Dessas medidas de controle devemos priorizar as do

ambiente, para que todos os trabalhadores fiquem devidamente protegidos em seu local de trabalho.

Os resultados deste trabalho só serão atingidos com a implementação de um Programa de Avaliação e Gerenciamento da Exposição para assegurar que as exposições dos agentes sejam conhecidas e controladas.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar um guia de requisitos para avaliação e gerenciamento da exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais provenientes de suas atividades.

1.2 JUSTIFICATIVA

Esta proposta de trabalho surgiu da necessidade de conhecermos e gerenciarmos as potenciais exposições dos trabalhadores aos agentes provenientes de suas atividades para minimizarmos ou eliminarmos os efeitos adversos a saúde e ao conforto.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho consistiu em uma revisão da literatura técnico-científica, nas línguas portuguesa e inglesa, sobre o reconhecimento, a avaliação e o controle dos riscos presentes nos ambientes de trabalho.

O conteúdo deste trabalho foi desenvolvido com base no estudo analítico e interpretativo das referências bibliográficas levantadas, bem como nos conhecimentos adquiridos em cursos de aperfeiçoamento e especialização realizados na área de Segurança e Higiene ocupacional, tais como, o curso de especialização em Segurança do Trabalho da Faculdade Osvaldo Cruz, o curso de especialização em Higiene Ocupacional da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, adquiridos também através da participação nos encontros da ABHO - Associação Brasileira dos Higienistas Ocupacionais e da AIHA (*American Industry Hygiene Association*) e no acúmulo de experiência decorrente da avaliação das exposições de trabalhadores aos diversos agentes ambientais em diferentes segmentos industriais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 RISCOS AMBIENTAIS

São considerados riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador (BRASIL, 1977).

São considerados agentes físicos diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som (BRASIL, 1977).

São considerados agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeira, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão (BRASIL, 1977).

São considerados agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros (BRASIL, 1977).

2.2 EFEITO ADVERSO

Efeito adverso é um efeito anormal, indesejável ou nocivo em um organismo, evidenciado pela mortalidade, o consumo alterado de alimento, a alteração no peso corpóreo ou de algum órgão, alterações nos níveis enzimáticos ou mudanças patológicas visíveis. Um efeito não nocivo é geralmente reversível, uma vez cessada a exposição ao agente causador. Entretanto, todas as substâncias são potencialmente tóxicas, visto que todas podem causar dano ou morte, dependendo da dose (TORLONI; VIEIRA, 2003).

2.3 EXPOSIÇÃO

A fase da exposição é aquela em que a superfície externa ou interna do organismo entra em contato com o agente químico (poeiras, névoas, fumos, gases e vapores), influenciada por fatores ambientais como luz, temperatura, umidade, etc. É importante considerar, nesta fase, a via de introdução, a frequência e a duração da exposição, as propriedades físico-químicas, assim como a dose ou a concentração do agente químico e a suscetibilidade individual (TORLONI; VIEIRA, 2003).

A exposição aos agentes químicos ocorre quando o trabalhador é exposto a compostos químicos utilizados como matérias-primas, produtos intermediários ou finais de processos industriais, bem como às impurezas desconhecidas nos produtos ou produzidas em reações secundárias, ou na decomposição de substâncias, ou por interações entre os compostos presentes. Algumas vezes, a exposição é imprevista em razão da ocorrência de acidentes operacionais ou do processo, como vazamentos (TORLONI; VIEIRA, 2003).

2.4 LIMITES DE EXPOSIÇÃO ESTABELECIDOS

Ao realizarmos uma avaliação a um determinado agente químico, faz-se necessário realizarmos a interpretação desses resultados, o que esses valores representam em termos de risco à saúde dos nossos trabalhadores. Nesse sentido, lançamos mão de uma ferramenta extremamente útil e imprescindível nos trabalhos de Higiene Industrial: os limites de exposição ocupacional.

Para alguns agentes químicos existem diferentes limites de exposição obtidos a partir de diferentes fontes:

2.4.1 Limites de Tolerância da legislação brasileira

Em 1978 foi introduzido na legislação brasileira o conceito de Limite de Tolerância (LT). A Portaria Ministerial nº. 3214 de 08/06/1978 (BRASIL, 1978) instituiu diversas Norma Regulamentadoras das atividades de higiene, segurança e medicina do trabalho. Dentre as diversas normas, tem-se a NR-15, para as atividades e operações insalubres que trata, das avaliações da exposição a agentes químicos em seus anexos 11, 12, 13 e 13 A.

Entende-se por "Limite de Tolerância", a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral. (NR 15, BRASIL 1978).

Na Portaria Ministerial nº. 3214 de 08/06/1978 (BRASIL, 1978), em sua Norma Regulamentadora número 15, anexo 11, encontra-se uma versão reduzida e simplificada dos TLVs® da ACGIH do ano de 1977.

2.4.2 TLVs® da ACGIH

Os limites de exposição (TLVs®) referem-se às concentrações das substâncias químicas dispersas no ar e representam condições às quais, acredita-se, que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, dia após dia, durante toda uma vida de trabalho, sem sofrer efeitos adversos à saúde. Os TLVs® são desenvolvidos para proteger trabalhadores adultos, normais e saudáveis. (ACGIH, 2007, Introdução – pg. 3, Edição em português)

Limite de Exposição – Média ponderada (TLV-TWA) – é a concentração média ponderada pelo tempo para uma jornada normal de 8 horas diárias e 40 horas semanais, para a qual a maioria dos trabalhadores pode estar repetidamente exposta, dia após dia sem sofrer efeitos adversos à sua saúde, na maioria dos casos. (ACGIH, 2007, Introdução – pg. 4, Edição em português)

Limite de Exposição – Exposição de Curta Duração (TLV-STEL) – é definida como uma exposição média ponderada de 15 minutos, a qual não deverá ser excedida em nenhum momento da jornada de trabalho, mesmo que a concentração média ponderada (TWA) esteja dentro dos limites de exposição-média ponderada (TLV-TWA). (ACGIH, 2007, Introdução – pg. 5, Edição em português)

Limite de Exposição – Valor -Teto (TLV-C) – é a concentração que não deve ser excedida durante nenhum momento da exposição do trabalhador. Se as medições instantâneas não estiverem disponíveis, a amostragem deverá ser realizada pelo período mínimo de tempo suficiente para detectar a exposição no Limite de Exposição-Valor Teto (TLV-C) ou acima dele. (ACGIH, 2007, Introdução – pg. 5, Edição em português)

Para sermos mais restritivos, trabalhamos com o conceito de nível de ação, que é o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes químicos ultrapassem os limites de exposição e de acordo com a Norma Regulamentadora nº. 09 (BRASIL, 1978), item 9.3.6.2. alínea C, este valor é a metade do limite de exposição ocupacional.

3. ETAPAS DO PROGRAMA DE AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO DA EXPOSIÇÃO

O Programa de Avaliação e Gerenciamento da Exposição é composto por 5 partes conforme a figura abaixo:



Figura 3.1 – Etapas do Programa de Avaliação e Gerenciamento da Exposição

1. Caracterização básica: nessa fase do programa coletamos informações detalhadas sobre processos realizados;
2. Avaliação qualitativa da exposição: após coletar informações sobre os processos realizados, fazemos julgamentos iniciais sobre as exposições e especificamos qual a certeza desse julgamento. Depois, se necessários, imediatamente implementamos controles para proteger os trabalhadores até que avaliações quantitativas sejam realizadas;
3. Avaliação quantitativa da exposição (monitoramento): para validar a avaliação qualitativa ou investigar potenciais problemas, coletamos amostras;
4. Relatórios e itens de ação: nessa parte do programa comunicamos os resultados da avaliação da exposição e desenvolvemos itens de ação para controle qualquer problema identificado;

5. Implementação de controles e/ou acompanhamento (*follow up*): se necessário, alguns formulários de controles podem ser implementados para proteger os trabalhadores. E, ainda se os controles não foram implementados, acompanhamentos (*follow up*) devem ocorrer para assegurar que os empregados permanecem seguros.

3.1 ETAPA 1: CARACTERIZAÇÃO BÁSICA

A caracterização básica é a atividade inicial onde são coletadas todas as informações necessárias para a identificação das exposições ocupacionais. Trata-se de conhecer os ambientes de trabalho, os expostos e os agentes ambientais, conforme Portaria 3214 do MTE em sua Norma Regulamentadora nº. 09, item 9.3.

Durante essa fase do programa, serão coletadas informações necessárias para fazer julgamentos sobre potenciais exposições. Todas as avaliações das exposições são feitas para específicas unidades, departamentos, processos e tarefas. Antes de se fazer a avaliação, necessariamente devem ser identificadas as tarefas que compõem o processo, assim como os materiais, equipamentos e fontes associadas a cada tarefa.

Ao realizar a caracterização básica devemos coletar informações sobre:

- **Processo:** é importante conhecer todos os processos realizados, pois as exposições variam de acordo com os mesmos;
- **Tarefas:** são as atividades básicas realizadas pelos trabalhadores durante os processos. Tarefas podem causar significantes ou insignificantes exposições. Consideramos exposições significantes aquelas acima de 10% do LEO (Limite de Exposição Ocupacional). Um processo tem um número de tarefas, que devem ser descritas detalhadamente e dever conter o local onde ela é realizada, tempo de duração e frequência da mesma;
- **Fontes e equipamentos:** conhecer os equipamentos é crucial. Numa fonte específica é onde ocorre a exposição ou onde são originados os contaminantes. Um equipamento pode ter múltiplas fontes;
- **Materiais:** todos os materiais que os trabalhadores manipulam na execução de uma tarefa precisam ser documentados;

- **Composição das matérias-primas:** cada um dos componentes químicos de uma matéria-prima deve ser determinado. Cada um deles deverá ser avaliado durante a avaliação qualitativa da exposição;
- **Funções envolvidas nas tarefas:** é importante saber quem realiza cada tarefa quando avaliamos a exposição e se existem diferentes funções designadas para executar as tarefas.

Durante a caracterização básica devemos responder às seguintes questões:

- Quais são os agentes químicos, físicos e biológicos no ambiente de trabalho?
- Quais são os efeitos a saúde com a exposição excessiva a esses agentes ambientais?
- Quais são os Limites de Exposição Ocupacional – LEO para cada um dos agentes?
- Quais são os processos e operações que representam exposição potencialmente significativa a esses agentes ambientais?
- Quais materiais são encontrados ou usados quando os trabalhadores realizam as suas tarefas?
- Como a força de trabalho é organizada e formada?
- Quais controles existem no local de trabalho e como são usados?

