

ANDRÉ RINALDI

CAMILE GIECK BOCHNIA

JULIANA CARLA HOBI SCHMITT

**Implantação do conceito de Grupos Homogêneos de
Exposição em uma indústria metalúrgica.**

SÃO PAULO

2008

ANDRÉ RINALDI

CAMILE GIECK BOCHNIA

JULIANA CARLA HOBI SCHMITT

**Implantação do conceito de Grupos Homogêneos de
Exposição em uma indústria metalúrgica.**

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

SÃO PAULO

2008

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares e amigos que nos apoiaram durante toda a Especialização.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que nos impulsiona e nos dá ânimo a cada dia, na realização de ações que venham garantir a qualidade de vida dos trabalhadores desta e de futuras gerações.

As chefias da Seção de Segurança e Medicina do Trabalho e também do Departamento Metalúrgico da empresa X S/A, pela orientação e pelo apoio durante todo o trabalho.

Ao Técnico de Segurança do Trabalho, Rudnei Schmoeller, pela colaboração e auxílio para que todo trabalho de campo fosse realizado.

Aos nossos familiares, amigos e companheiros de trabalho, pelos momentos de “corpo presente e mente distante”.

"O impossível é o que se deixa de fazer, o que inspira medo, o que exige maior esforço, vontade e persistência e que não existe nas coisas ou no ambiente, mas na própria pessoa que taxa o impossível como aquilo que se tem medo de tentar, que desconhece que não tem inclinação para fazer, que não possui força para a luta.

Se desejar sentir a realidade de seu poder, se entregue a empreendimentos que lhe exijam um pouco mais de habilidade, energia e decisão.

Aplique-se à realização de coisas um pouco mais difíceis.

Experimente a alegria de chegar mais além das metas comuns que as circunstâncias lhe deparem."

(Autor desconhecido)

RESUMO

O reconhecimento e a percepção dos riscos presentes no ambiente de trabalho são de vital importância para atuar preventivamente na ocorrência de doenças ocupacionais. Assim sendo, a definição de uma estratégia de trabalho é um passo importante e uma das ferramentas utilizadas para implementar e conduzir o programa de higiene ocupacional é o estabelecimento do Grupo Homogêneo de Exposição (GHE). Com o GHE é possível conhecer a exposição de um determinado grupo de trabalhadores, com perfil de exposição similar, diminuindo-se consideravelmente o número de coletas/amostras necessárias para caracterizar a exposição a um determinado agente.

Diante disto, este trabalho propôs-se definir estratégia de amostragem para a implantação dos GHEs no departamento metalúrgico de uma empresa de grande porte, fabricante de motores elétricos. Para a implantação foi necessário realizar entrevistas com gerente, chefes, técnicos, médicos e colaboradores, identificação de produtos e matérias-primas utilizadas, pesquisa em avaliações quantitativas históricas e pesquisa em vasta bibliografia.

Como resultado, pode-se diminuir o atual número de funções que, embora bastante específicas do ponto de vista operacional, são similares quanto à exposição a agentes ambientais. Desta forma, foi definido um plano de amostragem, que foi proposto à empresa para implementação a partir do ano de 2009 e sugerida uma nova especificação de exames médicos, baseados nos riscos que cada GHE encontra-se exposto, ao contrário do que vinha sendo praticado. Com isto, quando comparado os dados de 2007 com a previsão para 2009, tem-se uma redução no número de exames médicos e uma redução de custo de 31,2% do valor gasto em exames comparado ao que era despendido antes da definição dos GHEs.

Palavras-chave: Grupos Homogêneos de Exposição. Estratégia de amostragem. Metalurgia. Riscos químicos e físicos. USP. Higiene Ocupacional.

ABSTRACT

The recognition and the perception of the risks presents in the work environment are of vital importance to act preventively in the occurrence of occupational illnesses. The definition of a work strategy is an important step and one of the used tools to implement and to lead the program of occupational hygiene is the establishment of the Homogeneous Exposure Group (HEG). With the HEG it is possible to know the exposition of one definitive group of employees, with similar profile of exposition, diminishing considerably the number of collections/samples necessary to characterize the exposition to one agent.

Ahead of this, this work define a strategy of sampling for the implantation of the HEGs in the metallurgic department of a great electric engines company. For the implementation it was necessary to realize interviews with manager, heads, technician, doctors and employees, to use identification of products and raw materials, research in historical quantitative evaluations and searches in vast bibliography.

As result, the current number of functions can be reduced. Although sufficiently specific of the operational point of view, these results are similar because the exposition to the ambient agents are the same. In such a way, a sampling plan is defined, wich is being presented to the company for implementation in the year of 2009 and suggest a new specification of medical examinations, based in the risks defined by each HEG, contrary of what was being practised. With this, it obtained significantly reduce of the number of medical examinations with the respective reduction of cost, resulting in 31,2% lower than before the definition of the HEGs.

Keywords: Homogeneous Exposure Groups. Sampling Strategy. Metallurgy. Chemical and Physical Risks. USP. Occupational Hygiene.

LISTA DE SIGLA E ABREVIATURAS

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AIHA	American Industrial Hygiene Association
CAS	Chemical Abstract Service
EMR	Exposto de Maior Risco
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico
GERS	Grupo de Exposição ao Risco Similar
GHE	Grupo Homogêneo de Exposição
HEG	Homogeneous Exposure Group
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo
LT	Limite de Tolerância NR-15
NA	Nível de Ação
NPS	Nível de Pressão Sonora
NR	Norma Regulamentadora
PCMSO	Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SAT	Seguro de Acidente do Trabalho
SESMT	Serviços Especializados em Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho
SST	Saúde e Segurança do Trabalho
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DA PESQUISA	15
3	OBJETIVOS	16
3.1	OBJETIVO GERAL	16
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4	REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1	CARACTERIZAÇÃO	18
4.2	GRUPO HOMOGÊNEO DE EXPOSIÇÃO - GHE	20
4.3	AGENTES AMBIENTAIS	22
4.3.1	FÍSICOS	23
4.3.1.1	RUÍDO	23
4.3.1.2	VIBRAÇÃO	25
4.3.1.2.1	Vibração de corpo inteiro	27
4.3.1.2.2	Vibração localizada (mãos/braços)	28
4.3.1.3	CALOR	30
4.3.1.4	RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE	32
4.3.2	QUÍMICOS	34
4.4	CONTROLE MÉDICO	37
5	METODOLOGIA	39
5.1	ESCOLHA DO OBJETO DE ESTUDO	39
5.2	PROCESSO METALÚRGICO	39
5.3	IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES AMBIENTAIS	40
5.4	IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES QUÍMICOS	43
5.5	COMPOSIÇÃO DO GHE	47
5.6	DEFINIÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM	47
5.7	CONTROLE MÉDICO	48
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
6.1	IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES AMBIENTAIS E COMPOSIÇÃO DOS GHE	52
6.2	CONTROLE MÉDICO	54
6.3	DEFINIÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM	57
7	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES	60
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
	ANEXOS	65

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a saúde e a segurança do trabalhador é conhecida, atualmente, como uma das maiores preocupações existente entre os empresários e o governo, principalmente pelo aspecto humano da questão. Martins e Santos (2006, p. 197) afirmam que as condições de trabalho são um dos principais fatores a influenciar no nível de satisfação do trabalhador e que isto reflete na qualidade e na produtividade que ele irá proporcionar quando da produção de bens ou serviços.

Em termos práticos, no entanto, a mobilização das empresas pela preservação da integridade física e mental dos seus empregados, embora esteja ocorrendo de forma progressiva, tem sido muito lenta. O problema apenas passou a ser considerado como de maior importância e efetivamente solucionado pelas empresas mais recentemente, a partir do momento em que elas passaram a perceber alguns riscos a tirar-lhes a competitividade ou a ameaçar-lhes os negócios. Entre essas ameaças deve-se considerar:

- O custo social do trabalhador acidentado e os reflexos que o acidente de trabalho causa para a imagem institucional da empresa;
- O custo das multas passíveis de serem aplicadas pela inobservância da lei;
- O incremento de custo operacional provocado, principalmente, pelo aumento no custo do SAT – Seguro de Acidente do Trabalho nas empresas que convivem com a condição de insalubridade de seus funcionários;
- O fato de que o Judiciário passou a imputar às empresas pesadas notificações e multas na forma de indenização por danos morais e perdas de capacidade produtiva, em consequência de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho incapacitantes.

O medo pelos riscos acima apontados e o sentimento presente em toda a sociedade de se preservar a saúde dos trabalhadores, as perdas de produção e o prejuízo financeiro decorrente dos acidentes e doenças do trabalho sugerem a urgência das empresas adotarem ações para proteção da saúde do trabalhador, não somente com relação aos acidentes, mas sim às doenças ocupacionais.

A prevenção às doenças ocupacionais está intimamente ligada ao reconhecimento e a percepção dos riscos a que o trabalhador encontra-se exposto.

Muitos são os obstáculos ao se iniciar a implementação de medidas de controle dos agentes químicos no ambiente de trabalho. Por esta razão, muitas vezes esse processo é ignorado. Dentre os principais obstáculos identificados, pode-se citar:

- Insuficiente conscientização de empregadores e empregados;
- Falta de procedimentos documentados e organizados de maneira sistemática;
- Rotulagem inapropriada ou inexistente dos produtos químicos;
- Falta de informação adequada sobre qualidade, quantidade, e toxicidade dos produtos em uso;
- Falta de treinamento apropriado;
- Recursos humanos e financeiros escassos;
- Dificuldade ao acesso de informações.

Para dar início à implementação de medidas para controle dos agentes químicos no ambiente de trabalho é preciso, segundo Ribeiro, Pedreira Filho e Riederer (2007, p. 3):

- Conhecer as propriedades físico-químicas de todos os agentes químicos armazenados e utilizados na empresa;
- Conhecer as quantidades freqüentemente utilizadas;
- Calcular as quantidades realmente utilizadas no processo produtivo;
- Avaliar as quantidades perdidas e/ou desperdiçadas;
- Identificar situações onde utilização da substância tenha potencial para causar danos à saúde do trabalhador;
- Identificar se há alternativa de substituição de produtos classificados como muito tóxicos por produtos menos tóxicos;
- Identificar meios de utilizar os produtos químicos de modo mais eficientes e seguro;
- Monitorar a implementação de ações para melhoria contínua das condições de SST da empresa; e
- Quantificar os resultados alcançados.

O reconhecimento dos riscos está relacionado com a estratégia utilizada na avaliação da exposição ocupacional, que compreende:

- Elencar os principais riscos diferenciando-os entre aceitáveis e não-aceitáveis e propondo, de imediato, controles quando necessários;
- Estabelecer e documentar o histórico de exposição ocupacional dos trabalhadores;
- Assegurar que os requisitos legais estejam sendo cumpridos;
- Implementar e conduzir os elementos do programa de higiene ocupacional com efetivo e eficaz uso dos recursos materiais e o tempo.

Uma das ferramentas utilizadas para implementar e conduzir o programa de higiene ocupacional é o estabelecimento do Grupo Homogêneo de Exposição (GHE). Com o GHE é possível conhecer a exposição de um determinado grupo de trabalhadores com perfil de exposição similar, facilitando a visualização das reais atividades exercidas pelos trabalhadores, aumentando a confiabilidade e a precisão dos monitoramentos ambientais e biológicos, além da otimização do tempo e dos custos despendidos na elaboração dos Programas de Saúde e Segurança e nas coletas das amostras representativas para as avaliações ambientais.

O Departamento Metalúrgico teve início de suas atividades em 1979, produzindo peças em ferro fundido cinzento (carcaças 63 a 630 e tampas grandes). Sua área construída é de 10.200 m².

Capacidade instalada:

Número de peças mês: 120.000

Número de toneladas mês: 4100Kg

Peso das peças: 1,5 Kg à 5.100 Kg

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

FUSÃO

01 Forno fusor 1500 KW com 2 cadinhos (2,5 T/h) – (ABB)

01 Forno fusor 1500 KW com 2 cadinhos (2,0 T/h) – (Inducthoterm)

01 Forno fusor 2750 KW com 1 cadinhos (4,0 T/h) – (Inducthoterm)

01 Forno de espera “ HOLDING “ 750 KW (30 T) – (Inducthoterm)

CARGA TIPICA

15% Cavaco de ferro

15% Retorno

70% Sucata de aço

LABORATÓRIO

01 Espectrômetro de emissão óptica (spectrolab).

MOLDAGENS

- 01 Máquina sopradora de machos centrais para carcaças (63 à 132) em processo Cold Box com capacidade de 35 litros, 80 sopros por hora (260 machos/h) e misturador de areia de 3 T / h
- 01 Máquina sopradora de machos centrais laterais para carcaças (63 à 160) com processo Cold Box, com capacidade de 80 litros, 120 sopros por hora (480 machos/h) e misturador de areia de 20 T / h
- 01 Máquina sopradora de machos centrais para carcaças (160 à 315) em processo Cold Box, com capacidade de 50 litros, 40 sopros por hora (80 machos/h) e misturado de areia de 6 T / h
- 01 Linha de moldagem mecanizada para carcaças (160 à 315) em processo cura frio, com capacidade de 800 carcaças por dia e misturador de 25 T / h
- 01 Linha de moldagem manual para tampas diversas em processo cura frio com capacidade de produzir 300 tampas por dia e misturador de 20 T / h
- 01 Linha de moldagem manual para carcaças grandes (HGF 400 à 630) em processo cura frio com capacidade de produzir 04 carcaças por dia e misturador de 15 T / h
- 01 Linha de moldagem manual para carcaças diversas em processo cura frio com capacidade de produzir 35 carcaças por dia e misturador de 30T /h
- 01 Sistema de recuperação de areia a seco para 15 T / h
- 01 sistema de recuperação de areia a seco para 10 T / h
- 01 Lavador de gases de trietilamina com capacidade de 20.000 m³ / h

LIMPEZA DE PEÇAS

- 01 Linha de rebarbação de carcaças grandes (225 à 630) e tampas diversas, com cabines acústicas, exaustão e insufladores de ar.
- 01 Linha de rebarbação para carcaças médias (160 à 200)
- 01 Linha de rebarbação para carcaças pequenas (63 à 132)
- 01 Máquina de jateamento (120 cv) capacidade 5 t/h
- 01 Máquina de jateamento (120 cv) capacidade 10 t/h

2 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DA PESQUISA

Decidiu-se estudar este tema em decorrência da necessidade de estudar a exposição ocupacional de um determinado grupo de trabalhadores expostos a diversos agentes ambientais (físicos e químicos). Como, na higiene ocupacional, este estudo demanda a quantificação e medição destes agentes e, sabendo que medir não é avaliar, há a necessidade de um estudo mais aprofundado de modo a obter um grupo de pessoas que se encontram expostas de forma similar a estes agentes, denominado Grupo Homogêneo de Exposição.

Segundo dados do Ministério da Previdência e Social (2008) ocorreram no ano de 2006 no Brasil, 403.264 acidentes típicos e foram constatadas 26.645 doenças ocupacionais. Somente na indústria metalúrgica básica ocorreram 9.806 acidentes típicos e foram constatadas 580 doenças ocupacionais. Comparando os números de doenças ocupacionais diagnosticadas nos anos 90 (35.618) e nos anos 00 (53.844), percebe-se um aumento de 51%, considerando o último levantamento realizado em 2006.

