

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO**

**UM ENFOQUE ERGONÔMICO DAS CONDIÇÕES RUIDOSAS  
AMBIENTES DE TRABALHO NO RAMO DE CALDEIRARIA**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção da titulação de Mestre em Engenharia de Produção.

*Ailton Barbosa*



0.272.023-9



**Florianópolis - Santa Catarina - Brasil**

UFSC-BU

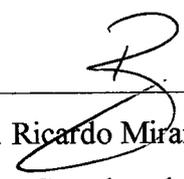
1997

# UM ENFOQUE ERGONÔMICO DAS CONDIÇÕES RUIDOSAS EM AMBIENTES DE TRABALHO NO RAMO DE CALDEIRARIA

*Ailton Barbosa*

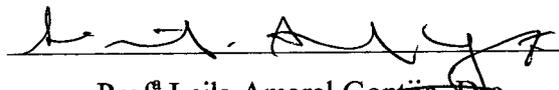
Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção** e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Banca Examinadora:



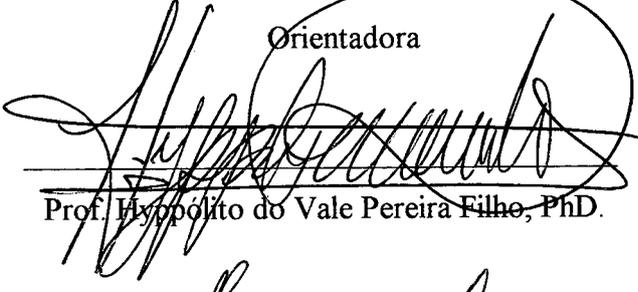
---

Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD.  
Coordenador do Curso



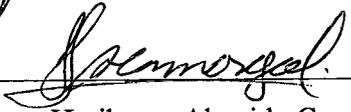
---

Prof.<sup>a</sup> Leila Amaral Gentijo, Dra.  
Orientadora



---

Prof. Hippólito do Vale Pereira Filho, PhD.



---

Prof. Nelson Heriberto Almeida Camargo, Dr.

A minha família  
Susana, Carolina e José Felipe.

## AGRADECIMENTOS

A professora Dra. Leila Amaral Gontijo pela orientação do trabalho e principalmente pelo apoio em todo transcorrer desta dissertação.

Aos membros da banca examinadora pela disposição de ler este trabalho.

Aos professores do curso de mestrado pela dedicação e força de vontade.

Aos meus colegas de curso que de uma forma ou de outra deram muita energia estímulo para a conclusão do mestrado.

Aos amigos e familiares que perto ou distantes deram força e compreensão.

A empresa ao abrir as portas para que fosse possível realizar este trabalho.

Aos trabalhadores do setor de caldeiraria e solda, ao Sr. Nelson (Encarregado, Sr. Manoel (PCP), Eng<sup>o</sup> Carlos (Diretor Técnico Comercial) e a Sra. Tânia (Gerente Administrativa) que com muita disposição me auxiliou nas informações.

A Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, pelo apoio para a realização deste.

Gostaria de agradecer ainda aquelas pessoas que me apoiaram e me ajudaram na conclusão deste apesar de não ter sido citado.

Muito Obrigado

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b>	viii-ix
<b>TABELAS</b>	ix
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	ix
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	ix
<b>ANEXO</b>	ix
<b>RESUMO</b>	x
<b>ABSTRACT</b>	xi
<b>CAPÍTULO I – GENERALIDADES</b>	01
I.1 - Introdução	01
I.2 - Objetivos	03
I.2.1 - Objetivos Gerais	03
I.2.2 - Objetivos Específicos	03
I.3 - Justificativa	03
I.4 - Hipóteses	04
I.4.1 - Hipótese Geral	04
I.4.2 - Hipótese de Trabalho	04
I.5 - Metodologia do Trabalho	05
I.6 - Limitações do Trabalho	06
I.7 - Organização do Trabalho	07
<b>CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	08
II.1 - Introdução	08
II.2 - O Ruído nas Situações Industriais	08
II.3 - Fisiologia da Audição	13
II.3.1 - Ouvido Externo	15
II.3.2 - Ouvido Médio	15
II.3.3 - Ouvido Interno	17

II.4 - Efeitos Fisiológicos do Ruído	18
II.5 - Características do Ruído e Unidades de Medida	20
II.5.1 - Frequência	21
II.5.2 - Amplitude	21
II.5.3 - Nível de Pressão Sonora	23
II.5.4 - Nível Equivalente	24
II.5.5 - Dose de Ruído	25
II.6 - Métodos e Aparelhos para Avaliação do Ruído Industria	26
II.7 - Formas de Controle do Ruído	28
II.7.1 - Controle do Ruído na Fonte	28
II.7.2 - Controle na Trajetória	29
II.7.3 - Controle no Homem	30
<b>CAPÍTULO III - RESULTADOS</b>	<b>31</b>
III.1 - Introdução	31
III.2 - Estudo de Caso	32
III.2.1 - A Empresa	32
III.2.2 - Metodologia	34
III.3 - Análise Ergonômica do Trabalho	34
III.3.1 - Análise da Demanda	34
III.3.2 - Análise da Tarefa	35
III.3.2.1 - Estrutura Organizacional da Empresa	36
III.3.2.2 - Características da População do Setor de Caldeiraria	37
III.3.2.3 - Características do Setor de Caldeiraria	39
III.3.2.4 - Equipamentos e Ferramentas Manuais Utilizadas	39
III.3.2.5 - Matérias-Primas Utilizadas no Processo	40
III.3.2.6 - Postos de Trabalho	40
III.3.2.7 - Condições Ambientais	42
III.3.3 - Análise da Atividade	47
III.3.3.1 - Descrição das Atividades	48
III.4 - Diagnóstico da Situação de Trabalho	58

III.4.1 - Condicionantes do Ambiente Acústico	58
III.4.2 - Condicionantes Físicas	61
III.4.3 - Condicionantes Cognitivas	62
III.4.4 - Condicionantes Emocionais	62
III.5 - Conclusão	65

## **CAPÍTULO IV – DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES** 67

IV.1 - Introdução	67
IV.2 - Recomendações Ergonômicas	67
IV.2.1 - Condições do Ambiente Sonoro	68
IV.2.1.1 - Máquinas e Equipamentos	68
IV.2.1.2 - Postos de Trabalho	70
IV.2.1.3 - Bancadas e Cavaletes de Pré-Montagem e Rebarbação	70
IV.2.2 - Proteção Individual	71
IV.2.3 - Outras Recomendações	72
IV.3 - Conclusão	73
IV.4 - Considerações e Perspectivas	74

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura II.1 - Aparelho Auditivo	13
Figura II.2 - Ouvido Médio	16
Figura II.3 - Ouvido Interno	17
Figura II.4 - Registros Gráficos de Ruídos Contínuo, Intermitente e de Impacto	22
Figura II.5 - Níveis de Pressão Sonora em dB x Pressão Sonora em N/m <sup>2</sup>	24
Figura II.6 - Curvas de Compensação A, B, C e D	27
Figura III.7 - Tipos de Equipamentos Fabricados pela Empresa	33
Figura III.8 - Organograma da Empresa	36
Figura III.9 - Posto de Trabalho da Chefia	41
Figura III.10 - Fluxograma das Principais Tarefas Relacionadas às Atividades	48
Figura III.11 - Atividade de Riscar em Pé	49

Figura III.12 - Atividade de Cõrtar com Maçarico	50
Figura III.13 - Atividades de Furar	51
Figura III.14 - Atividade de Calandrar	52
Figura III.15 - Atividade de Pontear	53
Figura III.16 - Atividade de Soldar em Pé	54
Figura III.17 - Atividade de Soldar Agachado	55
Figura III.18 - Atividade de Esmerilhar ou Rebarbar	56
Figura III.19 - Atividades de Pré-Montar	57
Figura III.20 - Perda Auditiva por Tipo de Lesão/Nº de Empreg./Tempo de Serviço	59
Figura III.21 - Perda Auditiva por Tipo de Lesão/Nº de Empregados/Idade	61
Figura III.22 - Gráfico Comparativo com o Número de Empreg. x Tempo de Serviço	65

## **TABELAS**

Tabela II.1 - Leq. x Tempo de Exposição	25
Tabela III.2 - Características da População	37-38
Tabela III.3 - Quadro de Medição do Ruído com Máquinas e Equipamentos em Operação e Trabalhadores em Atividades na Execução das Tarefas	43
Tabela III.4 - Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente	44-45
Tabela III.5 - Quadro de Med. do Ruído na Fonte Sem Ativ. Após o Exp. de Trab .	46
Tabela III.6 - Perda Auditiva dos Trabalhadores	63-64

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	76-77
-----------------------------------	-------

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	78-79
---------------------	-------

<b>ANEXO I - Lay-Out do Setor de Caldeiraria e Solda</b>	80-81
--	-------

## RESUMO

O presente trabalho constitui-se de um estudo sobre o ruído industrial em um ambiente de caldeiraria em uma empresa situada na região norte do estado de Santa Catarina, utilizando-se da Análise Ergonômica do Trabalho que permite, analisar, desenvolver e recomendar melhorias em ambientes de trabalho.

As perdas auditivas são entendidas como uma dentre as várias dimensões do desgaste biopsíquico de um grupo de trabalhadores submetidos a cargas de trabalho variadas, dentre elas o ruído.

Foram utilizados dados disponíveis na empresa originados de vistorias do Serviço de Saúde do Trabalhador e dos exames audiométricos de 30 trabalhadores envolvidos em atividades ruidosas do setor de caldeiraria e solda. O instrumento utilizado foi a audiometria tonal limiar, segundo definição de exposição da Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho. Além da audiometria, foi avaliado o ambiente de trabalho do setor, através de medições dos níveis de pressão sonora e relação dos trabalhadores com os seguintes dados: função, tempo de trabalho na empresa, idade, estado civil e número de filhos.

Para diagnosticar a situação geral do trabalho foi necessário evidenciar as condicionantes do ambiente acústico, as condicionantes físicas, cognitivas e emocionais que de uma forma ou outra afetariam o desempenho das tarefas dos trabalhadores.

Nas recomendações foram introduzidas as melhorias no ambiente de trabalho, considerando as fontes geradoras de ruído, os postos de trabalho, além das recomendações ao uso de proteção individual e outras recomendações de segurança.

Na conclusão foram considerados os resultados das avaliações do ambiente de trabalho, as perdas auditivas dos trabalhadores relacionando-as com o tempo de serviço e a idade e os pontos à serem seguidos para um melhor controle do ruído nas condições de trabalho em ambientes ruidosos.

## ABSTRACT

The present work consists of a study on industrial noise in a metal working shop environment at an enterprise located in the northern region of the state of Santa Catarina, employing Ergonomic Work Analysis which allows to analyse, to develop and to advise improvements of working environments.

The hearing losses are understood as one amidst several dimensions of the bio-psychic wear of a group of workers subjected to varied stresses of work, amidst them the noise.

This study uses data available at the company, originated from inspections by the Serviço de Saúde do Trabalhador (Workers Health Service) and from audiometric examinations of 30 workers involved in noisy activities in the boiler shop and welding sector. The instrument employed was the total limiar audiometry, according to the definition of exposure by the Regulation (Portaria) 3.214/78 of the Labor Ministry (Ministério do Trabalho). Besides the audiometry, the working environment of the sector was evaluated through measurements of the levels of sound pressure and relationship of the workers with the following data: activity, time of employment at the company, age, marital status and number of children.

In order to diagnose the general work situation it was necessary to outline the physical, cognitive and emotional conditioning factors which in one or another form could affect the carrying out of the workers tasks.

In the recommendations, it is included improvements of the working environment, considering the sources of noise generation, The working posts, besides the recommendations for the use of individual protection and other safety recommendations.

In the conclusion it has been considered the results of the working environment assessments, the hearing losses of the workers in relation to time of employment and age, and the points to be followed for a better noise control in the working conditions in noisy environments.

# CAPÍTULO I

## I - GENERALIDADES

*“La capacidad para oír es uno de nuestros más preciados dones. Sin ella, sería difícil vivir ia plenitud, tanto en el trabajo, como fuera de él”.*

*Consejo Interamericano de Seguridad*

### I.1 - INTRODUÇÃO

Sabe-se que uma das áreas onde se empregam os conceitos da qualidade é a dos consumidores internos, os trabalhadores, que, dentro desta categoria encontra-se também o aspecto do ambiente de trabalho.

Prevenir o conforto dos trabalhadores é evitar problemas relacionados aos acidentes pessoais, materiais ou ambientais, além daqueles que podem provocar paradas de produção.

Investir na melhoria de ambientes de trabalho resulta no crescimento qualitativo e quantitativo da produção além da elevação de benefícios para a empresa.

Em geral, o ruído é o agente nocivo mais prevalente nos ambientes de trabalho. No entanto, sua presença não se restringe aos ambientes industriais, sendo importante em várias atividades do setor primário, como na mineração, na agro-indústria e no setor terciário, como em transportes de cargas aéreo, marítimo, urbano e ainda em atividades de lazer.

O ruído nos ambientes sociais e de trabalho torna-se ainda mais importante se considerar que o dano auditivo decorrente é irreversível, além de que produz distúrbios biopsíquicos, orgânicos, fisiológicos e psicoemocionais, que resultam em uma evidente diminuição da qualidade de vida e da saúde dos trabalhadores expostos.

A exposição ao ruído leva, portanto, a formas variadas de desgaste biopsíquico que podem se manifestar através de patologias específicas, como é o caso da perda auditiva e de sintomas gerais e inespecíficos, como por exemplo os distúrbios da atenção, do sono e do humor, as alterações transitórias da pressão arterial e os distúrbios gástricos.

As manifestações biopsíquicas do desgaste diretamente produzido pela exposição ao ruído, soma-se outro aspecto importante do ponto de vista do processo de desgaste, que diz respeito à precariedade do suporte social e previdenciário e à ameaça do desemprego.

A perda auditiva induzida por ruído relacionada ao trabalho é considerada no Brasil, doença de notificação obrigatória ao Ministério do Trabalho, ao INSS e aos serviços de Saúde Pública municipais e estaduais, sendo que o Ministério do Trabalho e o Sistema Único de Saúde os responsáveis pela fiscalização dos ambientes de trabalho e pela vigilância à saúde do trabalhador. Esta obrigatoriedade, no entanto, é inúmeras vezes descumprida, tanto pelas empresas quanto pelos próprios órgãos públicos, havendo um subregistro de enormes proporções em relação à todas as doenças profissionais e aos acidentes do trabalho. Além do subregistro, existem importantes limitações na legislação atual, tanto trabalhista como previdenciária.

No Brasil, as fiscalizações federais, estaduais e municipais ficam a desejar pela falta de pessoal qualificado, por questões políticas ou ainda por falta de uma normatização da vigilância à Saúde do Trabalhador no âmbito do Sistema Único de Saúde.

Por outro lado, municípios do estado estão se organizando e se estruturando com o objetivo de vistoriar e prevenir as empresas quanto às doenças ocupacionais adquiridas, seja por agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos ou ainda por acidentes.

Com base nas exposições aqui colocadas, pretende-se, desta forma, proceder um estudo de caso para avaliar as condições do ambiente de trabalho em um setor de caldeiraria, envolvendo trabalhadores com atividades diversas.

Partindo-se então da Análise Ergonômica do Trabalho, foi feito um estudo das tarefas e atividades, para verificação da situação existente, com o objetivo de diagnosticar e recomendar mudanças para a melhoria das condições do ambiente de trabalho.

Através desta análise e com os resultados obtidos, espera-se que empresários, engenheiros, técnicos, ergonomistas, pessoas ligadas à área de segurança e medicina do trabalho, órgãos fiscalizadores e autoridades, dêem maior importância na qualidade e no conforto dos ambientes de trabalho de seus colaboradores.

## **I.2 - OBJETIVOS**

### **I.2.1 - Objetivos Gerais**

Fazer um estudo em um ambiente de caldeiraria de forma a identificar os mais importantes fatores causadores de ruído, apresentando assim, alternativas para a solução do problema.

### **I.2.2 - Objetivos Específicos**

- Reduzir as fontes ruidosas;
- Revisão do projeto de instalação do posto de trabalho para reduzir o ruído;
- Propor soluções para as condições ergonômicas;
- Listar os itens que contribuem para a redução do ruído.

## **I.3 - JUSTIFICATIVA**

A proposta da realização de um estudo baseado nas condições do ambiente ruidoso, surgiu através do Serviço de Saúde do Trabalhador de Joinville (SST) que, em suas vistorias em empresas, contatos com Sindicatos, reclamações de trabalhadores, denúncias anônimas, doenças ocupacionais sem emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) e avaliações audiométricas, apresentou índices elevados de doenças ocupacionais provocadas pelo ruído.

Sabe-se que o ruído embora muito estudado, constitui num sério problema de saúde, não só para os trabalhadores da indústria como para a população em geral. Portanto, tratar desse tema tem sido objeto de crescentes estudos e preocupações no campo da saúde pública, da fisiologia, da acústica e da engenharia. Apesar do avanço dos conhecimentos, da maior difusão de sua nocividade e a forte repercussão no meio ambiente, no Brasil os investimentos no seu controle ainda são escassos e localizados.

Em avaliações audiométricas realizadas em empresas do ramo metal-mecânico constatou-se que a cada 100 trabalhadores expostos ao ruído, 70 sofrem de perda auditiva provocado pelo ruído em seus postos de trabalho no exercício de suas atividades laborais. (SST, 1996).

Estas avaliações foram relevantes para a escolha do tema tendo em vista que, em setores ou postos de trabalho do ramo metal mecânico onde, trabalhadores em suas atividades trabalham em situações ruidosas do tipo: caldeiraria, soldagem, rebarbação, montagem, usinagem e outras situações que envolvem barulho, fatalmente possuirão algum tipo de doença ocupacional provocada pelo ruído.

Assim sendo, este trabalho abrirá espaço à outras empresas do ramo, que venham analisar melhor suas condições de trabalho, visando a redução do número de trabalhadores expostos em adquirir doenças ocupacionais.

Por outro lado, todo o trabalhador possuidor de doença ocupacional, além de deixar às vezes inapto para o trabalho por um determinado período, poderá, dependendo do tipo de lesão sofrer de problemas psíquicos ao longo de sua vida.

## **I.4 – HIPÓTESES**

### **I.4.1 - Hipótese Geral**

A busca da redução do ruído deve passar por uma análise ergonômica mais ampla, que por sua vez deve implicar em mudanças, envolvendo não somente as fontes geradoras de ruído, como também todos os elementos do posto de trabalho, sejam eles físicos ou ambientais.

### **I.4.2 - Hipótese de Trabalho**

- Existem possibilidades de se atenuar o ruído nas empresas que trabalham com caldeiraria através de soluções simples a custos baixos.

## I.5 - METODOLOGIA DO TRABALHO

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi feito um levantamento bibliográfico sobre o ruído nas situações industriais e os seus efeitos num ambiente de trabalho bem como a fisiologia da audição para podermos entender melhor o funcionamento do aparelho auditivo e as suas perdas com o ruído.

Através deste levantamento, partiu-se então para a escolha de um ambiente de trabalho ruidoso do tipo caldeiraria, onde as características deste e os tipos de serviços que eram executados, fossem possíveis de serem analisados, avaliados e recomendadas suas melhorias.

A metodologia desenvolvida para o estudo, foi através da Análise Ergonômica do Trabalho, que consiste na : Análise da Demanda, Análise da Tarefa e Análise da Atividade, com o objetivo de buscar meios para demonstrar as possíveis relações entre o ambiente de trabalho ruidoso e a execução das tarefas.

Esta metodologia, permite a observação do trabalho real e se utiliza de observações sistemáticas das condições do ambiente e da realização das tarefas pelos trabalhadores. Este procedimento facilita o levantamento dos dados necessários para a elaboração do diagnóstico o que possibilita fazer recomendações ergonômicas referentes às condições do trabalho.

Este estudo de caso foi realizado em uma empresa do ramo metal-mecânico localizada na região norte de Santa Catarina, os dados necessários para o desenvolvimento do trabalho foram obtidos através de levantamentos técnicos como medição de ruído, audiometrias e informações a respeito das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores junto ao setor de planejamento e controle de produção, bem como as informações a nível de pessoal, como tempo de serviço, idade, estado civil e outras, retiradas das fichas cadastrais junto ao departamento de pessoal, além das fontes bibliográficas relacionadas com o tema em questão.

As avaliações sonométricas foram realizadas durante o expediente normal de trabalho com os trabalhadores em atividades laborais e após o expediente de trabalho. As medições feitas durante o expediente detectam os ruídos provenientes das máquinas e das operações individuais desenvolvidas pelos trabalhadores; as medições após o expediente de trabalho detectam o ruído provocado por cada máquina ou equipamento, sem a interferência de ruídos provocados por outras atividades desenvolvidas.