Ao respondermos esses questionamentos, teremos caracterizado o ambiente e seremos capazes de fazer julgamentos iniciais sobre o perfil de exposição. Sabemos identificar se a exposição é aceitável, inaceitável ou incerta, como veremos no decorrer do trabalho.

O fluxograma a seguir identifica todos os passos da caracterização básica. Seguindo esses passos, coletaremos informações consistentes e com isso podemos iniciar o julgamento se existem ou não exposições. Durante a avaliação da exposição, ponderamos todos os fatores, fazemos o julgamento sobre a exposição e decidimos amostrar ou não.

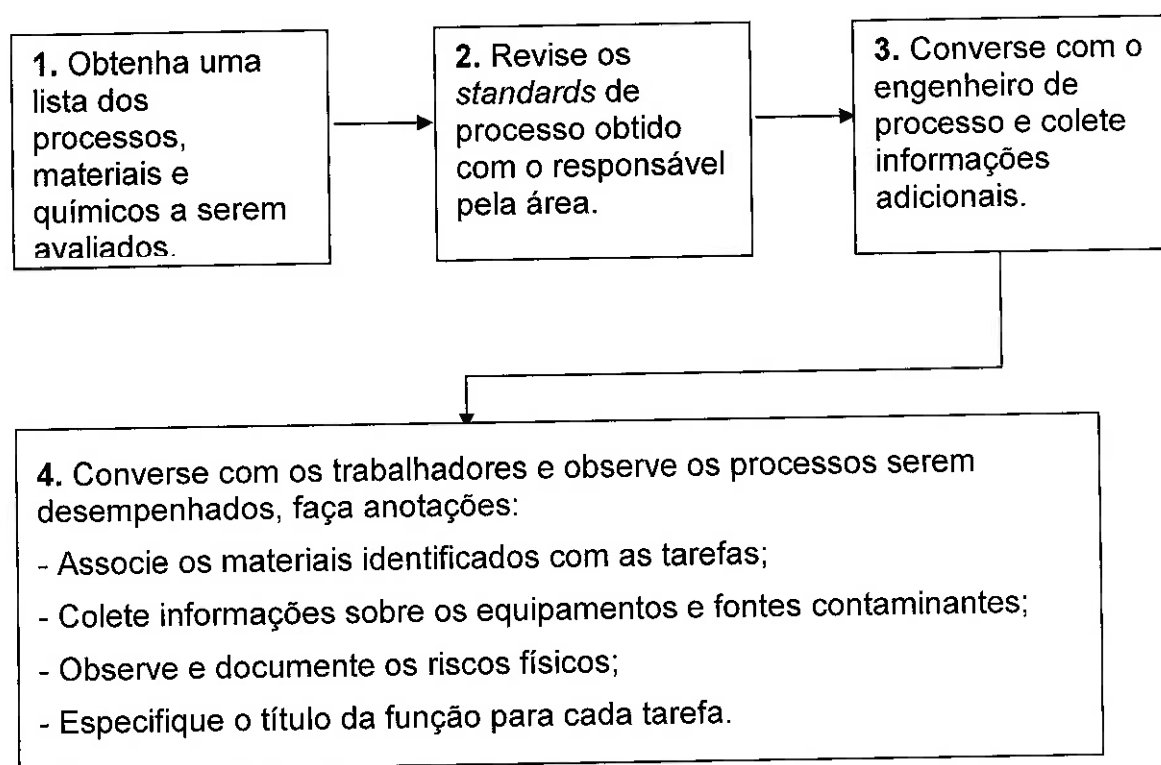


Figura 3.2 – Fluxo da caracterização básica:

3.1.1 Informações sobre o local de trabalho

O objetivo da caracterização do local de trabalho é identificar e localizar as fontes de emissão, bem como os postos de trabalho durante a realização das atividades e as medidas de controle coletivo existentes.

Qualquer equipamento ou parte deste, além da própria atividade executada pelo trabalhador formadora do agente de risco, é denominado fonte de emissão.

Diagramas de blocos acompanhado do fluxo de processos que descrevem operações contínuas, semicontínuas e/ou por bateladas são úteis para identificar fontes potenciais de exposição. Para isso devemos:

- Identificar as unidades e os equipamentos associados (por exemplo, reatores, filtro-prensa, bombas, filtros em linha, pontos de amostragens, etc.);
- Identificar o método pelo qual o contaminante entra ou deixa o processo (tubulação, tanques, tambores, etc);

Também devemos caracterizar atividades de manutenção, laboratório e atividades de reparo. Significantes exposições a agentes químicos, físicos e biológicos podem ser associados com processos não rotineiros, em vistoria de equipamentos, assim como reparo de equipamentos e serviços no chão de fábrica, serviços de manutenção e atividades rotineiras de laboratório.

3.1.2 Definição das tarefas

Um processo pode ser dividido em diferentes passos, que são realizados pelo trabalhador. Ao identificar esses passos, verifique como os materiais entram e saem do processo. Associe todos os materiais com ao menos uma tarefa do processo. Também verifique as tarefas que possivelmente tenham exposição potencial a ruído ou outros riscos físicos, contato com a pele, inalação, ou outros riscos.

Finalmente, devemos verificar a frequência e duração de cada tarefa.

Cada tarefa deverá ter também equipamentos e fontes associadas a ela. Fontes de contaminação são os locais no equipamento onde os contaminantes são liberados (ou onde o ruído é gerado).

3.1.3 Observação das Atividades

A observação pode ser a melhor fonte de informação sobre o local de trabalho e atividades realizadas pelos empregados. Veja como os empregados realizam as tarefas e onde as potenciais exposições podem ocorrer.

Quando observar as tarefas realizadas, procure por potenciais exposições aos contaminantes no ar, contato com a pele e exposições por absorção dermal. Contaminantes dispersos no ar são a rota primária de exposição para muitos produtos químicos. Entretanto, contato com a pele é a rota primária de exposição para alguns agentes químicos (exemplo, metileno dianilina).

3.1.4 Informações sobre a força de trabalho

O objetivo da caracterização da força de trabalho é entender a divisão e práticas de trabalho para melhor entender possíveis exposições a químicos e outros riscos. Para avaliar o risco, devemos conhecer detalhadamente os trabalhos rotineiros e não rotineiros trabalhos programados e tarefas realizadas na fábrica. A caracterização da força de trabalho deve ser baseada numa variedade de fatores, incluindo:

- Observação detalhada das práticas de trabalho e do local de trabalho;
- Lista dos empregados que trabalham na fábrica
- Entrevista com os trabalhadores;
- Revisão do trabalho prescrito, dos treinamentos dos operadores, dos equipamentos de proteção individual e sua confiabilidade em manter a exposição controlada;

3.1.5 Reunindo informações sobre os agentes ambientais

Cada agente químico, físico e biológico potencialmente perigoso presente no ambiente de trabalho deve ser identificado. Para cada agente devemos reunir informações sobre: seu uso, propriedades físicas, vias de exposição, potenciais efeitos a saúde e pertinentes limites de exposição ocupacional.

O inventário dos materiais associados com as respectivas FISPQ (Ficha de Informação sobre Produto Químico) pode ser uma boa base para identificação de agentes ambientais. O inventário das FISPQ deve cobrir a grande maioria dos agentes químicos no local de trabalho, incluindo matérias-primas, produtos, subprodutos, aditivos, solventes, resinas, etc.

Igualmente, a presença de agente físicos e biológicos potencialmente perigosos (por exemplo, ruído, vibração, radiação ionizante, campos de microondas, calor e microorganismos patogênicos) devem ser identificados.

Cada agente ambiental deve ser relacionado a um ou mais grupos de trabalho. Tipicamente, esses inventários serão divididos em:

- Processo;
- Departamento;
- Setor;
- Local;
- Função;
- Tarefa;
- Tipo de produto;
- Nome comercial;
- Composição química;
- Agentes químicos;
- Números CAS;
- Toxicidade;
- Vias de penetração;
- Quantidade manipulada.

3.1.5.1 Desenvolvimento do inventário químico

O inventário químico é elaborado visando o conhecimento de todos os agentes químicos a que estão expostos os trabalhadores, quando do exercício de suas atividades laborais, e envolve todos os produtos utilizados nos processos de trabalho.

O primeiro passo para a elaboração do inventário químico é o levantamento das FISPQ ou MSDS (*Material Safety Data Sheet*) onde se encontram a composição química de cada produto utilizado no processo.

A composição química de um produto não implica na necessidade e possibilidade de avaliação e análise de todos os seus agentes, devido ao fato de que nem todos os agentes encontrados terem disponibilidade de metodologia para sua identificação, assim como, limites de exposição ocupacional para a Higiene Ocupacional ou métodos desenvolvidos em laboratório que possibilitem a sua análise.

3.1.5.2 Como identificar um produto químico

Através do Número CAS ou registro CAS (*CAS number* ou *CAS registry number*, em inglês) de um composto químico, polímero, sequência biológica e liga é um número de registro único no banco de dados do *Chemical Abstracts Service*, uma divisão da *Chemical American Society*. O *Chemical Abstracts Service* atribui esses números a cada produto químico que é descrito na literatura. Além disso, CAS mantém e comercializa um banco de dados destas substâncias, aproximadamente 23 milhões de compostos receberam o *CAS Registry* até agora. Aproximadamente 4.000 novos números de CAS são acrescentados cada dia. O objetivo é facilitar as pesquisas no banco de dados, visto que, muitas vezes, os produtos químicos têm mais de um nome. Quase todos os bancos de dados atuais dos agentes químicos permitem uma pesquisa pelo número CAS.

3.1.6 Fontes de informações – resumo

Resumindo, o primeiro passo ao avaliar exposições ocupacionais num local de trabalho é obter informações sobre o local de trabalho, sobre os trabalhadores e agentes ambientais, conforme exemplificado na tabela 3.1. Esses dados serão usados para estabelecer os grupos de exposição a serem avaliados.

No mínimo devemos obter informações sobre:

- Operações, processos e suprimentos;
- Força de trabalho, tarefas e divisões de trabalho;
- Agentes químicos, físicos e biológicos presentes no ambiente de trabalho;
- Como e quando os trabalhadores são expostos aos agentes ambientais.