Este trabalho externa a motivação dos autores, profissionais ligados a área de segurança do trabalho e qualidade de vida, em especial um dos autores que, em sendo funcionário de uma empresa de grande porte fabricante de motores elétricos, tem o objetivo de aplicar na prática os conceitos da área de higiene ocupacional, os quais nunca ventilados na empresa até então.

O problema deste trabalho consiste na proposição de uma nova forma de identificação dos agentes ambientais e a composição dos Grupos Homogêneos de Exposição. Embora exista uma restrição de acesso aos dados históricos de monitoramento juntamente com inexistência de campanhas históricas de monitoramento dos agentes ambientais, é do interesse da empresa avançar na área de higiene ocupacional como forma de garantir a qualidade de vida de seus trabalhadores além do fator competitivo frente ao mercado mundial global.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Através do reconhecimento qualitativo dos riscos presentes no departamento metalúrgico, do estudo de atividades realizadas neste setor e dos dados históricos de exposição dos trabalhadores tem-se como objetivo a implantação do conceito de Grupos Homogêneos de Exposição no departamento Metalúrgico de uma empresa de grande porte fabricante de motores elétricos no estado de Santa Catarina

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar os riscos ambientais existentes no departamento Metalúrgico;
- b) Delimitar o grupo de trabalhadores expostos aos riscos ambientais presentes no ambiente, formando os GHEs;
- c) Aumentar a confiabilidade dos monitoramentos ambientais e biológicos;
- d) Facilitar a elaboração dos Programas de Prevenção de Saúde e Segurança do Trabalho, através da definição dos GHEs;
- e) Fornecer embasamento para que área médica determine os exames médicos realizados nos funcionários baseados nos reais riscos existentes em cada atividade;
- f) Propor um plano de monitoramento de agentes ambientais com base nos riscos ambientais identificados.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Dos primórdios da humanidade até os dias atuais o conceito “trabalho” foi sofrendo alterações, preenchendo páginas da história com novos domínios e novos valores. De acordo com Torreira (1999, p. 39), o trabalho nem sempre foi considerado uma atividade nobre e elevada. Tempos houve em que o trabalhador era considerado algo como um ser desprezível. Com a evolução das sociedades, os conceitos alteraram-se. O trabalho-tortura, maldição, deu lugar ao trabalho como fonte de realização pessoal e social, o trabalho como meio de dignificação da pessoa. Desta forma, a dignidade humana está intimamente ligada ao trabalho, que por sua vez está ligado ao bem-estar do ser humano no ambiente de trabalho. A qualidade de vida no trabalho é fator necessário à qualidade pretendida pelas empresas em busca de competitividade e constitui-se num dos maiores desafios das organizações. Tsukamoto (1992, p. 22), considerando as condições de qualidade de vida no trabalho como fator de satisfação do trabalhador e esta satisfação, como fator indispensável à qualidade pretendida, destaca que:

“é impossível obter do cliente uma taxa de satisfação maior do que as apresentadas pelos funcionários responsáveis pelo produto ou serviço oferecido. A insatisfação, a má-vontade, o desconforto e outras situações negativas para o trabalhador incorporar-se-ão, de uma forma ou de outra, ao produto final, reduzindo o nível de satisfação do consumidor”. (TSUKAMOTO, 1992, p. 23)

Fernandes (1996, p. 49), por sua vez, define qualidade de vida no trabalho:

“como uma associação entre a oportunidade de livre expressão, a participação nas decisões e nos resultados, o enriquecimento gradativo do conteúdo do cargo e melhorias contínuas no ambiente de trabalho”.

Como resultado dessa associação, pode-se esperar trabalhadores sentindo-se valorizados e motivados para participar de mudanças e novas formas de gestão em busca de qualidade e produtividade porque, segundo Barçante e Castro (1995), “qualidade é, antes de tudo, uma atitude. Quem faz e garante a qualidade são as pessoas, muito mais do que os sistemas, as ferramentas e os métodos de trabalho”. O entendimento sobre qualidade de vida no trabalho, no entanto, só se faz útil ao

presente trabalho se ela puder ser reconhecida pelos empresários como fator estratégico para a competitividade pretendida e esse reconhecimento servir para incentivá-los a tomar decisões que venham, efetivamente, a melhorar as condições de trabalho. Esta necessidade do reconhecimento gerou a necessidade de se estabelecer formas de sua mensuração para, conhecidos os seus resultados, serem direcionados os investimentos nas melhorias necessárias ao restabelecimento e manutenção do nível de satisfação dos empregados. Segundo Quirino e Xavier (1987, p. 73),

“as diferenças de valores pessoais, de preferências individuais e do grau de importância que cada trabalhador dá às suas necessidades, representam as maiores dificuldades na mensuração da qualidade de vida no trabalho”.

A prevenção às doenças ocupacionais e a qualidade de vida está intimamente ligada ao reconhecimento e a percepção dos riscos a que o trabalhador encontra-se exposto. Por sua vez reconhecimento dos riscos está relacionado com a estratégia utilizada na avaliação da exposição ocupacional.

A estratégia de amostragem é tão, ou até mais, importante que o simples ato de medir que, por si só, não assegura a certeza absoluta quanto à situação de exposição (PEREIRA e POSSEBOM, 2007, p. 63). A estratégia de amostragem tem início quando se estuda uma determinada população exposta, mais especificamente quais os expostos, a quais agentes, em quais tarefas ou funções, em quais locais, etc. É um processo de conhecimento da exposição de um determinado grupo de trabalhadores que se inicia com a abordagem do ambiente e finda com a afirmações estatisticamente fundamentadas sobre essa exposição, para que se possa prosseguir até o controle dos riscos.

4.1 CARACTERIZAÇÃO

As quatro etapas da higiene do trabalho amplamente conhecidas são: antecipação, reconhecimento, avaliação e controle de agentes. A avaliação ambiental é executada por uma variedade de razões, incluindo a identificação de contaminantes presentes e suas fontes, determinação da exposição de

trabalhadores previamente ou resultante de reclamações, checando a efetividade dos controles instalados para minimizar as exposições.

A estratégia de avaliação da exposição ocupacional, segundo Vendrame (2007, p. 101) compreende quatro objetivos principais que são:

- Enumerar os potenciais de riscos diferenciando-os entre aceitáveis e não-aceitáveis e propondo, de imediato, controles quando necessários;
- Estabelecer e documentar o histórico de exposição ocupacional dos trabalhadores;
- Assegurar que os requisitos legais estejam sendo cumpridos;
- Implementar e conduzir os elementos do programa de higiene ocupacional com efetivo e eficaz uso dos recursos materiais e o tempo.

A identificação das exposições envolve a tarefa de detectar o processo, as operações, as atividades e um completo inventário dos agentes químicos, físicos e biológicos com o apropriado limite de tolerância.

Segundo Universidade de São Paulo (2007a p. 5), o tempo de exposição deve ser estabelecido por meio de uma análise qualitativa da tarefa do trabalhador. Esta incluirá todos os movimentos efetuados durante as operações normais e considerará o tempo de descanso e a movimentação do trabalhador fora do local de trabalho.

Uma das formas de se caracterizar a exposição é dividir as funções expostas em grupos que se expõem de forma similar ao risco. Estes grupos são obtidos a partir da caracterização básica através da observação e o conhecimento do processo, das atividades e dos agentes presentes no ambiente de trabalho. Com tal observação é possível reunir os trabalhadores em grupos que possuem as mesmas características de exposição a um dado agente, e este grupo pode ser denominado de Grupo Homogêneo de Exposição (GHE) ou Grupo de Exposição ao Risco Similar (GERS), dentre outras nomenclaturas (VENDRAME, 2007, p. 100). A definição deste grupo é garantida pela observação e, principalmente, pelo julgamento profissional de higiene ocupacional em relação ao perfil de exposição ambiental que apresentam seus componentes.

4.2 GRUPO HOMOGÊNEO DE EXPOSIÇÃO - GHE

O grupo homogêneo de exposição é um grupo de trabalhadores com idênticas probabilidades de exposição para um agente simples, ou ainda, é aquele grupo de trabalhadores para o qual se espera ter o mesmo ou similar perfil de exposição. Esta "similaridade" é advinda da execução de mesmas rotinas e tarefas pelos seus componentes e, portanto com um mesmo perfil de exposição ambiental (PETROBRAS, 2007, p. 12).

É impossível avaliar todos os trabalhadores, cobrindo integralmente a jornada de trabalho, todos os dias do ano, para todos os agentes a que eventualmente poderiam estar expostos. Assim é escolhida uma amostra estatística, de maneira apropriada, cujo resultado possa ser generalizado para toda a população. Normalmente um grupo homogêneo de exposição é válido para um único agente, não para todos; por exemplo: um grupo de prensistas constitui um grupo homogêneo de exposição quanto aos agentes químicos, porém, não necessariamente, para o ruído, eis que parte destes opera uma prensa hidráulica específica e outra parte operam prensa excêntrica (SALIBA, 2005, p. 44-45).

O conceito de GHE no Brasil data de 1995, quando foi incluído na Instrução Normativa número 1 de 20 de dezembro de 1995, que trata da norma técnica para avaliação das concentrações de benzeno em ambientes de trabalho, como sendo:

"um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de qualquer trabalhador do grupo seja representativo da exposição do restante dos trabalhadores do mesmo grupo" (BRASIL, 1995).

A principal vantagem na utilização da estratégia de amostragem é a economia nas avaliações, eis que se amostrará o exato número de amostras para garantir a confiabilidade dos resultados.

A primeira manifestação formal sobre estratégia de amostragem foi emanada por Liedel (1977), quando lançou o seu "Manual de Estratégia de Amostragem" cujos conceitos continuam válidos até a atualidade, além do livro sobre o mesmo tema publicado por Mulhausen e Damiano (1998).

Segundo Vendrame (2007, p. 101) a caracterização básica, suscitada pelo livro da AIHA, preconiza que o conhecimento da exposição ocupacional dá-se por meio de três itens: o ambiente de trabalho, os trabalhadores expostos e os agentes ambientais.

O **ambiente de trabalho** compõe-se das emissões oriundas dos processos industrial, que resultam no produto final, bem como subprodutos e matérias-primas utilizadas.

Os **trabalhadores** expostos caracterizam-se pelas funções e atividades realizadas e sua relação com processo e agentes.

Os **agentes ambientais** devem ser correlacionados às atividades, processos e expostos, sendo fundamental conhecer os efeitos ao organismo humano, suas propriedades e limites de tolerância aplicáveis.

De acordo com Petrobras (2007) a determinação de GHEs deve seguir pontos básicos, a saber:

- Iniciar pela função, pois numa mesma função é de se esperar que as atividades sejam essencialmente iguais e, portanto seja igual à chance de exposição associada;
- Realizar entrevistas com os trabalhadores, visando identificar as tarefas executadas pelo grupo, tomando especial atenção a possibilidade de desvios de função, não se fixando, obrigatoriamente, no nome do cargo, mas sim do que é realmente realizado, do ponto de vista operacional, bem como, as variantes entre turnos (ambientes, operação e equipamentos utilizados);
- Confirmar e complementar as entrevistas com observações da supervisão, de modo a ratificar e/ou retificar as tarefas elencadas, levando em conta as nuances presentes num determinado grupo, verificando a existência de subgrupos com atividades diferenciadas;

O GHE tem início pelo ambiente de trabalho (edificação ou sítio) e pelo agente; dentro dessas premissas, buscam-se as funções ou subgrupos cujas atividades tornam a exposição similar, não devendo ser agrupadas funções que realizam a mesma atividade operacional, porém em locais diferentes, pois diversas variáveis como características da edificação, atividades vizinhas, ventilação, diferem os riscos em locais distintos.

4.3 AGENTES AMBIENTAIS

Segundo Brasil (1978a) a Norma Regulamentadora número 9 considera riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função do tempo de exposição são capazes de causar danos à saúde dos trabalhadores. Esta mesma norma classifica os agentes ambientais da seguinte forma:

- **Agentes físicos:** consideram-se os agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas (calor e frio), radiações (ionizantes e não-ionizantes), infra-som e ultra-som.
- **Agentes químicos:** consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, 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. Esses agentes são: poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores.
- **Agentes biológicos:** consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

Como o trabalho desenvolve-se em uma atividade metalúrgica, mais especificamente em uma fundição, cabe aqui detalhar os principais agentes encontrados neste ramo de atividade, seus efeitos a saúde e os limites de tolerância aplicáveis.

4.3.1 FÍSICOS

4.3.1.1 RUÍDO

De acordo com Saliba (2005, p. 27), o ruído é:

“o fenômeno físico vibratório com características indefinidas de variações de pressão (no caso ar) em função da frequência, isto é, para uma dada frequência podem existir, em forma aleatória através do tempo, variações de diferentes pressões”.

O ruído pode ser definido como uma variação da pressão ambiente detectável pelo sistema auditivo. Ao nível do mar a pressão ambiente é de 101.350 Pa¹. A menor variação de pressão ambiente detectável pelo sistema auditivo é da ordem de 2×10^{-5} Pa. Essa pressão chama-se *limiar de audibilidade*. E a variação de pressão ambiente capaz de provocar dor é o *limiar da dor*, sendo da ordem de 60 Pa (BISTAFA, 2006, p. 6), sendo que esse valor corresponde a 140 dB (SALIBA, 2005, p. 28). Portanto, o ouvido humano responde a uma larga faixa de variação de pressão, sendo assim, torna-se difícil expressar essa grande variação em uma escala aritmética e, desse modo, a escala logarítmica é usada.

A determinação do nível de pressão sonora é feita através de uma relação logarítmica, conforme a eq. (1).

$$NPS = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2} \quad (1)$$

Onde:

P é a raiz média quadrática (rms) das variações dos valores instantâneos da pressão sonora;

P₀ é a pressão de referência que corresponde ao limiar de audibilidade (2×10^{-5} Pa).

A exposição a níveis elevados de ruído por longos períodos de tempo pode levar a efeitos adversos no aparelho auditivo, segundo Bistafa (2006, p. 47), principalmente lesões cocleares, que lesionam as células ciliadas, o que implica na

¹ Pa é o símbolo de pascal, unidade de pressão no Sistema Internacional de Unidades de Medida. Corresponde a 1 newton por metro quadrado (N/m²).

perda de audição. Um período de duas horas sob ruído intenso é suficiente para lesionar a orelha interna de um gato, por exemplo. Há dois tipos de perda de audição causados por ruído intenso: a temporária e a permanente. A perda de audição temporária, denominada *alteração temporária do limiar*, como o próprio nome indica, tem como característica a recuperação da audição normal após a exposição ao ruído intenso. Nesse tipo de perda auditiva, as células ciliadas recuperam-se, readquirindo suas funções normais. Já a perda de audição permanente, denominada *alteração permanente do limiar*, tem como causa a lesão das células ciliadas, e até o desaparecimento destas. Não há recuperação natural das células ciliadas lesionadas e sua reposição através de meios artificiais ainda não é possível.

Segundo Bistafa (2006, p. 48)

"a sensação de zumbido é um indicativo de que a perda de audição permanente já ocorreu. Nesse caso o zumbido se manifesta mesmo na ausência de uma fonte sonora real, gerando esse tipo de som. É uma anomalia precariamente controlada por drogas ou cirurgia, podendo ser mascarada por ruído intenso".