Os passos metodológicos para a análise ergonômica são os seguintes:

- a) Visitas na empresa (postos de trabalho);
- b) Levantamento do lay-out dos postos de trabalho através de fotografias;
- c) Entrevistas com o pessoal relacionado ao trabalho e outros afins (supervisão, recursos humanos);
- d) Avaliação ambiental da empresa (laudo), novas medições;
- e) Avaliações audiométricas;
- f) Análise dos dados;
- g) Diagnóstico da situação de trabalho;
- h) Recomendações ergonômicas.
- i) Conclusões

## **I.6 - LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

O objeto do estudo está limitado na área de produção da empresa, especificamente em um ambiente de caldeiraria onde se produzem peças metálicas que são componentes de estruturas e de equipamentos produzidos.

Algumas áreas que não pertencem a caldeiraria não foram consideradas neste trabalho apesar de possuírem um ambiente ruidoso.

Não foram consideradas também as vibrações que poderiam ocorrer durante a execução das tarefas do processo produtivo com peças metálicas e/ou equipamentos mecânico e elétricos, bem como outras interferências como calor, frio, ventilação e ambiente externo, mesmo sabendo que estes podem ter efeitos nocivos à saúde e ao desempenho do trabalhador.

As atividades não fazem analogia a tecnologia do processo produtivo, pois, trata-se de processo semi-artesanal envolvendo ferramentas manuais, ferramentas elétricas motorizadas, máquinas de solda, calandra, mesa de preparação e/ou outros materiais ou equipamentos que fazem parte do processo.

## I.7 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este programa de pesquisa procurou estabelecer um estudo de conhecimento sobre Engenharia de Segurança do Trabalho.

O trabalho desenvolvido foi dividido em quatro capítulos, sendo o capítulo I a parte introdutória.

O capítulo II, apresenta uma descrição do ruído e seus problemas nos ambientes de trabalho, a fisiologia da audição, seus efeitos, as características e os aparelhos para medições, seus métodos de avaliações e o seu controle.

No capítulo III, aborda o estudo de caso utilizando a Análise Ergonômica do Trabalho.

O capítulo IV foi reservado para às recomendações ergonômicas e as conclusões do trabalho.

# CAPÍTULO I I

## II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*“A Poluição Sonora, a mais sutil, a mais onipresente, é portanto, a mais perigosa das poluições do meio ambiente.”*

*Alberto Vieira de Azevedo*

### II.1- INTRODUÇÃO

Este capítulo trata dos problemas do ruído como uma consequência natural da atividade industrial. Em virtude da impossibilidade de se fabricar componentes e máquinas industriais isentas de imperfeições e de se executar montagens industriais absolutamente perfeitas, estas ficam sujeitas a vibrações e portanto produzem ruído.

A fisiologia da audição e os seus efeitos são partes integrantes deste capítulo pois a identificação de um ambiente ruidoso poderá acarretar ao trabalhador, na perda auditiva provocada por este.

### II.2 - O RUÍDO NAS SITUAÇÕES INDUSTRIAIS

No início da revolução industrial, o ruído e as vibrações eram considerados inevitáveis e chamados “o inimigo invisível” desde que, nesta época não era possível qualificá-

los através de medições e ensaios por falta de conhecimentos, da tecnologia e da instrumentação.

Como o progresso industrial é rápido e irreversível, o problema começou agravar-se a ponto de prejudicar a saúde e o comportamento humano no ambiente de trabalho. No entanto, não se pode eliminar completamente o ruído ou vibrações, mas pode-se controlá-los até certo nível aceitável. O ruído e vibrações podem ocasionar danos à saúde, dependendo de seus níveis e tempo de exposição do trabalhador (SOS, 1988).

Alguns autores como Astete e Kitamura (1978), Costa e Kitamura (1980) utilizaram a denominação de “barulho” como uma interpretação subjetiva desagradável do som.

Já no campo da Higiene Industrial e Saúde Ocupacional segundo Mendes (1988), costuma-se denominar barulho (do inglês noise) todo o som inútil e indesejável. Engloba em seu conceito um aspecto subjetivo de indesejabilidade, por ser o som assim definido desagradável ou por ser ele prejudicial aos diversos aspectos da atividade humana ou mesmo à saúde.

Segundo o dicionário Aurélio (1975), o ruído é um fenômeno físico constituído por grande número de vibrações acústicas com relações de amplitude e fase distribuídas ao acaso.

Neste trabalho foi utilizado a palavra “ruído”, ao qual seria então reservada a seguinte conceituação: “um fenômeno físico vibratório de um meio elástico, audível, com características indefinidas de vibração, pressão (no caso do ar) em função da frequência, desarmonicamente misturadas entre si, isto é, para uma dada frequência podem existir, em forma aleatória do tempo, variações de pressões diferentes” (Astete, 1981).

Em se tratando dos aspectos físicos, som e ruído não são sinônimos. Um ruído é apenas um tipo de som, mas um som não é necessariamente um ruído.

O som é definido como a variação da pressão atmosférica dentro dos limites de amplitude e banda de frequências aos quais o ouvido humano responde.

Conforme Merluzzi (1981), som é qualquer perturbação vibratória em meio elástico, que produz uma sensação auditiva. Os termos som e ruído são freqüentemente utilizados diferentemente mas, geralmente, som é utilizado para as sensações prazerosas como música ou fala, ao passo que ruído é usado para descrever um som indesejável como buzina, explosão, barulho de trânsito e máquinas.

Para um som ser percebido, é necessário que ele esteja dentro da faixa de frequência captável pelo ouvido humano. Essa faixa para um ouvido normal varia em média de 16 a

20.000 Hz (Santos e Matos, 1994). Também é necessária uma certa variação de pressão para a percepção. Assim, a percepção dos sons só ocorrerá quando as variações de pressão e a frequência de propagação estiverem dentro de limites compatíveis com as características fisiológicas do ouvido humano.

A poluição sonora é uma das maneiras de poluição que mais vem se agravando dia a dia numa escala de níveis de ruído cada vez mais elevados, exigindo soluções a curto prazo, para controlar os seus efeitos sobre o meio ambiente.

A poluição sonora na indústria é causada essencialmente por máquinas e processos de fabricação demasiadamente ruidosos, concentração excessiva de equipamentos ruidosos num mesmo espaço e organização deficiente dos espaços da fábrica.

As questões relacionadas com a poluição sonora são sem sombra de dúvidas, prioritárias e, como tal, devem assim ser consideradas por todos os profissionais que atuam direta ou indiretamente em atividades industriais no seu controle, afim de evitar os problemas da saúde ocupacional.

A fabricação de máquinas e equipamentos mais compactos com altas velocidades, elevou os níveis de ruído, e, portanto o índice de lesões auditivas. Tais lesões são provocadas por ruídos de altas frequências, que afetam o sistema nervoso, perturbando o sono e as tarefas do dia-a-dia. Também leva a irritabilidade, interfere na comunicação oral, levando o homem ao stress, o que gera efeitos na produtividade e na qualidade dos produtos, havendo o desperdício de tempo e de materiais.

A perda auditiva, é uma das doenças mais frequentes entre os trabalhadores. O ruído intenso está presente nas mais variadas atividades industriais, tais como na indústria mecânica, metalúrgica, química, têxtil, energética, de construção civil entre outras como no transporte e no uso de máquinas agrícolas.

Com o intuito de diferenciar, pelo menos etimologicamente, as perdas auditivas relacionadas ao trabalho, o Comitê de Ruído e Conservação de Audição do American College of Occupational Medicine (1989), definiu a perda auditiva induzida pelo ruído como uma perda auditiva geralmente bilateral, permanente, de desenvolvimento lento e progressivo ao longo de muitos anos, como resultado de exposições a ruído forte, contínuo ou intermitente.

Alexandry (1984), definiu a perda da audição, como sendo o deslocamento positivo permanente do limiar da audição em relação ao limiar audiométrico normalizado. O limiar audiométrico normalizado é um espectro-padrão a partir do qual se considera o início da

sensibilidade audível da média de uma população estatística de características universais. Os limiares audiométricos normalizados mais importantes são os da Organização Internacional de Normalização (ISO) e os da American Standard Association (ASA).

Por definição também, o limiar auditivo é a pressão acústica mínima que o ouvido humano pode detectar (  $20 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$  ) na frequência de 1 KHz. Na banda de frequência auditiva, que vai de 20 Hz a 20.000 Hz, o ouvido não é igualmente sensível (Gerges, 1992).

São consideradas ainda como perdas auditivas progressivas e irreversíveis de trabalhadores expostos a ruído excessivo, a destruição de células sensoriais do órgão de Corti no ouvido interno.

Por conseguinte, qualquer redução na sensibilidade de audição é considerada perda de audição (Gerges, 1992).

A surdez profissional ou lesão auditiva, não tem tratamento, a não ser o afastamento definitivo do trabalhador ao ambiente ruidoso, afim de evitar a progressão da perda auditiva, ou conseguir eventualmente, alguma recuperação da perda já criada. A perda permanente não tem tratamento - é irreversível.

As características mais importantes da perda auditiva segundo Melo (1994), são as seguintes:

- a) A perda da audição depende do tempo de exposição e da intensidade do ruído;
- b) A perda auditiva, em geral, ocorre “lentamente e de modo progressivo”, podendo demorar anos para se tornar grave. Uma exceção neste tipo de evolução é, por exemplo, a ocorrência de explosões com ruído de elevadíssima intensidade; nessas circunstâncias a perda auditiva pode ser súbita e imediata;
- c) A perda da audição por exposição a ruído é “irreversível” e não tem recuperação ou tratamento. O que pode-se fazer é detectá-la em uma fase inicial e evitar que piore afastando o trabalhador da exposição ou protegendo-o adequadamente;
- d) A redução da audição, em geral, ocorre muito lentamente, o trabalhador demora para se dar conta da deficiência, só percebendo-a quando já está grave.
- e) O sintoma que acompanha com frequência a perda auditiva por ruído é o surgimento de zumbidos nos ouvidos. Pelo desconforto que causam, os zumbidos incomodam, às vezes, mais que a própria redução da audição.

Os portadores do zumbido costumam descrevê-lo como uma “chiadeira” ou “cachoeira”.

Esta perturbação leva a patologias como insônia, impotência sexual anorexia (perda do apetite), cefaléias, tonturas, hipertensão arterial, entre outras (Pereira, 1989).

- f) A audiometria é um exame em que se mede a capacidade de audição e que permite a detecção da perda auditiva por ruído já nas fases iniciais.

Os efeitos prejudiciais do ruído nos locais de trabalho não se limitam ao risco de causar perdas auditivas.

Um dos problemas acarretados pelo ruído elevado é a dificuldade que esta situação cria para a “comunicação” dentro dos ambientes de trabalho. As pessoas precisam falar mais alto ou até mesmo gritar para se fazerem entender.

O prejuízo na comunicação verbal pode ter conseqüências sérias para a segurança no trabalho porque se torna mais difícil de as ordens ou orientações serem ouvidas ou compreendidas, e isto pode ocasionar acidentes.

Embora sejam escassos os dados que relatam exposições ocupacionais ao ruído, ao nosso meio, são vários os trabalhos que tentam demonstrar a extensão dos danos causados por estas exposições.

As estimativas do total de trabalhadores expostos aos níveis de ruído capazes de produzir perdas auditivas, somam-se milhões de trabalhadores em alguns países; no Brasil a situação não é diferente (Consensus Conference, 1990 e Mendes, 1988).

Segundo Aquino (1993) e Conceição (1994), as perdas auditivas induzidas por ruído relacionadas ao trabalho têm sido responsáveis por 40% a 50% da demanda dos trabalhadores consultados em ambulatorios dos serviços de saúde nos últimos anos.

Já a Organização Panamericana de Saúde (OPAS), conforme divulgado por Goelzer (1996), afirma que 58% de trabalhadores de países da América Latina, no setor siderúrgico, sofrem de hipoacusia profissional (perda auditiva).

Segundo pesquisa envolvendo 14 empresas de diversos ramos de atividades do interior do Estado de São Paulo, de um total de 22.605 trabalhadores, 42,1 % estavam expostos a níveis de ruído entre 85 dB(A) e 105 dB(A).

Costa (1988), estudando audiometrias de 714 metalúrgicos de três indústrias com menos de 10 anos de operação, encontrou 22,9 % dos casos com traçados compatíveis com a perda auditiva ocupacional.

Kitamura & Campoy (1990) observaram que 45 % dos 400 candidatos a emprego em duas grandes empresas da região do ABCD paulista, tiveram as audiometrias classificadas como anormais.

## II.3 - FISILOGIA DA AUDIÇÃO

O ouvido humano é o mais sofisticado sensor do som. Devido a deterioração do sistema auditivo por exposição prolongada ao ruído, é importante que se tenha conhecimento sobre o funcionamento e o comportamento do sistema de audição, além dos efeitos de ruídos e vibrações no corpo humano (Gerges, 1992).

O ouvido conforme mostrado na figura II.1 pode ser dividido anatomicamente em três partes:

- ouvido externo,
- ouvido médio e
- ouvido interno.

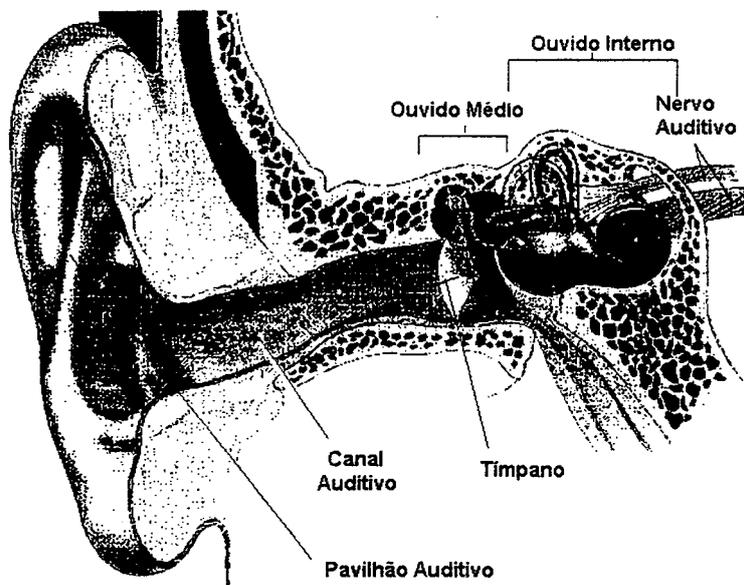


Fig. II.1 : Aparelho auditivo (Piñon, 1996).

A parte externa e média do ouvido têm a função de captar e transmitir os estímulos ao ouvido interno, onde estão localizados os receptores sensoriais. O pavilhão auditivo e o canal externo conduzem o som até o tímpano, que é uma membrana que vibra com as variações de pressão. Esta vibração do tímpano é transmitida aos ossículos “martelo, bigorna e estribo”. Este último está ligado à janela oval, que separa o ouvido médio do interno. No ouvido médio, existem, também, músculos, cuja finalidade é amortecer eventualmente, a movimentação dos músculos, com a finalidade de proteger o ouvido interno. No ouvido médio, também encontra-se uma extremidade da trompa de Eustáquio, cuja finalidade é equalizar a pressão do ar em ambos os lados do tímpano.

No ouvido interno encontram-se três secções que são o vestíbulo, os canais semi-circulares e a cóclea.

A cóclea é um canal triplo, espiralado (em forma de caracol) ao redor de um eixo ósseo. É uma coluna cheia de fluido e nela encontram-se as células especiais ciliadas (elas ganharam esse nome porque tem pêlos parecidos com os cílios dos olhos) que constituem o órgão de Corti, fundamental para a audição.

As variações de pressão resultantes de um movimento vibratório chegam ao ouvido externo e vão atuar sobre o tímpano fazendo com que o mesmo vibre. Esta vibração é transmitida aos ossículos do ouvido médio que por sua vez transmitem o movimento ao ouvido interno, conseqüentemente ao fluido (líquido) que se encontra na cóclea.

Este, sendo um líquido e, portanto incompressível, formará “ondas”. Os picos desta movimentação do fluido irão variar com a frequência do movimento vibratório e, assim, zonas diferentes do órgão de Corti serão atingidas por sons de frequências diferentes.

Assim, o órgão de Corti analisa as características do som (frequência e intensidade) e envia as informações, devidamente decodificadas, ao córtex cerebral, que as organiza em nível de consciência. Desta forma, os sons agudos, que são representados pelas frequências mais altas, vibram com amplitude máxima, enquanto os sons graves, de baixa frequência, têm amplitude máxima nas espiras mais próximas do ápice coclear (Kitamura e Astete, 1978; Gerges, 1992; Mendes, 1995).

### II.3.1 - Ouvido Externo

O ouvido externo se divide em duas partes, fundamentalmente; a parte externa, chamada de orelha e o conduto auditivo externo.

A orelha é a parte visível do sistema auditivo que oferece características morfológicas adaptadas a sua função como primeira fase do processo de captação sonora, com um perfil receptor. A forma morfológica da orelha faz com que capte as ondas sonoras e as conduza para o canal auditivo externo de comprimento em torno de 3 cm que liga a membrana do tímpano (Manual de Higiene Industrial, 1996).

O conduto auditivo externo é um canal cilíndrico recoberto por pele, possuindo pêlos e glândulas produtoras de cera que tem o objetivo de proteger a membrana timpânica contra corpos estranhos.

A forma do conduto também contribui para a audição, amplificando as frequências na faixa de 3.000 Hz. A frequência ressonante varia de indivíduo para indivíduo, de acordo com a extensão do conduto (Morata e Santos, 1994).

### II.3.2 - Ouvido Médio

O ouvido médio é uma cavidade que possui de 1 a 2 cm<sup>3</sup> de volume. A membrana timpânica é a estrutura do ouvido médio que o separa do ouvido externo. Ela é praticamente circular, côncava e transparente. Sendo a membrana timpânica côncava ao invés de plana e flexível ao invés de rígida, ela transmite de forma muito eficiente as ondas de pressão sonora à cadeia ossicular, reproduzindo o espectro do estímulo sonoro proveniente do conduto auditivo externo (Morata e Santos, 1994).

O som é conduzido ao ouvido interno através da cadeia de ossículos que liga, como uma ponte, a membrana timpânica a uma abertura ovalada da parede óssea do ouvido interno (Morata e Santos, 1994).

O ouvido médio atua como um amplificador sonoro, aumentando as vibrações do tímpano através de ligações deste com três ossos : o martelo, a bigorna e o estribo (Gerges, 1992).

Um dos ossículos, o martelo como mostrado na figura II.2, tem uma das suas extremidades ligada a porção mais central da membrana timpânica e a outra encontra-se ligada a um outro ossículo chamado bigorna, e este por sua vez, se articula com o terceiro ossículo da cadeia, chamado estribo, cuja base está inserida em um orifício do ouvido interno chamado janela oval ( Durrant e Lovrinic, 1984).

A cadeia ossicular encontra-se suspensa por uma série de ligamentos. Esses ligamentos e o próprio formato dos ossículos lhes permite um padrão característico de movimentação (Morata e Santos, 1994).

Finalmente, o ouvido médio nem sempre tem a função de amplificar o som. Na recepção de fortes sons, os músculos da cadeia ossicular atuam no sentido de limitar o movimento destes, o que constitui uma forma de amortecimento e não de amplificação (Manual de Higiene Industrial, 1996).

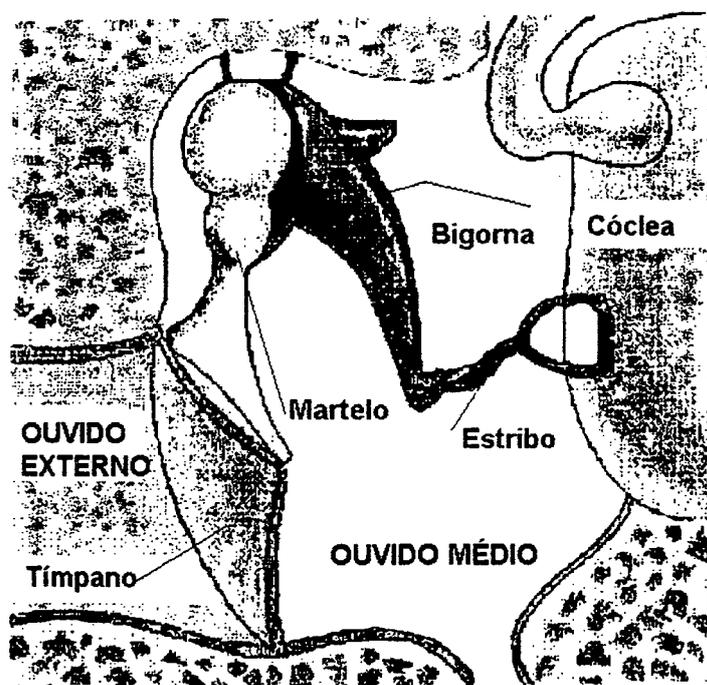


Fig. II.2 : Ouvido médio (Piñon, 1996).