Tabela 3.1: Resumo sobre a coleta de informações

Método de coleta	Tipo de informação obtida
Visita a fábrica e observações	• Operações • Processos • Tarefas • Equipamento de proteção individual utilizado • Equipamento de proteção coletiva instalados • Divisão do trabalho • Agentes ambientais
Entrevistas aos trabalhadores, gerentes e engenheiros	• Tarefas • Práticas de trabalho • Problemas de saúde • Processos • Controles da exposição • Manutenção • Agentes ambientais
Entrevistas com a área Médica e Segurança do trabalho	• Problemas de saúde • Problemas padrão • Problemas com os equipamentos de proteção individual (EPI) • Práticas e divisão de trabalho • Histórico de exposição • Agentes ambientais
Revisão de dados: • Padrões de processos • Padrões de operação e procedimentos • Produção • Pessoais • Médicos • Engenharia • Relatórios ambientais • Ciclo de vida do produto • Diagrama de fluxo de processo • Relatórios de Higiene Industrial	• Condições históricas • Inventários químicos • Quantidade de produto utilizado • Histórico da performance dos controles de engenharia • Resultados passados do monitoramento ambiental • Resultados passados do monitoramento biológico • Resultados passados de monitoramento das exposições
Revisão dos padrões governamentais e não-governamentais	• Limites de exposição ocupacional em uso • Limites de exposição ocupacional propostos
Revisão de literatura	• Estudos epidemiológicos • Estudos toxicológicos

3.2 ETAPA 2: AVALIAÇÃO QUALITATIVA

Enquanto a caracterização básica envolve a coleta de informações necessárias para avaliar o tipo de risco da exposição, a avaliação qualitativa envolve os julgamentos das exposições verificando a relação entre cada tarefa realizada pelos trabalhadores, os materiais e equipamentos usados durante cada tarefa.

A avaliação da exposição deve ser conduzida em processos existentes, novos processos e quando mudanças forem realizadas nos processos.

A avaliação qualitativa é feita geralmente sem resultados das amostragens (avaliação quantitativa).

A avaliação da exposição nos fornece um melhor entendimento sobre as exposições e nos ajuda a direcionar as avaliações quantitativas para situações onde as exposições não são conhecidas. E também ajuda a focar esforços para controlar exposições em uma tarefa em particular e/ou nas fontes dessas exposições.

Avaliar a exposição consiste em analisar o risco da exposição a agentes químicos, físicos e biológicos através da inalação, contato com a pele e ingestão. Podemos categorizar a exposição ocupacional da seguinte forma:

- Contato com o produto químico: evento no qual um produto químico na forma líquida, gasosa, névoa, fumo, gás, ou poeira, entra em contato com alguma parte do corpo do trabalhador;
- Exposição a contaminantes no ar: ocorre através da inalação de produtos químicos dispersos no ar na forma de aerossol, gás ou vapor;
- Riscos físicos: um risco que pode resultar numa doença ou lesão;
- Outros: os riscos que não se encaixam nas categorias citadas anteriormente, tais como, riscos ergonômicos, risco de acidente e riscos biológicos.

3.2.1 Avaliação da exposição através do contato com o produto químico com a pele e mucosas

A pele é um órgão formado por múltiplas camadas de tecido representando cerca de 10% da massa corpórea e com a área superficial de $1,8 \text{ m}^2$ para um adulto. É relativamente impermeável à maioria dos íons, bem como a soluções aquosas. Entretanto, é permeável a grande número de toxicantes sólidos, líquidos e a gases (TORLONI; VIEIRA, 2003).

Quando o agente químico entra em contato com o tecido, podem ocorrer diversos eventos, tais como, irritação, sensibilização e reação alérgica.

Ao avaliarmos exposição de um trabalhador através do contato com um produto químico a sua pele e mucosas devemos identificar o tempo de duração do contato e a frequência com que o mesmo ocorre.

3.2.2 Avaliação da exposição através da inalação de contaminantes no ar

A avaliação da exposição através da inalação de contaminantes no ar deve ser feita seguindo os passos abaixo:

1. Consideramos as propriedades físicas e químicas de cada material: As propriedades físicas e químicas de um material podem ajudar a determinar se o mesmo pode se tornar contaminante do ar.
2. Estimamos a concentração do contaminante: Após revisar todas as informações da caracterização básica e as propriedades físicas e químicas do material, estime a concentração do contaminante no ar, baseado no seu conhecimento, experiência e resultados de avaliações anteriores.
3. Determinamos a porcentagem do LEO, se este não existir, revise as informações toxicológicas: Quando possível, comparar sua estimativa da exposição com o

apropriado LEO, para determinar a porcentagem do LEO para a tarefa específica que está sendo avaliada.

4. Julgamos a exposição: Nesta etapa julga-se a exposição e atribui um número correspondente numa escala de exposição baseada no LEO.

5. Determinamos o nível de certeza sobre o julgamento da exposição: O nível de certeza indica o quanto é confiável o julgamento.

6. Documentamos a avaliação: Mantenha registro dos dados obtidos, por exemplo, num banco de dados eletrônico:

7. Investigamos a exposição, se necessário: Uma vez feita a avaliação, podemos usar este julgamento para dar prioridade ao processo no plano de amostragem. Isto pode resultar numa avaliação mais detalhada da tarefa, amostragem quantitativa, e/ou o controle ou pode simplesmente indicar que a amostragem pode ser parte do plano de amostragem para o ano seguinte.

3.2.3 Avaliação qualitativa da exposição dos contaminantes presentes no ar

Devemos estar seguros que para uma dada tarefa, 95% ou mais de todas as exposições estão abaixo do limite de exposição ocupacional. Sem dados da amostragem, este julgamento pode ser difícil de ser realizado. Entretanto, olhando a caracterização básica (que estuda a tarefa, o produto químico e as propriedades físicas, os controles existentes da exposição, a informação sobre a força de trabalho e outros fatores relacionados), podemos fazer um julgamento preliminar baseado em na experiência e conhecimento do higienista.

Podemos julgar um perfil de exposição como aceitável, inaceitável e incerto. O julgamento inicial será baseado nos dados quantitativos disponíveis.

Um perfil de exposição será julgado como aceitável, se a exposição e a variabilidade são baixas o suficiente que o risco associado com o perfil da exposição é baixo.

Para classificar uma exposição como aceitável o higienista deve estar seguro que a probabilidade de causar efeitos adversos a saúde é desprezível.

Exposições julgadas como aceitáveis não necessitam de ações imediatas, no entanto, o higienista tem que se assegurar que essa exposição não saia do controle.

Julgar um perfil de exposição como inaceitável pode ser fácil. Por exemplo, julgamos uma exposição como inaceitável se a mesma exceder o LEO.

Certamente, se houver evidências de efeitos adversos a saúde associados com o agente ambiental, o perfil de exposição será julgado como inaceitável, por exemplo, se o agente ambiental é um carcinogênico humano.

A observação de exposição via cutânea quando o produto químico tem como rota significativa de entrada a pele sugeri-se que essa exposição seja julgada como inaceitável. O mesmo critério deverá ser adotado para a via digestiva.

Um perfil de exposição será julgado como incerto se ele não puder ser julgado como aceitável ou inaceitável. Podemos não ter dado suficientes para julgar a exposição, isso pode ocorrer se o perfil não foi bem caracterizado, ou se não existiram dados suficientes para estabelecer os efeitos à saúde causados pela exposição que impossibilitou o estabelecimento de um LEO.

A figura 3.3 nos mostra os passos necessários para julgarmos uma exposição.

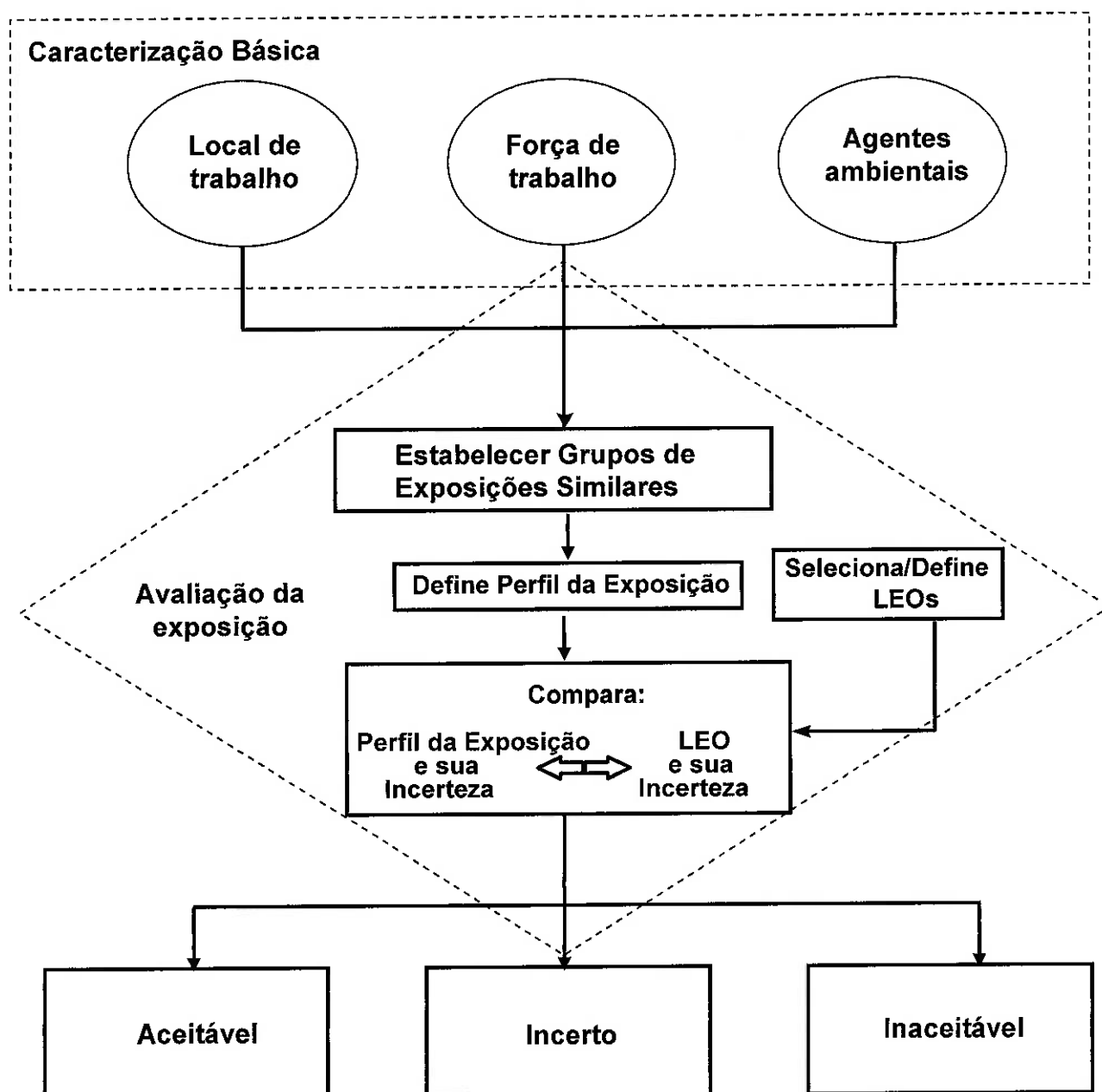


Figura 3.3 – Fluxograma para julgamento de uma exposição

Fonte: MULHAUSEN, J. R and DAMIANO, J. A (1998)

3.3 ETAPA 3: AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

Os principais objetivos da avaliação quantitativa são:

- Medir a concentração ou intensidade da exposição ocupacional aos riscos ambientais, identificados na etapa de caracterização básica;
- Comparar as medições realizadas com os limites de exposição ocupacional (NR – 15 e/ou ACGIH);
- Subsidiar estudos epidemiológicos;
- Determinar a necessidade de medidas de controle ou avaliar a eficiência das medidas existentes;
- Comprovar o controle da exposição ou a inexistência de valores acima dos limites de tolerância ou do Nível de Ação;

3.3.1 Quando avaliar

A avaliação de agentes físicos, químicos e biológicos deverá ser realizada sempre que a caracterização básica assim o indicar.