De acordo Brasil (1978), os Limites de Tolerância para ruído contínuo ou intermitente são representados por tempos máximos de exposição diária em função dos níveis de ruído existentes. Os níveis são medidos em dB (decibel) na escala A e em resposta lenta. A tabela 1 apresenta a máxima exposição diária permissível.

Tabela 1 – Limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente.

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: BRASIL, 1978

Desta forma, o critério que embasa os limites de exposição diários adotados para ruído contínuo ou intermitente, segundo Spinelli, Brevigliero e Possebom (2006, p. 48), corresponde a uma dose² de 100% para exposição de oito horas ao nível de 85 dB(A).

4.3.1.2 VIBRAÇÃO

A exposição ocupacional a vibração não é um agente tão estudado quanto ao ruído, porém, sua ocorrência na indústria é bastante freqüente. Os efeitos deste agente na saúde humana são consideráveis, sendo, portanto, a avaliação e controle necessários.

²Segundo UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (2007, p. 20) é conceito de ponderação para todas as diferentes situações acústicas, de acordo com o tempo máximo permitido de forma cumulativa na

jornada; $Dose = \sum \left(\frac{T_n}{C_n} \right) \times 100$ onde T é o tempo de exposição a um determinado nível e C o

tempo de exposição permitido pela legislação ao mesmo nível.

A vibração é um movimento oscilatório de um corpo devido a forças desequilibradas de componentes rotativos e movimentos alternados de uma máquina ou equipamento. Se o corpo vibra descreve um movimento oscilatório e periódico, envolvendo deslocamento num certo tempo. Como a vibração é um movimento oscilatório, para sua quantificação utiliza-se com mais frequência a aceleração em m/s^2 ou em dB. (SALIBA, 2005, p. 65)

Na prática, as vibrações são compostas de uma mistura complexa de diversas ondas, com frequências e direções diferentes. A partir da análise desses componentes, é possível calcular o nível médio das vibrações. Esse nível médio pode ser usado para estimar o impacto dessas ondas no corpo humano (DUL e WEERDMEESTER, 1995, p. 74).

A exposição à vibração pode ser classificada, segundo Saliba (2005, p. 66) da seguinte forma:

- a) **Vibração de corpo inteiro:** são vibrações transmitidas ao corpo como um todo, geralmente pela superfície de suporte, tal como pé, costas, nádegas de um homem, geralmente, na posição sentada; os trabalhadores que se expõem a esse tipo de vibração são: operadores de tratores, motoristas de caminhão, operadores de máquinas de carga, entre outros.
- b) **Vibração de mão e braço ou localizada:** são vibrações que atingem certas partes do corpo, principalmente, mãos, braços e outros. Como os sistemas corpo inteiro e braços/mãos são mecanicamente diferentes, devem ser estudados separadamente.

Marquez (1990), citado por Schlosser e Debiasi (2002, p. 204) afirma que o corpo suporta as vibrações, mediante contração e relaxamento contínuos do sistema muscular, o que, depois de certo período de tempo, produz um desequilíbrio no sistema de auto-regulação, o qual atinge até mesmo o sistema muscular digestivo.

Segundo Brasil (1978) em seu anexo 8:

“as atividades e operações que exponham os trabalhadores sem proteção adequada às vibrações localizadas ou de corpo inteiro serão caracterizadas como insalubres apuradas por perícia realizada no local de trabalho e que esta perícia visando à comprovação ou não da exposição deve tomar por base os limites de tolerância definidos pela Organização Internacional para a Normatização (ISO) em suas normas ISO 2631 (corpo inteiro) e ISO 5349 (mãos/braços) ou suas substitutas”.

4.3.1.2.1 Vibração de corpo inteiro

A energia da vibração transmitida ao corpo pelo assento ou piso pode afetar o corpo inteiro ou algum órgão interno. As vibrações retilíneas transmitidas ao ser humano devem ser medidas nas direções corretas de um sistema ortogonal de coordenadas que tenham sua origem na posição do coração, segundo ACGIH (2007, p. 209), conforme figura 1

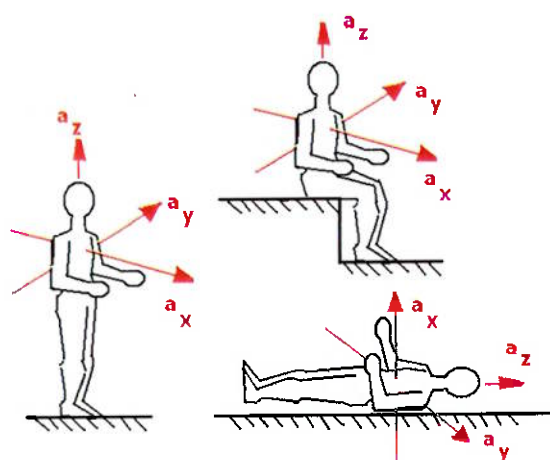


Figura 1 – Sistema de coordenadas biodinâmicas para medição da aceleração (a_x , a_y , a_z = aceleração na direção dos eixos x, y e z; eixo z = tórax às costas; eixo y – ombro a ombro; eixo z = cabeça aos pés). (fonte: ACGIH, 2007, p. 209).

A exposição crônica a vibração de corpo inteiro pode causar danos físicos permanentes ou distúrbios no sistema nervoso. A exposição diária à vibração de corpo inteiro poderá resultar em perda de equilíbrio, visão turva e falta de concentração, em danos na região dorsal, lombar (SALIBA, 2005, p. 68), problemas nos discos intervertebrais e degeneração da coluna vertebral, podendo também afetar o sistema circulatório, urológico, gastrointestinais e reprodutivo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2007c, 102; SALIBA, 2005, p. 68), além do sistema nervoso central. Sintomas de distúrbio freqüentemente aparecem durante ou logo após a exposição sob a forma de fadiga, insônia, dor de cabeça e tremor.

O limite de tolerância para vibração de corpo inteiro é aquele estabelecido pela norma ISO 2631-1:1997 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1997). Este limite é dado pelo Anexo B da norma ISO 2631-

1:1997, onde apresenta recomendações baseadas principalmente em exposições na faixa de 4 a 8 horas, para pessoas sentadas, no eixo z, conforme mostra a figura 2

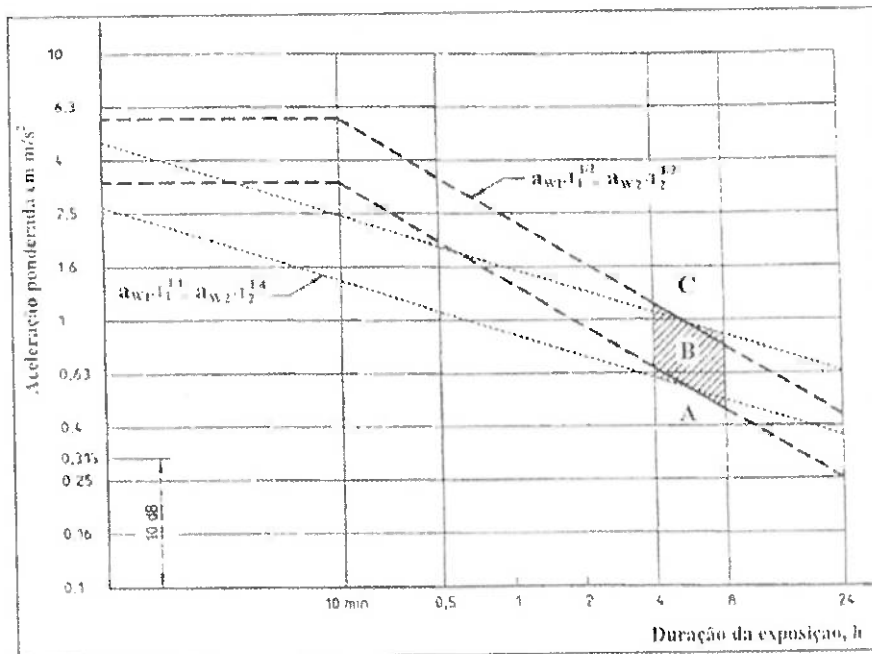


Figura 2 - Guia à saúde – zonas de preocupação do anexo B da norma ISO 2631-1:1997 (fonte: SALIBA, 2005, p. 72)

A interpretação do gráfico do guia de efeitos à saúde pela vibração deve ser realizada da seguinte forma:

- A região A da curva significa que os efeitos à saúde não têm sido claramente documentados e/ou observados objetivamente;
- A região B (área hachurada da curva) significa precauções em relação aos riscos potenciais à saúde;
- A região C significa riscos prováveis à saúde.

4.3.1.2.2 Vibração localizada (mãos/braços)

A exposição à vibração localizada (mãos e braços) ocorre nas operações com ferramentas manuais tais como: lixadeiras, martelos pneumáticos, parafusadeiras, motosserras, entre outras. As direções da vibração na mão devem ser tomadas com base em um sistema de coordenadas ortogonais, conforme sugere a figura 3.

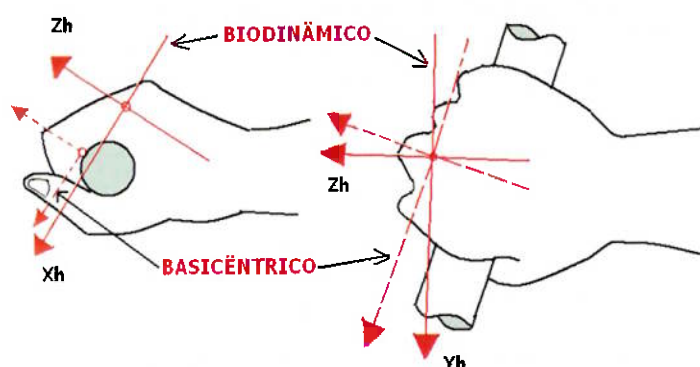


Figura 3 – Sistema biodinâmico e basicêntrico de coordenadas para a mão, mostrando as direções dos componentes da aceleração (fonte: ACGIH, 2007, p. 201).

Os principais efeitos devido à exposição à vibração no sistema mão/braço podem ser de ordem vascular, neurológica, osteoarticular e muscular, segundo Saliba (2005) e, formigamento ou adormecimento leve e intermitente, branqueamento dos dedos, frio nos membros superiores, comprometimento da sensação do tato e, nos casos mais avançados, necrose da pele (acrocianose), de acordo com Universidade de São Paulo (2007c, p. 104).

Com relação aos limites de tolerância, a norma ISO 5349-1:2001 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2001) não estabelece limites de tolerância, dificultando, neste caso, comparar os níveis de exposição a limites de tolerância, como forma de tomada de decisão com relação a adoção ou não de medidas de controle. Como a Norma Regulamentadora número 9 (BRASIL, 1978a), mais especificamente em seu item 9.3.5.1c, estabelece que em caso de ausência de limite de tolerância definido para agentes elencados na Norma Regulamentadora número 15 (BRASIL, 1978), os limites recomendados pela ACGIH podem ser utilizados, sendo que tais limites foram baseados em critérios da norma ISO 5349 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2001).

O limite de tolerância da ACGIH para exposição ocupacional à vibração localizada (mão e braço) da aceleração rms ponderada em função da exposição diária segue a tabela 2.

Tabela 2 – Limites para exposição da mão em qualquer das direções X_h , Y_h ou Z_h .

Duração total da Exposição diária	Valores do componente de aceleração dominante, rms, ponderada, que não devem ser excedidos (m/s^2)
4 horas e menos de 8 horas	4
2 horas e menos de 4 horas	6
1 hora e menos de 2 horas	8
Menos de 1 hora.	12

Adaptado de: ACGIH (2007, p. 198)

4.3.1.3 CALOR

O calor constitui-se num fator de risco importante do ponto de vista da saúde ocupacional. A exposição ao calor pode produzir desconforto térmico ou sobrecarga térmica.

Segundo Saliba (2005, p. 87)

"quando o trabalhador está exposto ao calor seu organismo absorve calor por condução, convecção, radiação e metabolismo e por meio da evaporação do suor, sendo este calor dissipado. Ocorrendo ganho de calor pelo organismo, maior que ele é capaz de dissipar, há sobrecarga térmica, ressaltando, entretanto que a perda de calor do organismo pela evaporação encontra limitação fisiológica".

Quando o calor cedido pelo organismo ao meio ambiente é inferior ao recebido ou produzido pelo metabolismo total (metabolismo basal + metabolismo de trabalho), o organismo tende a aumentar sua temperatura e, para evitar esta hipertermia (aumento da temperatura interna do corpo), são colocados em ação alguns mecanismos de defesa, dentre eles: vasodilatação periférica e ativação das glândulas sudoríparas.

Caso estes mecanismos não sejam suficientes para manter a temperatura corpórea em torno de 37°C , há conseqüências para o organismo que podem se manifestar da seguinte forma:

- a) **Exaustão do calor:** com a dilatação dos vasos sanguíneos em resposta ao calor, há uma insuficiência do suprimento de sangue do córtex cerebral, resultando numa baixa pressão arterial;

- b) **Desidratação:** a desidratação provoca principalmente a redução do volume de sangue, promovendo a exaustão do calor;
- c) **Câimbras de calor:** na sudorese há perda de água e sais minerais, principalmente cloreto de sódio (NaCl). Com a redução desta substância no organismo poderão ocorrer espasmos musculares e câimbras;
- d) **Choque térmico:** ocorre quando a temperatura do núcleo do corpo atinge determinado nível, que coloca em risco algum tecido vital que permanece em contínuo funcionamento.

Os efeitos fisiológicos acima descritos podem ser visualizados através do esquema da figura 4.

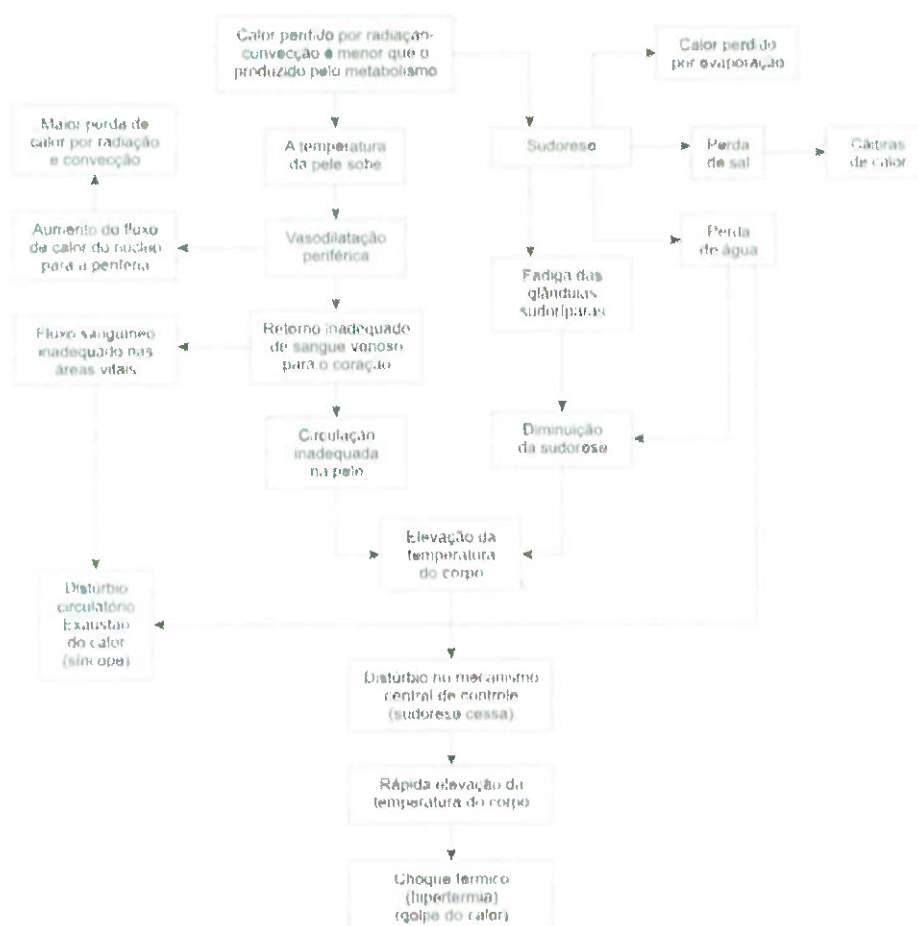


Figura 4 – Reações do organismo à exposição ao calor (SPINELLI , BREVIGLIERO e POSSEBON, 2006, p. 84).