### II.3.3 - Ouvido Interno

É no ouvido interno que encontram-se as principais funções - o mecanismo final de audição e o receptor de equilíbrio.

O ouvido interno mostrado na figura II.3, possui três componentes: a cóclea, o vestíbulo e os canais semicirculares.

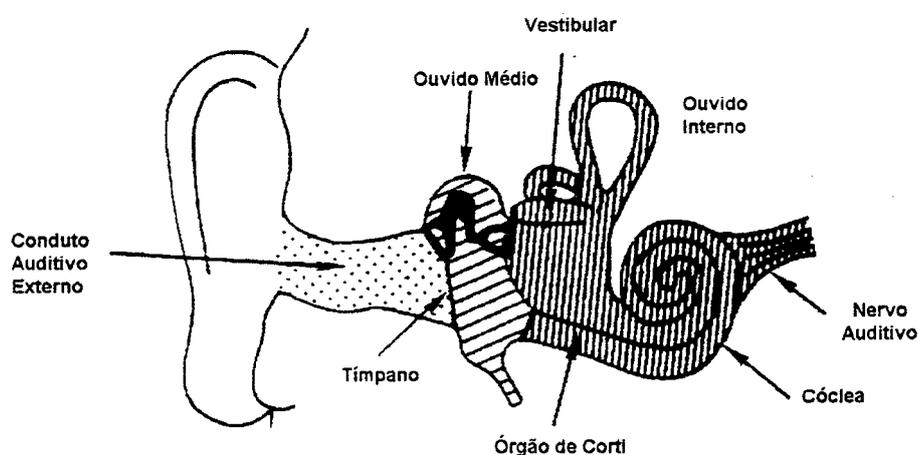


Fig. II.3 : Ouvido interno (Fonte: Grandjean, 1982).

A cóclea tem a forma de caracol suportada por uma estrutura óssea. No conduto interno se distinguem dois canais ligados a parede superior e inferior do conduto que se denominam escala vestibular e escala timpânica. Entre estas escalas se encontra o órgão de Corti composto de células ciliares, cuja função é a de recepção da audição. A escala vestibular começa justamente debaixo do estribo e na janela oval que continua pela parte superior do conduto coclear até o final da espiral. Na parte inferior do conduto coclear, encontra-se a escala timpânica que termina na janela redonda.

Existem três canais semicirculares (superior, posterior e lateral) que a partir do fluido que o compõe, transmite a um sistema de redes nervosas conectadas com o cérebro as informações necessárias sobre a posição do corpo.

Assim, o funcionamento do ouvido interno pode ser descrito da seguinte forma:

Através da janela oval e devido aos movimentos do estribo, se aciona o fluido do ouvido interno. Este por sua vez, mediante as membranas basilar e tectória o transmite as células ciliares, que estão conectadas com as células nervosas, que, gerando impulsos eletroquímicos determinados segundo um som, produzem a perturbação e conduzem ao cérebro através do nervo auditivo.

A sensibilização das distintas frequências do som se localizam em diferentes pontos da cóclea. As baixas frequências são detectadas na parte interna da cóclea enquanto as frequências mais altas são captadas na zona externa da cóclea (Manual de Higiene Industrial, 1996).

## II.4 - EFEITOS FISIOLÓGICOS DO RUÍDO

Dentre os vários efeitos que o ruído pode produzir no homem, o mais conhecido é a perda auditiva que, em resultando da exposição profissional ao ruído excessivo é denominado de "surdez profissional" (Astete e Kitamura, 1978).

Os índices de ruído elevado podem destruir nossa capacidade auditiva e podem causar tensões (stress) sobre outras partes do corpo, incluindo o coração.

Para a maioria dos efeitos produzidos pelo ruído, em nosso organismo, não existe remédio. Somente a prevenção da exposição excessiva ao ruído, pode evitar a deterioração da nossa saúde.

A surdez raramente é brusca; habitualmente ela é progressiva. Geralmente o indivíduo perde a sensibilidade aos sons de frequência de 3.000 a 6.000 Hz. Como essas frequências não são indispensáveis para obter uma boa inteligibilidade, o indivíduo quase não se dá conta do início da surdez.

O déficit auditivo se estende logo a uma maior banda de frequência e o indivíduo percebe que perdeu a sensibilidade aos sons agudos. Finalmente, o prejuízo se estende as

baixas frequências, quando o indivíduo tem dificuldades de ouvir uma conversação, ou seja, é necessário falar mais alto para o entendimento desta (Guélaud & Outros, 1981).

Este processo é relativamente freqüente na vida profissional, quando os trabalhadores estão sujeitos a ruídos elevados durante anos de trabalho.

As perdas auditivas causadas pelo ruído podem ser divididas em três tipos:

- Surdez temporária - ocorre após a exposição do indivíduo ao ruído intenso, mesmo por um curto período de tempo. Esta por sua vez, é reversível e desaparece algumas horas após ter deixado o ambiente ruidoso (Couto, 1978).

Segundo Astete & Kitamura (1978), o ruído capaz de provocar uma surdez temporária significativa, é tido como sendo potencialmente capaz de provocar uma perda auditiva permanente, desde que as exposições sejam prolongadas e se repitam dia após dia, durante vários anos.

- Surdez permanente - originada pela exposição repetida, durante longos períodos, a ruídos de intensidade excessiva. Esta perda é irreversível e está associada à destruição dos elementos sensoriais da audição (Astete, 1981).
- Trauma acústico - é a denominação que se dá à lesão resultante de uma breve exposição a ruídos muito intensos, como em explosões, tiro de canhão, etc. A Lesão encontrada na maioria das vezes é uma ruptura do tímpano, que se reflete em uma surdez instantânea e temporária, cuja recuperação pode demorar alguns meses (Couto, 1978).

Além das perdas auditivas ocasionadas pelo ruído, outros efeitos podem ser prejudiciais ao organismo tais como:

aumento da frequência cardíaca;

aceleração do ritmo respiratório;

diminuição das atividades dos órgãos digestivos;

redução das atividades cerebrais, no que implica na diminuição da atenção;

além dos fatores fisiológicos, podem ainda agregar incidências psicológicas que provocam uma modificação de caráter do comportamento do tipo ansiedade e agressividade.

O ruído, ainda pode ter efeito negativo sobre a qualidade e rendimento do trabalho ocasionando assim uma redução no desempenho para os trabalhos que requerem certa concentração, rapidez e habilidade.

Neste caso, o trabalhador precisa fazer um esforço suplementar para isolar-se de qualquer tipo de ruído em ambiente perturbador. Com isto, há um aumento de desgaste nervoso e maior fadiga.

Segundo Roustang (1981), os efeitos do ruído no trabalho variam segundo as características do ruído e o tipo de trabalho, como pode-se observar:

- o ruído é sempre nocivo para o trabalho;
- as atividades que demandam maior esforço e atenção, são mais sensíveis ao ruído;
- durante a aprendizagem, o trabalhador é mais sensível ao ruído que quando já tenha adquirido uma certa experiência para efetuar a sua tarefa.

Já Astete e Kitamura (1978), consideram que os efeitos do ruído sobre o trabalho dependem de algumas variáveis : condições acústicas locais, tipo de trabalho executado e a atitude da pessoa.

Com relação às condições acústicas locais, os ruídos intermitentes ou de impacto provocam maiores decréscimos na performance dos trabalhadores quando comparados aos contínuos, de nível comparável, embora se saiba que estes são mais nocivos à saúde do que aqueles.

Deste modo, poderia se dizer que, ao se controlar o ruído através de um programa de controle ou de conservação da audição, automaticamente está se agindo sobre a eficiência do trabalho.

## **II.5 - CARACTERÍSTICAS DO RUÍDO E UNIDADES DE MEDIDA**

As vibrações do ar que conseguem estimular o aparelho auditivo humano são denominadas vibrações sonoras ou som. Podem ser descritas como variações da pressão atmosférica originadas pela própria turbulência do ar ou por material em vibração. Para que

sejam audíveis, tais vibrações necessitam apresentar determinadas características de “frequência e amplitude” (Mendes,1995).

### **II.5.1- Frequência**

É o número de oscilações (vibrações) completas por unidade de tempo. A unidade de medida normalmente é expressa em ciclos por segundo ou Hertz (Hz).

É a frequência do som que dita a sua qualidade de ser grave ou agudo. Quanto maior for a frequência mais agudo é o som e quanto mais grave o som menor é a frequência. Para fins práticos e didáticos, costuma-se agrupá-las em faixas de frequência ou bandas de oitava. O valor extremo de uma faixa é o dobro do outro extremo. Cada faixa é geralmente representada pela frequência central, que é igual à média quadrática dos extremos.

Assim, a frequência de 4.000 Hz representa, na realidade, a faixa de frequência de 2.400 a 4.800 Hz, enquanto que a de 1.000 Hz representa a banda de oitava que vai de 600 a 1.200 Hz. As frequências mais comumente utilizadas em saúde ocupacional são: 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz, tanto para medições ambientais como para as audiometrias (Mendes, 1995).

### **II.5.2 - Amplitude (Intensidade)**

Segundo Santos e Matos (1994), amplitude é a quantidade de energia vibratória que se propaga nas áreas próximas a partir da fonte emissora. Pode ser expressa em termos de energia ( $\text{watt/m}^2$ ) ou em termos de pressão ( $\text{N/m}^2$  ou Pascal).

Para que haja uma estimulação no aparelho auditivo, há a necessidade da variação de pressão atingir um valor mínimo que, segundo pesquisas, encontra-se ao redor de  $0,00002 \text{ N/m}^2$  para indivíduos jovens e sadios (Mendes,1995).

Conforme Santos e Matos (1994), o ruído pode ser caracterizado por seu espectro de frequência e pela variação do nível com o tempo. O ruído mais comumente encontrado pode ser classificado como:

< a) Quanto ao espectro de freqüência:

- espectro contínuo - a energia sonora é distribuída por uma grande parte das freqüências audíveis;
- com predomínio de poucos tons audíveis;
- com predomínio de poucas freqüências, podendo chegar a tom puro - ruído de banda estreita;
- com predomínio de altas ou baixas freqüências.

~ b) Quanto à variação no tempo:

- contínuo - ruído com pequenas variações dos níveis até  $\pm 3$  dB durante o período de observação;
- intermitente - ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável durante um período de observação superior a  $\pm 3$  dB;
- impacto ou impulso - ruído que se apresenta em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo.

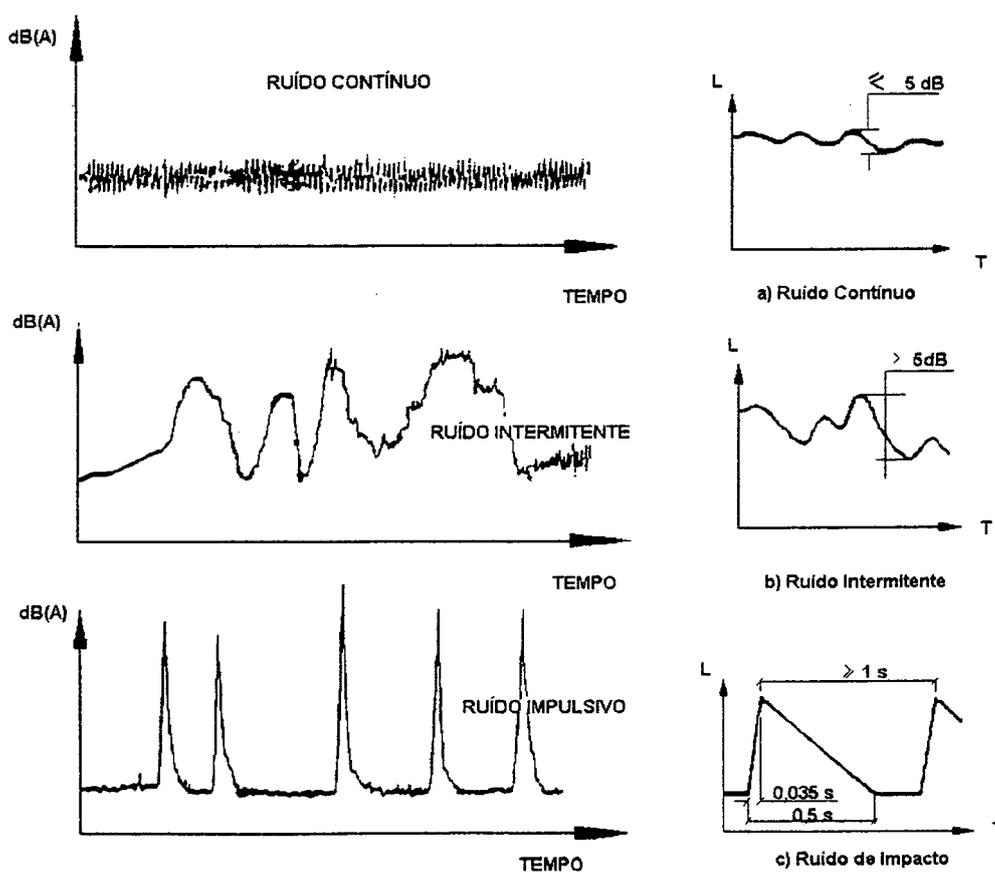


Fig.II.4 : Registros gráficos de Ruídos Contínuo, Intermitente e de Impacto (Santos, 1994).

### II.5.3 - Nível de Pressão Sonora

O ouvido humano responde a uma larga faixa de intensidade acústica, desde o limiar da audição até o limiar da dor. Por exemplo, a 1.000 Hz a intensidade acústica que é capaz de causar a sensação de dor é  $10^{14}$  vezes a intensidade acústica capaz de causar a sensação de audição (Gerges, 1992).

Para a medida de pressão sonora utiliza-se uma escala relativa, adotando o decibel (dB) como unidade de relação logarítmica.

Bel é o valor de divisão de escala log. 10. Como o Bel é um valor de divisão de escala muito grande, usa-se então o decibel (dB) que é um décimo do Bel. Um decibel corresponde a  $10^{0,1} = 1,26$  ou seja, é igual a variação na intensidade de 1,26 vezes. Uma mudança de 3 dB corresponde a  $10^{0,3} = 2$ , ou seja dobrando-se a intensidade sonora resulta em um acréscimo de 3 dB. A figura II.5, mostra a relação entre níveis de pressão sonora em decibéis e pressão sonora em  $N/m^2$ .

A relação é conhecida como Nível de Pressão Sonora (NPS) e é expressa por :

$$\text{NPS} = 10 \log. P^2 / P_o^2 = 20 \log. P/P_o$$

onde :

P = valor eficaz da pressão medida em  $N/m^2$  ou Pascal ;

$P_o$  = valor de referência (menor pressão recebida pelo ouvido humano a 1.000 Hz), equivalente a  $2 \times 10^{-5} N/m^2$  ou 20  $\mu Pa$  (ISO 1.683/83).

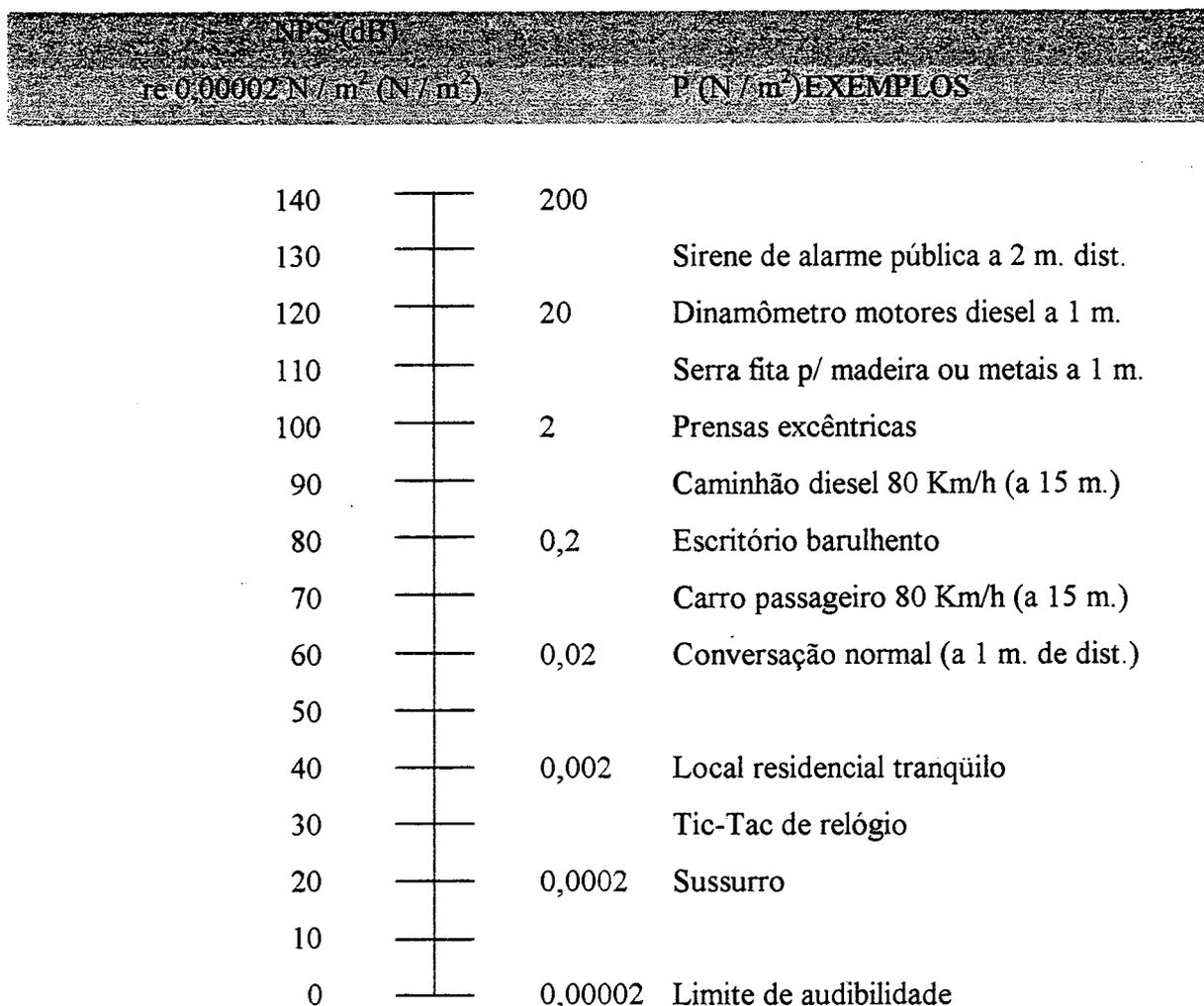


FIG.II. 5 : Níveis de pressão sonora em dB x pressão sonora [N/m<sup>2</sup>] (Santos, 1994).

#### II.5.4 - Nível Equivalente (Leq)

Conforme Santos e Matos (1994), os níveis de ruído variam de maneira aleatória no tempo para medir o nível equivalente (Leq), é expresso em dB e representa a média da energia sonora durante um intervalo de tempo T.

Considerando que o risco de alteração permanente do limiar auditivo aumenta com a intensidade do estímulo, com o Leq, e que este guarda relação com o tempo de exposição, estabeleceu-se uma relação entre Leq e o tempo de exposição, conhecido como fator de correção ou mudança q.

Este fator expressa o aumento em dB(A) que leva a duplicação do risco de lesão auditiva para um determinado tempo de exposição.

Na maioria dos países europeus o  $q = 3$  e no Brasil  $q = 5$ . Os valores de  $Leq$ , levam em conta também o fator de correção  $q$  é expresso pela equação:

$$\text{para } q = 3 \quad Leq = 9,96 \times \log. 1/T \int_0^T P(t)^{2,0} dt / P_0 \quad (\text{dB})$$

$$\text{para } q = 5 \quad Leq = 16,6 \times \log. 1/T \int_0^T P(t)^{1,2} dt / P_0 \quad (\text{dB})$$

### II.5.5 - Dose de Ruído

A dose de ruído é uma variante do nível equivalente, com o tempo de medição fixado em 8 horas, que é (ou deveria ser) a jornada diária máxima de trabalho de referência e tempo máximo de trabalho considerado para definição dos limites de tolerância.

A diferença entre dose de ruído e nível equivalente é que a dose é expressa em porcentagem de exposição diária permitida e o  $Leq$  é expresso em decibéis (Santos e Matos, 1994).

A tabela a seguir mostra a dose de ruído de 100 % em relação ao nível equivalente, usando  $q = 3$  e  $q = 5$ .

Tabela II.1 :  $Leq$  x Tempo de Exposição (Santos, 1994).