A simples presença desses agentes no ambiente de trabalho deve ser avaliada para se verificar a extensão dos riscos e a probabilidade dessa exposição proporcionar agravos à saúde do trabalhador.

3.3.2 Requisitos para avaliação

Para se avaliar os agentes de risco no ambiente de trabalho, é necessário que:

- A coleta de amostras seja feita próxima à zona respiratória do trabalhador (poeira, fumos, névoas);
- Os trabalhadores sejam avaliados em seus postos e/ ou ciclo de trabalho;
- Todos os trabalhadores com risco potencial de exposição sejam avaliados;

- Se analise a questão dos trabalhadores parcialmente envolvidos;
- Se observe a pertinência de considerar como expostos os trabalhadores não diretamente envolvidos na atividade avaliada, porém próximos, com risco potencial de exposição;
- Os equipamentos de avaliação sejam referidos, calibrados e estejam em perfeito estado de funcionamento.

3.3.3 Desenvolvendo uma estratégia de amostragem

Antes de serem iniciadas as avaliações das condições ambientais dos locais de trabalho, deve ser definida a estratégia de amostragem.

Ao estabelecermos as diretrizes da estratégia de amostragem devemos:

- Considerar os dados levantados na caracterização básica (inspeção, entrevista, dados existentes);
- Definir amostras ou medições representativas da exposição (agentes e locais avaliados);
- Prever coleta de amostras na zona respiratória dos trabalhadores (no posto de trabalho avaliado), para o caso de poeiras, fumos e névoas;
- Estabelecer a duração da amostragem (tempo de coleta);
- Definir metodologia de coleta de amostras ou de medição de agentes (onde coletar, por quanto tempo, etc);
- Fazer a escolha correta dos trabalhadores a serem monitorados;
- Verificar as características físicas dos agentes no local de trabalho.

A figura 3.4 nos mostra os passos necessários para estabelecermos uma estratégia de amostragem eficaz.

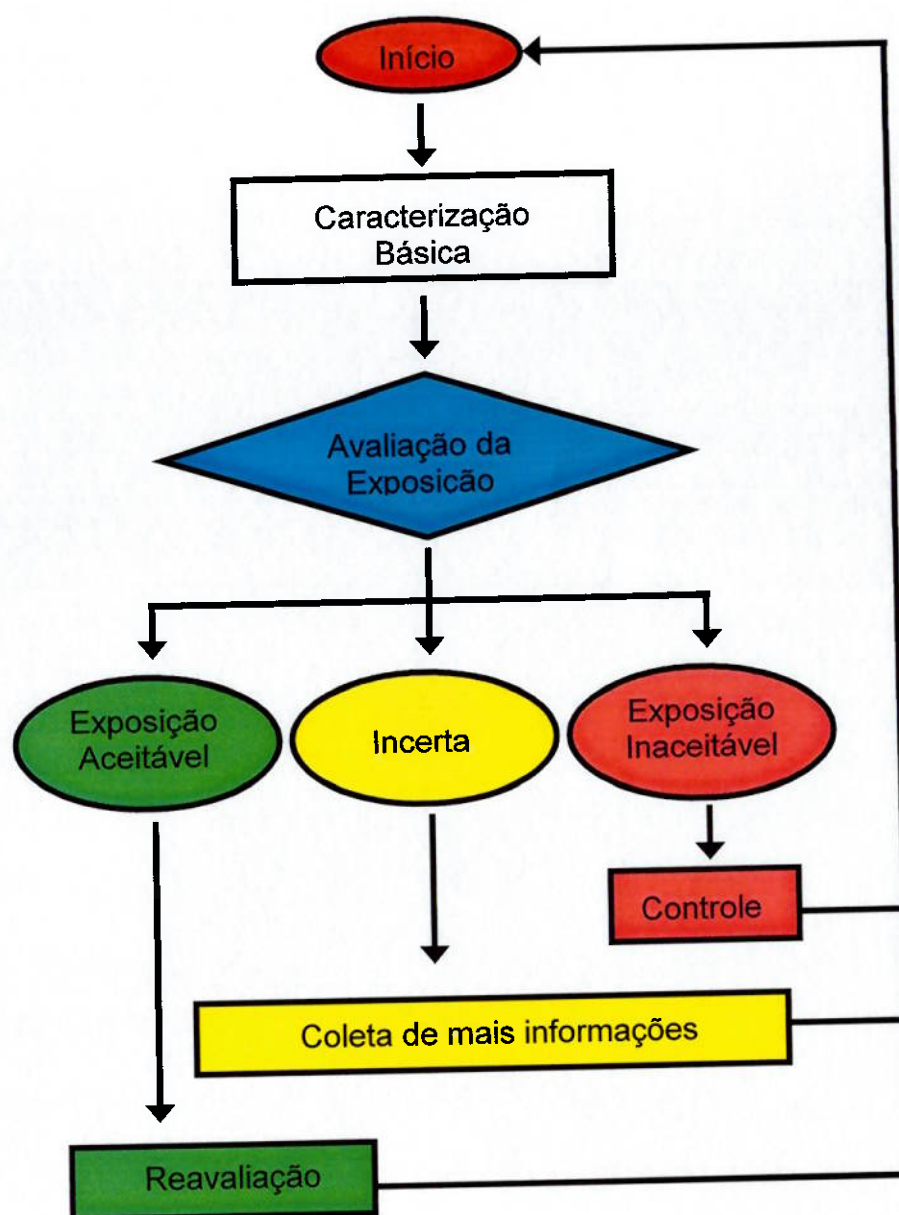


Figura 3.4 – Estratégia de amostragem e gerenciamento das exposições ocupacionais

Fonte: MULHAUSEN, J. R and DAMIANO, J. A (1998)

3.3.4 Priorização

Freqüentemente existem mais amostras a serem conduzidas do que possibilidade de fazê-las ao longo do ano. Por causa disso, é importante priorizá-las. A priorização é baseada na exposição, nos possíveis efeitos à saúde e na incerteza do perfil de exposição.

Em ordem de importância podemos priorizar as avaliações levando em conta os seguintes fatores:

1. Efeitos a saúde/Toxicologia: Produtos químicos com toxicidade mais elevada ou aqueles que causam efeitos sérios a saúde devem ser altamente priorizados do que outros produtos, com menor toxicidade ou efeitos a saúde menos sérios.
2. Produtos químicos regulamentados por lei: a legislação pode requerer a monitoração de um determinado produto químico. Por este fato devemos priorizá-los.
3. Vigilância médica: exposições desconhecidas a produtos químicos controlados pelo departamento médico devem ser priorizadas.
4. Queixas dos trabalhadores: Monitorar para endereçar as queixas dos empregados pode transformar-se uma prioridade.
5. A quantidade de trabalhadores potencialmente expostos: Alguns trabalhos são executados por muitas pessoas o que aumenta a frequência total de uma dada exposição.
6. Níveis de exposição: a avaliação qualitativa da exposição pode ser usada para a priorização, assim como o julgamento profissional. Tarefas julgadas como prioridade alta na avaliação qualitativa serão avaliadas preferencialmente.
7. Frequência e duração de uma tarefa ou de um trabalho: exposições de longa duração e frequência aumentam o potencial de exposição dos trabalhadores.

8. Controles de engenharia inadequados: Se acreditarmos ou termos prova que controles de engenharia não estão controlando eficazmente exposições, podemos dar prioridade à monitoração das exposições antes e depois da modificação para verificar sua eficácia.

9. Baixa prioridade: Compostos com baixo volume de material, baixa toxicidade, ou com resultado de exposições baixas (<10% do LEO) são priorizados como de baixa prioridade.

A tabela 3.2 apresenta um exemplo de priorização.

Tabela 3.2 – Exemplo de priorização

Prioridade	Condições de risco
Irrelevante	Fatores do ambiente que não constituem nenhum incômodo e nem risco para a saúde ou integridade física. Não é necessária a realização de avaliações quantitativas das exposições
Baixa	Fatores do ambiente que podem causar um incômodo sem ser uma fonte de risco para a saúde ou integridade física. Não é necessária a realização de avaliações quantitativas das exposições salvo para conhecer o nível da exposição aos agentes e mostrar evidências de que os valores estão abaixo do nível de ação e não constitui risco para a saúde ou integridade física.
Moderada	Fatores do ambiente que constituem um incômodo podendo ser de baixo risco para a saúde ou integridade física. É necessária a realização de avaliações quantitativas das exposições para se conhecer o nível da exposição aos agentes, verificar a eficácia das medidas de controle e demonstrar que os riscos estão controlados. Considerados também os agentes que não possuem limites de tolerância para valor teto.
Alta	Fatores do ambiente que constituem um risco para a saúde e integridade física do trabalhador. É necessária a realização de avaliações quantitativas das exposições por serem agentes de risco com exposição excessiva que devem ser mensurados para se conhecer o nível da exposição, verificar a necessidade de melhorias nas medidas de controle. Considerados os agentes que possuem limites de tolerância muito baixos, absorção pela pele e com valor teto.
Muito Alta	Fatores do ambiente que constituem em risco para a saúde e integridade física do trabalhador, por serem agentes de alto risco com uma grande probabilidade de acidente ou doença elevada. A realização de avaliações quantitativas das exposições é para saber o nível das exposições, quando for relevante para fornecer dados ao projeto para o planejamento de medidas de controle a serem adotadas, assim como para o registro da exposição e ou de suas melhorias.