Segundo Brasil (1978) em seu anexo 3, estabelece como critério de avaliação e de comparação ao limite de tolerância o Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo (IBUTG). O IBUTG é calculado conforme segue:

Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg}$$

Ambientes externos com carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,1 \text{ tbs} + 0,2 \text{ tg}$$

Onde:

Tbn = temperatura de bulbo úmido natural

Tg = temperatura de globo

Tbs = temperatura de bulbo seco

Ainda, segundo Brasil (1978),

“os limites de tolerância para exposição ao calor em regime de trabalho intermitente com período de descanso no próprio local de trabalho, definidos no quadro 1, em regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local, definidos no quadro 2, atribui no quadro 3 da referente norma as taxas de metabolismo por tipo de atividade.”

Além do critério de avaliação estabelecido por Brasil (1978) em seu anexo 3, existe o critério estabelecido pela Norma de Higiene Ocupacional – NHO 06 (FUNDACENTRO, 2001), sendo que este último oferece facilidades em relação ao primeiro, principalmente na classificação detalhada do calor metabólico em função da atividade. Outra facilidade é a oferta de valores interpolados para o limite de tolerância, auxiliando na verificação e interpretação de conformidade ou não dos dados obtidos.

4.3.1.4 RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE

Segundo Brasil (1978) em seu anexo 7, são consideradas radiações não ionizantes as microondas, ultravioletas e *laser*. Como nas atividades desenvolvidas

pela empresa neste estudo envolvem, no setor metalúrgico em específico, atividades de solda, será considerado para efeito de exposição ao agente físico “radiações não ionizantes” apenas as do tipo ultravioletas.

Segundo Universidade de São Paulo (2007b, p. 68) as radiações não ionizantes são aquelas que não possuem energia suficiente para promover a ionização, provocando tão somente a excitação. As radiações não ionizantes são sempre de natureza eletromagnética, não possuem massa, sendo constituídas por oscilações elétricas e magnéticas formando ondas que viajam numa mesma velocidade e diferem somente no comprimento de onda e, conseqüentemente, por sua frequência.

A exposição a esse agente é freqüente nos ambientes de trabalho, especialmente nas operações de soldagem e em trabalho a céu aberto com exposição direta ao sol. (SALIBA, 2005, p. 124)

A radiação do tipo ultravioleta está compreendida nos comprimentos de onda de 180 a 400nm³ (figura 5) e representam segundo a ACGIH (2007, p. 157), condições as quais, acredita-se, que a maioria dos trabalhadores saudáveis possam estar expostos repetidamente expostos, sem efeitos agudos adversos à saúde tais como eritemas⁴ e fotoqueratites.

Região ²	Radiação Não-Ionizante						Radiação Ionizante
	Sub-Radiofrequência	Radiofrequência	Microonda	Infravermelho			Raios-X
Banda de Onda	ELF			IV-C	IV-B	IV-A	
Comprimento de onda	100km	1km	1m	1mm	3µm	1-4µm	700nm
Frequência	100Hz	300Hz	300MHz	300GHz			
UV ³ Aplicável	Sub-radiofrequência	Radiofrequência e Microonda		Infravermelho próximo e Visível			Radiação Ionizante
						UV-A UV-B UV-C	
						400nm 315nm 280nm 180nm	

Figura 5 – Espectro eletromagnético. (fonte: ACGIH, 2007, p. 186)

³ 1nm = nanômetro = 10⁻⁹m

⁴ é o nome dado à coloração avermelhada da pele ocasionada por vasodilatação capilar, sendo um sinal típico da inflamação

Os efeitos na pele das radiações ultravioletas podem ser, segundo Saliba (2005, p. 124), escurecimento, pigmentação retardada, interferência no crescimento celular, perda de elasticidade da pele. Nos olhos a ação mais freqüente é a fotoqueratose.

Como Brasil (1978) não determina os limites de exposição aceitáveis para radiações ultravioletas, pode-se recorrer a ACGIH (2007, p. 157) que possui limites de exposição ocupacional estabelecidos para comprimentos de onda de 180 a 400nm.

4.3.2 QUÍMICOS

Segundo Brasil (1978a), os agentes químicos são substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pelas vias respiratórias na forma de poeira, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que pela natureza da atividade e exposição possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

Atualmente, o Chemical Abstract Service – CAS (2008), entidade responsável por catalogar substâncias químicas, conta com mais de 39 milhões de substâncias químicas. Desta quantidade astronômica, apenas uma pequena parcela possui catalogados os efeitos ao organismo humano, bem como limites de tolerância.

Brasil (1978) apresenta limites de tolerância para pouco mais de 150 substâncias. Por sua vez a ACGIH (2007) cataloga limites de tolerância para mais de 600 agentes químicos.

O processo inicial para identificação dos agentes químicos presentes no ambiente de trabalho é a avaliação qualitativa. É nesta etapa, bastante simplificada, porém bastante importante, onde são elencados os tipos de substâncias, seus efeitos à saúde, como se dá a sua utilização no ambiente de trabalho, as propriedades físico-químicas, as quantidades utilizadas, identificadas as situações onde a utilização da substância tenha potencial para causar danos à saúde do trabalhador, etc.

Antes de destrinchar as principais substâncias encontradas no estudo de caso, cabe conceituar e definir as diferentes fases e estados que os agentes químicos podem ser encontrados no ambiente fabril:

- **Gases**

É a denominação dada as substâncias que, em condições normais de temperatura e pressão (25°C e 760mmHg), estão no estado gasoso (p.ex: hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, etc.)

- **Vapores**

É a fase gasosa de uma substância que, a 25°C e 760mmHg, é líquida (p.ex: vapores de água, vapores de gasolina,...) (SPINELLI, BREVIGLIERO e POSSEBON, 2006, p. 104).

- **Particulado**

De forma ampla, o material particulado contaminado é todo aquele aerossol que se encontra em suspensão no ar, possível de ser nocivo à saúde. De acordo com sua formação, os particulados podem ser classificados em sólido ou líquido. Como particulados líquidos têm-se as névoas e as neblinas e, como particulados sólidos, as poeiras (fibras) e os fumos.

- **Poeira**

São partículas sólidas produzidas pela ruptura mecânica de um sólido, seja pelo simples manuseio (limpeza de bancadas), ou em consequência de uma operação mecânica (p. ex: poeira de sílica, asbesto e carvão) (VENDRAME, 2007, p. 55).

- **Fumos**

São partículas sólidas resultantes da condensação de vapores ou reação química, geralmente após a volatilização de metais fundidos (p.ex: fumos de chumbo em soldagens e fumos de zinco em galvanoplastia). O tamanho das

partículas de fumos, normalmente é menor que $1\mu\text{m}^5$ (VENDRAME, 2007, p. 68).

- **Névoas**

Névoas e neblinas são partículas líquidas, produzidas por ruptura mecânica (nebulização, borbulhamento, *spray*, etc.) de um líquido (p.ex: névoa de tinta resultante da pintura à pistola) (VENDRAME, 2007, p.69).

- **Neblinas**

São partículas líquidas produzidas por condensação de vapores de substâncias que são líquidas à temperatura ambiente (SALIBA, 2005, p. 134).

- **Fibras**

São partículas sólidas produzidas por ruptura mecânica de sólidos que se diferenciam das poeiras porque possuem forma alongada, com um comprimento de 3 a 5 vezes superior ao seu diâmetro (p.ex: fibras de lã, algodão, linho, asbestos, etc.) (SALIBA, 2005, p. 134).

O limite de tolerância, para uma dada substância química, diz respeito à concentração ou intensidade máxima, relacionada com um determinado agente (poeira, gases, névoas, vapores, etc.) e o tempo de exposição, de modo a não causar dano à saúde do trabalhador, durante a sua jornada de trabalho. Os limites de tolerância são estabelecidos pelos anexos 11, 12 e 13-A da Norma Regulamentadora número 15 (BRASIL, 1978). Estes limites objetivam a proteção da maioria da população trabalhadora, devendo ser utilizados como orientação para o controle dos contaminantes e em nenhuma hipótese como uma linha divisória entre concentrações seguras e perigosas.

De acordo com Brasil (1978), o seu anexo 11 apresenta o limite de tolerância para substâncias e elementos químicos durante a jornada de trabalho. As concentrações podem oscilar desde que a média permaneça abaixo deste valor. Como esse anexo possui apenas o limite de tolerância para 150 substâncias, pode-se recorrer aos limites de tolerância da ACGIH.

⁵ $1\mu\text{m}$ – micrômetro = 10^{-6}m

4.4 CONTROLE MÉDICO

O controle médico constitui fator importante na identificação da necessidade de controle dos riscos, bem como na avaliação da eficiência das medidas adotadas. Esta integração entre higiene ocupacional e medicina do trabalho está explícita em Brasil (1978a), onde declara que o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) é parte integrante do conjunto mais amplo de iniciativas da empresa no campo da prevenção da saúde e integridade dos trabalhadores, devendo ser articulado com o disposto em outras Normas Regulamentadoras, em especial com o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), previsto também por Brasil (1978a)

Compete à empresa garantir a elaboração e implementação do PCMSO, bem como zelar pela sua eficácia, assim como custear todos os procedimentos relacionados a este programa, sem ônus para os colaboradores, assim como indicar um médico do trabalho, para coordenar o programa.

O médico é responsável por realizar os exames médicos e indicar os exames complementares necessários para cada atividade exercida, baseando nos riscos presentes no ambiente de trabalho.

Os exames médicos podem ser subdivididos em: admissional, periódico, de retorno do trabalho, de mudança de função e demissional.

De acordo com o item 7.4.2.1 da Norma Regulamentadora número 7 (BRASIL, 1978b), os trabalhadores cujas atividades envolvem a exposição a riscos ambientais, os exames médicos complementares deverão ser executados e interpretados com base nos critérios constantes nessa norma e a periodicidade de avaliação dos indicadores biológicos deverá ser no mínimo, semestral, podendo ser reduzida a critério do médico coordenador, ou por notificação do médico agente da inspeção do trabalho, ou mediante negociação coletiva de trabalho.

O exame periódico, tido como a principal ferramenta prevencionista, tem como finalidade primordial procurar previamente, detectar qualquer desvio da saúde porventura existente na população trabalhadora da empresa, antes mesmo do aparecimento das manifestações clínicas, possibilitando assim a correção, em tempo hábil, de certas anormalidades até então despercebidas e desconhecidas do próprio

colaborador. A periodicidade do exame periódico será determinada de acordo com os riscos ou ausência destes que cada colaborador está exposto, levando também a idade deste colaborador. Aos colaboradores que atuam nas áreas administrativas e que apresentam idade entre 18 e 45 anos a periodicidade do exame periódico é bianual. Para todos os outros colaboradores em atividades expostas a riscos previamente identificados através de técnicas reconhecidas pela Higiene Ocupacional a periodicidade do exame periódico é anual. Esta periodicidade terá intervalos menores conforme a avaliação do médico examinador de acordo com a análise individual de cada colaborador desde que com comprovação técnico-científico.

5 METODOLOGIA

5.1 ESCOLHA DO OBJETO DE ESTUDO

O setor selecionado como objeto de estudo foi o departamento metalúrgico. Para a escolha deste foram utilizados fatores preponderantes como a presença dos riscos que representem a empresa como um todo e tamanho significativo do setor, que no período de elaboração do projeto contava com aproximadamente quatrocentos colaboradores.

5.2 PROCESSO METALÚRGICO

O processo de fundição envolvido neste estudo compreende a preparação de moldes em caixas de areia. O metal fundido é vazado por canais abertos no molde e preenche todos os espaços vazios dentro da areia, formando a peça. Após a solidificação do metal, a caixa é submetida a uma vibração mecânica com o intuito de quebrar o molde de areia e separar a peça fundida.

Após a retirada de areia a peça é encaminhada para a operação de limpeza, que se inicia pela retirada do canal de fundição, que é quebrado com um martelo/marreta. A areia aderida a peça é retirada com jato. A rebarba e os excessos de metal são retirados com uso de esmeris. A partir deste ponto o material está pronto para sofrer a pintura por imersão, com tinta a base de solvente orgânico ou ainda ser remanejado para outras áreas para sofrer usinagem, como pode ser visto na figura 6.

Segundo Aberg, Bengtson e Veiback (1974), citado por Lida (2005, p. 16) na fase de limpeza de peças fundidas, principalmente durante o esmerilhamento, é produzida grande quantidade de poeira, constituída pelo metal base. Cerca de 1% deste pó contém partículas menores que 3 μ m.

O metal base é composto por ferro cinzento, que é o mais comumente utilizado em processos de fundição, devido às suas características como baixo

custo, elevada usinabilidade, alta fluidez e facilidade de fabricação, graças a quantidade apreciável de grafite. O departamento metalúrgico (anexo 2) ocupa uma área de aproximadamente 10.000m², onde são produzidas cerca de 120.000 peças/mês (carcaças de motores elétricos), com peso variando de 1,5kg a 5.100 kg. Ao todo o departamento conta com três fornos fusor e um forno de espera, três máquinas sopradoras, uma linha de moldagem mecanizada, três linhas de moldagem manual, dois sistemas de recuperação de areia, três linhas de rebarbação e duas máquinas de jateamento. A matéria-prima utilizada compreende a utilização de cerca de 15% de cavaco de ferro, 15% de retorno e 70% de sucata de aço.