$Leq$ (1)	$Leq$ (2)	Tempo de Exposição
85 dB(A)	85 dB(A)	8 horas
90 dB(A)	88 dB(A)	4 horas
95 dB(A)	91 dB(A)	2 horas
100 dB(A)	94 dB(A)	1 horas
105 dB(A)	97 dB(A)	30 minutos
110 dB(A)	100 dB(A)	15 minutos

$Leq$  (1) - Legislação brasileira (Portaria 3.214/78)  $q = 5$

$Leq$  (2) - Legislação europeia  $q = 3$

## II.6 - MÉTODOS E APARELHOS PARA AVALIAÇÃO DO RUÍDO INDUSTRIAL

Os métodos normalmente empregados para a avaliação do ruído industrial para efeitos de pagamento do adicional de insalubridade aos trabalhadores envolvidos em situações de risco, são os adotados pela Norma Regulamentadora da Portaria 3.214/78 - NR -15, Anexo 1 e 2. Porém, neste estudo de caso não será levado em consideração se as atividades desenvolvidas pelos trabalhadores são consideradas insalubres ou não.

As avaliações serão feitas nos locais de trabalho do setor de caldeiraria onde se encontram os trabalhadores em suas diversas atividades laborais, empregando os métodos para análises, limites de tolerância e recomendações, os dispostos na Norma Regulamentadora.

Os equipamentos ou aparelhos para medir os níveis de pressão sonora, são chamados de sonômetros, embora, na prática são conhecidos por decibelímetro. As medições possibilitam avaliar a existência de risco bem como proceder o mapeamento de ruído do ambiente. O decibelímetro é um aparelho que responde ao ruído, aproximadamente do mesmo modo que um ouvido humano, e que dá medidas objetivas e reproduzíveis do nível de ruído.

Estes aparelhos são constituídos basicamente por um microfone de precisão que é a peça vital no circuito, de circuitos eletrônicos capazes de amplificar e processar o ruído e filtrá-lo de forma adequada, e um indicador de decibéis.

As medições são feitas nas escalas de compensação "A", "B", "C" e "D" como mostra a figura II.6. Porém, a curva que mais se assemelha ao comportamento do ouvido humano é a curva de compensação "A", uma vez que as escalas "B" e "C" não dão boa correlação em testes subjetivos. Desta forma, para avaliar o risco e o desconforto da exposição ao ruído contínuo ou intermitente, deve ser utilizada a curva de compensação "A".

Se um ruído é de curta duração, isto é, menos que um segundo, é chamado ruído de impacto. Exemplo prático é o ruído de bate-estaca. Isso representa um problema na medição, porque quanto mais curta a duração do ruído, menor a possibilidade do ouvido para percebê-lo.

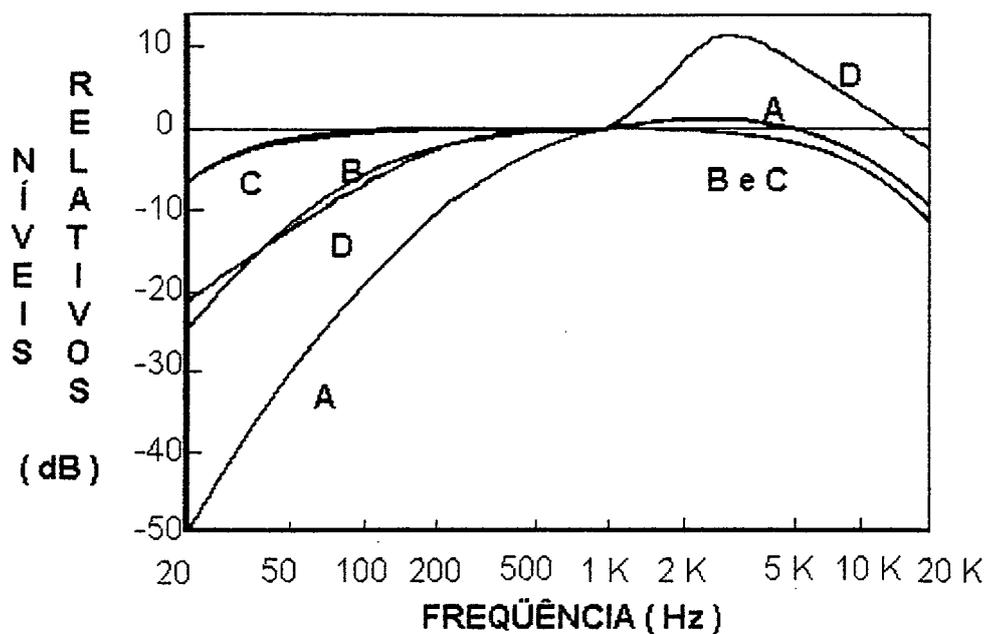


Fig.II.6 : Curvas de compensação A, B, C e D (Gerges, 1992).

Para avaliar a exposição ao ruído de impacto, onde o risco encontra-se na grande quantidade de energia recebida num curto espaço de tempo, a leitura deverá ser feita com o medidor no circuito linear (resposta sem compensação). Nos aparelhos que não dispõem deste circuito, pode ser utilizada a curva "C", por ser esta a que mais se aproxima da resposta linear do microfone.

A curva de compensação "D", foi padronizada para medições de ruído em aeroportos.

O medidor de nível de pressão sonora, deve ainda, apresentar, duas velocidades de medição: resposta lenta (SLOW) e resposta rápida (FAST). A resposta lenta é usada para as medições de ruído contínuo ou intermitente. Na prática, a única diferença entre as duas velocidades é o tempo de resposta, que no circuito de resposta rápida é de 125  $\mu$ s (microsegundos), enquanto que no de resposta lenta, o tempo é de 1 segundo.

Outra forma de avaliar a exposição do trabalhador num ambiente ruidoso é através da medição do nível sonoro equivalente ou seja a dose de ruído. Os medidores podem ser fixos ou portáteis, sendo que os portáteis podem ser colocados no bolso do trabalhador, com o microfone montado próximo ao ouvido. A finalidade destes aparelhos é a verificação da dose

máxima em porcentagem permitida ao trabalhador para uma jornada de trabalho de 8 horas e o nível equivalente de ruído Leq em dB(A).

Para uma boa avaliação do ruído é necessário conhecer o ambiente de trabalho, a presença de ruído, ritmo, jornada e demais aspectos relacionados à organização do trabalho (Santos e Matos, 1994).

## **II.7 - FORMAS DE CONTROLE DO RUÍDO**

A remoção dos riscos de ruído, ou de pessoas das zonas de ruído, é o caminho mais correto para a preservação da audição. Não existem regras mágicas que indiquem exatamente quais as medidas de controle que irão solucionar um determinado problema de ruído. Existem princípios gerais de controle cuja aplicação, com sucesso, em cada problema particular de ruído, depende muito do conhecimento detalhado do processo industrial em questão.

No entanto, as características do local de trabalho devem ser estudadas detalhadamente como por exemplo, as dimensões, os materiais utilizados, os equipamentos e ferramentas necessários para a execução da tarefa, o número de trabalhadores envolvidos e outros fatores que poderão aparecer na análise, como a localização das fontes ruidosas, a relação entre ruído de fundo e da fonte de origem.

O controle do ruído ainda pode ser alcançado por três maneiras distintas:

- a) controle na fonte;
- b) controle na trajetória;
- c) controle no homem.

Porém, qualquer medida de controle deve, prioritariamente, ser aplicada na fonte. Na impossibilidade de aplicação de medidas de controle na fonte, estas deverão ser aplicadas na trajetória e, em último caso, no homem.

### **II.7.1 - Controle do Ruído na Fonte**

Segundo Alexandry (1984), uma fonte é um elemento estático que produz ruído por vibração interna e que a comunica ao exterior por radiação ao ar ou por propagação indireta a todos os elementos que a rodeiam. Devem-se distinguir dois elementos de estudo:

- a) a forma pela qual se gera o ruído;
- b) as partes da fonte causadoras do ruído.

O controle do ruído na fonte é o método mais recomendado e, quando viável, técnica e/ou economicamente, deve ser o primeiro a considerar. Porém, o ponto de partida para o controle do ruído na fonte é a seguinte pergunta: "Existe uma maneira mais silenciosa de executar determinada tarefa?".

Muitas vezes há a possibilidade de substituir uma atividade muito ruidosa por outra equivalente do ponto de vista técnico, porém menos ruidosa como por exemplo a substituição de uma rebiteagem pneumática por solda ou ainda a introdução de modificações em máquinas ou equipamentos com o objetivo de reduzir choques, atritos e vibrações.

Dependendo da situação de trabalho, várias são as maneiras de redução do ruído na fonte que, através de um estudo detalhado de cada processo utilizado poderá indicar possíveis alterações nos mesmos permitindo torná-los menos ruidosos, sem interferir no desenvolvimento dos trabalhos.

Vale salientar ainda que a implantação de um programa de manutenção dos equipamentos geradores de ruído é muito importante, de forma a não permitir o agravamento das condições ruidosas.

## **II.7.2 - Controle na Trajetória**

O controle de ruído na fonte nem sempre é possível e, às vezes, apesar de serem tomadas medidas neste sentido, a redução obtida não é suficiente. Deve-se então ser consideradas medidas que visem controlar o ruído na sua trajetória de propagação. Esse controle pode ser realizado segundo dois princípios básicos:

- a) evitar a propagação por meio de isolamento;
- b) conseguir o máximo de perdas energéticas por absorção.

Portanto, o controle na trajetória consiste, fundamentalmente, no uso de anteparos ou barreiras que impeçam que parte da energia sonora, emanada da fonte, atinja o trabalhador. Na variedade de combinações de barreiras isolantes e absorventes, reside a essência do controle do ruído no meio da propagação.

Este método pode ser uma medida de controle bastante eficiente, se corretamente projetada, entretanto, cada caso deverá ser estudado individualmente.

### **II.7.3 - Controle no Homem**

Não sendo possível o controle do ruído na fonte, nem na trajetória, deve-se, como último recurso, adotar medidas de controle no trabalhador, que podem ser consideradas como complemento das anteriores, quando as mesmas não forem suficientes para corrigir o problema.

Neste caso, usam-se os equipamentos de proteção individual (EPI), que consistem em tampões que podem ser do tipo inserir (plug) ou do tipo fone (concha); ou então por meios de controles administrativos que estão baseados no rodízio do pessoal entre os locais com baixos e altos níveis de ruído. Porém, este tipo de controle tem limitações práticas como por exemplo, problemas potenciais de supervisão, necessidade de treinamentos e outros (Astete & Kitamura, 1978).

O controle por tampões são os mais utilizados pois não necessitam do rodízio e o seu treinamento é rápido. Por outro lado, deve-se ter o cuidado para que os ajustes dos aparelhos de proteção sejam perfeitos no caso do tipo fone, para que o material quando em contato com a pele não a irrite. Em ambientes quentes causa maior desconforto e a utilização de óculos, capacetes ou máscaras, barba, cabelos compridos dificultam ou mesmo impedem a sua utilização.

No caso dos tampões de inserção o seu controle é mais rigoroso por parte da medicina do trabalho devido aos problemas decorrentes ao uso inadequado, da higienização, da escolha do tipo e tamanho e da fiscalização quanto ao uso pois torna-se de difícil visualização.

O uso de plugues pode causar alergias ou infecções no conduto auditivo, porém, com os cuidados higiênicos devidos, este risco fica bastante reduzido.

Estas formas de controle tem problemas práticos de implementação, mas deve ser considerado como uma alternativa válida.

# CAPÍTULO III

## III - RESULTADOS

*A importância da realização do exame audiométrico transcende ao cumprimento legal, pois fornece informações indispensáveis à empresa para a prevenção e controle do ruído.  
(Ruído Industrial-Fundação José Silveira)*

### III.1 - INTRODUÇÃO

Este estudo objetivou a identificação, a avaliação e a análise com as recomendações necessárias para um melhor ambiente de trabalho dos agentes ruidosos em uma empresa do ramo de caldeiraria.

Como o ruído é considerado o agente mais nocivo nos ambientes de trabalho, este porém, produz outros efeitos e conseqüências.

Segundo Santos (1994), alguns destes efeitos e conseqüências na vida do trabalhador podem ser:

- a) Habilidade - A partir de certa intensidade do nível de ruído , o rendimento do trabalho poderia ser afetado, como também um provável aumento de acidentes pode ocorrer como conseqüência da redução da habilidade;
- b) Alterações cardiovasculares - Vários estudos comprovam que o ruído age diretamente sobre o aparelho circulatório;
- c) Alterações gastrointestinais - A exposição ao ruído tem sido relacionada com o aparecimento de alterações digestivas, tais como gastrite e úlcera gastroduodenal;

d) Alterações neuropsíquicas - As mais freqüentes são a ansiedade, inquietude, desconfiança, insegurança, pessimismo, depressão, alteração do sono, absenteísmo e alta incidência de acidente de trabalho.

## **III.2 - ESTUDO DE CASO**

A ABC - Máquinas e Equipamentos S/A, foi a empresa escolhida para este estudo de caso.

Os requisitos básicos que determinaram esta escolha foram os tipos de serviços desenvolvidos pelos empregados no setor de caldeiraria com um ambiente bastante ruidoso.

Após vários contatos com a empresa e vistorias realizadas junto ao Serviço de Saúde do Trabalhador, constatou-se que o setor de caldeiraria era um setor com vários problemas em se tratando de ruído industrial. O Serviço de Saúde do Trabalhador solicitou então à empresa as audiometrias de todos os empregados para serem analisadas e, depois de analisadas o mesmo determinou que fosse introduzido como medida provisória, o uso de protetores auriculares à todos os empregados que trabalhassem em áreas ruidosas.

A empresa então adquiriu os protetores auriculares e forneceu à todos os trabalhadores, determinando o uso dos mesmos.

Como o protetor só protege o empregado quando o mesmo está usando, e que, mesmo sendo usado ainda pode ocorrer a perda auditiva, foi então que pretendeu-se realizar um estudo de caso para diagnosticar e recomendar algumas mudanças com o objetivo de melhorar o ambiente de trabalho dos empregados da empresa.

### **III.2.1 - A Empresa**

A empresa em questão foi fundada em 1971 com o nome de Serralheria ABC Ltda. e sua produção era voltada a fabricação de esquadrias metálicas de janelas, portas, portas de rolo, cercas, grades e outros.

0.272. 023-9

Biblioteca Universitária  
UFSC

Conhecedor de máquinas e equipamentos para fundição, o diretor da empresa, através da constatação de que neste segmento havia pouca oferta de empresas fabricantes destes equipamentos no sul do país, e, que a demanda entrava em crescimento qualitativo e quantitativo, optou então para a fabricação de máquinas e equipamentos para fundição.

Em 1972 a 1973, fabricou e montou sua primeira fundição completa para preparação de areia e fusão, para uma indústria de motores elétricos; posteriormente, seguiram-se inúmeras outras por todo o território nacional.

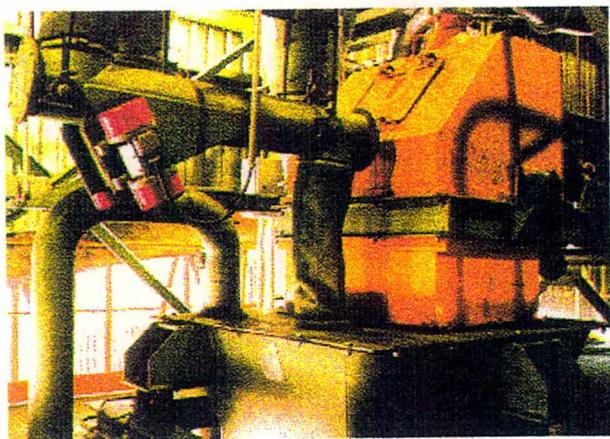
Detendo a tecnologia em máquinas e equipamentos para fundição, decidiu então modificar a razão social da empresa para ABC - Máquinas e Equipamentos S/A .

Na continuidade do desenvolvimento tecnológico de sua linha de fabricação, no início dos anos 90, houve uma transformação total no lay-out dos Sistemas de Preparação de Areia, passando a construí-los de forma vertical, somando a automação e a exaustão de todos os equipamentos.

Desta forma, a empresa oferece aos seus clientes, equipamentos que, além de uma qualidade total nos fundidos, um ambiente limpo de poeiras e silencioso no seu funcionamento.

Hoje sua atividade principal é a de fornecer Sistemas completos para Preparação de Areia de Fundição em Areia Sintética (verde) e Máquinas e Equipamentos para Fundição.

As figuras III.7a e III.7b, mostram os tipo de máquinas e equipamentos fabricados pela empresa ABC.



(a)



(b)

Fig. III.7 (a,b) : Tipos de equipamentos fabricados pela empresa

### **III.2.2 - Metodologia**

A metodologia aplicada neste estudo foi a da Análise Ergonômica do Trabalho, que consiste em três etapas :

- Análise da demanda
- Análise da tarefa
- Análise da atividade.

Esta metodologia foi desenvolvida a partir dos estudos de Favergé (1955), que confronta o trabalho prescrito pela engenharia de métodos (tarefa) e as condições de sua execução, ao trabalho realmente desenvolvido pelos trabalhadores (atividade). Desta confrontação são extraídas as recomendações ergonômicas para a transformação da situação de trabalho (Fialho e Santos, 1995).

## **III.3 - ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO**

Este estudo foi realizado durante o período de novembro/96 a julho/97, onde haviam atividades diversas na produção de peças de materiais metálicos que compunham as máquinas e os equipamentos fabricados pela empresa.

### **III.3.1 - Análise da Demanda**

A caldeiraria é um setor onde os níveis elevados de ruído podem estar provocando lesões auditivas nos trabalhadores.

Como já visto no capítulo II, tais problemas são gerados através das lesões auditivas que afetam o sistema nervoso, perturbação do sono, interferência na comunicação oral, situações de stress, irritabilidade, além da perda auditiva total ou parcial.

A existência no posto de trabalho de caldeiraria de elementos artesanalmente fabricados sem os cuidados com o tratamento acústico, podem ter uma contribuição significativa dos níveis de ruído que se encontram nestes ambientes. Neste caso, é necessário uma avaliação de cada elemento no sentido de determinar o efeito que o mesmo tem sobre o ambiente sonoro.

### III.3.2 - Análise da Tarefa

As tarefas exercidas pelos trabalhadores são de acordo com a seqüência de operações definidas pelo PCP através do projeto da máquina ou equipamento que está sendo desenvolvido. Portanto, neste desenvolvimento poderá haver uma seqüência de operação ou método de trabalho diferente para cada tipo de equipamento.

Adotou-se para este estudo apenas os tipos de tarefas executadas pelos trabalhadores como sendo rotina de trabalho para qualquer máquina ou equipamento desenvolvido.

São as seguintes tarefas dos trabalhadores do setor de caldeiraria:

- ☞ Riscar as chapas de aço;
- ☞ Cortar as chapas de aço;
- ☞ Furar as chapas;
- ☞ Calandrar as chapas;
- ☞ Soldar as chapas;
- ☞ Rebarbar ou esmerilhar as chapas;
- ☞ Desempenar os perfis;
- ☞ Fazer a pré-montagem;
- ☞ Desmontar as estruturas e os equipamentos

### III.3.2.1- Estrutura organizacional da empresa

A empresa apresenta uma estrutura organizacional bem simplificada, possuindo um Diretor Técnico Comercial que administra a área comercial, projetos e produção das máquinas e equipamentos e a Gerente Administrativa que gerencia toda a parte de Recursos Humanos. A figura III.7 mostra o organograma da empresa para podermos ter uma noção de como funciona o fluxo das diversas atividades bem como a localização da caldeiraria nos diversos setores de produção.

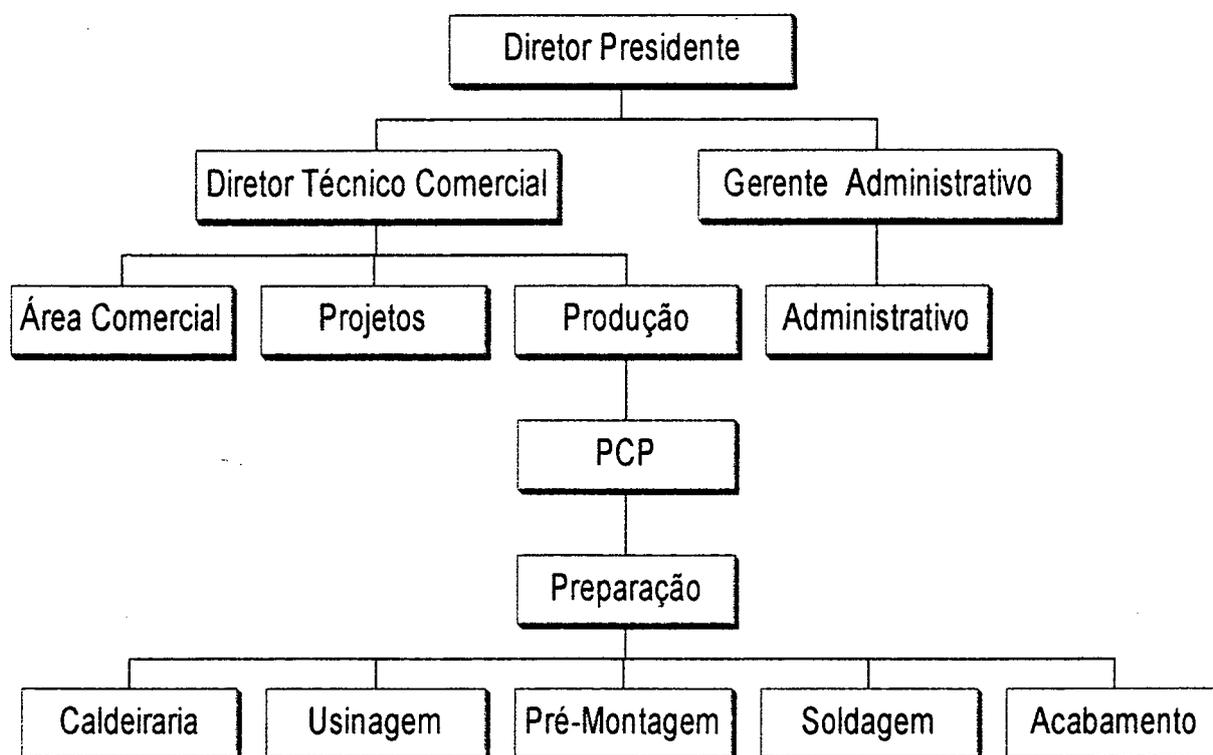


Fig. III.8 : Organograma da empresa

O setor de caldeiraria está hierarquicamente subordinado ao setor de preparação e este ao Diretor Técnico Comercial.