3.3.5 Tipos de amostragem

A amostragem deve ser realizada com absoluto controle, com a observância dos fatores que possam induzir ao erro nas avaliações.

3.3.5.1 Amostras Pessoais ou Individuais

São amostras tomadas de maneira que o amostrador é portado pelo indivíduo amostrado, e situado na zona corporal de interesse (por exemplo, zona auditiva ou zona respiratória).

É o tipo preferível para amostragem de exposição ocupacional, por sua adequada representatividade da exposição experimentada pelo indivíduo ao longo do intervalo amostrado.

Esse tipo amostral é restrito aos aspectos de recursos instrumentais disponíveis e econômicos da amostragem.

3.3.5.2 Amostras de Zona Corporal de Interesse

São amostras tomadas por um terceiro, que mantém o amostrador na zona corporal de interesse (por exemplo, auditiva, respiratória)

É o tipo aceitável para amostragem de exposição ocupacional, podendo representar adequadamente a exposição experimentada pelo indivíduo, respeitadas as limitações amostrais e a análise estatística aplicável.

Esse tipo amostral é limitado a funções ou tarefas de pouca movimentação em área fisicamente restrita, durante a tomada de cada amostra. Considerar seu uso nos casos de dificuldade de aplicação de amostras pessoais.

3.3.5.3 Amostras de Área

São amostras tomadas em pontos fixos da área de trabalho, não vinculadas ao trabalhador.

É o tipo não aceitável para amostragem de exposição ocupacional. Amostras de área não guardam relação específica com a exposição dos trabalhadores; não é permitida nenhuma inferência sobre a exposição de pessoas a partir de amostras de área. A aplicabilidade está restrita ao controle da emissão de processos e situações de emergência.

3.3.6 Quantidade de amostras a serem coletadas

3.3.6.1 Por Grupo de Exposição Similar (GES)

Um grupo de exposição similar é formado por um ou mais indivíduos que executam um trabalho similar onde é esperado que tenham exposição similar ao longo do tempo.

Os Grupos de Exposição Similares (GES) são obtidos a partir da caracterização básica, que é dada pela observação e conhecimento do processo, das atividades e dos agentes, ou seja, das exposições que ocorrem nos ambientes de trabalho.

Observando e conhecendo as exposições, podemos reunir os trabalhadores em grupos que possuem as mesmas características (perfil) de exposição a um dado agente.

A figura 3.5 apresenta um exemplo de como se estruturar um GES.

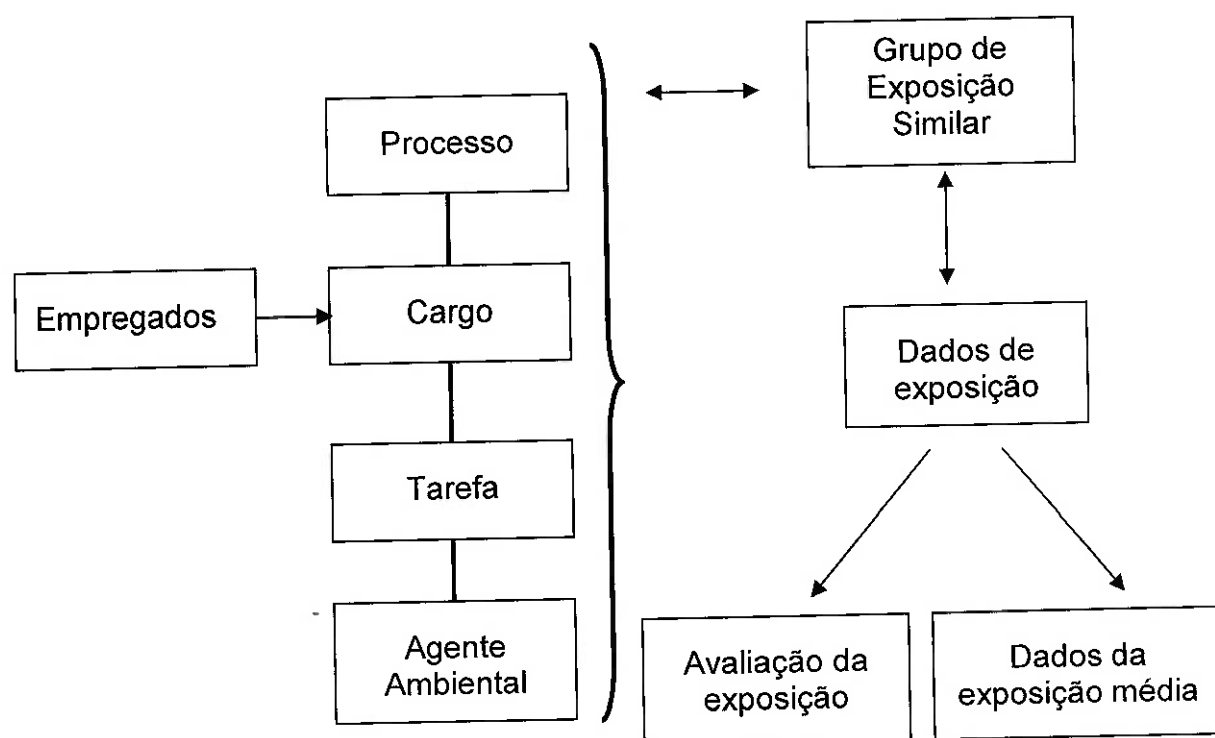


Figura 3.5 – Grupo de Exposição Similar

Em cada GES será escolhido aleatoriamente um grupo amostral, que representará o grupo, sendo, porém menor e proporcional em número de funcionários, conforme nos mostra a tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Tamanho do grupo amostral com grau de confiança de 90 a 95% (continua)

Confiança de 90%		Confiança de 95%	
Grupo similar de exposição	Grupo amostral	Grupo similar de exposição	Grupo amostral
8	7	12	11
9	8	13-14	12
10	9	15-16	13
11-12	10	17-18	14
13-14	11	19-21	15
15-17	12	22-24	16
18-20	13	25-27	17
21-24	14	28-31	18
25-29	15	32-35	19
30-37	16	36-41	20
38-49	17	42-50	21
50	18	51 e +	29
51 e +	22		

Nota: Número de pessoas a serem escolhidas e amostradas para que se tenha uma probabilidade de 90 ou 95% de ter pelo menos uma nos 10% superiores de níveis de exposição.

Fonte: LEIDEL, N. A. BUSCH, K. A. and LYNCH, J. R. (1977)

3.3.6.2 Por jornada de trabalho

Tanto o número de amostras a ser coletada em cada trabalhador, como a duração de cada coleta depende basicamente dos seguintes fatores:

- Substância que se deseja avaliar. Suas propriedades físicas, químicas e toxicológicas;
- Condições de trabalho e ambientais;
- Métodos e técnicas empregadas.

- Amostras consecutivas em uma jornada completa

É a melhor forma de amostragem para se caracterizar a existência de risco, porque proporciona o menor intervalo de confiança na busca do verdadeiro valor da concentração ambiental. A precisão cresce com o número de amostras, por exemplo, 8 amostragens de duração de 1 hora são mais precisas do que 4 amostras de 2 horas. Todavia, o aumento do número de amostras eleva o custo, sendo que o número adequado deverá ser entre 2 e 7 amostragens.

É importante salientar que os tempos de coleta de amostras não terão de ser obrigatoriamente os mesmos dentro da jornada.

- Amostra única de período completo

É o segundo método em ordem de preferência, sempre que se dispor de sistemas de amostragem adequados a tão longa duração. Nesse caso, a amostra é coletada continuamente durante toda a jornada de trabalho.

- Amostra de período parcial

Esse tipo de amostragem é aceito sempre que a duração da coleta cubra ao menos 70% da jornada de trabalho e as condições do posto de trabalho não variem substancialmente durante esse tempo. Se essas condições não forem cumpridas, deverá ser dada preferência à amostragem que se segue.

- Amostras consecutivas de período parcial

Consiste na tomada de amostras de igual ou distinta duração que cobrem parte do tempo de exposição. A confiabilidade dessa amostragem é pequena, portanto, é difícil de tomar decisões a respeito da existência ou não do risco, uma vez que os resultados obtidos se referem somente ao período amostrado.

- Amostras pontuais ("grab samples")

Nesse caso, devido ao sistema de coleta utilizado, o período de amostragem pode reduzir-se a minutos ou segundos, fornecendo como resultado a concentração instantânea de determinado contaminante. Os limites de confiabilidade serão influenciados pela quantidade de amostras pontuais e pela variação da concentração do contaminante no ambiente. Assim, para que os resultados forneçam uma mínima confiabilidade, é necessário dispor de um número muito elevado de amostras pontuais, coletadas aleatoriamente por toda jornada.

A figura a seguir mostra esquematicamente os diferentes tipos de amostragem, que se podem realizar para uma exposição média de 8 horas, citados anteriormente.

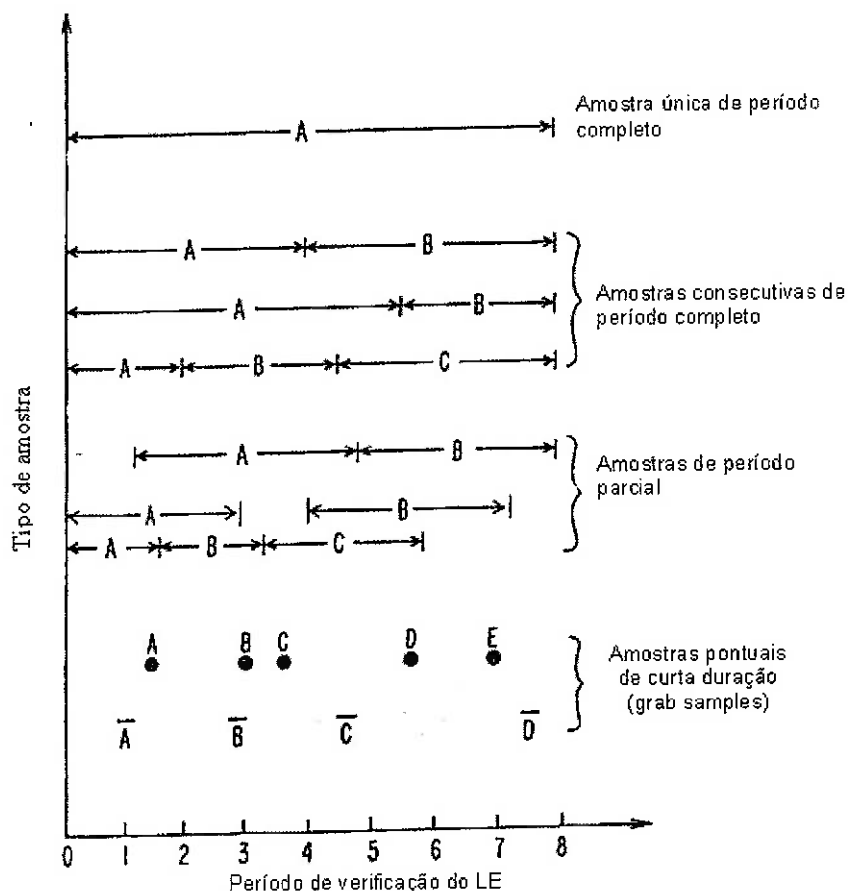


Figura 3.6 – Diferentes tipos amostrais

Fonte: LEIDEL, N. A. BUSCH, K. A. and LYNCH, J. R. (1977)

3.3.7 Caracterização e determinação de quem será avaliado

Existem diversas maneiras de selecionar quais empregados serão avaliados. São elas:

3.3.7.1 Exposto de Maior Risco

Exposto de Maior Risco, ou EMR é o trabalhador de um grupo de exposição similar (GES) que é julgado como supostamente mais exposto em relação ao seu grupo.