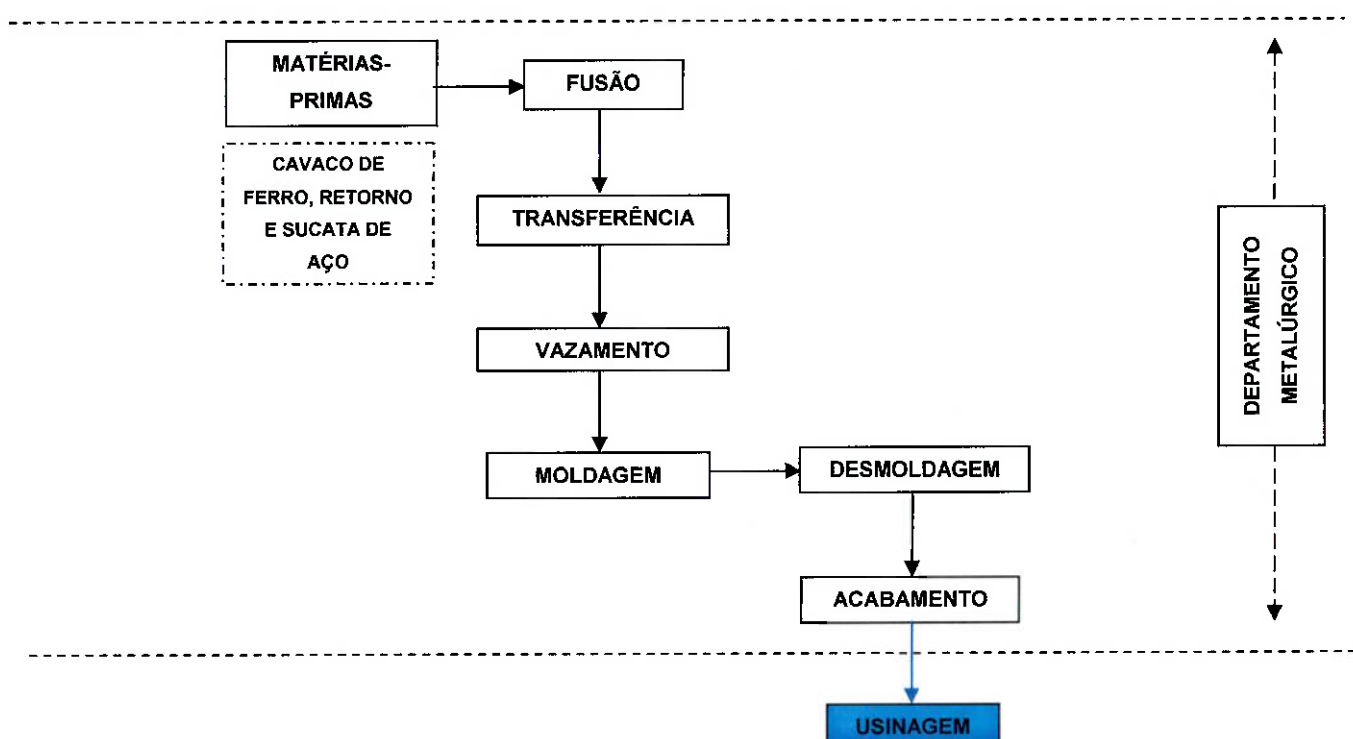


Figura 6 – Fluxograma do processo de fundição, com detalhamento do departamento metalúrgico.

5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES AMBIENTAIS

Como se comentou na introdução, o reconhecimento dos riscos é uma das etapas fundamentais de um bom programa de Higiene Ocupacional. Existem diversas formas de se conduzir o reconhecimento dos riscos de uma determinada atividade, de um setor ou de um grupo de trabalhadores.

A identificação dos riscos, mesmo que de forma qualitativa, é de suma importância para a posterior montagem dos GHEs, uma vez que é nesta etapa que serão definidos dos agentes ambientais presentes no local de trabalho e a forma como as diversas atividades (funções) interagem com este agente.

Para a identificação dos riscos ambientais do departamento foram seguidas as etapas abaixo:

- Reunião prévia com gerentes e supervisores na qual foram expostos os procedimentos que seriam tomados no decorrer do processo e fazer com que despertasse a idéia da percepção do risco;
- Avaliação detalhada das atividades *in loco*, observando não somente a execução das atividades propriamente ditas, mas também os materiais manipulados, ferramentas e equipamentos utilizados, ambientes predominantes de permanência, assim como, da percepção qualitativa podendo a exposição ao agente subdividir-se em: ALTA (qualitativamente considerada prejudicial) e BAIXA (qualitativamente considerada não prejudicial);
- Leitura detalhada das Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ, dos produtos químicos manipulados no departamento, mais especificamente aqueles utilizados no setor de acabamento/pintura e seleção das substâncias que poderiam ser de interesse para monitoramento;
- Entrevista com os funcionários, verificando as atividades exercidas pelos mesmos, estabelecendo as atividades reais das funções do departamento, bem como, identificando os funcionários e funções que realizavam a mesma atividade para, num momento oportuno, utilizá-las como uma etapa para a definição do GHE. Para a execução desta etapa foram utilizados formulário de entrevista (anexo 1) e layout do prédio (anexo 2), sendo que as entrevistas foram conduzidas com, pelo menos, um funcionário de cada grupo, previamente selecionados pelo Higienista Ocupacional com a autorização das chefias dos setores;
- Validação das entrevistas com os supervisores, facilitadores e preparadores das áreas, com o intuito de verificar possíveis desvios colhidos no ato da entrevista;

- Comparação dos dados obtidos nas etapas acima com o histórico de avaliações realizadas em 2006/2007 (PPRA e Avaliações Quantitativas) pelo Serviço – SESMT do estabelecimento, bem como, com o estudo realizado pelo departamento de Ergonomia, que se utilizou, na época, de um check-list específico para identificação de riscos (anexo 3);
- Para o risco físico ruído, tomou-se como base o estudo quantitativo (audiodosimetrias) realizado entre 2006/2007, onde foi realizada uma triagem das funções expostas a nível de ruído com dose superior a 0,5 (50%). Os equipamentos utilizados neste estudo histórico foram audiodosímetros marca Quest modelo Noise Pro DLX ;
- Para os demais riscos ambientais foram realizadas avaliações qualitativas, com base na composição química dos compostos manipulados no departamento metalúrgico, bem como, de medições históricas realizadas em 2006/2007, seguindo o seguinte critério:
 - I. para os agentes químicos presentes no estudo histórico que se apresentaram abaixo do Nível de Ação, estes foram excluídos como agentes de exposição ambiental e não inclusos no plano de monitoramento proposto;
 - II. para os agentes químicos presentes no estudo histórico que se apresentaram acima do Nível de Ação, estes foram incluídos como agentes de exposição ambiental e, automaticamente, inclusos no plano de monitoramento proposto;
 - III. para os agentes químicos identificados nas entrevistas, tanto “in loco” quanto com àquela feita com os funcionários e supervisores, porém não identificados no estudo histórico, estes foram incluídos como agentes de exposição ambiental e, automaticamente, inclusos no plano de monitoramento proposto, independentemente do nível de concentração.
 - IV. Todos os dados que envolvem exames periódicos e custos dos mesmos utilizados para o estudo de caso foi fornecido pela Seção de Medicina do Trabalho da empresa em questão.
 - V. Os dados sobre avaliações quantitativas de agentes físicos e químicos foram fornecidos pela Seção de Segurança do Trabalho e as demais

informações sobre o processo de metalurgia e sobre os colaboradores quem nos forneceu foi o Departamento Metalúrgico.

O início das avaliações se deu através das listagens com nomes, cargos e atividades dos colaboradores, fornecidas pela Seção de Segurança do Trabalho onde uma das integrantes do grupo da monografia trabalha. Com bases nas informações contidas nas listagens foi possível conferir com os chefes e/ou facilitadores se cada colaborador estava realmente no cargo especificado e se não havia desvio de função.

Através das listagens de exames periódicos dos colaboradores do Departamento Metalúrgico foi possível verificar quais estavam sendo realizados. Esta listagem se encontra no PCMSO da empresa o qual nos foi fornecido pela Seção de Medicina do trabalho.

Com base nestes critérios foram atribuídos os riscos ambientais presentes em cada atividade e, por consequência, em cada GHE, bem como, foram propostos os agentes físicos e químicos a serem monitorados.

O Nível de Ação foi escolhido, para os agentes ambientais com histórico de monitoramento, por representar um valor referencial e "conservador", a partir do qual ações devem ser tomadas.

5.4 IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES QUÍMICOS

No processo metalúrgico estudado, diversos são os agentes aerodispersos no ambiente de trabalho, dentre eles destacam-se:

TRIETILAMINA

Utilizado como catalisador no processo de fabricação de machos (macharia). O limite de tolerância definido por Brasil (1978) em seu anexo 11 para jornadas de trabalho de até 48 horas é de 20ppm. Segundo Patnaik (2003, p. 623) a exposição pode causar lacrimejamento e visão embaçada. Segundo a ACGIH (2007, p. 62) esta substância pode ser absorvida pela pele é suspeito de ser carcinogênico, embora não haja estudos suficientes ainda para tal afirmação.

ETANOL

Também chamado de álcool etílico, é utilizado no processo de pintura de machos (macharia), melhorando o acabamento das peças fundidas. O limite de tolerância definido por Brasil (1978) em seu anexo 11 para jornadas de trabalho de até 48 horas é de 720ppm.

Segundo Patnaik (2003, p. 125) a inalação de vapores de álcool pode resultar em irritação dos olhos e das mucosas. Isso pode ocorrer em uma concentração alta de 5.000 a 10.000 ppm. A exposição pode causar estupor⁶, fadiga e sonolência. Não há registro da ocorrência de cirrose causada pela inalação. A exposição crônica ao vapor de etanol produziu danos ao cérebro de camundongos e a peroxidação de lipídeos no cérebro de ratos.

POEIRA RESPIRÁVEL

É uma fração de partículas (0,5 a 10µm) do ar inspirado que é retida no trato respiratório. Está presente na maioria dos processos de fundição, principalmente aqueles ligados diretamente a fabricação de moldes de areia. A inalação crônica de partículas respiráveis pode causar uma doença chamada pneumoconiose. O limite de tolerância definido por Brasil (1978) em seu anexo 12 depende da quantidade de sílica livre cristalizada, e pode ser determinado pela eq. (2):

$$LT = \frac{8}{\% \text{quartzo} + 2} (mg / m^3) \quad (2)$$

SÍLICA LIVRE CRISTALIZADA

Parte indissociável da poeira está presente na maioria dos processos de fundição, principalmente aqueles ligados diretamente a fabricação de moldes de areia. Não há limite específico para este agente na legislação brasileira, a qual remete ao cálculo do limite de tolerância para poeira respirável contendo sílica livre cristalizada.

⁶ é um estado de consciência ou sensibilidade apenas parcial ou insensibilidade acompanhada por pronunciada diminuição da faculdade de exibir reações motoras.

Segundo Patnaik (2003, p. 728) a exposição crônica a particulados de sílica cristalina pode causar silicose, doença pulmonar caracterizada por nódulos de tecido cicatrizado (fibrose).

FORMALDEÍDO

Também chamado de formol, é parte integrante de alguns produtos utilizados no setor de fabricação de machos (macharia). O limite de tolerância definido por Brasil (1978) em seu anexo 11 para jornadas de até 48 horas semanais é de 1,6ppm, sendo este o valor teto. O valor teto, segundo a ACGIH (2007, p. 5) é a concentração que não deve ser excedida durante nenhum momento da exposição no trabalho.

Segundo Patnaik (2003, p. 155) o formaldeído é mutagênico, teratógeno e provavelmente carcinogênico para o ser humano. É um forte irritante dos olhos, sendo seus efeitos lacrimejantes intoleráveis na faixa de 10ppm no ar. A inalação de uma alta concentração pode levar a morte.

SOLVENTES ORGÂNICOS

Solventes orgânicos, utilizados no setor de acabamento no processo metalúrgico do estabelecimento em estudo, são obtidos do refino do petróleo cru (constituído por hidrocarbonetos, enxofre, oxigênio, compostos nitrogenados e traços de metais) e são de grande uso industrial, comercial e doméstico, conforme afirma Ali (1995, p. 22).

Segundo Diarmid e Agnew (1995, p. 25)

“os solventes são largamente utilizados em inúmeros ramos industriais, tais como a indústria química, a indústria farmacêutica, de tintas e de semicondutores, e são utilizados como desengraxantes em vários tipos de indústrias pesadas, de base, fundições e oficinas mecânicas”.

De um modo geral, as substâncias orgânicas são de alta toxicidade para o ser humano.

A exposição a solventes orgânicos dá-se principalmente pelas vias respiratória e cutânea, e os órgãos mais afetados são a pele e o SNC - Sistema Nervoso Central (DIARMID e AGNEW, 1995, p. 25).

Compostos orgânicos voláteis, como o benzeno, tolueno, xilenos, n-butanol e metilisobutilcetona são comumente encontrados no ar durante o processo de pintura, provenientes da emissão de solventes orgânicos da tinta fresca ou utilizados

para dissolver ou dispersar tintas, resinas e produtos de polimentos. Estas substâncias químicas atuam predominantemente sobre o sistema nervoso central como depressoras, que dependendo da concentração e do tempo de exposição, podem causar desde sonolência, tontura, fadiga até narcose e morte.

A má qualidade do ar interior desses locais representa um risco à saúde humana, principalmente, se medidas de proteção individual e/ou coletiva não forem devidamente aplicadas de acordo com a necessidade imposta pelo serviço a ser executado.

FUMOS METÁLICOS

Presente comumente nos processos de soldagem é muito abundante em ambientes de fundição e em setores com manipulação de metais líquidos. No caso em estudo, os principais metais presentes na composição as liga são ferro e manganês. Para o ferro não há limite de tolerância estabelecido na legislação brasileira, podendo, neste caso, recorrer a ACGIH. O limite de tolerância para os fumos de manganês definido por Brasil (1978) em seu anexo 12 para jornadas de trabalho de até 48 horas é de $1\text{mg}/\text{m}^3$.

Segundo Patnaik (2003, p. 678) embora o manganês seja um metal utilizado pelas enzimas em algumas sínteses metabólicas, a exposição crônica pode causar encefalopatia⁷. A exposição aguda de curta duração a fumos de manganês pode causar pneumonia. Alguns dos sintomas da intoxicação pelo manganês são: a sonolência, fraqueza, distúrbios emocionais e marcha espástica⁸.

⁷ síndrome neuropsiquiátrica que ocorre em consequência de falência hepática aguda, subaguda ou crônica

⁸ síndrome que acomete os membros inferiores e impede a flexão destes.

5.5 COMPOSIÇÃO DO GHE

Para a composição dos GHEs foram compiladas as avaliações realizadas *in loco* e as entrevistas. As atividades com exposição similar a um determinado agente foram agrupadas e comparadas às informações contidas nos Programas de Saúde e Segurança de 2006/2007 e também nos dados do Programa de Ergonomia realizado pela empresa no ano de 2007/2008. Finalizado o processo, as informações foram formatadas em tabela para facilitar a visualização dos dados.

Para a escolha dos grupos homogêneos foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Características do processo e das operações realizadas;
- Atividades e tarefas realizadas pelos trabalhadores;
- Localização das atividades no layout do departamento;
- Agentes ambientais, fontes, trajetórias e meios de propagação;
- Percepção qualitativa da intensidade dos agentes ambientais;
- Identificação e número de trabalhadores;
- Experiência dos trabalhadores;
- Experiência dos supervisores e facilitadores;
- Agravos à saúde dos trabalhadores;
- Frequência das ocorrências;
- Interferência de tarefas vizinhas;
- Dados qualitativos das exposições, levantados na fase de antecipação;
- Histórico de quantitativos das exposições, avaliado no ano de 2006;
- Metas e prioridades de avaliação adequadas a realidade da empresa.

5.6 DEFINIÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM

Após a determinação dos GHEs iniciou-se a elaboração do plano de amostragem para todos os agentes reconhecidos levando em consideração o Exposto de Maior Risco (EMR).

Foram verificados todos os agentes ambientais presentes no ambiente e suas respectivas metodologias de avaliação.

Por solicitação da empresa, foram inseridos no plano de amostragem somente os agentes físicos e químicos contemplados na Norma Regulamentadora número 15.