### III.3.2.2 - Características da população do setor de caldeiraria

A tabela III.2, apresenta as características dos empregados da empresa quanto ao número de operadores do setor da caldeiraria e solda, as funções, tempo de serviço, idade, estado civil e número de filhos.

Tabela III. 2 : Características da população

<b>Número Do Operador</b>	<b>Função</b>	<b>Tempo de Serviço no Setor (anos)</b>	<b>Idade em anos</b>	<b>Estado Civil</b>	<b>Número de Filhos</b>
01	Soldador I	15	51	Casado	02
02	Soldador I	02	43	Desquitado	03
03	Soldador I	03	33	Solteiro	00
04	Soldador II	03	42	Casado	06
05	Caldeireiro I	03	22	Casado	01
06	Caldeireiro I	11	31	Casado	01
07	Caldeireiro I	04	24	Solteiro	00
08	Caldeireiro I	04	37	Casado	02
09	Caldeireiro I	11	45	Casado	03
10	Caldeireiro I	00	29	Casado	01
11	Caldeireiro I	02	31	Casado	02
12	Caldeireiro I	05	33	Casado	03
13	Caldeireiro II	02	22	Casado	00
14	Caldeireiro II	09	52	Casado	01
15	Caldeireiro II	04	36	Casado	02
16	Caldeireiro II	03	27	Casado	01
17	Caldeireiro II	02	43	Casado	03
18	Caldeireiro II	02	42	Casado	01
19	Caldeireiro II	02	26	Casado	01

20	Caldeireiro II	00	26	Casado	01
21	Caldeireiro II	11	49	Casado	00
22	Caldeireiro II	03	30	Separado	01
23	Caldeireiro II	03	25	Solteiro	00
24	Caldeireiro III	02	21	Solteiro	00
25	Caldeireiro III	02	37	Casado	03
26	Ajud.Caldeireiro	00	19	Solteiro	00
27	Ajud.Caldeireiro	00	21	Solteiro	00
28	Ajud.Caldeireiro	00	25	Casado	01
29	Supervisor	21	45	Casado	02
30	Chefe Solda	23	43	Casado	02

Fonte : RH da empresa

Observações referentes as categorias de atuação dos trabalhadores, de acordo com o contrato de trabalho, fornecido pelo Departamento de recursos Humanos da empresa.

Categoria I = Profissional → trabalhador com larga experiência na função e que opera qualquer tipo de máquina ou equipamento para o exercício de suas tarefas.

Categoria II = Meio Profissional → trabalhador com experiência na função mas opera somente máquinas ou equipamentos ao qual foi treinado para o exercício de suas tarefas.

Categoria III = Em Experiência → trabalhador em fase de experiência, sendo treinado para operar determinadas máquinas ou equipamentos para o exercício de suas tarefas.

Ajudante de Caldeireiro → trabalhador auxiliar do caldeireiro para ajudar o mesmo nos trabalhos manuais de preparação, pré-montagem, fixações das estruturas por parafusos e outras atividades dentro do setor.

Supervisor → é o responsável pela distribuição e cumprimento das tarefas exercidas pelos subordinados, bem como administrar o setor.

### III.3.2.3 - Características do setor de caldeiraria.

O setor de caldeiraria está localizado em um galpão construído em alvenaria com paredes de tijolos a vista, com uma área total construída de 675 m<sup>2</sup> e pé direito de 7,5 m<sup>2</sup>, sendo que 600 m<sup>2</sup> pertence a área produtiva e 75 m<sup>2</sup> para a área de projetos/PCP.

O setor de projetos está localizado na parte superior da edificação juntamente com o PCP, com acessos pela produção e pelo estacionamento interno através de escada.

No mesmo pavimento (térreo) da caldeiraria estão localizados os lavatórios, vestiário e sanitários que são separados da produção por paredes de alvenaria. O vestiário é composto por armários de aço para a guarda de pertences dos trabalhadores. No mesmo local encontram-se os chuveiros elétricos para higiene pessoal. Os sanitários e mictórios estão localizados entre o vestiário e os lavatórios, possuindo quatro sanitários e dois mictórios, doze pontos de água potável (lavatórios) para a higiene pessoal. A limpeza é feita duas vezes por dia por um zelador.

### III.3.2.4 - Equipamentos e ferramentas manuais utilizadas.

Os equipamentos e ferramentas manuais utilizados para o desenvolvimento das atividades dos operadores da caldeiraria e solda são as discriminadas a seguir com as quantidades e tipos existentes no setor.

#### Equipamentos :

- ⇒ 09 máquinas de solda elétrica (Bambozzi Mod. TN e TRR)
- ⇒ 03 máquinas de solda Mig mod. VI-475;
- ⇒ 04 maçaricos de corte oxi-acetilênico;
- ⇒ 02 furadeiras móveis com suporte eletromagnético;
- ⇒ 02 furadeiras de coluna Mod. 4FC
- ⇒ 01 furadeira de bancada;
- ⇒ 02 moto-esmeris;
- ⇒ 01 calandra motorizada.

- ⇒ 01 ponte rolante de 5 ton.
- ⇒ 01 Policorte Mod.MS 1275

#### Ferramentas:

- ⇒ marretas de 0,5 Kg, 1 Kg, 2 Kg, 5 Kg e 8 Kg;
- ⇒ martelos de pena de 0,2 Kg;
- ⇒ esmerilhadeiras elétricas Bosch;
- ⇒ ferramentas manuais (riscadores, compasso, escalas, esquadros, brocas e chaves).

### **III.3.2.5 - Matérias - primas utilizadas no processo**

As matérias-primas utilizadas no processo produtivo são:

- ⇒ chapas de aço SAE 1020;
- ⇒ barras redondas de aço SAE 1020, 1045, 4340 e 8640;
- ⇒ barras redondas de aço INOX 304;
- ⇒ tubos de aço com costura DIN 2440 ou Schedule 40 e 80 (parede grossa);
- ⇒ perfis soldados "I" e "H";
- ⇒ perfis laminados "I", "U", "L" e "H";
- ⇒ eletrodos de solda OK 46 e OK 48,
- ⇒ arame de solda Mig  $\phi$  0,8 e 1,0 mm

### **III.3.2.6 - Postos de trabalho**

Os postos de trabalho estão definidos de acordo com os tipos de atividades desenvolvidas na fabricação das máquinas ou equipamentos comprados pelos clientes.

Portanto, para cada tipo de tarefa poderá haver um novo posto de trabalho para o desenvolvimento das atividades.

Como exemplo podemos citar o posto de trabalho da chefia que fica localizado próximo a entrada do vestiário com os sanitários. Este posto de trabalho não é enclausurado, ficando exposto diretamente aos ruídos provenientes das operações de trabalho e das máquinas.

Outro aspecto importante deste posto quanto a sua localização é que fica muito próximo das operações de corte, esmerilhamento ou rebarbação o que torna perigoso em relação à segurança do trabalho, além das dificuldades do chefe no atendimento aos seus subordinados.

A figura III.9, mostra a localização do posto de trabalho da chefia nas proximidades de outros postos de trabalho envolvendo operações de rebarbação, riscagem, corte com maçarico entre outros.

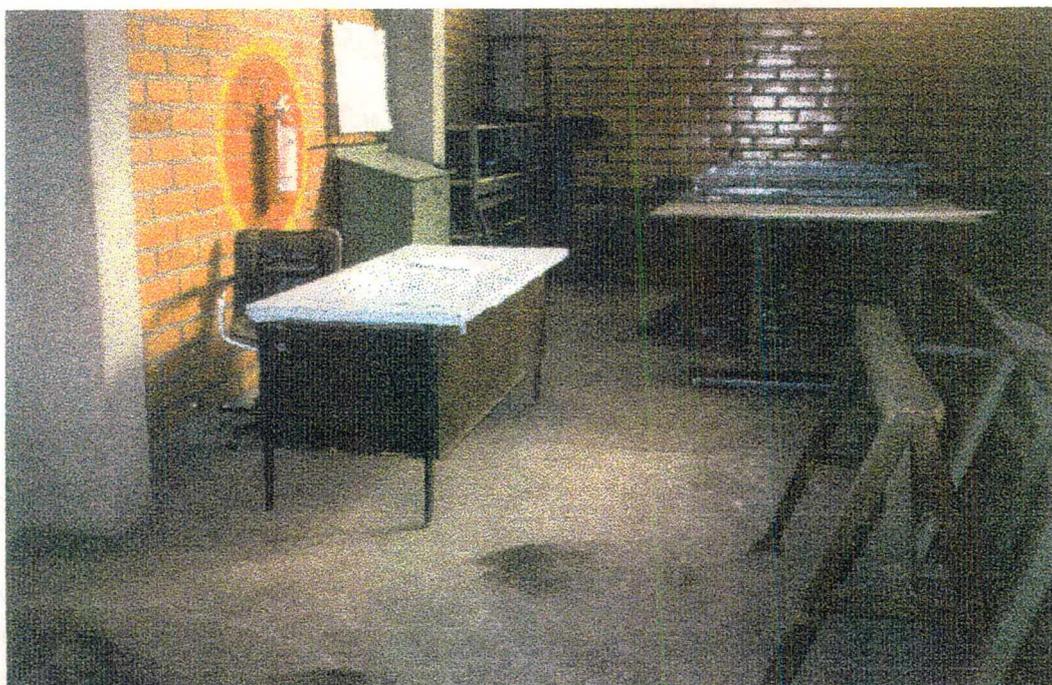


Fig.III. 9 : Posto de trabalho da chefia

### III.3.2.7 - Condições ambientais (ruído)

Para este estudo não foram consideradas as variáveis do ambiente luminoso e ambiente térmico mesmo sabendo que estes podem interferir no bom desempenho das atividades dos trabalhadores. A consideração mais relevante foi a do ambiente sonoro devido aos índices elevados de perda auditiva adquirida em ambientes ruidosos como mostrado no capítulo I.

As avaliações sonométricas foram realizadas no setor de caldeiraria conforme indicados no Anexo I, com o objetivo de detectar os maiores níveis de ruído sejam estes na fonte ou na trajetória em cada ponto avaliado. As medições foram realizadas em horários diferentes para uma melhor análise dos resultados. Outro ponto a ser destacado foi a medição após o horário de trabalho, pois, quando na medição no expediente normal de trabalho, percebeu-se ruídos de fundo não localizados instantaneamente que poderiam variar os demais ruídos medidos. As medições após o expediente de trabalho foram feitas somente na fonte para detectar os níveis de ruído de cada máquina usada na execução das tarefas pelos trabalhadores.

Para as medições foi utilizado um aparelho de medição de nível de pressão sonora de marca Simpson, modelo 886 e calibração feita no local com o aparelho de calibrar marca Simpson, modelo 890.

As avaliações foram feitas com o aparelho operando no circuito de compensação "A" e resposta lenta, para os níveis de ruído contínuo ou intermitente, de acordo com o estabelecido pela Norma Regulamentadora NR-15 em seu Anexo 1.

As mesmas foram realizadas em duas etapas como segue:

#### **a) Medição feita com as máquinas e/ou equipamentos em operação e trabalhadores em atividades na execução das tarefas.**

O quadro da tabela III.3 mostra os valores encontrados para cada ponto avaliado e o Anexo I indica as disposições desses locais.

Os pontos escolhidos foram os postos de trabalho fixos ou móveis cujas as atividades dos trabalhadores são frequentes. Os pontos 02, 05, 06, 07, 12 e de 13 a 20, são os pontos móveis onde foram feitas as medições, e tendo sido usado como critério para a escolha destes, a tarefa que o trabalhador estava desenvolvendo naquele momento.

Tabela III.3 : Quadro de medição do ruído com máquinas e equipamentos em operação e trabalhadores em atividades na execução de tarefas.

<b>Pto</b>	<b>Local da Medição</b>	<b>Atividade</b>	<b>1ª Medição dB(A)</b>	<b>2ª Medição dB(A)</b>	<b>3ª Medição dB(A)</b>
01	Escrivaninha Chefia	Administrativa	90/95	94/97	93/97
02	Posto de Trabalho	Maçarico/Solda	100/102	105/106	105/106
03	Furadeira 01	Furação	94/96	95/96	94/95
04	Furadeira 02	Furação	95/97	94/96	94/97
05	Posto de Trabalho	Rebarbação	105/108	108/109	109
06	Posto de Trabalho	Pré-Montagem	90/96	91/95	93/96
07	Posto de Trabalho	Rebarb./Mont.	109/110	110/112	112/114
08	Bancada 08	Pré-Montagem	107/109	107/109	107/109
09	Moto-esmeril	Afiação	98/101	98/100	96/101
10	Furadeira 03	Furação	100/104	105/106	104/106
11	Bancada 09	Pré-Montagem	100/105	102/104	101/105
12	Setor de Solda	Solda	91/93	91/93	92/93
13	Setor de Solda	Solda	93/96	93/95	94/95
14	Setor de Solda	Solda	88/91	89/91	88/90
15	Setor de Solda	Próx. Ventilador	105/107	105/106	102/107
16	Geral	Pré-Montagem	95/98	96/99	93/98
17	Geral	Pré-Montagem	94/97	98/99	95/97
18	Geral	Pré-Montagem	93/97	95/98	93/96
19	Geral	Pré-Montagem	90/95	91/95	93/94
20	Geral	Pré-Montagem	91/94	93/95	92/96

De acordo com os resultados mostrados no quadro da tabela III.3, podemos perceber a existência de ruídos elevados nos pontos medidos onde haviam trabalhadores expostos no desenvolvimento de suas atividades. Em alguns casos, o ruído chegou a valores de 100 a 110 decibéis, que são ruídos de prensa excêntrica em operação contínua e de serra fita para madeira ou metais a 1,0 metro de distância, conforme mostrado na figura II.5 do capítulo II.

Na tabela III.4, os limites de tolerância onde o trabalhador poderá ficar exposto é de 1 hora para um ruído de 100 decibéis e de 15 minutos para um ruído de 110 decibéis.

Abaixo destes, foram encontrados valores superiores aos limites de tolerância que tiveram variações desde 88 a 100 decibéis.

A tabela III.4, mostra os limites de tolerância segundo a NR-15 das Normas Regulamentadoras para ruído contínuo ou intermitente a exposição em uma jornada de trabalho de 8 horas semanais.

Tabela III.4 : Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (Brasil, 1997).

<b>Nível de Ruído dB(A)</b>	<b>Máxima Exposição Diária Permissível</b>
85	08 horas
86	07 horas
87	06 horas
88	05 horas
89	04 horas e 30 minutos
90	04 horas
91	03 horas e 30 minutos
92	03 horas
93	02 horas e 40 minutos
94	02 horas e 15 minutos
95	02 horas
96	01 hora e 45 minutos
98	01 hora e 15 minutos
100	01 hora

102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	08 minutos
115	07 minutos

**b) Medição feita na fonte sem atividades e após o expediente de trabalho.**

As medições foram feitas próximo a máquina nos pontos onde podem gerar o ruído e estas estão em conformidade com a Norma Regulamentadora da Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho.

Os resultados deste estudo encontram-se no quadro da tabela III.5, e o Anexo I, mostra o lay-out da disposição dos pontos avaliados.

Este quadro mostra as fontes geradoras de ruído de máquinas ou equipamentos instalados na caldeiraria.

Os pontos escolhidos de acordo com o quadro são locais fixos onde estão instaladas as máquinas ou equipamentos e os pontos marcados por asterisco (\*), são os pontos móveis de instalação das máquina ou equipamentos como por exemplo a máquina de solda Mig Série IH00756 que poderá ser deslocada para outro ponto qualquer da caldeiraria, assim como, a esmerilhadeira N4 poderá ser usada por qualquer trabalhador no momento em que for solicitada.

No caso da ponte rolante, a medição foi realizada em um ponto qualquer, com movimentação longitudinal sobre os trilhos e transversal do carro, bem como do acionamento do tambor para a movimentação do gancho. Estas movimentações foram simultâneas.

Tabela III.5 : Quadro de medição do ruído na fonte sem atividades e após o expediente de trabalho

<b>Pto</b>	<b>Máquina/Equipamento</b>	<b>1ª Medição dB(A)</b>	<b>2ª Medição dB(A)</b>	<b>3ª Medição dB(A)</b>
03	Furadeira 01	85/86	85/86	85/86
04	Furadeira 02	85/87	85/86	85/87
*	Ventilador	103/107	105/111	108/111
09	Moto-esmeril 01	79/81	79/81	80/81
09	Moto-esmeril 02	84/86	85/86	84/86
15	Ventilador	120/126	120/126	120/126
*	Solda Mig Série IH00756	94/96	95/96	95/96
*	Solda Mig Série JG00589	92/97	92/98	92/98
*	Solda Mig Série GI00613	99/105	100/104	100/105
*	Solda Elétrica Bambozzi	105/107	105/106	105/107
*	Solda Elétr.Mod.TRR 2300	96/97	96/97	96/97
*	Solda Elétr.Mod.TN 6BJ6	105/106	105/106	105/106
*	Policorte Mod.MS 1275	100/101	100/101	100/101
*	Ponte Rolante	89/90	89/90	89/90
*	Esmerilhadeira N4	109/111	106/110	108/111
*	Esmerilhadeira N10	114/115	114/116	114/116

Os resultados das medições na fonte foram elevados, variando de 79 até 126 decibéis que chega a aproximar-se do ruído de uma sirene de alarme pública como mostra na figura II. 5 do capítulo II.

Estes índices influenciam diretamente no ambiente de trabalho como ruídos de fundo e de trajetória, somando-se ainda aos ruídos das operações manuais. Através destes resultados podemos recomendar modificações que são necessárias para a redução do ruído no ambiente de trabalho.

Convém salientar que não foi necessário fazer dosagem de ruído nos trabalhadores, tendo em vista que, com os níveis de ruído elevados constatado nas operações individuais, por si só foram suficientes para se fazer as recomendações necessárias como mostrado no capítulo IV.

### **III.3.3 - Análise da atividade**

É o comportamento do homem no trabalho, ou seja, a seqüência de operações, pois para cada tarefa haverá seqüências de operações diferentes de acordo com o desenvolvimento de seu trabalho.

O fluxograma mostrado na figura III.10, envolve outras atividades da caldeiraria tendo como consequência no desenvolvimentos das atividades em que algumas peças antes da realização da pré-montagem são enviadas para a usinagem e depois retornam para a pré-montagem; ou ainda, algumas peças antes de serem pré-montadas, passam primeiro pela usinagem e depois seguem para a pré-montagem. Assim, após a pré-montagem e soldagem das peças, estas vão para o acabamento onde serão jateadas e pintadas para a montagem final com as peças provenientes da usinagem e, que após montadas são embaladas e expedidas.

Observou-se que as peças da estrutura da máquina ou equipamento são pré-montadas, depois desmontadas, jateadas, pintadas e depositadas na expedição para transporte ao cliente.

O trabalhador na caldeiraria se caracteriza por diferentes etapas, todas elas exigindo um certo esforço físico e nível de posturas além de condicionantes mentais ligadas às decisões que devem ser tomadas pelo trabalhador, e são ainda realizadas em ambientes extremamente ruidosos como observou-se na análise da tarefa mostrado em seus postos de trabalho.

O fluxograma da figura III.10, mostra a seqüência de etapas para o desenvolvimento das atividades na caldeiraria, apresentado pela empresa através do setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP).