Fatores de evidência do EMR como proximidade da fonte do contaminante, mobilidade no ambiente, linhas de corrente de ar no local e hábitos operacionais num dia típico de trabalho.

Se o resultado da avaliação do exposto de maior risco estiver abaixo do limite de exposição ocupacional, assume-se que a exposição dos outros trabalhadores da mesma área ou processo será aceitável.

O EMR pode ser identificado por julgamento profissional ou através de uma ferramenta estatística descrita no Manual de Estratégia de Amostragem do NIOSH. O procedimento consiste em avaliar aleatoriamente um grupo cujos membros possuam a mesma característica de exposição. O objetivo do procedimento é selecionar um subgrupo de tamanho adequado com alta probabilidade que a amostragem aleatória contemple ao menos um trabalhador com alta exposição, se o mesmo existir (LIEDEL, 1977).

O EMR será determinado por possuir uma ou mais das seguintes características, que lhe conferem o maior potencial de exposição:

- Exercer suas atividades mais próximas da fonte do agente;
- Exercer suas atividades em região do ambiente onde ocorre maior concentração ou intensidade aparente do agente;
- Exercer suas atividades de maneira a se expor por mais tempo ao agente;
- Exercer as rotinas operacionais (modus operandi) de forma a se expor mais ao agente.

A determinação será feita por observação de campo, sendo importante o conhecimento acurado das operações e atividades, assim como a experiência e o conhecimento do profissional relativamente ao agente e à forma de exposição.

3.3.7.2 Procedimento nos casos em que o EMR não puder ser evidenciado por observação

Como o procedimento estatístico para determinação do EMR normalmente implica em um grande número de amostras, e a caracterização referencial de um GES pode envolver um número de amostras freqüentemente inferior. Segundo LIEDEL (1977) podemos escolher quem será amostrado de duas formas:

- Seleção aleatória

Serão escolhidos aleatoriamente alguns integrantes dos diferentes GES para serem avaliados.

- Avaliação de todos os trabalhadores

Ao avaliarmos todos os trabalhadores integrantes do processo e pertencentes ao mesmo GES, obtemos a mais completa informação acerca da exposição. Esse tipo de avaliação só é possível se a empresa puder arcar com o custo elevado da avaliação, que inclui a mão-de-obra especializada para condução das amostras e os custos laboratoriais, do contrário essa técnica deverá ser utilizada para um grupo de no máximo 10 trabalhadores no GES.

3.3.8 Coleta de amostras

A coleta dependerá da forma como uma substância se encontra na atmosfera e de suas propriedades físicas e químicas.

Na etapa de coleta devemos:

- Utilizar equipamentos e acessórios adequados ao agente a ser medido;
- Escolher a técnica de medição, conforme definido na estratégia de amostragem;
- Aferir os instrumentos de medição;
- Calibrar dos equipamentos, antes e após sua utilização;
- Acompanhar o andamento da amostragem, observando deslocamentos, pausas e forma de exposição, a fim de evitar possíveis desvios.

O conjunto de medições deve ser representativo das condições reais de exposição do grupo, com os períodos adequadamente escolhidos, entendendo e considerando os ciclos de trabalho nos processos (ciclos repetitivos; ciclos não regulares). As medições não devem interferir nas condições de trabalho e devem ser realizadas medições isoladas de exposições não rotineiras, além de serem coletadas informações administrativas e de campo, essenciais para interpretação dos resultados e tomada de decisões. (FUNDACENTRO, 2001).

As avaliações devem ser realizadas periodicamente – anualmente ou mais frequentemente caso haja suspeita que as exposições dos trabalhadores tipo médias ponderadas no tempo alteraram significativamente (para mais ou para menos).

Segundo GABAS (2005), nesse sentido são apresentadas algumas dicas importantes para que os objetivos do trabalho sejam definidos e os investimentos bem aplicados:

- Mantenha uma previsão das avaliações, com seus objetivos claramente definidos e limite seu escopo, para obter as informações necessárias para direcionar as decisões;
- Planeje e coordene com o pessoal responsável pela produção (operários e supervisores), para obter as informações necessárias e confiáveis nas avaliações dos agentes e responder a relevantes questões sobre como

proteger os expostos. Através da familiaridade do pessoal da produção com o ambiente produtivo, processos, ciclos, máquinas, juntamente com a explicação do propósito da pesquisa, erros podem ser evitados tanto nas estratégias quanto nas avaliações propriamente ditas;

- Registre e documente os dados com um nível de detalhe suficiente para que outra pessoa possa compreendê-los e replicar os resultados, caso nada tenha sido alterado no ambiente de trabalho;
- A participação do trabalhador é essencial para o sucesso das avaliações, mantendo sua rotina de trabalho quando solicitado, em portar e zelar pelos equipamentos de avaliação, indicar aos responsáveis necessidades de novas avaliações;
- A comunicação dos resultados deve ser realizada com nível de informações adequadas para cada interessado.

3.3.8.1 Tipos de instrumentos

Os instrumentos de medição são divididos em leitura direta e indireta.

Os instrumentos de leitura direta mais comuns são:

- Tubos detectores colorimétricos (com utilização de bomba de amostragem);
- Aparelhos para detecção, medição e indicação de gases e vapores no ar;
- Cromatógrafos de gás, para gases e vapores;
- Detectores de fotoionização, para gases e vapores;
- Monitor pessoal para detecção de radiação nuclear alfa, beta, gama e raio X;
- Medidor de pressão sonora (mais conhecido como decibelímetro), para medição de ruído;
- Dosímetro de ruído;
- Árvore de termômetro, para medir exposição ao calor;
- Medidor de vibrações no corpo humano;

Os instrumentos e acessórios de coleta de amostra de contaminantes no ar, para posterior análise em laboratório (leitura indireta), mais utilizados são:

- Tubos de carvão ativado, para poeiras minerais, metálicas, de algodão, de madeira, gases e vapores, com utilização de bomba de amostragens;
- Impinger (para gases e vapores);
- Amostradores passivos (para gases e vapores);
- Os instrumentos devem ser manuseados por técnicos capacitados.

Na tabela a seguir estão relacionados alguns exemplos de agentes a serem avaliados e o tipo de equipamento necessário para realizar as medições.

Tabela 3.4: Exemplos de instrumental necessário para avaliações quantitativas

Agente a ser avaliado	Equipamentos necessários
Ruído	Medidor de nível de pressão sonora, Dosímetro de ruído, Analisador de frequência de banda de oitava.
Calor	Termômetro de bulbo úmido natural Termômetro de globo Termômetro de bulbo seco e cronômetro.
Radiações Ionizantes	Dosímetros de bolso, filmes, canetas, Contador Geiger Muller, cintiladores, Câmaras de Ionização.
Vibrações	Acelerômetro triaxial ou de punho; medidor com analisador de frequência de terça de oitava para corpo inteiro; Medidor com analisador de frequência de terça oitava ou medidor de nível equivalente de vibração para mãos e braços.
Frio	Termômetro de Bulbo seco.
Agentes Químicos	Tubos colorimétricos, Dosímetro passivo, Bomba de baixa vazão (0,2 a 0,5 lpm), Impinger (bolhometro).
Asbesto	Bombas de amostragem- Filtro Membrana éster de celulose, Amostrador tipo cassete, de 3 peças - Disco de vedação- Porta filtro de poliestireno- Calibrador- Ciclone.
Manganês e seus Compostos	Bomba de amostragem, cassetes e filtros.
Sílica livre Cristalizada	Amostrador gravimétrico Sistema filtrante (filtro, porta filtro e suportes) Ciclone e calibrador.
Poeiras Minerais	Amostrador gravimétrico Sistema filtrante (filtro, porta filtro e suportes) Ciclone e Calibrador.
Fumos e Partículas Metálicas	Amostrador Gravimétrico Sistema Filtrante Ciclone e Calibrador.



Figura 3.7 – Medidores de nível de pressão sonora (Cortesia: Almont do Brasil)



Figura 3.8 – Audiosíntetos (Cortesia: Almont do Brasil)



Figura 3.9 – Medidores de *stress* térmico (Cortesia: Almont do Brasil)

3.3.9 Análises laboratoriais

Algumas medições realizadas nos locais de trabalho necessitam de análise em laboratório. Nestes casos, recomenda-se:

- Visitar o laboratório para avaliá-lo tecnicamente;
- Acertar procedimentos (Exemplo: pesagem de filtros antes e depois da coleta, prazo de entrega de relatório);
- Definir com o laboratório o método analítico a ser utilizado;
- Deixar claro o que se quer no relatório (Exemplo: resultados em concentração ou em peso; análise de um ou vários elementos da mesma amostra);
- Enviar as amostras coletadas devidamente identificadas;
- Transportar as amostras com os cuidados que elas requerem (Exemplo: porta-filtros com a face amostrada para cima e com os orifícios de entrada e saída vedados, no caso de poeira);

3.3.10 Cálculo e Interpretação de resultados

As medições efetuadas ou as coletas analisadas em laboratório devem ser interpretadas, tomando-se as seguintes precauções:

- Verificar criticamente o relatório. Exemplo: % de erro no resultado, possível interferência, limitação do método ou do equipamento de análise, valores medidos próximos ao Limite de Tolerância;
- Comparar as medições com os critérios técnicos legais estabelecidos e vigentes. (Exemplo: TLV-ACGIH).