Como, para alguns agentes físicos e químicos, não há histórico de avaliações quantitativas, decidiu-se por adotar um critério para identificar a exposição típica do EMR, que é julgado como possuidor da maior exposição relativa, a um determinado agente ambiental, em seu grupo.

O EMR é, segundo Universidade de São Paulo (2007a), o trabalhador de um GHE que se julga possuir a maior exposição relativa em seu grupo, sendo que este entendimento é dado no sentido qualitativo. Esta observação deve ser feita por observação de campo, sendo importante o conhecimento acurado das operações e atividades. É determinado com base nas seguintes características:

- Exerce suas atividades mais próximas da fonte do agente;
- Exerce suas atividades em região do ambiente onde ocorre maior concentração ou intensidade aparente do agente, e
- Exerce suas atividades suas atividade de maneira a se expor por mais tempo ao agente.

Desta forma, foi atribuído um número mínimo de 3 (três) amostras para determinar o “perfil de exposição” do GHE a um determinado agente ambiental.

A quantidade de amostras poderá ser aumentada no decorrer da execução das avaliações, caso o Higienista responsável pelo processo verifique a necessidade.

5.7 CONTROLE MÉDICO

Para determinar os exames médicos necessários para, preventivamente, verificar a exposição ou não a um determinado agente ambiental, tomou-se como base a identificação de riscos e os exames médicos listados em Brasil (1978b), que trata do PCMSO. Assim sendo, identificou-se os exames médicos necessários para cada agente ambiental ou para atividades específicas, que exigem determinado grau de concentração, conforme segue:

• Ruído

Exame audiométrico com o intuito de verificar interferências no limiar de audição, com vistas à prevenção de disacusias (condutiva, neurosensorial ou mista), mais especificamente aquelas ocasionadas por ruído ocupacional, denominadas PAIRO – Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional, sendo caracterizada, segundo Universidade de São Paulo (2008, p. 78), por:

- Ser irreversível, equivalente nas duas orelhas;
- Iniciar-se, predominantemente, nas altas frequências de 3.000 a 6.000 Hz com predomínio em 4.000 Hz, progredindo lentamente às frequências de 8.000, 2.000, 1.000, 500 e 250 Hz.
- Não haver progressão uma vez cessada a exposição ao ruído;
- Não tornar a orelha mais sensível a futuras exposições a ruídos intensos, sendo que à medida que os limiares auditivos aumentarem, a progressão torna-se mais lenta, e
- Geralmente atinge seu nível máximo para as frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz nos primeiros 10 a 15 anos de exposição sob condições estáveis de ruído.

• Vibração

Não há qualquer referência em Brasil (1978b) a exames médicos necessários em colaboradores expostos a vibrações de corpo inteiro ou localizadas (mãos/braços). De qualquer maneira, é uma boa prática realizar exames que detectem desvios na coluna vertebral e problemas circulatórios, no caso de exposição a vibrações de corpo inteiro, e sinais de problemas nas articulações dos membros superiores, no caso de exposição a vibrações localizadas (mãos/braços).

• Calor

Segundo Saliba (2005, p. 129) recomenda-se a realização de exames médicos pré-admissionais, com a finalidade de detectar possíveis problemas de saúde que possam ser agravados com a exposição ao calor, tais como: problemas cardiocirculatórios, deficiências glandulares (sudorípara), problemas de pele, hipertensão, etc. Tais exames permitem selecionar um grupo adequado de profissionais que reúnem condições para executar tarefas sob o calor intenso.

Exames periódicos devem também ser realizados, com a finalidade de promover um contínuo acompanhamento dos trabalhadores expostos ao calor e identificar possíveis estados patológicos em estágios iniciais.

• **Radiação Não Ionizante**

Não há qualquer referência em Brasil (1978b) a exames médicos necessários em colaboradores expostos a radiações não ionizantes do tipo ultravioleta.

De qualquer maneira, é uma boa prática a realização de hemograma completo, além de exames clínicos que identifiquem problemas de pele e lesões oculares que possam indicar doenças oriundas da superexposição.

• **Trietilamina**

Não há qualquer referência em Brasil (1978b) a exames médicos necessários em colaboradores expostos a trietilamina.

• **Etanol**

Não há qualquer referência em Brasil (1978b) a exames médicos necessários em colaboradores expostos a etanol.

• **Aerodispersóides Fibrogênicos**

Como no processo de fundição, mais especificamente no departamento metalúrgico da empresa em estudo, existe a manipulação direta de areia de fundição e esta, por conter sílica livre cristalizada, sendo considerada fibrogênica, os exames médicos solicitados por Brasil (1978b) são:

- Radiografia do Tórax, com periodicidade anual.
- Espirometria, com periodicidade bienal.

• **Solventes orgânicos**

Como no processo de acabamento de peças fundidas e preparação de machos, existe a manipulação de diversos solventes orgânicos, os exames médicos solicitados por Brasil (1978b) são:

- Xileno: determinação de ácido metil-hipúrico na urina;
- Tolueno: determinação de ácido hipúrico na urina;

- Fenol: determinação de fenol na urina;
- Etilbenzeno: determinação de ácido mandélico na urina.

• **Formaldeído**

Não há qualquer referência em Brasil (1978b) a exames médicos necessários em colaboradores expostos a formaldeído.

• **Fumos metálicos**

Durante o processo de fundição há liberação de fumos metálicos provenientes da fusão do metal utilizado na fabricação de peças. Os exames médicos solicitados de acordo com critério do médico examinador são:

- Radiografia do Tórax, com periodicidade trianual;

- Espirometria, com periodicidade bienal;
- Hemograma;
- Glicose;
- Uréia;
- Creatinina;
- TGO/TGP (transaminasa glutâmico oxalacético/pirúvico, respectivamente);
- Gama GT (gamaglutamiltransferase);
- Manganês urinário.

Recomendam-se ainda a realização de alguns exames específicos, tais como eletrocardiograma (EEG) de esforço e eletroencefalograma de vigília para as atividades de operador de ponte rolante e de motorista com a periodicidade a cada 05 (cinco) anos ou a critério do médico examinador

O teste visual deve ser realizado em todo colaborador que atua como operador de empilhadeira ou motorista de veículos, com periodicidade a cada dois anos, podendo variar se o colaborador necessitar do uso de lentes corretivas para o desempenho de suas atividades.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES AMBIENTAIS E COMPOSIÇÃO DOS GHE

A definição dos agentes físicos foi baseada na observação de campo e de dados quantitativos históricos, como comentado na metodologia.

Para os agentes químicos, além da observação de campo e dos dados quantitativos históricos, foi de extrema importância a leitura das FISPQ, pois através dela foi possível identificar os agentes químicos utilizados nos processos de produção do departamento metalúrgico, mais especificamente no processo de acabamento, onde se destacam os seguintes produtos químicos:

- Primer alquídico base solvente – composto por: 10-20% de xileno, 10-20% de aguarrás, 0,8% de octoato de cálcio e outros que individualmente não ultrapassam 0,5%.
- Diluyente alquídico – composto por: 20-100% de xileno.
- Diluyente epóxi – composto por: 50-60% de xileno e 5-15% de 2-metil-4-pentanona (MIBK).
- Epóxi – composto por: 60-90% óxido de zinco, 2-10% de etil glicol e 10-20% de resina epóxi.
- Catalisador epóxi – composto por: 10-30% de acetato de etil glicol, sendo os demais compostos não identificados na FISPQ.
- Catalisador resina – composto por: 100% trietilamina.
- Resina fenólica – composto por: 50% hexano, 10% fenol e 2% formaldeído.
- Álcool etílico – composto por 98% de álcool etílico.

Esta análise serviu para a definição dos agentes químicos presentes em cada atividade/GHE, auxiliando, inclusive, na definição do plano de amostragem.

Salienta-se que os agentes químicos hexano e fenol, compostos presentes na resina fenólica, apresentaram-se abaixo do nível de ação nas avaliações quantitativas históricas, datadas de 2006/2007. Desta forma, foram excluídos dos agentes ambientais e, por consequência, do plano de amostragem proposto.

Sendo assim, foi possível estabelecer os GHEs, as funções que os compõem, a quantidade de funcionários expostos e os agentes físicos e químicos que cada GHE está exposto, como pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3 – Formação dos GHEs e identificação dos agentes físicos e químicos

GHE	Atividade	Local	Cargos lotados	nº expostos	Agentes Físicos							Agentes Químicos					
					Ruído	Calor	RNI	VL	VCI	PR	SLC	Fumos Fe	Mn	3ET-Mina	Formol	BTEX	Etanol
1	Refratarista	Fusão	Op. Fundição	2	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-
2	Preparador de Carga	Fusão	Prep. Máquinas, Técnico, Chefe Fusão, Facilitador, Op. Fundição	8	x	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-
3	Fomeiro	Fusão	Op. Fundição	10	x	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-
4	Vazador	Fusão	Op. Fundição	18	x	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-
5	Operador Ponte Carga	Fusão	Op. Fundição	2	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Operador de Empilhadeira	Fusão	Op. Fundição, Op. Empilhadeira	2	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Moldador	Moldagem	Op. Fundição	42	x	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-
8	Desmoldador	Moldagem	Op. Fundição	2	x	x	-	x	-	x	x	x	x	x	-	-	-
9	Desmoldador HGF	Moldagem	Op. Fundição	2	x	x	-	x	-	-	-	x	x	-	-	-	-
10	Laboratorista	Moldagem	Aux. Laboratório, Aux. Técnico	3	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Líder	Moldagem	Chefe Seção, Facilitador, Prep. Máquinas, Técnico	15	x	-	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	-
12	Op. Máquina Sopradora	Moldagem	Op. Fundição	24	x	-	-	-	-	x	x	-	-	x	x	-	-
13	Extrator Moldes	Moldagem	Op. Fundição	24	x	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-
14	Op. Braço Mecânico	Moldagem	Op. Fundição	6	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Op. Ponte e Empilhadeira	Moldagem	Op. Fundição	2	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Montador de Moldes	Moldagem	Op. Fundição	27	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-
17	Pintor de Moldes	Moldagem	Op. Fundição	10	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
18	Pintor Rebarbador	Acabamento	Op. Fundição, Expedidor, Pintor	10	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	x	-
19	Rebarbador	Acabamento	Op. Fundição	56	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	x	-
20	Líder	Acabamento	Chefe Seção, Facilitador, Expedidor, Preparador Máquinas, Técnico	11	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
21	Op. Empilhadeira	Acabamento	Op. Fundição, Op. Empilhadeira	7	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Jateador	Acabamento	Op. Fundição, Soldador	5	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	x	-
23	Soldador Rebarbador	Acabamento	Op. Fundição, Soldador	12	x	-	x	x	-	x	x	x	x	-	-	-	-
24	Jateador Rebarbador	Acabamento	Op. Fundição	3	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	x	-
25	Rebarbador Op. Talha	Acabamento	Op. Fundição	2	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-

Legenda:
(x) presente; (-) ausente; VL - vibração localizada; VCI - vibração corpo inteiro; PR - poeira respirável; SLC - sílica livre cristalizada; BTEX - benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno; Fe - ferro; Mn - manganês; 3ET-Mina - trietilamina; Formol - formaldeído.

Como se pode observar na tabela 3, foram estabelecidos 25 (vinte e cinco) GHEs, divididos em três grandes áreas (fusão, moldagem e acabamento). Pode-se perceber também que em alguns GHEs existem até 5 (cinco) cargos diferentes expostos de forma similar a um mesmo agente ambiental. Muitos destes cargos, além de estarem expostos a agentes ambientais de forma similar realizam a mesma função, o que, em alguns casos, pode ser diagnosticado como desvio de função.

Embora não tenha sido um dos objetivos deste trabalho, foi possível através da observação de campo, etapa importante deste trabalho, identificar esta ocorrência e avisar os superiores imediatos, para providências cabíveis.

6.2 CONTROLE MÉDICO

Através da elaboração dos GHEs obteve-se organização das informações sobre as atividades dos trabalhadores onde muitas vezes se contrapõem ao que diz a descrição de cargo fornecida pela área de Recursos Humanos, pois o que geralmente ocorre no chão de fábrica é o desvio de atividade. Isto implica avaliar se estes desvios são habituais ou eventuais.

Com base na formação dos GHEs e os agentes ambientais identificados foi possível, juntamente com a área médica da empresa, definir os exames médicos necessários baseados sob esta nova ótica, como mostra a tabela 4.

A tabela 5 mostra os custos com exames médicos do ano de 2007 e uma projeção para o ano de 2009 tendo como base os mesmos valores de exames médicos adotados em 2007. O gráfico 1 demonstra os custos por exame a serem realizados anualmente, bienalmente, trienalmente e a cada 5 anos. Não foram considerados para estes cálculos possíveis variações no custo individual de cada exame oriundo de variação cambial, inflação ou instabilidade econômica.

O gráfico 2 compara os valores gastos em exames em 2007 com os valores obtidos em 2008.

GHE	Atividade	Local	nº expostos	Exames Médicos														Ac. Hipúrico	Ac. Metil Hipúrico	Ac. Mandêlico
				Audio- metria	Raio X Tórax	Espiro- metria	Hemo- grama	Glicemia	Ureia	Creati- nina	TGO/ TGP	Gama GT	Mn urinário	EEG	Esforço Físico	Acuidade Visual				
1	Refratarista	Fusão	2	x1	x1	x2	-	-	x1	x1	-	-	-	-	-	-	-			
2	Preparador de Carga	Fusão	8	x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	-	-	-	-			
3	Fomeiro	Fusão	10	x1	x3	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	-	-	-	-			
4	Vazador	Fusão	18	x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	-	-	-	-			
5	Operador Ponte Carga	Fusão	2	x1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
6	Operador de Empilhadeira	Fusão	2	x1	-	-	x5	x5	x5	x5	x5	x5	-	x5	x3	x2	-			
7	Moldador	Moldagem	42	x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	-	-	-			
8	Desmoldador	Moldagem	2	x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	-	-	-			
9	Desmoldador HGF	Moldagem	2	x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	-	-	-			
10	Laboratorista	Moldagem	3	x1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
11	Líder	Moldagem	15	x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	-	-	-			
12	Op. Máquina Sopradora	Moldagem	24	x1	x1	x2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
13	Extrator Moldes	Moldagem	24	x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	-	-	-			
14	Op. Braço Mecânico	Moldagem	6	x1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
15	Op. Ponte e Empilhadeira	Moldagem	2	x1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x1	-	-	-			
16	Montador de Moldes	Moldagem	27	x1	x1	x2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
17	Pintor de Moldes	Moldagem	10	x1	-	-	x1	x1	-	x1	x1	x1	-	-	-	-	-			
18	Pintor Rebarbador	Acabamento	10	x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	x1	-	x1			
19	Rebarbador	Acabamento	56	x1	x1	x2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
20	Líder	Acabamento	11	x1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x1	-	x1			
21	Op. Empilhadeira	Acabamento	7	x1	-	-	x5	x5	x5	x5	x5	x5	-	x5	x3	x2	-			
22	Jateador	Acabamento	5	x1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
23	Soldador Rebarbador	Acabamento	12	x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x1	x1	x1	-	-	-	-			
24	Jateador Rebarbador	Acabamento	3	x1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
25	Rebarbador Op. Talha	Acabamento	2	x1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

Legenda:

(x) necessário; (-) desnecessário; (1) - anual; (2) - bienal; (3) - trienal; (5) - a cada 5 anos.