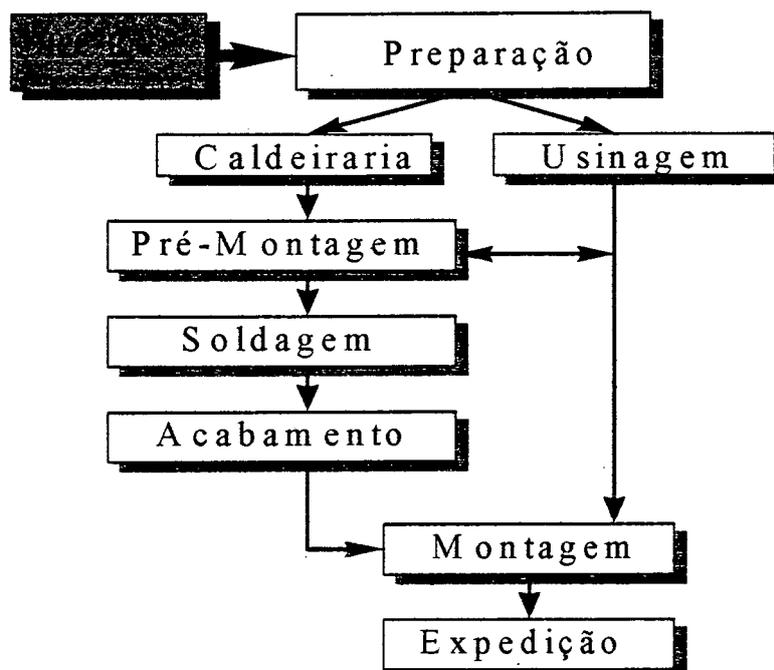


Fig. III.10 : Fluxograma das principais tarefas relacionadas às atividades na caldeiraria.

### III.3.3.1- Descrição das atividades

As atividades desenvolvidas pelos trabalhadores em seus postos de trabalho, são as definidas pelos tipos de peças ou equipamentos onde, haverá uma seqüência de operações à serem desenvolvidas como segue:

#### a) Riscar as chapas

As chapas são riscadas de acordo com o tipo e tamanho da máquina ou equipamento. Esta tarefa é desenvolvida utilizando-se ferramentas manuais de riscar (riscadores), e para ter o controle das dimensões, utiliza-se os instrumentos de medição como, compassos, escalas, paquímetros, esquadros e réguas, além de punções de bico e martelo para fazer a marcação da chapa. Conforme o tamanho da máquina é feita a escolha do posto de trabalho para então dar início às atividades.

Escolhido o local o caldeireiro requisita todo o ferramental necessário para o desenvolvimento da atividade.

A atividade de riscar pode ser feita em pé como mostra a figura III.11 quando a matéria-prima é colocada sobre cavaletes, ou, em posição agachada com curvatura lombar

quando a matéria-prima é colocada sobre o piso. Estas duas posturas são comuns para a atividade de riscar chapas.

O caldeireiro executa as atividades de riscagem de acordo com o desenho que acompanha a peça.

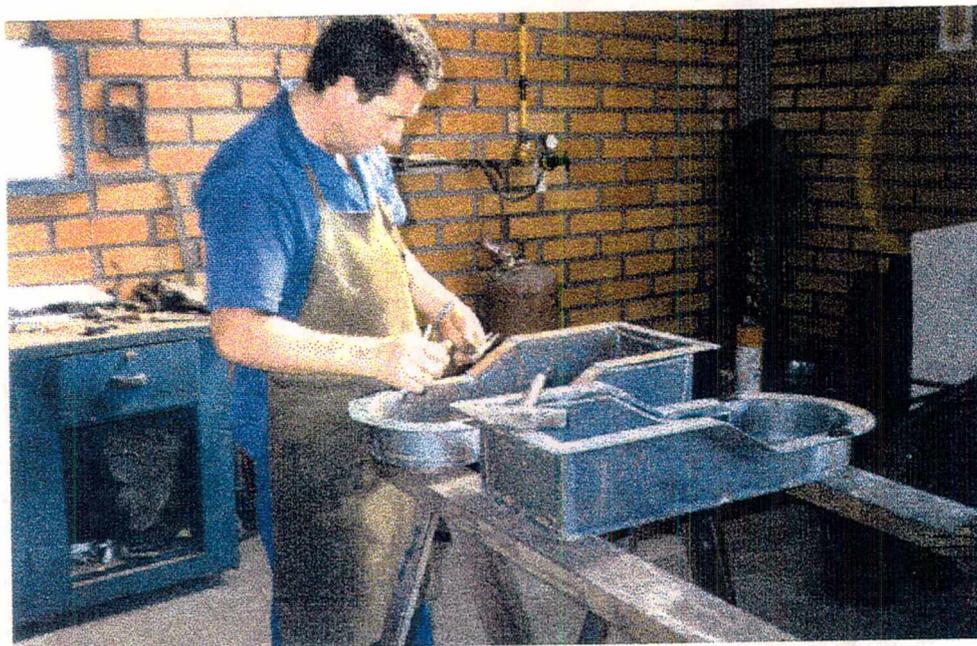


Fig. III.11 : Atividade de riscar em pé.

Para esta atividade foram encontrados níveis de ruído entre 107 e 114 decibéis por estar próxima aos postos de trabalho da rebarbação (ponto 07) e pré-montagem (ponto 08). Os níveis de ruído encontrados são por trajetória.

#### b) Cortar as chapas

Após a riscagem, as chapas são cortadas no próprio posto de trabalho com um aparelho de corte oxi-acetilênico e maçarico (fig.III.12). Esta atividade geralmente envolve um caldeireiro e um ajudante.

As posições de trabalho são em pé ou agachado com curvatura lombar conforme o tipo e tamanho de máquina ou equipamento que está sendo desenvolvido. O material após cortado é encaminhado para a solda, pré-montagem, usinagem ou ainda para a calandra.

Outras operações de corte como por exemplo, corte com guilhotinas, são encaminhadas para serem trabalhadas por terceiros.

Toda operação de corte com maçarico é feita manualmente pelo caldeireiro sem a ajuda de equipamento automático de deslocamento do maçarico ou peça, exigindo assim do caldeireiro uma atenção muito grande no desenvolvimento desta atividade.

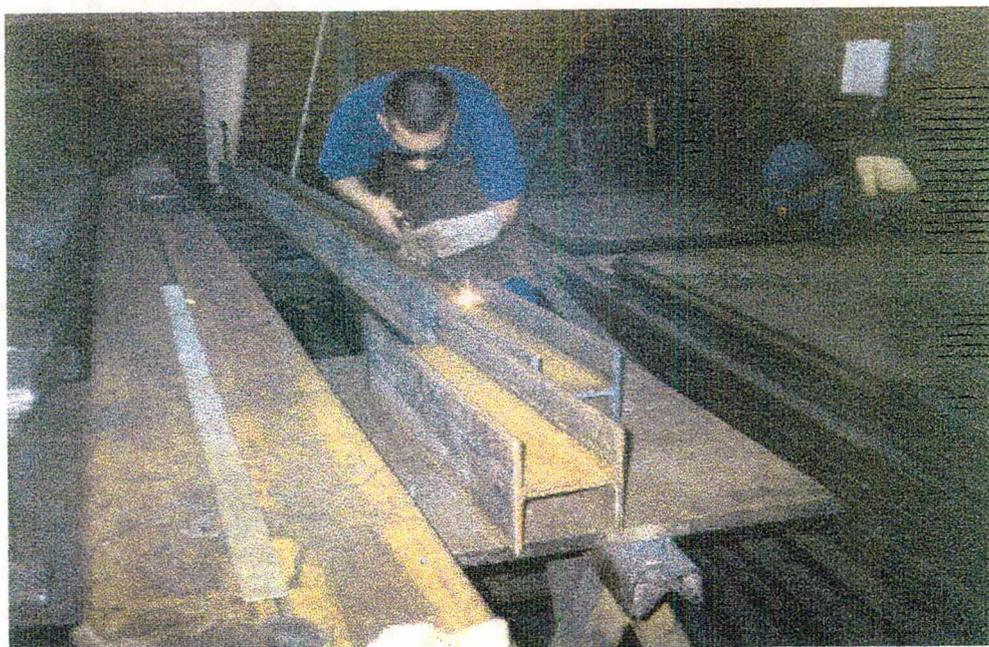


Fig.III. 12 : Atividade de cortar com maçarico

A atividade de cortar com maçarico estava próxima ao posto de trabalho de rebarbação (ponto 5) como mostrado na tabela III. 3. Os níveis de ruído encontrados neste local foram entre 105 e 109 decibéis.

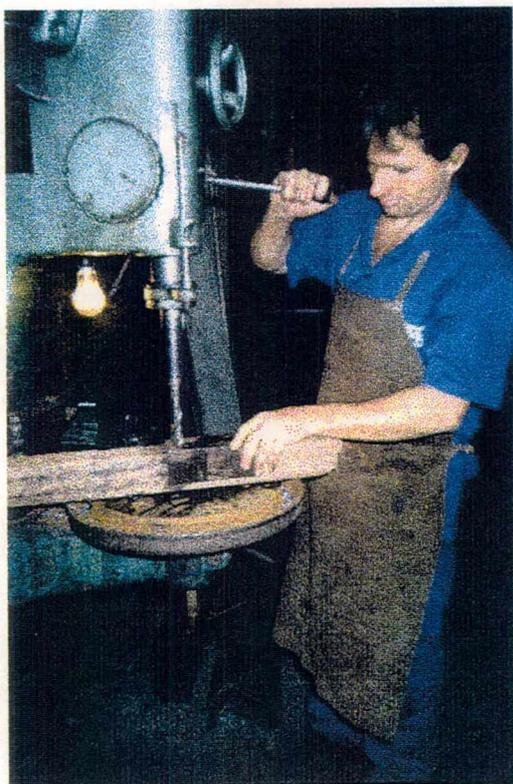
### c) Furar as chapas

Todo o material após o corte com maçarico ou por terceiros e que necessitam ser furados, são encaminhados para o posto de trabalho definido para a furação.

Estas peças são furadas por máquinas furadeiras do tipo de bancada, de coluna, furadeiras manuais elétricas ou ainda em furadeiras com fixação por eletro-ímã. Porém, quando

nas chapas são exigidas furações seriadas com quantidades elevadas de furos, estas são encaminhadas para serem furadas por prensas excêntricas.

A postura de trabalho na furadeira de coluna é em pé (figura III.13a), porém, quando as peças são furadas com furadeiras elétricas manuais ou com fixação por eletro-ímã, a postura então pode variar como, em pé ou agachado com curvatura lombar (figura III.13b).



(a)



(b)

Fig.III.13 (a,b) : Atividades de furar

A figura III.13 (b), corresponde ao posto de trabalho de número 17 (pré-montagem) e a figura III.13 (a), o posto 10 com a atividade de furar em furadeira de coluna. Os níveis de ruído encontrados foram de 94 a 99 decibéis e de 100 a 106 decibéis respectivamente.

#### d) Calandrar as chapas

Os materiais que necessitam ser calandrados após o corte com maçarico, são encaminhados para o posto de trabalho de calandrar (figura III.14).

Perfis do tipo: laminados, tubos ou chapas que necessitam ser curvados, são trabalhados através da máquina de calandrar, envolvendo caldeireiros e ajudantes para esta atividade. A postura de trabalho é em pé.



Fig. III.14 : Atividade de calandrar

Esta atividade encontrava-se entre os pontos 19 e 20, com níveis de ruído variando de 90 a 96 decibéis.

#### e) Soldar as chapas

Para a soldagem das peças e para um melhor entendimento do processo, foi dividido o setor em duas partes como segue: pontejamento e soldagem.

As peças destinadas ao setor são provenientes da preparação, caldeiraria, usinagem, corte com maçarico e ainda perfis laminados, tubos, chapas e cortes de chapas de terceiros.

### Pontejamento:

São as operações preparatórias de soldagem efetuadas pelo soldador em conformidade com as especificações do desenho que após o pontejamento (figura III.15), são encaminhadas para a pré-montagem.

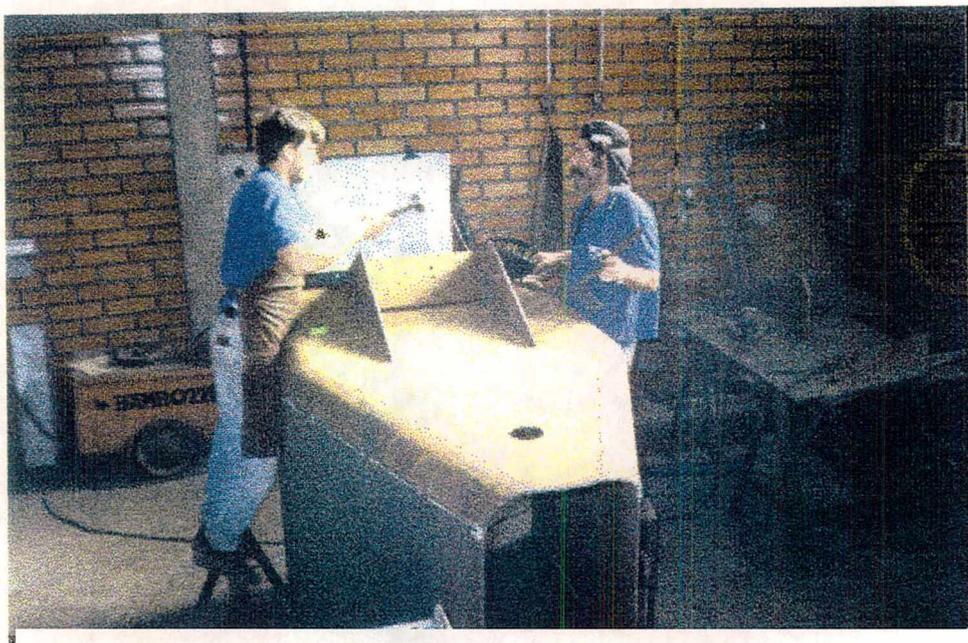


Fig. III.15 : Atividade de pontear

Esta atividade estava sendo desenvolvida no posto de trabalho 11 da tabela III.3 e os resultados encontrados foram de 100 a 105 decibéis.

### Soldagem:

São as operações de soldagem definitivas efetuadas pelo soldador conforme especificações detalhadas no desenho, oriundas da caldeiraria ou usinagem, e, que após soldadas são encaminhadas para a pré-montagem, usinagem ou acabamento.

Estas atividades podem ser desenvolvidas em pé, agachado ou sentado sobre banquetas. Quando em pé a soldagem é feita sobre cavaletes (figura III.16), quando agachado (figura III.17), a soldagem é feita próxima ao piso ou em cima das estruturas de montagem proporcionando ao soldador a se posicionar através de posturas inadequadas, e, quando

sentado sobre banquetas as soldagens são feitas em peças pequenas sobre as bancadas dos postos de trabalho.



Fig. III.16 : Atividade de soldar em pé

Na figura III.16 a atividade de soldar em pé corresponde ao ponto 13 localizado na tabela III.3, e nas medições foram encontrados níveis de ruído variando entre 93 e 96 decibéis.

Na figura III.17, a soldagem é feita em posição agachada com curvatura lombar com o corpo praticamente apoiado sobre os joelhos. A mesma mostra a atividade do operador em uma soldagem de uma chapa que é parte integrante de um módulo de um equipamento a ser montado na estrutura final deste.



Fig.III.17 : Atividade de soldar agachado

A atividade da figura III.17 corresponde ao local do ponto 02 do quadro da tabela III.3 e os valores encontrados foram de 100 a 106 decibéis.

#### f)Rebarbar ou esmerilhar

São operações efetuadas pelo ajudante, caldeireiro ou soldador através de esmerilhadeiras elétricas em peças oriundas do setor de caldeiraria ou solda, que dependendo das dimensões e formas são posicionadas em carrinhos do tipo lambreta, em cavaletes ou no próprio piso.

Peças rebarbadas em outros setores e que não necessitam dar entrada na caldeiraria são enviadas diretamente para o setor de acabamento para serem jateadas e pintadas.

Geralmente estas atividades são feitas com postura em pé ou agachada com curvatura lombar.

A figura III.18 mostra a atividade de rebarbar com o trabalhador posicionado em pé, que dependendo do tipo de tarefa, esta pode ser considerada como uma atividade normal.



Fig.III.18 : Atividade de esmerilhar ou rebarbar

Os níveis de ruído encontrados no local foram de 90 a 96 (tabela III.3), localizados no ponto 06 quando fazendo a pré-montagem e de 109 a 114 decibéis (tabela III.3), localizados no ponto 07 quando fazendo a rebarbação. A estrutura estava montada sobre cavaletes entre os pontos 06, 07, 16 e 17.

g) Desempenar os perfis ou chapas

Estas atividades não são comuns na caldeiraria, porém, no caso de ocorrer empenamentos de peças na soldagem, estas podem ser desempenadas através de prensas, calandra ou ainda com o auxílio do maçarico com a finalidade de aquecer a parte empenada para em seguida fazer o desempenho com marretas ou martelos. Esta atividade exige muito do esforço físico do trabalhador.

h) Fazer a pré-montagem

Não há posto de trabalho fixo para esta atividade. Quando se trata de um equipamento, estruturas, plataformas ou silos, a pré-montagem é feita geralmente no meio do

setor, próximo aos demais postos de trabalho. Estruturas e plataformas acima de 10 m<sup>2</sup> são pré-montadas fora do setor ou seja no pátio externo da edificação.

A figura III.19, mostra os trabalhadores executando atividades de pré-montagem em um equipamento para fundição.

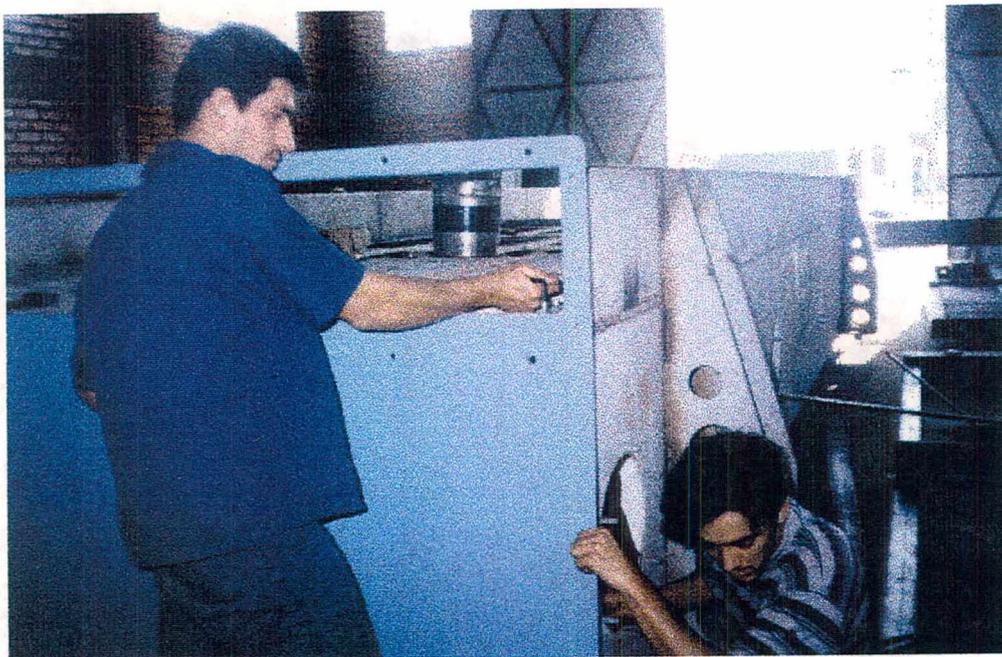


Fig.III.19 : Atividades de pré-montar

Esta atividade encontrava-se nos pontos 16 a 20 da tabela III.3, e os níveis de ruído encontrados variaram entre 91 e 99 decibéis.

#### i) Desmontar as estruturas

Esta atividade é feita pelo caldeireiro, que após a desmontagem, todas as peças são encaminhadas para o setor de acabamento para serem jateadas e pintadas.

Todas as peças das estruturas ou plataformas são codificadas por letras e números através de punções para facilitar aos montadores a montagem final. Quando são peças de pequenas dimensões, estas são codificadas pela Ordem de Serviço (O.S).

## **III.4 - DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE TRABALHO**

A análise do diagnóstico da situação geral de trabalho evidencia as condicionantes como um todo das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores do setor de caldeiraria.

De acordo com as suas atividades e considerando que a execução das tarefas são realizadas em ambiente de trabalho ruidoso com diversos tipos de operações, foram definidas então, as condicionantes do ambiente acústico, as condicionantes físicas, cognitivas e emocionais que, de uma forma ou outra afetam no desempenho de suas tarefas.

### **III.4.1 - Condicionantes do Ambiente Acústico**

Segundo a Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho, são considerados agentes físicos as condições do ambiente de trabalho. Para este estudo foi analisado somente o ruído como fator predominante no desenvolvimento das atividades pelos trabalhadores.