Os resultados de concentração de uma substância no ar podem ser influenciados por:

- a) Mudanças nas operações de processo;
- b) Variação de temperatura e direção do vento;
- c) Variação da temperatura ambiente em função de horário diurno e noturno e da estação do ano;
- d) Umidade relativa do ar;
- e) Horários de turnos de revezamento;

Para substâncias de toxicidade em longo prazo e para cada trabalhador avaliado é calculada uma média ponderada pelo tempo, que é a média aritmética entre as concentrações encontradas durante a jornada e ponderadas, pelo tempo que cada uma representa.

$$MPT = \frac{X_1 t_1 + X_2 t_2 + \dots + X_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Onde:

MPT = Média Ponderada pelo Tempo

$X_1, X_2, \dots, X_n$ = concentração do agente em cada uma das n amostras

$t_1, t_2, \dots, t_n$ = tempos que a concentração existiu ou tempo de exposição de um trabalhador a esta concentração para cada amostra

Por exemplo, para uma jornada de 8 horas de um operador exposto a vapores de um solvente, foram coletadas quatro amostras seqüenciais de duas horas cada e obtidos os seguintes resultados:

Tabela 3.5 – Exemplo de resultados obtidos em uma avaliação ambiental

Amostra	Concentração (ppm)	Tempo de coleta (minutos)
1	20	120
2	30	120
3	40	120
4	15	120

Sendo assim, calculamos a exposição média ponderada no tempo da seguinte forma:

$$MPT = \frac{20 \cdot 120 + 30 \cdot 120 + 40 \cdot 120 + 15 \cdot 120}{120 + 120 + 120 + 120}$$

$$MPT = 26,25 \text{ ppm}$$

Ao avaliar um determinado GES se os resultados das avaliações fossem distribuídos segundo uma curva normal, poderíamos fazer uma média aritmética das MPT e esta seria a média para todos os trabalhadores daquele grupo. No entanto, segundo Liedel (1977) a distribuição das concentrações é log-normal, pois são encontrados poucos valores elevados. Por outro lado, além de se acumularem

próximas ao zero, as concentrações de uma substância no ar não possuem valor negativo.

A importância desse fato é que a média para uma curva normal é a média aritmética, mas para uma curva log-normal a média é geométrica e que conforme o desvio padrão geométrico, as diferenças entre as duas médias pode ser de até cerca de 50%.

Tabela 3.6: Desvio padrão geométrico – DPG, média geométrica – MG, de distribuição de valores que possuem a mesma média aritmética – MA.

DPG	MG	MA
1,2	9,8	10
1,5	9,2	10
2,0	7,9	10
3,0	5,5	10

Fonte: LEIDEL, N. A. BUSCH, K. A. and LYNCH, J. R. (1977)

A comparação com os limites de exposição ocupacional deve ser feita levando em conta primeiro o tipo de efeito para o qual o limite foi estabelecido, se valor teto ou média ponderada pelo tempo, por exemplo, e a seguir calculado o índice de exposição.

$$IE = C / LEO$$

Onde:

IE = índice de exposição.

C = concentração ou médias das concentrações

LEO = Limite de Exposição Ocupacional

Sempre que o IE for igual a 1 a exposição é igual ao limite, se superior a 1 estará acima do limite. Se acima de 0,5 estará acima do nível de ação.

No caso de misturas temos que quando duas ou mais substâncias que atuam sobre o mesmo sistema orgânico estiverem presentes, devem ser considerados fundamentalmente os seus efeitos combinados mais do que os individuais.

Ação sinérgica ou potencialização pode ocorrer com algumas combinações de contaminantes.

A determinação destes limites está no anexo C da ACGIH e é mais um parâmetro para a prevenção dos agentes tóxicos no organismo.

Efeitos aditivos aplicam-se quando os componentes têm efeitos tóxicos similares.

Consiste na realização dos somatórios das concentrações dos componentes químicos divididos pelos respectivos limites de tolerância, que não deverão exceder a unidade.

$$IE = \frac{C1}{L1} + \frac{C2}{L2} + \frac{C3}{L3} + \frac{Cn}{Ln}$$

Onde: IE = Índice de exposição

C1 = concentração medida do componente 1

L1 = limite de exposição do componente 1

3.4 ETAPA 4: RELATÓRIO E ITENS DE AÇÃO

Comunicação é a conexão vital entre o esforço do higienista industrial e a proteção da saúde do trabalhador. Trabalhadores e a gerência devem entender o risco a saúde presente no local de trabalho porque o apoio e a participação deles é a chave para implementar controles dos riscos a saúde. Portanto, a comunicação da higiene industrial deve ser oportuna e efetiva.

O relatório deve conter as seguintes seções:

Sumário: deve incluir o propósito da avaliação da exposição, observações gerais, conclusões e considerações;

Objetivo: a razão da avaliação deve estar clara no relatório. Deve ser descrito se é uma avaliação preliminar, uma reavaliação ou se é uma resposta à reclamação de um funcionário;

Agentes ambientais: para cada agente ambiental, o relatório deve conter uma breve descrição dos efeitos significantes a saúde e os limites de exposições usados no julgamento da exposição;

Avaliação da exposição: os dados de avaliação devem incluir data, nome do higienista responsável, GES, controles de engenharia presentes, taxa de exposição, taxa de incerteza e aceitabilidade da exposição;

Dados do monitoramento: deve conter a data da avaliação, os GES avaliados, identificação dos trabalhadores monitorados, duração da avaliação, resultados obtidos, uso ou não de proteção individual.

Observações e conclusões: nesse item devemos concluir se a exposição é ou não aceitável, ou se mais dados precisarão ser coletados. Deverá conter um diagnóstico sobre as fontes de exposição e a efetividade dos controles existentes.

Recomendações: o relatório deve conter recomendações de melhorias, tais como, controle de engenharia, substituição de matéria-prima, mudança no processo, o uso de equipamento de proteção individual, etc. A escolha de qual medida de controle será realizada deve ser feita em conjunto com os responsáveis pelo processo, pela produção e engenharia, para que a mudança não impacte negativamente em nenhuma das áreas.

3.5 ETAPA 5: IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLES E/OU ACOMPANHAMENTO

Exposições inaceitáveis devem ser controladas quando possível considerando o seu potencial de causar dano ao trabalhador durante desenvolvimento do produto e/ou do processo.

A higiene industrial adota uma hierarquia para selecionar os controles das exposições:

1. Eliminação do processo, equipamento ou material causador da exposição;
2. Substituição por um processo, equipamento ou material menos perigoso;
3. Controles de engenharia: modificação no processo, enclausuramento, sistemas de ventilação;
4. Controles administrativos, boas práticas de trabalho e treinamento;
5. Uso de equipamento de proteção individual.

Priorizar as necessidades de controle assegura que os limitados recursos sejam direcionados prioritariamente para as exposições de alto risco. Uma vez priorizados, devemos determinar a mais efetiva estratégia de controle, usando a hierarquia de controle citada anteriormente. Depois, devemos consolidar a estratégia de controle escolhida. Após a implementação dos controles, devemos verificar sua performance e reavaliar as exposições.

Quando a avaliação da exposição ocupacional revela exposições inaceitáveis, as mesmas deverão ser controladas. Frequentemente demora semanas, meses ou mais para desenvolver e implementar estratégias de controle efetivas. Nesse período, o uso efetivo de proteção individual é necessário. Entretanto, proteção individual é o último recurso a ser utilizado, assim como, o último a ser dado preferência pela hierarquia de controle de higiene industrial.

3.5.1 Eliminação ou substituição

Eliminar a causa da exposição ou substituí-la por um agente menos perigoso são as formas mais efetivas e devemos preferencialmente utilizá-las como método de controle. Essa mudança deverá ser discutida com o engenheiro de processo e o com os responsáveis pela manufatura, pois o agente químico em questão pode ser utilizado por uma razão específica e sua eliminação pode ser impraticável.

Um tipo de substituição que pode oferecer, às vezes, um controle efetivo é mudar a forma física do agente no processo. Por exemplo, uma matéria-prima fornecida em pó pode ser substituída por um material granulado, que gera menos poeira.

No caso de substituição de um produto químico, devemos revisar os aspectos de saúde, segurança e meio ambiente para assegurar que não iremos substituir um risco pelo outro. Produtos químicos diferentes em um processo podem impactar em: mudança na composição dos efluentes gerados, mudança na emissão de contaminantes gasosos controlados pelo órgão ambiental, mudanças no sistema de combate a incêndio numa área de armazenamento, etc.

3.5.2 Controles de engenharia

No geral, controles de engenharia modificam a fonte ou reduzem a quantidade de contaminantes liberadas no ambiente de trabalho. Esses controles removem a substância perigosa na sua origem antes mesmo dela ter chance de entrar na zona respiratória do trabalhador ou onde o trabalhador possa ter contato com o material.

Controles de engenharia incluem:

- Mudanças no equipamento ou processo;
- Isolamento do trabalhador ou do equipamento;
- Sistema de ventilação local exaustora (que pode requerer que o operador faça alterações para assegurar que o sistema está efetivo)

Isolamento pode ser conseguido através de barreiras físicas, limitação de tempo e distância, sendo aplicada mais efetivamente onde as emissões são difusas ou onde a operação é automática.

Ventilação geral dilui a concentração ambiental do agente e reduz a exposição. É utilizada para substâncias químicas de baixa toxicidade e problemas de qualidade do ar interno. Ventilação local exaustora captura o contaminante no ponto de emissão. É tipicamente mais efetiva que a ventilação geral.

Durante o desenvolvimento dos controles de engenharia devemos considerar a interface entre o trabalhador e o equipamento para evitar interferências com a operação normal e permitir que sejam realizadas manutenções. É muito importante que os trabalhadores sejam envolvidos no desenvolvimento e seleção dos controles de engenharia. Os controles não serão utilizados ou burlados se os operadores os acharem inconvenientes.

3.5.3 Práticas de trabalho

Boas práticas de trabalho são prescritas através de métodos e procedimentos, visando o controle da exposição, por exemplo, umedecer uma superfície para reduzir a emissão de partículas no ar, antes da atividade de lixamento. Educação e treinamento dos trabalhadores são necessários para garantir a efetividade das boas práticas estabelecidas.

Após a implantação de novos métodos e procedimentos, verifique a efetividade da nova prática adotada, através da reavaliação das exposições dos trabalhadores e/ou outra técnica.

3.5.4 Controles administrativos

Controles administrativos envolvem restrições ou rodízio dos trabalhadores para reduzir o tempo de exposição e, de uma forma segura, espalhar o potencial de exposição sobre um grupo de muitos trabalhadores ao invés poucos.