Tabela 4 – Tabela de Exames Médicos necessários por GHE

A tabela 5 mostra os custos com exames médicos do ano de 2007 e uma projeção para o ano de 2009 tendo como base os mesmos valores de exames médicos adotados em 2007.

Tabela 5 – Custo com exames médicos periódicos

Seção	2007	2009
Fusão	R\$ 12.873,9	R\$ 4.499,70
Moldagem	R\$ 11.828,95	R\$ 12152,09
Acabamento	R\$ 17.521,8	R\$ 12.819,19
Total	R\$ 42.224,65	R\$ 29.470,98
Economia		R\$ 12.753,67

Além da vantagem econômica prevista com a adoção do conceito de GHE, pode-se ainda destacar a redução do tempo utilizado para a avaliação anual dos Programas de Prevenção de Saúde e Segurança do Trabalho comparado aos anos de 2006/2007, uma vez que o número de amostras agora concentrada em poucas atividades, demanda menos tempo de deslocamento entre as áreas, diminuição de tempo de digitação e cálculos estatísticos, etc.

O gráfico 1 demonstra os custos por exame a serem realizados anualmente, bienalmente, trienalmente e a cada 5 anos. Não foram considerados para estes cálculos possíveis variações no custo individual de cada exame oriundo de variação cambial, inflação ou instabilidade econômica.

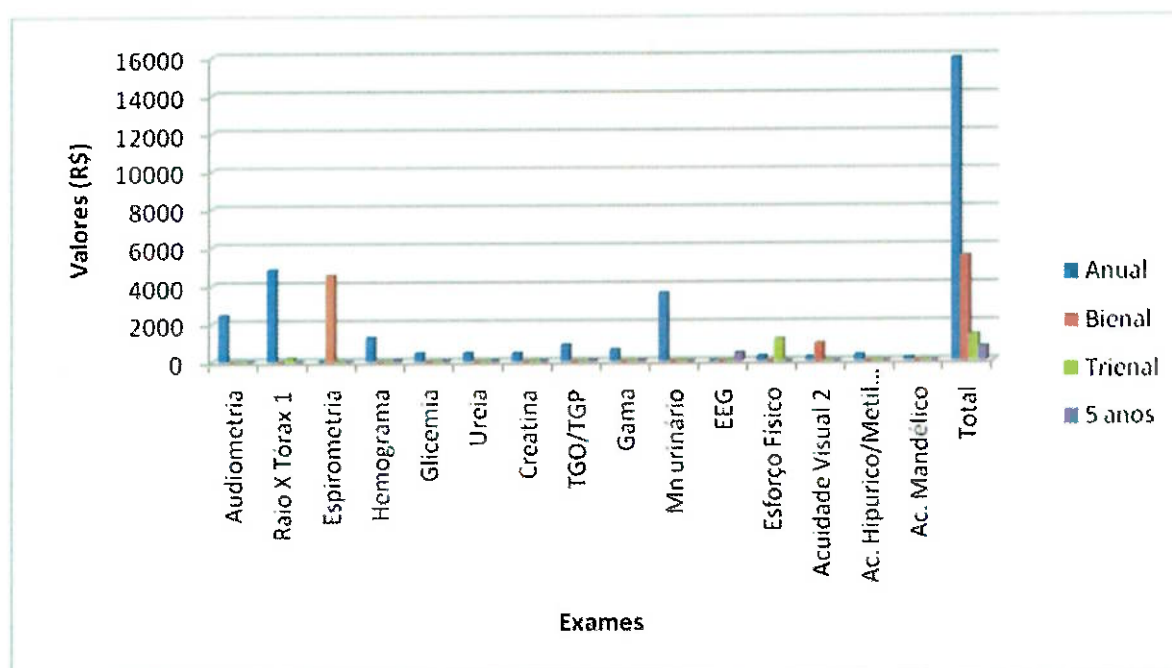


Gráfico 1 – Exames necessários após formação dos GHEs X Custos para execução

O gráfico 2 compara os valores gastos em exames em 2007 com os valores obtidos em 2008.

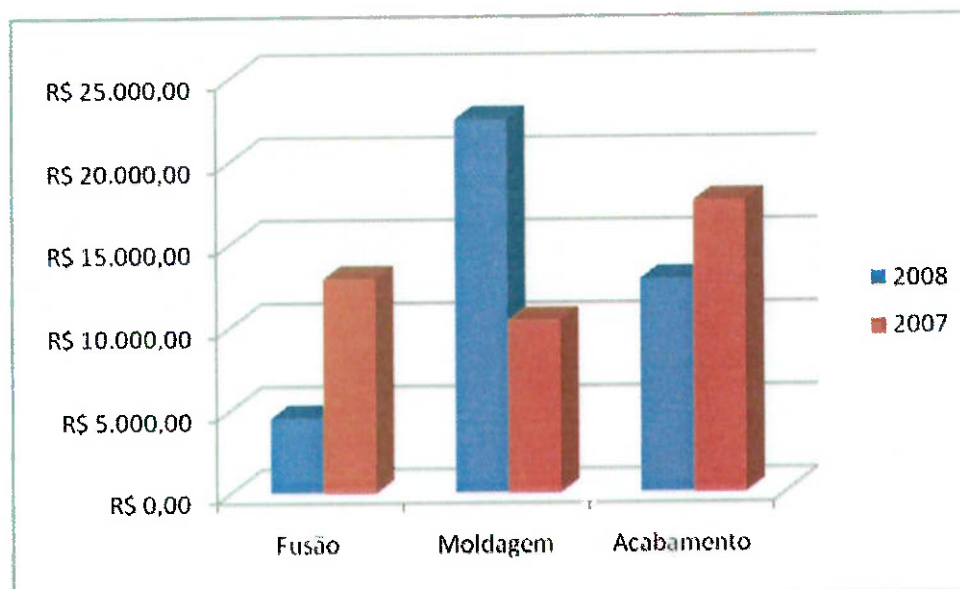


Gráfico 2 – Comparativo de gastos em exames em 2007 e 2008

6.3 DEFINIÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM

Além da implementação dos GHEs, este trabalho propôs-se sugerir um plano de amostragem a ser aplicado pela empresa no ano de 2009, com base em critérios técnicos e estatísticos.

Conforme a metodologia, este plano está embasado na etapa de reconhecimento de campo, com a percepção qualitativa da equipe e de dados quantitativos históricos da época.

Pode-se verificar na tabela 7 o plano de amostragem estruturado para todos os GHEs identificados, sendo que para cada risco identificado foram atribuídas inicialmente em número mínimo de 3 (três) coletas, conforme estabelecido na metodologia. A quantidade de amostras poderá ser aumentada no decorrer da execução das avaliações, caso o Higienista responsável pelo processo verifique a necessidade.

Com a implementação dos GHEs foi possível além de identificar os riscos ambientais presentes em cada atividade, projetar os gastos com avaliações quantitativas com base no plano de amostragem.

Com base no plano de amostragem, foi possível também estimar o investimento total com coletas de agentes químicos a ser gasto em 2009 (Tabela 6) e compará-lo ao gasto efetivo de 2007, sem a adoção do conceito de GHE.

Tabela 6 – Custos com avaliações quantitativas de agentes químicos.

	2007	2009
Total	R\$ 17.865,00	R\$ 15.000,00
	Economia	R\$ 2.865,00

Cabe salientar que, nos valores atribuídos para o ano de 2007 e 2008 estão inclusos somente o gastos com coleta e análise de agentes químicos uma vez que a própria empresa possui recursos técnicos e humanos capazes de realizar as avaliações dos agentes físicos (ruído e calor).

Os demais agentes físicos (vibrações e radiações não ionizantes) devem fazer parte de uma pesquisa de preço na época da realização da campanha de coleta.

Tabela 7 – Tabela com os GHE e o plano de coleta de amostras por agente ambiental identificado.

GHE	Atividade	Local	Cargos lotados	nº expostos	Agentes Físicos							Agentes Químicos					
					Ruído	Calor	RNI	VL	VCI	PR	SLC	Fumos Fe Mn	3ET- Mina	Formol	BTEX	Etanol	
1	Refratarista	Fusão	Op. Fundação	2	3	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	
2	Preparador de Carga	Fusão	Prep. Máquinas, Técnico, Chefe Fusão, Facilitador, Op. Fundação	8	3	-	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	
3	Fomeiro	Fusão	Op. Fundação	10	3	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	
4	Vazador	Fusão	Op. Fundação	18	3	-	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	
5	Operador Ponte Carga	Fusão	Op. Fundação	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	Operador de Empilhadeira	Fusão	Op. Fundação, Op. Empilhadeira	2	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
7	Moldador	Moldagem	Op. Fundação	42	3	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	-	
8	Desmoldador	Moldagem	Op. Fundação	2	3	3	-	3	-	3	3	3	3	-	-	-	
9	Desmoldador HGF	Moldagem	Op. Fundação	2	3	3	-	3	-	-	3	3	-	-	-	-	
10	Laboratorista	Moldagem	Aux. Laboratório, Aux. Técnico	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	Líder	Moldagem	Chefe Seção, Facilitador, Prep. Máquinas, Técnico	15	3	-	-	-	-	3	3	3	3	3	-	-	
12	Op. Máquina Sopradora	Moldagem	Op. Fundação	24	3	-	-	-	-	3	3	-	-	3	3	-	
13	Extrator Moldes	Moldagem	Op. Fundação	24	3	-	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	
14	Op. Braço Mecânico	Moldagem	Op. Fundação	6	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
15	Op. Ponte e Empilhadeira	Moldagem	Op. Fundação	2	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
16	Montador de Moldes	Moldagem	Op. Fundação	27	3	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	
17	Pintor de Moldes	Moldagem	Op. Fundação	10	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
18	Pintor Rebarbador	Acabamento	Op. Fundação, Expedidor, Pintor	10	3	-	-	3	-	3	3	-	-	-	3	-	
19	Rebarbador	Acabamento	Op. Fundação	56	3	-	-	3	-	3	3	-	-	-	3	-	
20	Líder	Acabamento	Chefe Seção, Facilitador, Expedidor, Preparador Máquinas, Técnico	11	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
21	Op. Empilhadeira	Acabamento	Op. Fundação, Op. Empilhadeira	7	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
22	Jateador	Acabamento	Op. Fundação, Soldador	5	3	-	-	3	-	3	3	-	-	-	3	-	
23	Soldador Rebarbador	Acabamento	Op. Fundação, Soldador	12	3	-	3	3	-	3	3	3	3	-	-	-	
24	Jateador Rebarbador	Acabamento	Op. Fundação	3	3	-	-	3	-	3	3	-	-	-	3	-	
25	Rebarbador Op. Talha	Acabamento	Op. Fundação	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
TOTAL				305	75	6	3	21	12	42	42	27	27	12	6	18	3

Legenda:

(x) presente; (-) ausente; VL - vibração localizada; VCI - vibração corpo inteiro; PR - poeira respirável; SLC - sílica livre cristalizada; BTEX - benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno; Fe - ferro, Mn - manganês; 3ET-Mina - trietilamina; Formol - formaldeído.

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Através do reconhecimento qualitativo dos riscos presentes no departamento metalúrgico, do estudo de atividades realizadas nos setores do mesmo e dos dados históricos de exposição dos trabalhadores, atingiram-se os objetivos de:

- Estabelecer estratégia de amostragem através da formação de GHEs;
- Definir o plano de coleta de amostras;
- Propor a otimização dos programas de prevenção em saúde e segurança onde houve redução nos custos envolvidos em mão-de-obra de monitoramento e em exames periódicos.

Com a formação do GHE fica mais fácil visualizar as atividades que se tem dentro de uma empresa, conhecer os riscos reais que os trabalhadores estão expostos, otimizar a quantidade de pontos amostrados reduzindo com isto custos em mão-de-obra e em avaliações quantitativas.

Como este trabalho foi um estudo de caso, com a implantação do conceito de GHE no departamento metalúrgico, pode-se constatar uma redução significativa no número de exames médicos solicitados, bem como, do montante financeiro gasto com estes exames, reduzindo de R\$ 42.224,65 para 29.470,98, o que representa 69,8%.

Para execução deste trabalho teve-se algumas restrições da empresa como liberação de investimentos para realização de monitoramentos ambientais quantitativos.

Posicionamento Juliana:

Com a formação dos GHE observam-se que há maior confiabilidade nas informações sobre atividades, cargos, exames médicos modificando a visão da empresa para as informações contidas nos programas de saúde e segurança dos anos anteriores á 2008. Talvez no primeiro momento os custos em avaliações quantitativas dos agentes químicos aumentem por nunca terem sido monitorados todos os pontos necessários. Caso não ocorra alteração dos GHEs, layout ou processo nos anos seguintes os custos podem ser reduzidos devido não haver necessidade de avaliação quantitativa anualmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACGIH. TLVs e BEIs – **Limites de exposição ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas e agentes físicos**. Traduzido pela ABHO – Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. São Paulo: ABHO, 2007.

ALI, A. **Dermatoses Ocupacionais**. In: MENDES, R. ed. Patologia do trabalho. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, 1995.

BARÇANTE, Luiz C. & CASTRO, Guilherme C. – **Ouvindo a Voz do Cliente Interno**, Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BRASIL. Portaria 3214, de 08 de junho de 1978. **Norma regulamentadora nº 15. – Atividades e Operações Insalubres**. Acesso em 25 ago 2008. Disponível em http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentaDORAS/nr_15.pdf

_____. Portaria 3214, de 08 de junho de 1978a. **Norma regulamentadora nº 9. – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Acesso em 25 ago 2008. Disponível em http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentaDORAS/nr_09_at.pdf

_____. Portaria 3214, de 08 de junho de 1978b. **Norma regulamentadora nº 7. – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional**. Acesso em 25 ago 2008. Disponível em http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentaDORAS/nr_07_at.pdf

_____. Instrução Normativa n. 1, de 20 de dezembro de 1995. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Aprova o texto, anexo, que dispõe sobre a “Avaliação das Concentrações de Benzeno em Ambientes de Trabalho”, referente ao Anexo 13-A Benzeno, da Norma Regulamentadora número 15. Acesso em 25 ago 2008. Disponível em http://www.mte.gov.br/legislacao/instrucoes_normativas/1995/in_19951220_01.pdf

CAS – Chemical Abstracts Service. Acesso em 09/11/2008. Disponível em <http://www.cas.org/cgi-bin/cas/regreport.pl>

DIARMID, M. A.; AGNEW, J. **Efeitos do trabalho sobre a reprodução**. In: MENDES, R ed. Patologia do trabalho. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, 1995. p.389-427.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. (Traduzido por Itiro lida). São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

FERNANDES, E. C.. **Qualidade de Vida no Trabalho**, Salvador: Casa da Qualidade, 1996.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional NHO-01**: Procedimento técnico – avaliação da exposição ocupacional ao ruído. 2001 Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/NHO01.pdf>

GERGES, S.N.Y. **Ruído: fenômenos e controle**. Florianópolis: UFSC 1992.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2631-1**. Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements. Geneva: ISO, 1997.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 5349-1**. Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements. Geneva: ISO, 2001.