Como mostrado no quadro das tabelas III.3 e III.5 o ruído do setor de caldeiraria é elevado tanto nas fontes fixas como nas áreas onde as atividades são desenvolvidas.

Observa-se que existe o ruído por trajetória provenientes principalmente de operações de rebarbação e soldagem, além do ruído de fundo provocados por equipamentos em funcionamento como os ventiladores, máquinas de solda, ponte rolante, esmerilhadeiras entre outros.

Após as medições, analisou-se os resultados dos quadros das tabelas III.3 e III.5, chegando-se a índices elevados de ruídos tanto com as máquinas ligadas e trabalhadores em atividades laborais como em medições após o expediente de trabalho medidos na fonte. Estes resultados foram importantes para melhor analisar as audiometrias de todos os trabalhadores envolvidos nestas atividades, demonstrando-as nos gráficos das perdas auditivas por tipo de lesão ocorridas, em função do número de empregados pelo tempo de serviço como mostrado na figura III.20 e as perdas auditivas por tipo de lesão em função do número de empregados pela idade, como mostrado na figura III.21.

Como pode ser constatado na figura III.20, houve lesão moderada na audição dos trabalhadores já a partir do segundo ano de trabalho neste ambiente.

Na figura III.21 constatou-se que os trabalhadores com idade acima de 21 anos adquiriram perda auditiva de leve para moderada.

Como medida provisória, no capítulo 4 mostramos as recomendações para o uso de equipamentos de proteção individual e/ou coletiva, bem como alternativas para melhorar o ambiente de trabalho.

O gráfico da figura III.20, mostra a perda auditiva dos trabalhadores envolvidos em atividades laborais em função do número de empregados por tempo de serviço.

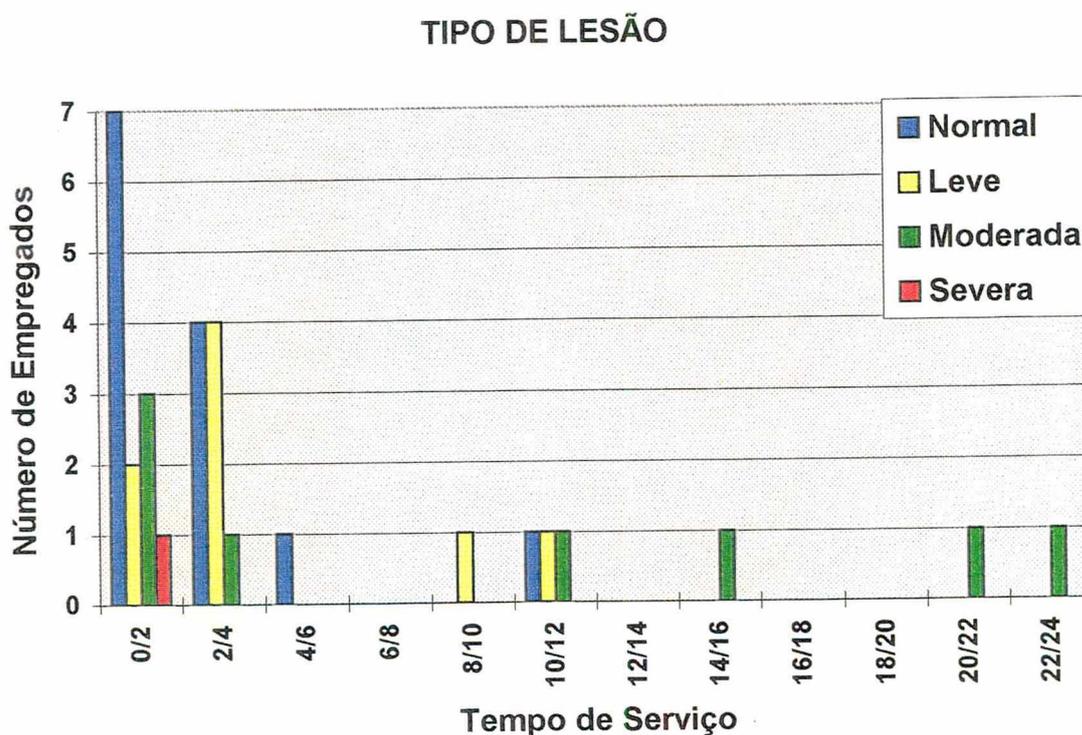


Figura III.20 : Perda auditiva por tipo de lesão / número de empregados / tempo de serviço.

Como pode ser observado no gráfico da figura III.20, a análise da perda auditiva foi relacionada com o número de empregados pelo tempo de serviço. Percebe-se que a maioria da população envolvida tinha de 0 a 2 anos de serviço, seguido de 2 a 4 anos.

De 0 a 2 anos de serviço, 53,84% dos trabalhadores obtiveram uma situação de normalidade em relação ao tipo de lesão, 15,38% tiveram perda leve, 23,07% perda moderada e 7,69% perda severa.

De 2 a 4 anos de serviço, 44,44% estão em situação normal, 44,44% com perda leve e 11,11% com perda moderada.

Nos resultados da exposição de 0 a 2 anos onde foram computadas as perdas como sendo leve, moderada e severa, estas podem ter sido adquiridas por outros fatores antes da admissão pela empresa em questão. Para ter certeza disto, somente o Médico do Trabalho poderá fazer as avaliações, através de investigações, exames específicos, além das audiometrias oriundas de empresas anteriores, se for o caso.

A partir de 4 anos de serviço constatou-se a perda auditiva em grau leve e moderada em todos os trabalhadores envolvidos.

O gráfico da figura III.21, mostra a perda auditiva dos trabalhadores envolvidos em atividades laborais em função do número de empregados pela idade.

Como pode ser observado no gráfico da figura III.21, a análise da perda auditiva foi relacionada com o número de empregados pela idade. Percebe-se que a partir de 21 anos já foi constatada a perda auditiva. Tendo em vista que os trabalhadores observados não foram suficientes para se obter uma precisão nos resultados devido as faixas de idades serem diferentes, no entanto, o gráfico mostra que a partir dos 30 anos as perdas auditivas estão entre leves e moderadas com 01 caso de perda severa aos 43 anos.

Comparando o gráfico anterior da figura III.20 com o da figura III.21, podemos dizer que as perdas auditivas mesmo que sejam entre leves e moderadas são adquiridas em ambientes ruidosos. Cabe ressaltar que a empresa possui no setor de caldeiraria e solda 26,66% de trabalhadores com tempo de serviço entre 5 e 24 anos e 73,33% entre 0 e 4 anos.

Do total de trabalhadores envolvidos, 43,33% adquiriram perda auditiva após os 30 anos de idade, 13,33% entre 21 e 30 anos e 43,33% entre 18 e 53 anos não adquiriram a perda auditiva.

Os trabalhadores que não tiveram a perda auditiva com idades entre 18 e 22 anos e os entre 27 e 30 anos possuem tempo de serviço com atividades em caldeiraria de zero a 3 anos.

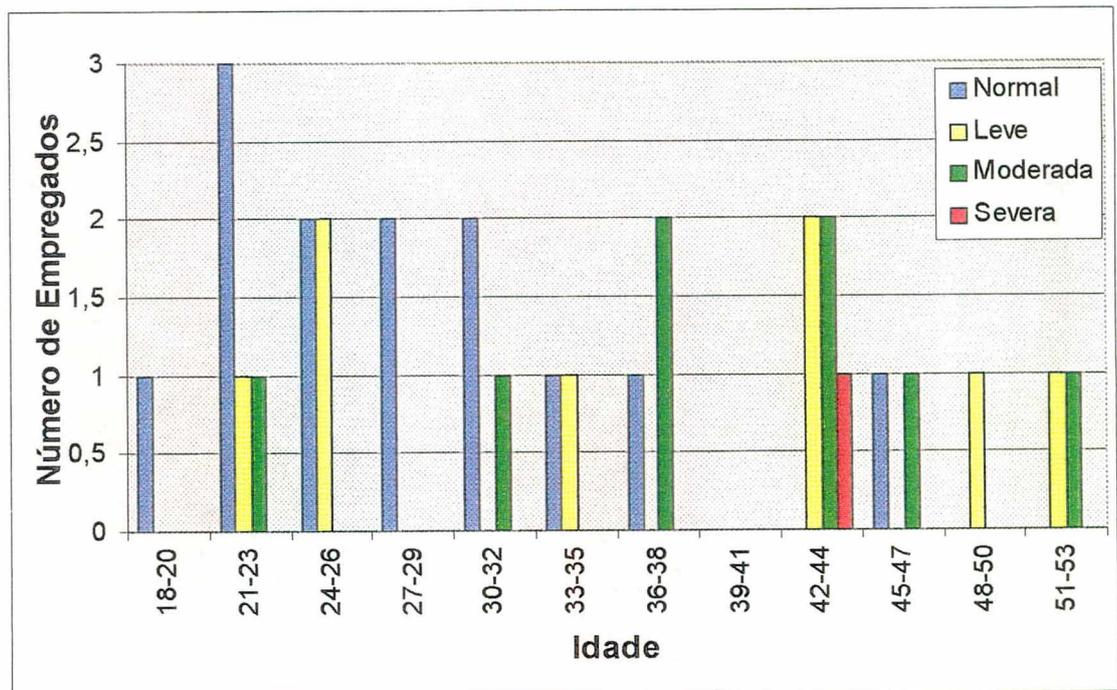


Fig.III.21 : Perda auditiva por tipo de lesão / número de empregados / idade

### III.4.2 - Condicionantes Físicas

Segundo a Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho em sua Norma Regulamentadora NR 17, estabelece parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento manual de cargas, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e a própria organização do trabalho.

Para as diversas atividades desenvolvidas pelos trabalhadores, estes, adotam posturas de trabalho em pé e agachados com curvatura lombar. Em alguns casos, podem ser desenvolvidas atividades deitadas ou sentadas como típico é a pré-montagem de plataformas, escadas, silos e outras.

Como as matérias-primas principais para o trabalho são as chapas, perfis e tubos, os trabalhadores além de exercerem posturas inadequadas, usam de força muscular para o

desempenho das chapas ou perfis ou mesmo nas pré-montagens quando necessitam segurar estas para pré-montar.

### **III.4.3 - Condicionantes Cognitivas**

Dentro das condicionantes cognitivas, os trabalhadores devem possuir os conhecimentos de funcionamento das máquinas e equipamentos que são operados, das ferramentas e instrumentos de medição utilizados no processo, conhecimentos de trigonometria e de desenho para o desenvolvimento no traçado e riscagem das chapas, na pré-montagem e finalmente na montagem final. Os trabalhadores que fazem a marcação das peças através de punções, devem ter a atenção para que as numerações de peças pequenas e semelhantes não saem com numeração trocada porque podem afetar na montagem final, dificultando assim o desempenho dos montadores.

Os trabalhadores participam o tempo todo em tomadas de decisão, sendo que, neste caso o ambiente ruidoso pode ter um efeito nefasto na execução deste trabalho.

### **III.4.4 - Condicionantes Emocionais**

A maior preocupação dos trabalhadores em relação as condicionantes emocionais são os tipos de atividades desenvolvidas que, por ser muito barulhenta, poderá causar a perda auditiva, provocar stress, ficar impotente e ainda por desatenção sofrer acidentes ou provocar acidentes.

Para diagnosticar as perdas auditivas por ruído foram feitas as audiometrias nos trabalhadores expostos no setor de caldeiraria e solda. Com o auxílio de uma fonoaudióloga, foi elaborado um quadro com o objetivo de identificar o tipo de lesão provocada aos trabalhadores expostos em um ambiente ruidoso.

No quadro mostrado na tabela III.6, foi considerada somente a perda auditiva, não sendo levado em consideração outros fatores como perda auditiva por idade, problemas no ouvido, traumas acústicos externos às situações de trabalho e outras perdas.

O gráfico da figura III.22 mostra a relação entre número de empregados pelo tempo de serviço na função e o gráfico da figura III.20, a lesão provocada pelo ambiente ruidoso, levando-se em consideração para a análise, o ouvido com maior perda não interessando porém, se a perda foi ocasionada no ouvido direito ou esquerdo.

Tabela III.6 : Perda auditiva dos trabalhadores

<b>Número do Operador</b>	<b>Função</b>	<b>Tempo na Função (anos)</b>	<b>Idade</b>	<b>Grau da Perda Auditiva Ouvido Direito</b>	<b>Grau da Perda Auditiva Ouvido Esquerdo</b>
30	Chefe de Solda	23	43	Moderada	Moderada
29	Supervisor	21	45	Leve	Moderada
01	Soldador	15	51	Moderada	Moderada
21	Caldeireiro II	11	49	Leve	Leve
06	Caldeireiro I	11	31	Moderada	Moderada
09	Caldeireiro I	11	45	Normal	Normal
14	Caldeireiro II	09	52	Leve	Leve
12	Caldeireiro I	05	33	Normal	Normal
08	Caldeireiro I	04	37	Leve	Moderada
15	Caldeireiro II	04	36	Normal	Normal
07	Caldeireiro I	04	24	Normal	Normal
04	Soldador II	04	42	Leve	Leve
03	Soldador I	03	33	Leve	Leve
22	Caldeireiro II	03	30	Normal	Normal
05	Caldeireiro I	03	22	Leve	Leve
16	Caldeireiro II	03	27	Normal	Normal
23	Caldeireiro II	03	25	Leve	Leve
02	Soldador I	02	43	Severa	Moderada

11	Caldeireiro I	02	31	Normal	Normal
13	Caldeireiro II	02	22	Normal	Normal
17	Caldeireiro II	02	43	Moderada	Moderada
18	caldeireiro II	02	42	Leve	Leve
19	Caldeireiro II	02	26	Leve	Normal
24	Caldeireiro II	02	21	Leve	Moderada
26	Caldeireiro III	02	37	Moderada	Moderada
10	Caldeireiro I	00	29	Normal	Normal
20	Caldeireiro II	00	26	Normal	Normal
26	Ajud.Caldeireiro	00	19	Normal	Normal
28	Ajud.Caldeireiro	00	21	Normal	Normal
27	Ajud.Caldeireiro	00	21	Normal	Normal

Percebe-se que no período de zero a quatro anos o número de empregados foi significativo para a determinação da perda auditiva por tipo de lesão como mostrado na figura III.20, chegando-se a um total de 22 trabalhadores o que corresponde a 73 % do total de trabalhadores envolvidos nas atividades de caldeiraria.

De quatro anos em diante houve uma queda significativa do número de empregados. Foi constatado que os trabalhadores nas atividades após quatro anos de trabalho, adquiriram perdas auditivas provocadas pelo ruído como lesões leves e moderadas com predominância as lesões moderadas, como mostrado no gráfico da figura III.20.

O gráfico mostrado na figura III.22, relaciona o número de empregados envolvidos nas atividades laborativas do setor de caldeiraria com o tempo de serviço.

### NÚMERO DE EMPREGADOS / TEMPO DE SERVIÇO

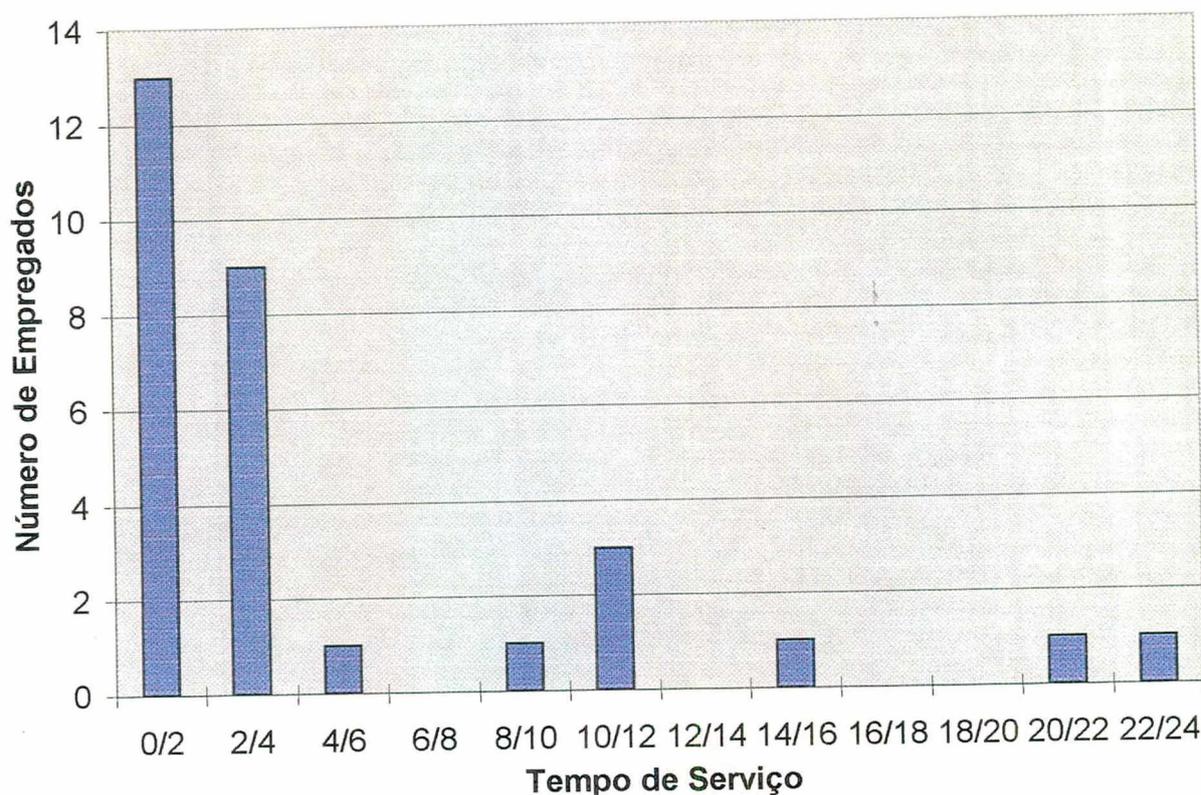


Figura III.22 : Gráfico comparativo com o número de empregados pelo tempo de serviço.

### III.5 - CONCLUSÃO

Na análise da perda auditiva mostrada na figura III.20, onde relaciona-se a perda com o número de empregados pelo tempo de serviço, observa-se que houve a lesão no ouvido provocada pelo ruído na maioria dos trabalhadores expostos. Dos 30 trabalhadores observados, 17 tiveram alguma perda, ou seja 8 (oito) tiveram perda leve, 8 (oito) perda moderada e 1 (hum), perda severa. Estes resultados mostram que 56,67 % dos trabalhadores obtiveram a perda auditiva.

Porém, convém salientar que no período de 0 a 2 anos as perdas indicadas podem ter sido adquiridas por outros fatores extras relacionadas ao trabalho. Contudo, somente através de investigações, exames específicos e audiometrias oriundas de empresas anteriormente trabalhadas pelos trabalhadores em questão poderão detectar se a perda ocorreu antes ou depois desse período.

A figura III.21 relaciona a perda auditiva por tipo de lesão em função do número de empregados pela idade. Observou-se que houve perda em quase todos os trabalhadores após os 30 anos.

Porém, do total de trabalhadores expostos ao ruído, 73,33 % possuem de zero a 4 anos de serviço em atividades de caldeiraria e solda.

Um bom Programa de Conservação Auditiva na empresa (PCA) é de fundamental importância, haja visto que todos os trabalhadores podem adquirir a perda auditiva em curto espaço de tempo. Além do programa, recomenda-se fazer ciclos de palestras à todos os empregados para que estes tenham consciência do risco que estão sujeitos. Como sugestão, podem ser dadas palestras do tipo "efeito do ruído na audição, medidas de proteção coletiva, efeitos do ruído em outros órgãos, entre outras".

# **CAPÍTULO IV**

## **IV - DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES**

*La consecución de niveles sonoros adecuados es una cuestión que debería tratarse en la fase de proyecto de cada nueva planta industrial o cuando se planifique una remodelación.*  
*Manual de Higiene Industrial-Fundación Mapfre*

### **IV.1- INTRODUÇÃO**

A intervenção ergonômica numa transformação da situação do ambiente de trabalho existente permite de uma forma rápida e segura, atingir os objetivos propostos para a solução do problema.

### **IV. 2 - RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS**

Conforme dito anteriormente, o objetivo deste estudo foi em trazer recomendações simples que possam contribuir para a melhoria das condições de trabalho dos empregados. Retomando cada item estudado, faremos uma exposição dos pontos mais significativos deste trabalho.

Para o estudo de caso, apresentaremos as recomendações ergonômicas necessárias para a melhoria do ambiente de trabalho, bem como para um melhor desempenho dos trabalhadores em suas atividades laborais.

## **IV.2.1 - Condições do Ambiente Sonoro**

As Normas Regulamentadoras da Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho, recomenda que para os ambientes de trabalho o valor máximo de níveis de pressão sonora seja de 85 decibéis para uma jornada de trabalho de 8 horas. A medida que os valores em decibéis se elevam a exposição será reduzida de acordo com o seu aumento. A tabela III.4, mostra os limites de tolerância segundo a NR 15 das Normas Regulamentadoras para ruído contínuo ou intermitente a exposição em uma jornada de trabalho de 8 horas.