Se os efeitos à saúde associados a um químico são bem caracterizados, pode ser vantajoso utilizar essa prática. Por outro lado, se tivermos dúvidas sobre o risco potencial a saúde, não podemos expor um grande número de trabalhadores a um risco incerto. Controles administrativos não são usados normalmente para gerenciar exposições a substâncias carcinogênicas, devido a alta incerteza sobre a relação dose-resposta desses agentes. Nesse caso, controles administrativos serviriam somente para expor um grande número de trabalhadores a essas substâncias carcinogênicas.

3.5.5 Equipamento de proteção individual

Inclui, por exemplo, proteção respiratória na manipulação produtos químicos, ou proteção auditiva, quando há exposição a ruído. Devemos estabelecer áreas de trabalho ou tarefas específicas onde o EPI terá de ser usado obrigatoriamente para reduzir as exposições abaixo do LEO.

O uso adequado, ajuste e seleção são essenciais. O sucesso da seleção de um EPI é altamente dependente da aceitação e cooperação do usuário. O treinamento e a educação do trabalhador são necessários para assegurar o uso efetivo da proteção.

A proteção individual deve ser o último recurso utilizado na proteção do trabalhador.

4. RESULTADOS

Através da implantação das etapas contidas nesse guia de requisitos para avaliação e gerenciamento da exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais existentes nos locais de trabalho obteremos os seguintes resultados:

- Conhecer e gerenciar potenciais exposições para minimizar ou eliminar seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores e de seu conforto;
- Assegurar conformidade com a legislação em vigor;
- Responder aos questionamentos dos trabalhadores sobre as exposições no desenvolvimento de suas atividades laborais;
- Desenvolver um plano de amostragem baseado nos riscos existentes e seus agentes;
- Suportar os programas de Higiene Industrial, incluindo Comunicação de riscos, Proteção respiratória, Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional, Controle do ruído e Conservação da audição, Equipamento de proteção individual e Ventilação;
- Suportar os investimentos para controle das exposições.

5. DISCUSSÃO

As diferentes legislações, tanto do MTE e como da Previdência Social têm diferenças e divergências entre elas, trazendo grande dificuldade quanto a interpretação e conclusão dos trabalhos para a área de segurança do trabalho.

Os higienistas ocupacionais têm utilizado seu conhecimento e experiência na avaliação das exposições aos riscos potenciais existentes nos locais de trabalho. Mas somente isto não basta, o conhecimento dos conceitos de higiene ocupacional é de vital importância.

Controlar a exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais não é somente escrever um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e arquivá-lo. O controle da exposição faz parte de um conjunto amplo de ações, que vai desde a caracterização básica (ambientes de trabalho, os expostos e os agentes químicos físicos e biológicos), das avaliações qualitativas e quantitativas, da validação de todo o trabalho através de normas técnicas nacionais e internacionais de Higiene Ocupacional, da rastreabilidade das medições, do número de amostras confiáveis, do uso de ferramentas com base científica e estatística, até a correta interpretação dos resultados obtidos.

Conhecer a exposição não é apenas coletar amostras e dizer se as mesmas estão ou não acima dos limites estabelecidos. Falta visão, do que vem a ser uma avaliação qualitativa bem elaborada, que é melhor, do que uma avaliação quantitativa mal conduzida, com número insuficiente de amostra ou avaliada num tempo menor que o necessário, não sendo representativa para o grupo de trabalhadores, pois essa avaliação não permitirá um julgamento correto do perfil de exposição.

Enfrentamos diversas barreiras para elaborarmos esse trabalho. Inicialmente pensamos em desenvolver um estudo de caso comparando os Programas de Prevenção de Riscos Ambientais de algumas empresas. Entramos em contato com as áreas de Segurança, Saúde e Meio Ambiente de algumas empresas localizadas na região metropolitana de Campinas, São Paulo, mas alegando que os dados são confidenciais, as empresas não nos permitiram acesso ao referido programa. Sendo

assim, resolvemos criar um guia de requisitos aplicáveis para avaliação e gerenciamento das exposições ocupacionais.

Outra barreira significativa foi a língua, pois, a maior parte da literatura de avaliação, prevenção e controle dos riscos ambientais está em inglês.

Seguindo ou não este guia proposto, o Programa de Avaliação e Gerenciamento da Exposição deve ser a fonte de dados para gerenciar a exposição dos trabalhadores e dará suporte também a outros programas tais como: comunicação de risco, proteção respiratória, programa de controle médico e saúde ocupacional, conservação da audição, equipamento de proteção individual e ventilação. Não é possível gerenciar exposições com ações isoladas, todos esses programas devem ser interligados para garantir um ambiente saudável, com trabalhadores expostos a agentes conhecidos e controlados.

6. CONCLUSÃO

Com este trabalho queremos mostrar que a visão da Higiene Ocupacional deve ser ampla e prevencionista, indo mais além do que só respaldar a legislação (trabalhista, previdenciária e ambiental), deve proporcionar o controle dos riscos ocupacionais, feito através do Gerenciamento da Exposição para garantia da saúde e conforto de seus funcionários.

O controle dos riscos ocupacionais deve ser feitos de forma abrangente, através de instrumentos como da caracterização básica, das avaliações qualitativas e quantitativas, dos critérios técnicos e procedimentos já estabelecidos em normas técnicas nacionais (FUNDACENTRO) e internacionais (NIOSH, OSHA e AIHA), da Higiene Ocupacional, combinado com o uso de bases de dados confiáveis, realizada por especialistas, com conhecimento amplo e profundo de higiene ocupacional, da análise dos métodos de avaliação das exposições, os quais garantem a elaboração de um Programa de Avaliação e Gerenciamento da Exposição Ocupacional eficaz e efetivo.

O Ministério da Previdência Social através do Decreto nº 6.042/2007 determinou a elevação ou redução da contribuição devida, conforme as medidas de segurança tomadas pelas empresas aplicando-se o Fator Acidentário Previdenciário (FAP) que pode ser obtido cruzando os índices de frequência, gravidade e custo dos acidentes de trabalho de um setor empresarial, as alíquotas da carga tributária poderão ser reduzidas em até 50% ou majoradas em até 100% para os empregadores que não adotarem quaisquer medidas preventivas. Este pode ser o motivo que faltava para o incentivo ao investimento em melhores condições de trabalho, garantia um ambiente seguro e saudável.

Cada empresa deve julgar se a proposta de programa apresentada atende ou não a sua necessidade, podendo fazer os ajustes necessários para adequá-los a sua realidade com o objetivo único de conhecer e controlar as exposições nos seus ambientes de trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIHA. **Who's Who in Industrial Hygiene**, American Industrial Hygiene Association, Fairfax, VA, 1993.

ANDRADE, Delmiro Schmidt de. **Higiene do Trabalho: Agentes Físicos que Influem sobre a Saúde**, Edições Engenharia, 39/77, 1977.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR7**. Programa de controle médico de saúde ocupacional: Portaria nº 8, 1996.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR9**. Programa de prevenção de riscos ambientais: Portaria nº 25, 1994.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR15**. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais: Portaria nº 3214, 1978.

BURGESS, William. **A. Identificação de Possíveis Riscos à Saúde do Trabalhador nos Diversos Processos Industriais**: Professor Associado de Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacional. Tradução Ricardo Baptista. – Belo Horizonte: Ergo Editora, 1997, p. 558.

CORRÊA, Márcia Angelim Chaves. SALIBE, Tuffi Messias. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Gases e Vapores**, 2000.

DAMIANO, J. **A Guideline Managing the Industrial Hygiene Sampling Function**. American Industrial Hygiene Association Journal 50(7): 366-371 1989.

ESTADOS UNIDOS. **National Institute for Occupational Safety And Health**. A practical guide to effective hearing conservation programs in the workplace: Publication No. 90-120. Cincinnati, 1990. p. 31.

ESTADOS UNIDOS. **American Conference of Governmental Industrial Hygienists**. Threshold limit values (TLVs) for chemical substances and physical agents and biological exposure indices (BEIs). Cincinnati: 1995-1996.

FATURETO, Agenor Moreira. FUDOLI, Josevan Ursine. GÁRIOS, Marcelo Giodano. **Manual Técnico do PPRA**: Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais. Belo Horizonte: 1996.

GIAMPAOLI, E. SAAD, I.F.S.D. CUNHA, I.A. **Norma de Higiene Ocupacional**: Procedimento Técnico, Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído, NHO 01. São Paulo: Off – Oficina de Comunicação, 2001.

GLAUCIA, G. C. C. **Guia de requisitos para estabelecimento de um programa de conservação auditiva eficaz**, Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

LEIDEL, N. A. and BUSCH, K. A. **Statistical Methods for the Determination of Noncompliance with Occupational Health Standards**. NIOSH Technical Information, HEW Pub. N° (NIOSH) 75-159, Cincinnati: Ohio 45226, April 1975.

LEIDEL, N. A. BUSCH, K. A. and LYNCH, J. R. **Occupational Exposures Sampling Strategy Manual**. NIOSH Technical Information, Cincinnati: Ohio 45226, January 1997.

LEIDEL, N. A. BUSCH, K. A. and CROUSE, W. E. **Exposure Measurement Action Level and Occupational Environmental Variability**. NIOSH Technical Information, HEW Pub. N° (NIOSH) 76. 131, Cincinnati: Ohio 45226, December 1975.

MACEDO, Ricardo. **Manual de Higiene do Trabalho na Indústria**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1988.

MULHAUSEN, J. R. **Apostila do X encontro Brasileiro de Higienistas Ocupacionais**: Curso Estratégia de amostragem de Agentes Químicos e Físicos, 23 à 28 de agosto de 2003.

MULHAUSEN, J. R and DAMIANO, J. A. **Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures** - American Industrial Hygiene Association, 1998.

NIOSH. **Pocket Guide to Chemical Hazards**, NIOSH Pub, No.78-210, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati: OH, 1978.

ROACH, S. A. **Health Risks From Hazardous Substances At Work**, Pergamon Press, Oxford: 1992.

SANTOS, U. P. & COLS; **Ruído, Riscos e Prevenção**. São Paulo: Hucitec, 1994.

SGRILLI, Antonio Donizete. **Apostila do IX encontro Brasileiro de Higienistas Ocupacionais**: Estratégia de Avaliação de Agentes Ambientais Uma Abordagem prática , p. 36-50.

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

TORREIRA, Raúl Peragallo. **Manual de Segurança Industrial**, Margus Publicações, 1999.