LIEDEL, N. A. et. al. **Occupational exposure sampling strategy manual**. Cincinnati: NIOSH, 1977. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/77-173/pdfs/77-173.pdf>

MARTINS, M. C. F.; SANTOS, G. E. Adaptação e validação de construto da Escala de Satisfação no Trabalho. **PsicoUSF**. [online]. dic. 2006, vol.11, no.2 Disponível em: http://pepsic.bvs-psi.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-82712006000200008&lng=es&nrm=iso.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Anuário estatístico de acidentes do trabalho 2006**. Acesso em 20 Dez 2008. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/conteudoDinamico.php?id=490>

MULHAUSEN, J.R., DAMIANO, J. **A strategy for assessing and managing occupational exposures**. 2 ed. Fairfax: AIHA - American Industrial Hygiene Association, 1998.

PATNAIK, P. **Propriedades nocivas das substâncias químicas**. v. 1 e 2, Belo Horizonte: Ergo, 2002.

PETROBRAS. **Padrão corporativo código PB-PP-03-0008**: Estratégia de amostragem de agentes ambientais para o desenvolvimento do programa de prevenção de riscos ambientais. Rio de Janeiro, 2007.

QUIRINO, T.; XAVIER, O. Qualidade de vida no trabalho em organizações de pesquisa. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**: São Paulo v.22 n.1, jan/mar 1987. Disponível em: <http://www.rausp.usp.br/download.asp?file=2201071.pdf>

RIBEIRO, M. G; PEDREIRA FILHO, W. R; RIEDERER, E.E. **Princípios básicos para o controle de substâncias nocivas à saúde em fundições**. São Paulo: Fundacentro, 2007)

SALIBA, T. M. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA**: avaliação e controle dos riscos ambientais. São Paulo: LTr, 2005.

SCHLOSSER, J. F.; DEBIASI, H. **Caderno técnico da Revista Cultivar Máquinas**, Grupo Cultivar: Pelotas, Jan/Fev 2002.

SPINELLI, R.; BREVIGLIERO, E.; POSSEBON, J. **Higiene ocupacional: agentes biológicos, químicos e físicos**. São Paulo: SENAC, 2006

TORREIRA, R. P. **Manual de Segurança Industrial**. São Paulo: Magus Publicações, 1999.

TSUKAMOTO, Y. **Vai ser bom, não foi?!!**, São Paulo: Inovações, 1992.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Avaliação e controle da exposição ocupacional ao ruído**. Apostila agentes físicos I – Programa de Educação Continuada – PECE/Poli/USP. 5 ed. São Paulo: 2007.

_____. **Introdução geral e visão do conjunto**. Apostila estratégia de amostragem – Programa de Educação Continuada – PECE/Poli/USP. 5 ed. São Paulo: 2007a.

_____. **Radiações não ionizantes.** Apostila agentes físicos II – Programa de Educação Continuada – PECE/Poli/USP. 5 ed. São Paulo: 2007b.

_____. **Exposição ocupacional às vibrações mecânicas.** Apostila agentes físicos I – Programa de Educação Continuada – PECE/Poli/USP. 5 ed. São Paulo: 2007c.

_____. **O ruído e seus efeitos à saúde.** Apostila doenças ocupacionais, toxicologia e epidemiologia – Programa de Educação Continuada – PECE/Poli/USP. 5 ed. São Paulo: 2008.

VENDRAME. A. C. **Agentes químicos:** reconhecimento, avaliação e controle na higiene ocupacional. São Paulo: Ed. do Autor, 2007.

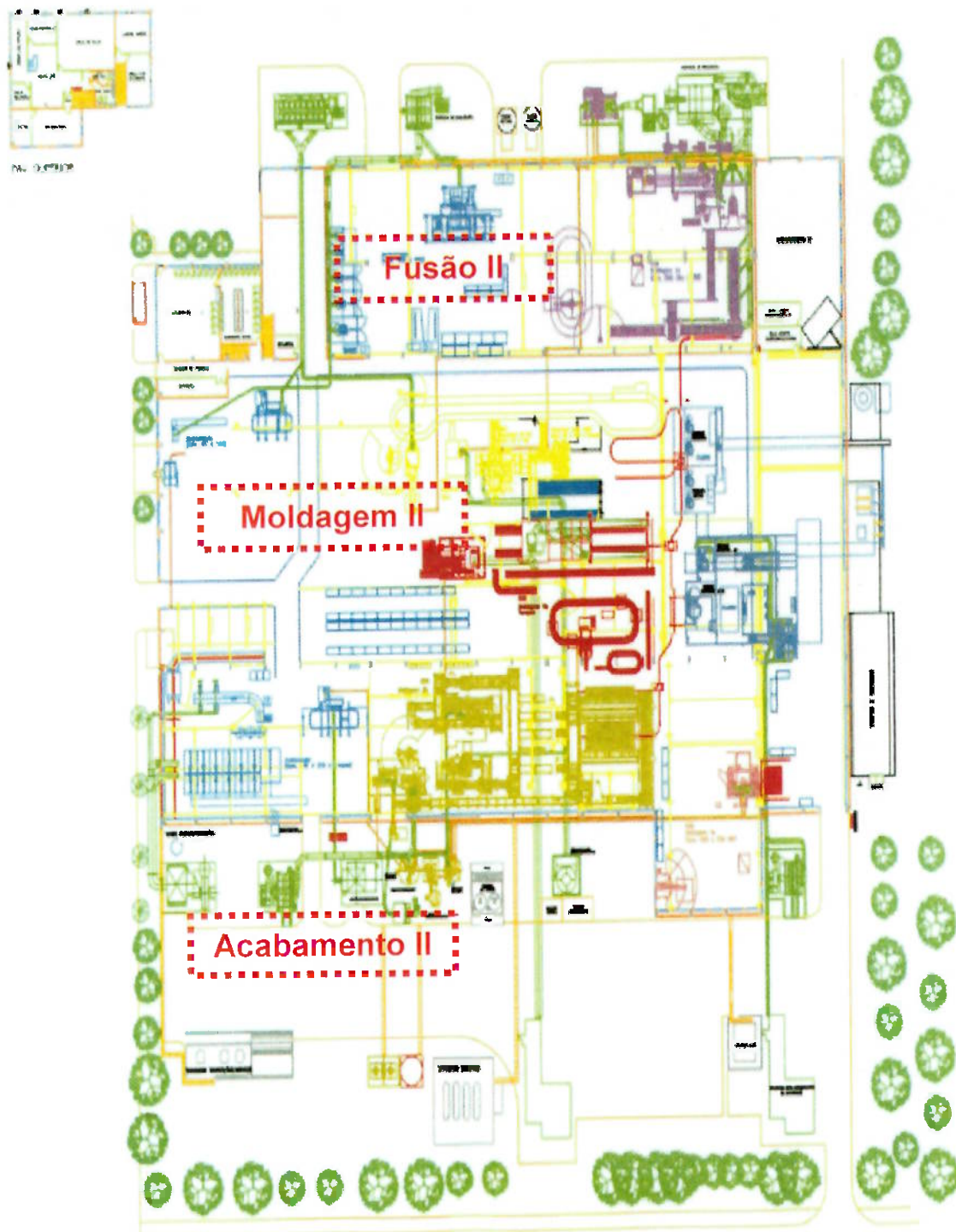
ANEXOS

ANEXO I – Formulário de Entrevista

Coleta de Dados em Campo

GHE[illegible][illegible]

ANEXO II – Layout do departamento Metalúrgico



ANEXO III – Check-List de Ergonomia

[illegible]

TIPO DE RISCO ERGONÔMICO		SIM	NÃO	SEVERIDADE			PROBABILIDADE			ABRANGÊNCIA			NS
				B	M	A	B	M	A	B	M	A	
1	Risco evidente de acidentes durante a realização da tarefa.												
2	A tarefa gera insatisfação aos colaboradores.												
3	Relacionamento, entre os colaboradores do local de trabalho, com tensões e conflitos.												
4	Lay-out inadequado do posto de trabalho (disposição das máquinas, dispositivos, ferramentas).												
5	Exigências de trabalho excessivamente complexas ou banais em relação à qualificação do operador.												
(total de B x 1 + total de M x 5 + total de A x 10) / (nº de respostas "SIM" x 3) = NS da tarefa = ()													
DESCRIÇÃO DAS AÇÕES ERGONÔMICAS PARA ELIMINAR OU MINIMIZAR O RISCO ERGONÔMICO													
CONCEPÇÃO				CORREÇÃO / ADAPTAÇÃO		CONSCIENTIZAÇÃO							
validadores:													

CHECK-LIST DE INSPEÇÃO ERGONÔMICA

MEMBROS SUPERIORES		SIM	NÃO
1	O trabalho pode ser feito sem que haja contato da mão, punho ou dos tecidos moles com alguma quina viva de objeto ou de ferramenta?		
2	O trabalho pode ser feito sem que haja transmissão de vibração para as mãos e os braços?		
3	O equipamento não ocasiona pressão mecânica constante nos membros superiores?		
4	A tarefa não exige do operador movimentos repetitivos (ciclos menores que trinta segundos entre o final e o início das tarefas) ou posturas forçadas dos membros superiores ou partes?		
5	Entre um ciclo e outro há a possibilidade de um pequeno descanso (a tarefa não é contínua - há um tempo de espera do produto)?		
6	Se a tarefa for crítica, há rodízios de tarefas ou pausas de recuperação?		
7	Aparentemente os membros superiores fazem pouca força (manipulam objetos de até 4 kg a uma distância horizontal de no máximo 15 cm do corpo do trabalhador)?		
8	Os objetos manuseados freqüentemente são satisfatórios quanto ao peso e o tamanho (pesos de até 2 kg a uma distância horizontal de no máximo 15 cm do corpo do trabalhador e tamanhos de no máximo 40 x 15 cm)?		
9	Os comandos de acionamentos usados com freqüência estão a uma altura compatível com a estatura do operador?		
10	O trabalho pode ser feito sem flexão ou extensão do punho durante pelo menos 70% da jornada diária de trabalho?		
11	O trabalho pode ser feito sem desvio lateral do punho?		
12	A tarefa a ser desenvolvida não necessita, com freqüência, elevação dos braços ou abdução dos ombros?		
13	Se a tarefa requer movimentação das mãos e dedos com postura estática dos braços, existe suporte de apoio almofadado para antebraço?		
14	O espaço de trabalho para os membros superiores é adequado (permite a livre movimentação dos braços estendidos num giro de 180°)?		
15	A posição do equipamento e/ou dos controles permite uma postura adequada e um controle correto com a mão?		
MEMBROS INFERIORES		SIM	NÃO
1	A tarefa exige do operador uma postura de trabalho dinâmica?		
2	A tarefa não exige do operador movimentos repetitivos (ciclos menores que trinta segundos entre o final e o início das tarefas) ou posturas dos membros inferiores ou partes?		
3	O espaço de trabalho para os membros inferiores é adequado (há espaço para a movimentação livre das pernas)?		
4	O trabalho pode ser realizado de pé e/ou sentado?		
5	A posição do equipamento e do assento permite uma postura adequada (ângulo entre tronco e coxas de aproximadamente 110°) e um controle correto com os pés (ângulo entre pé e perna de 90°)?		
6	A cadeira possui regulagem de altura do assento?		
7	A borda frontal do assento é arredondada?		
8	A superfície do assento é almofadada e de tecido?		
9	A cadeira possui regulagem de altura do encosto?		
10	A cadeira possui regulagem de inclinação do encosto?		
11	Os pedais satisfazem no que diz respeito à posição, tamanho e força?		

COLUNA		SIM	NÃO
1	O trabalho pode ser realizado sem que haja transmissão de vibração para o tronco?		
2	A tarefa não exige do trabalhador movimentos repetitivos (ciclos menores que trinta segundos entre o final e o início das tarefas)?		
3	Entre um ciclo e outro não há necessidade de um pequeno descanso?		
4	A tarefa não exige, com frequência, do trabalhador uma postura de flexão forçada da coluna cervical (no máximo 30% da jornada diária de trabalho)?		
5	A tarefa não exige do trabalhador rotação da coluna cervical constantemente (no máximo 30% da jornada diária de trabalho)?		
6	O trabalho pode ser realizado sem flexão ou extensão do tronco com uma frequência de uma vez a cada 5 minutos (96 por jornada)?		
7	O trabalho pode ser realizado sem rotação do tronco com uma frequência de uma vez a cada 5 minutos (96 por jornada)?		
8	Os objetos manuseados frequentemente são satisfatórios quanto ao peso (manipulação de cargas abaixo de 20 kg a uma altura de 75 cm do solo e a uma distância horizontal de no máximo 15 cm)?		
9	As cargas erguidas manualmente estão a uma altura aproximada de 75 cm do solo?		
10	A distância horizontal (da linha do tornozelo até o ponto em que as mãos seguram o objeto) não é maior que 15 cm?		
11	A altura do posto de trabalho é regulável e/ou satisfatória em relação à estatura do trabalhador?		
VISÃO		SIM	NÃO
1	A área de operação está com iluminação suficiente, de dia e à noite, conforme NBR 5413 da ABNT?		
2	As tarefas de precisão visual ocupam no máximo 30% da jornada diária de trabalho?		
3	Nas tarefas de precisão visual que ocupam mais de 30% da jornada diária de trabalho, existem pausas de recuperação ou rodízios de tarefas?		
4	Nas tarefas de precisão visual, existe outra iluminação além da fluorescente branca?		
5	A visão do trabalhador está livre de reflexos?		
6	Estão todas as fontes de deslumbramento (focos de lâmpadas, sol, chamas de solda, etc.) fora do campo de visão do trabalhador?		
7	Os objetos, letras ou documentos podem ser vistos ou lidos de forma nítida a uma distância de 30 cm dos olhos?		
8	Os instrumentos de mostradores e painéis são legíveis e de fácil entendimento?		
9	O mostrador está localizado perto de seu controle correspondente?		
10	No trabalho não há componentes que emitem radiações ultravioletas (solda elétrica, TIG, MIG, etc.) e/ou infravermelhas (solda oxiacetilênica, metal líquido incandescente, etc.)?		
AUDIÇÃO		SIM	NÃO
1	O nível de pressão sonora no local de trabalho é inferior à 80 decibéis?		
2	Se houver necessidade de comunicação verbal durante a realização da tarefa, o nível de pressão sonora permite que ela ocorra e seja compreendida mesmo com o uso de EPI?		
3	Os sinais auditivos de alerta podem ser facilmente detectados e distinguidos uns dos outros?		
4	Na tarefas que exigem concentração, o nível de pressão sonora no local de trabalho é inferior à 65 decibéis?		

AMBIENTE		SIM	NÃO
1	O trabalho não é realizado em temperaturas inferiores à 20° C e superiores à 30°C?		
2	No trabalho não há componentes que emitem radiações ionizantes?		
3	O local de trabalho não libera poeiras, gases, fumaças, vapores ou névoas?		
4	O trabalhador não fica exposto a bruscas mudanças ambientais?		
5	O espaço de trabalho é adequado (permite a livre movimentação do trabalhador no seu posto de trabalho)?		
6	O ritmo da tarefa não é rígida e/ou muito intensa (permite intervalos)?		
7	O local de trabalho e/ou tarefa não propicia riscos de queimaduras?		
8	O local de trabalho e/ou tarefa não propicia risco evidente de ferimentos no corpo ou em partes do corpo do trabalhador?		
9	Não há exigências de trabalho excessivamente complexas ou banais em relação à qualificação do trabalhador?		
10	Não há cobrança excessiva por parte da chefia sobre os trabalhadores?		
11	O relacionamento entre as pessoas no local de trabalho é harmonioso, sem conflitos e tensões?		
12	O trabalhador não possui dupla jornada de trabalho nem está realizando horas extras?		