Entende-se por ruído contínuo ou intermitente, para fins de aplicação de limites de tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto.

Como pode ser verificado nas tabelas III.3 e III.5, as exposições ao ruído medidos foram consideradas elevadas para uma jornada de trabalho de 8 horas, porém, pode-se reduzi-los com as seguintes recomendações:

### **IV.2.1.1 - Máquinas e equipamentos**

Conforme resultados obtidos das análises, observou-se que existem alguns pontos de ruído elevado.

A seguir, apresentaremos algumas propostas de melhorias para os pontos onde se constatou a presença de ruídos mais elevados.

#### **a) Ventiladores**

- Substituir os ventiladores próximos a furadeira e solda como mostrado no Anexo I, por ventiladores apropriados com níveis de ruído abaixo do recomendado pelas normas.

- Como os ventiladores utilizados são fabricados pelos próprios trabalhadores, sem o mínimo de requisitos necessários quanto a segurança, criar então normas internas proibindo a construção destes sem a prévia autorização da chefia.
- Os níveis de ruído dos ventiladores são elevados; com a substituição destes reduz-se consideravelmente os níveis de ruído, melhorando-se as condições do ambiente sonoro.

b) Aparelhos de Solda MIG e Geradores de Solda Elétrica

- Revestir estes equipamentos internamente com materiais absorventes de ruído. Válido somente para as máquinas MIG.
- Como os geradores de solda elétrica modelos TN 6BJ6 da Bambozzi pertencem ao setor de solda, convém então colocar estes aparelhos para fora do setor, ou seja, colocá-los na parte externa enclausurando-os para não ficarem expostos ao tempo. Para esta alternativa, a parede de alvenaria deverá ser furada somente para dar passagem aos cabos.
- Criar um plano de manutenção preventiva destas máquinas.

c) Ponte Rolante

- Fazer manutenção preventiva da ponte rolante. O ruído de 89/90 decibéis é conseqüente da falta de manutenção.

d) Policorte Modelo MS 1275

- Apesar do seu uso não ser freqüente, sua utilização deverá ser programada e se possível utilizá-la fora do setor de caldeiraria.
- Fazer manutenção preventiva.

e) Esmerilhadeiras elétricas Modelos N4 e N10

- Fazer plano de manutenção preventiva. Geralmente os rolamentos sofrem desgastes devido ao manuseio das diversas posições de trabalho.

f) Furadeiras 1, 2 e 3

- Fazer plano de manutenção preventiva das máquinas.
- O ruído elevado da furadeira 3 é devido a falta de manutenção e regulagem das correias com o sistema de proteção. As correias estão batendo na proteção provocando o ruído.

#### IV.2.1.2 - Postos de trabalho

##### a) Chefia:

- Adequar o posto de trabalho enclausurando-o por meio de cabine com espaço suficiente para suas tarefas ou construindo uma sala específica para esta atividade. A mudança do local também é uma alternativa. Nas condições atuais o encarregado não tem condições de se concentrar para analisar ou resolver problemas importantes ao serviço ou ainda dos seus subordinados.
- Como podemos observar através do Anexo I, a localização deste posto de trabalho é inadequada. A escrivaninha fica muito próximo aos demais postos de trabalho com atividades do tipo: esmerilhamento, corte com maçarico, solda, riscagem entre outras. O risco de acidente é eminente devido às atividades próximas e o ruído verificado é por trajetória.

##### b) Furação com furadeiras de coluna ou de bancada

- Como o ruído predominante é por trajetória, recomenda-se o uso de biombos.

##### c) Solda

- A utilização de biombos é uma forma de redução do ruído no posto de trabalho. Analisando os níveis de ruído do setor, observa-se que estes apesar de elevados e serem mais baixos que os outros postos, o setor possui biombos de madeira que são colocados para fazer a separação dos outros postos; além de servir como barreira ao ruído por trajetória.

#### IV.2.1.3 - Bancadas e cavaletes de pré-montagem e rebarbação

- Bancadas: como a mesa ou tampo da bancada é feita em chapa de aço, recomenda-se fazer tampo com parede dupla tipo sanduíche, com revestimento interno em madeira para a absorção do ruído de impacto.

- **Cavaletes:** os cavaletes são feitos de estrutura metálica (cantoneiras). Na parte superior de apoio, recomenda-se a colocação de material absorvente como borracha ou madeira para o apoio de chapas ou perfis. Os cavaletes geralmente são usados na pré-montagem. No caso de cortes com maçarico ou solda elétrica/Mig, cuidar para que a chama ou respingos de solda não incendeiem os materiais absorventes.

**Observação:** O revestimento nos cavaletes absorverá o ruído, porém as manutenções de troca do mesmo serão freqüentes devido ao material (chapas de aço e perfis) utilizados na fabricação.

## IV.2.2 - Proteção Individual

Segundo as Normas Regulamentadoras NR-6 da Portaria 3.214/78, considera-se Equipamento de Proteção Individual -EPI, todo o dispositivo de uso individual, de fabricação nacional ou estrangeira, destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador.

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

sempre que as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou não, oferecerem completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho e/ou de doenças profissionais e do trabalho;

enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas;  
para atender as situações de emergência.

Quando as técnicas de controle de ruído não são disponíveis de imediato, ou até que ações sejam tomadas para a redução do ruído até o limite permitido, o protetor auricular, de uso individual, se apresenta como uma solução. Este tipo de solução não deve ser considerado como definitivo, devido as características intrínsecas dos protetores: baixo conforto, tempo de uso durante a jornada de trabalho, aceitação por parte dos trabalhadores, dificuldade de comunicação verbal, (Gerges, 1987).

O objetivo principal dos protetores auriculares é reduzir os níveis excessivos de ruído, aos quais o usuário está exposto, a um nível aceitável.

Portanto, recomenda-se a todos os trabalhadores do setor de caldeiraria e solda o uso permanente de protetores auriculares do tipo plugue ou concha, conforme a adaptação ao uso pelo trabalhador. Conforme podemos constatar nas tabelas III.3 e III.5, as condições ambientais de trabalho são muito ruidosas; por conseguinte, em algumas situações há a necessidade do uso do protetor tipo plugue em conjunto com o protetor tipo concha.

### IV.2.3 - Outras Recomendações

O setor de caldeiraria e solda são setores que além de ruidosos, possuem equipamentos de elevação de cargas. Para tanto recomendamos à todos os trabalhadores o uso dos seguintes equipamentos de proteção:

Proteção para a cabeça: todos os trabalhadores do setor deverão utilizar capacetes de proteção devido ao transporte de cargas por ponte rolante.

Proteção para os olhos 1-: obrigatoriedade do uso de óculos de proteção em todo o setor.

Proteção para os olhos 2-: os soldadores deverão utilizar máscara para soldador com filtro de luz e os maçariqueiros óculos de proteção com filtro de luz para solda.

Proteção respiratória: todos os soldadores deverão usar máscaras de proteção respiratória contra os fumos de solda provenientes da soldagem de peças.

Proteção para o tronco: todos os soldadores e maçariqueiros deverão utilizar avental de raspa para proteção contra as radiações não ionizantes e respingos de solda e corte.

Proteção para as pernas e pés: utilização de sapatos ou botinas de segurança providas de biqueira de aço. No caso de soldadores, utilizar também perneiras de raspa de couro provido de pala que cubra os pés.

Proteção para os braços e mãos : os soldadores deverão usar mangas e luvas de raspa para a proteção contra os respingos e o calor gerado das operações de soldagem.

A empresa deverá cumprir o PCMSO-Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional regulamentado pela Norma Regulamentadora NR-7 da Portaria 3.214/78. No PCMSO deverá conter um PCA-Programa de Conservação Auditiva contendo os sete componentes básicos que são:

- Monitoração da exposição ao ruído;

- Medidas de controle administrativas e de engenharia (redução do nível de ruído);
- Avaliação audiométrica;
- Uso obrigatório de equipamentos de proteção auditiva;
- Educação e motivação (palestras educativas);
- Conservação dos registros audiométricos;
- Avaliação do programa.

### IV.3 – CONCLUSÃO

A Análise Ergonômica do Trabalho é uma ferramenta que permite analisar, desenvolver e recomendar melhorias em ambientes de trabalho como em qualquer atividade laboral. A ergonomia propicia o levantamento dos dados para poder realizar o estudo.

O termo ambiente abrange não apenas o meio propriamente dito em que o homem trabalha, mas também os instrumentos, as matérias-primas, os métodos e a organização desse trabalho.

Este estudo mostrou que com a utilização da Análise Ergonômica do Trabalho, pode-se melhorar o ambiente ruidoso em áreas bastante ruidosa como é o caso da caldeiraria, com soluções não muito dispendiosas e com efeitos surpreendentes em termos da redução do ruído.

Como já visto, o maior barulho é provocado por ruídos oriundos das máquinas ou equipamentos utilizados nas atividades laborais. Estes podem perfeitamente serem reduzidos a índices bem baixos a custos reduzidos.

A redução deve começar pela própria manutenção das máquinas. Como podemos citar o caso dos ventiladores colocados no setor de solda cujo o ruído medido chegou a 126 decibéis. Neste caso, a manutenção ou a eliminação deste ventilador eliminaria um dos ruídos de alto valor numérico que, com certeza representaria na análise uma redução em decibéis considerável.

Outro ponto que deve ser levado em consideração na análise é a perda da audição dos trabalhadores envolvidos em atividades com ruído.

A perda auditiva induzida pelo ruído quando detectada e que foi adquirida dentro da empresa, pode trazer prejuízos enormes em se tratando aos gastos relacionados com assistência médica hospitalar, acompanhamento médico no seu tratamento, além de indenizações que poderiam ser evitadas se estas conseqüências fossem eliminadas.

Os Serviços de Saúde do Trabalhador e a Delegacia Regional do Trabalho podem auxiliar e orientar as empresas no controle do ruído ou de qualquer outro sintoma que prejudique a saúde do trabalhador.

Quando o ruído no ambiente de trabalho não for possível de ser eliminado ou reduzido, os trabalhadores deverão fazer uso de protetores auriculares. Portanto, não só o uso é importante, mas a orientação e treinamento quanto ao uso se faz necessário.

#### **IV.4 – CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS**

Como alternativa para a redução e controle do ruído, a elaboração de um estudo mais aprofundado do método e do processo de fabricação se faz necessário. Algumas fases do processo podem ser eliminadas ou serem substituídas por métodos de execução mais simplificado e menos ruidoso como por exemplo a eliminação da atividade de esmerilhar peças pequenas no setor de caldeiraria. Estas, poderiam ser esmerilhadas em setor específico ou então para a retirada de rebarbas, fazê-lo através de tamboramento com cilindro revestido externamente.

A escolha do protetor auricular também é um fator importante. A empresa deverá fornecer gratuitamente os equipamentos de proteção individual aos trabalhadores desde que estes, possuam Certificado de Aprovação (CA). Os equipamentos de proteção sem o CA não são recomendados pelo fato de não serem inspecionados, avaliados e testados pelos órgãos competentes como Imetro e Fundacentro.

Podemos ainda dizer que, para efetuar um planejamento para o controle do ruído produzido por uma máquina ou pelo processo, devemos levar em consideração alguns pontos como segue: (Manual de higiene industrial, 1996).

a) O controle do ruído é um problema do conjunto máquina, ambiente e homem;

- b) O objetivo do controle é ter um ambiente de trabalho com nível de ruído aceitável a um custo também aceitável;
- c) O êxito do controle se mede em função do resultado final; neste caso, redução do nível de ruído conseguido;
- d) O conjunto contém componentes diversos, que podem ser geradores de ruído;
- e) O controle do ruído pode efetuar-se em qualquer ponto do conjunto;
- f) Um controle representa, normalmente, um compromisso entre o êxito e o custo;
- g) Um projeto acústico deve ser compatível com outros aspectos gerais (segurança, qualidade e acessibilidade).

Para finalizar esta dissertação, concluímos que um ambiente de trabalho em caldeiraria, é uma situação que pode ser considerada semelhante a várias outras situações industriais e neste caso, podemos considerar que uma análise ergonômica mais abrangente pode contribuir sobre maneira a melhoria da mesma. Isso posto, os efeitos negativos de um aspecto como o ruído, pode ser amplificado por outras características tais como a própria organização, as condicionantes físicas do trabalho e as características próprias do operador.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01-\_\_\_\_\_ Control del ruido: Guía para trabajadores y empleadores. Consejo Interamericano de Seguridad. EUA, 115p.
- 02-\_\_\_\_\_. Manual de higiene industrial. Madrid, Editorial Mapfre S/A, 1996, 904p.
- 03-ALEXANDRY, Federico Groenewold. O problema do ruído industrial e seu controle. São Paulo, FUNDACENTRO, 1984. 87p.
- 04-AQUINO, Rosana. Relatório técnico do estudo da demanda do ambulatório de doenças do trabalho da DSO/CESAT-1988/1990. Salvador, 1993.
- 05-ASTETE, Martin G.Wells, KITAMURA, Satoshi. Manual prático de avaliação do barulho industrial. São Paulo, FUNDACENTRO, 1978. 120p.
- 06-ASTETE, Martin Wells. Agentes físicos: Introdução a eng<sup>a</sup> de segurança do trabalho. São Paulo, FUNDACENTRO, 1981, p.321-349.
- 07-AZEVEDO, Alberto Vieira de. Avaliação e controle do ruído industrial. Rio de Janeiro, CNI, 1984. 118p.
- 08-BRASIL. Como funciona o ouvido. Revista ciência hoje. 1996. Internet.
- 09-BRASIL. Manuais de legislação atlas. Normas regulamentadoras - NR's da Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho. Editora Atlas, 1997, 35<sup>a</sup> ed.
- 10-CONCEIÇÃO, P. Relatório do estudo de demanda do ambulatório de doenças do trabalho da DSO/CESAT-1991. Salvador, 1994.
- 11-CONSENSUS CONFERENCE. Noise and hearing loss. Jama, 263(23):3185-3190-june.
- 12-COSTA, D. F. Programa de saúde dos trabalhadores: A experiência da zona norte-uma alternativa de saúde pública. São Paulo, Ed. Hucitec, 1989.
- 13-COSTA, Everardo Andrade da, KITAMURA, Satoshi. Órgãos dos sentidos: Audição. 1980, cap. 16.
- 14-COSTA, Everardo Andrade da. Classificação e quantificação das perdas auditivas em audiometrias industriais. Revista brasileira de saúde ocupacional. 1988, 16:35-38.
- 15-COUTO, Hudson de Araújo. Fisiologia do trabalho aplicada. Belo Horizonte, 1978. 295p.
- 16-DURRANT, J. & LOVRINIC, J. Bases of hearing science. Willians & Wilkins, 1984, 2<sup>a</sup> ed.

- 17-GERGES, Samir N. Y. Ruído: Fundamentos e controle. Florianópolis, UFSC, 1992. 499p.
- 18-GERGES, Samir N.Y. As fábricas de surdos: Ruído industrial. Revista SOS, 1988, nº 3, pág.16.
- 19-GOELZER, Berenice F. Ruído. Florianópolis, Eletrosul.
- 20-GOELZER, Berenice. Magnitude do problema de saúde ocupacional: Organização mundial de saúde e os programas de saúde ocupacional. Campinas, 1996, p.2-7.
- 21-GRANDJEAN, Etienne. Fitting the task to the man. London, Taylor & Francis Ltd., 1982.
- 22-GUÉLAUD, Françoise, ROUSTANG, Guy e Outros. Para un analisis de las condiciones del trabajo obrero en la empresa. Francia, INET/INDA, 1981. 301p.
- 23-KITAMURA, Satoshi & CAMPOY, M.G. Contribuição ao estudo da audiometria normal. Revista brasileira de saúde ocupacional. 1990, p. 18-46.
- 24-MELO, Márcio dos Santos. Livro da cipa: Manual de segurança e saúde no trabalho. São Paulo, FUNDACENTRO, 1994, 236p.
- 25-MENDES, René. Patologia do trabalho. Rio de Janeiro, Editora Atheneu, 1995, vol. 1 e 2.
- 26-MENDES, René. Patologia do trabalho: Órgãos dos sentidos-comite de ruído e conservação da audição. Ed. Atheneu, Rio de Janeiro, 1989, p.367.
- 27-MERLUZZI, F. Patologia da rumore. Pádua, Piccin Editore, 1981, vol.2, cap.4.
- 28-RUÍDO INDUSTRIAL. Revista Saúde ocupacional e segurança - SOS, 1988, nº 3, p.17-19.
- 29-SAAD, Eduardo Gabriel. Introdução à engenharia de segurança do trabalho. São Paulo, FUNDACENTRO, 1981. 547p.
- 30-SANTOS, Ubiratan de Paula, MATOS, Marcos Paiva. Ruído: Medidas de controle do ruído. São Paulo, Ed. Hucitec, 1994, p.93-109.
- 31-SANTOS, Ubiratan de Paula, MORATA, Thais Catalani. Ruído: Efeitos do ruído na audição. São Paulo, Ed. Hucitec, 1994, p.43-54.
- 32-SANTOS, Ubiratan de Paula. Ruído: Riscos e prevenção. São Paulo, Editora Hucitec, 1994. 157p.

## BIBLIOGRAFIA

- 01-\_\_\_\_\_. Curso de engenharia de segurança do trabalho. São Paulo, FUNDACENTRO, Vol.1 -6.
- 02-\_\_\_\_\_. Curso de supervisores de segurança do trabalho. São Paulo, FUNDACENTRO, 1985. Vol 1 e 2.
- 03-\_\_\_\_\_. Segurança e medicina do trabalho. São Paulo, Editora Atlas S/A, 1996. 499p.
- 04-ASTETE, Martin Wells, GIAMPAOLI, Eduardo, ZIDAN, Leila Nadim. Riscos físicos. São Paulo, FUNDACENTRO, 1983. 112p.
- 05-BARCELOS, Mary Angela das Neves. Análise ergonômica do trabalho como ferramenta para a elaboração e desenvolvimento de programas de treinamento. Florianópolis, 1997. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção na UFSC.
- 06-BERANEK, Leo L. Noise reduction. New York, John Willey and Sons. Vol. 1.
- 07-BRASIL. Consolidação das leis do trabalho-CLT. São Paulo, Editora Saraiva, 1997, 22ª edição.
- 08-CONTROLE DE RUÍDOS. Revista CIPA, março/1983, pág. 6.
- 09-DEJOURS, Christophe. A loucura do trabalho. São Paulo, Oboré, 1987. 163p.
- 10-FANTAZZINI, Mário Luiz. Amostragem e decisão: Considerações sobre estratégias de amostragem para o agente ruído. Revista Proteção, junho/1996, pág.57.
- 11-FIALHO, Francisco, SANTOS, Neri. Manual de análise ergonomia no trabalho. Curitiba, Genisis, 1995. 290p.
- 12-FILHO, José Luiz Fonseca da Silva, MONTEDO, Uíara Bandinelli. Ergonomia e organização do trabalho: Uma base para a qualidade. Florianópolis, 1997. Apostila.
- 13-FLHO, José Luiz Fonseca da Silva. Gestão participativa e produtividade: Uma abordagem da ergonomia. Florianópolis, 1995. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção.
- 14-GERGES, Samir N. Y. Controle de ruído industrial-Apostila. Florianópolis, 1987.
- 15-McCULLOUGH, Winifred. Ambiente do trabalho. Rio de Janeiro, Fórum Editora Ltda., 1973. 164p.

- 16-NOBRE, Leticia Coelho da Costa. A produção do desgaste: Perda auditiva em trabalhadores em indústrias têxteis da região metropolitana de Salvador. Salvador, 1994. Dissertação de Mestrado em Saúde Comunitária na UFBA.
- 17-PALMER, Colin. Ergonomia. Rio de Janeiro, Editora Fundação Getúlio Vargas, 1976. 207p.
- 18-PEREIRA, Carlos Alberto. Surdez profissional em trabalhadores metalúrgicos. São Paulo, 1978. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública na USP.
- 19-REIS, Maria Cristina Dias dos. Introdução a higiene industrial: Curso de higiene industrial da Petrobrás.
- 20-ROCHA, Lys Ester. Isto é trabalho de gente? Vida doença e trabalho no Brasil. São Paulo, Vozes, 1993.
- 21-SANTOS, Venética e outros. Plano de correção. Revista Proteção, junho/1996, pág. 62.
- 22-SURDEZ PROFISSIONAL. Revista brasileira de saúde ocupacional. 1996, vol. 14, nº 54.
- 23-YERGES, Lyle F. Sound, noise and vibration control. New York, Reinhold , 1969. 203p.

## **ANEXO I**

**LAY - OUT DO SETOR DE CALDEIRARIA E SOLDA**

# ANEXO I

