

MONIQUE DE SOUZA LOPES  
RUDD STAUFFENEGGER  
SELMA APARECIDA DE OLIVEIRA

RUÍDO OCUPACIONAL EM UMA PEQUENA/MÉDIA EMPRESA DO  
RAMO MOVELEIRO

São Paulo

2009

MONIQUE DE SOUZA LOPES  
RUDD STAUFFENEGGER  
SELMA APARECIDA DE OLIVEIRA

## RUÍDO OCUPACIONAL EM UMA PEQUENA/MÉDIA EMPRESA DO RAMO MOVELEIRO

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de  
Engenheiro de Segurança do Trabalho

São Paulo

2009

## DEDICATÓRIA

Dedicamos aos nossos familiares, pais, irmãos, filhos e cônjuges, pelo apoio, compreensão e paciência durante toda a trajetória de estudos e elaboração deste projeto.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por tudo, aos nossos familiares, pelo incentivo na elaboração deste projeto técnico, para a conclusão do curso de Engenharia de segurança e Saúde do trabalho da Universidade de São Paulo.

Agradecemos a empresa e aos funcionários que contribuíram na realização das medições e liberação das fotos.

## RESUMO

Este estudo avalia o ruído ocupacional de uma pequena/média empresa do ramo moveleiro, mais precisamente na área de marcenaria. Com o objetivo de propor alternativas para reduzir o ruído no ambiente de trabalho a limites estabelecidos pela normatização vigente, para que os trabalhadores executem suas atividades em um ambiente de trabalho saudável e não necessitem utilizar o protetor auricular, proporcionando assim, maior conforto aos trabalhadores, melhorando a produtividade e ajudando na redução de custos para empresa, tanto no fornecimento de EPI, como na ocorrência de futuras doenças ocupacionais e processos trabalhistas. A maneira mais freqüente de solucionar o problema é o fornecimento de protetores auriculares para os trabalhadores, no entanto o mais correto é atuar no ambiente de trabalho reduzindo o nível de ruído na fonte ou trajetória, como forma preventiva. Foi realizado um reconhecimento dos ambientes de trabalho para definir onde o trabalhador está exposto a um nível de ruído elevado durante a jornada de trabalho, realizando medições no local com instrumentos adequados, e obtendo o valor da DOSE e Leq. A DOSE de ruído obtida foi superior ao limite estabelecido pela NR15, para uma exposição diária de 8 horas em todas as medições realizadas. A solução adotada foi o método de controle na trajetória, onde se estudou a forma mais adequada e tecnicamente viável para se desenvolvê-la. O objetivo proposto inicialmente teve 90% de êxito, pois apenas 2 de um total de 17 funcionários tem a necessidade de continuar a utilizar o protetor auricular.

**Palavras-chave:** Ruído ocupacional, dose, nível equivalente, marcenaria.

## ABSTRACT

This study evaluates the occupational noise of a mid-size furniture, focused at the 'Woodshop' area. The objective is to consider alternatives ways to reduce the noise at the work environment to allowed levels, according the brazilian laws and standartization, allowing these workers to perform their activities without the need of auricular protector, providing more comfort improving the productivity and helping in the reduction of costs for company, as much in the EPI supply, as in the occurrence of future occupational illnesses and labor lawsuits. The usual way to solve the problem is the suppling of auricular protectors for the workers, however most correct it is to act in the work environment, reducing the level of noise in the source or trajectory, as preventive form. The Group did a recognition of work environments to define where the worker is exposed to a high-level noise during the work shift, measuring the work environment with proper and adjusted instruments, and getting the value of the DOSAGE and 'Leq'. The gotten DOSAGE of noise was superior to the limit established at NR15 ( A Brazilian Regulation), for a daily exposition (8 hours shift) in all cases. The solution adopted was to control the trajectory. Studies were made in a manner to assure the best (technical and viable) way to control it and develop it. The initial objective had 90% of success, therefore only 2 of a total of 17 employees have the need to continue using the auricular protector.

**Keywords:** noise level, auricular protector, comfort, occupational illnesses

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Partes de Instrumentos de Medição de Ruído .....                                  | 38 |
| Figura 2 - Fluxograma da Estrutura Organizacional da Fábrica .....                           | 40 |
| Figura 3 - Layout da Fábrica .....                                                           | 41 |
| Figura 4 - Processo de Produção .....                                                        | 43 |
| Figura 5 - Seccionadora Automática .....                                                     | 44 |
| Figura 6 - Computador da Seccionadora Automática.....                                        | 45 |
| Figura 7 - Vista de topo e de lateral das peças de mobiliário .....                          | 45 |
| Figura 8 - Furadeira Múltipla .....                                                          | 46 |
| Figura 9 - Tupia .....                                                                       | 46 |
| Figura 10 - Peça Tupiada para Encaixar o Puxador da Gaveta .....                             | 47 |
| Figura 11 - Serra Circular .....                                                             | 47 |
| Figura 12 - Acabamento .....                                                                 | 48 |
| Figura 13 – Filetadeira.....                                                                 | 48 |
| Figura 14 – Calibradeira .....                                                               | 49 |
| Figura 15 - Vista Interna da Calibradeira.....                                               | 49 |
| Figura 16 - Foto da Área de Marcenaria 1.....                                                | 50 |
| Figura 17 - Foto da Área de Marcenaria 2.....                                                | 51 |
| Figura 18 - Foto da Área de Marcenaria 3.....                                                | 51 |
| Figura 19 - Foto de um Maquinista Operando o Maquinário .....                                | 52 |
| Figura 20 - Foto de um Marceneiro trabalhando em sua Bancada .....                           | 52 |
| Figura 21 - Foto de um Ajudante Levando um Armário para a Expedição .....                    | 53 |
| Figura 22 - Pontos de medição com o decibelímetro na Fábrica .....                           | 54 |
| Figura 23 – Medição realizada nas máquinas na área de marcenaria .....                       | 55 |
| Figura 24 - Decibelímetro Utilizado nas Medições .....                                       | 56 |
| Figura 25 - Dosímetro Utilizado nas Medições.....                                            | 57 |
| Figura 26 - Layout Proposto .....                                                            | 61 |
| Figura 27 - Isolação Sonora de Parede de Concreto Estrutural com 14 cm.....                  | 61 |
| Figura 28 - Opção de Colocação de Cortina Plástica como Complemento para a<br>Proposta ..... | 62 |
| Figura 29 - Opção de Colocação de Cortiça como Complemento para a Solução 1                  | 63 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Valores Médios de Coeficientes de Absorção Acústica (Hz).....                                | 30 |
| Tabela 2 - Características e Atenuação Indicativa de Protetores Auditivos .....                         | 33 |
| Tabela 3 - Limites de Tolerância para Ruídos Contínuo ou Intermitente.....                              | 37 |
| Tabela 4 - Cálculo do $L_{eq}$ e Levantamento de Valores com Decibelímetro nos<br>Pontos A, B e C ..... | 58 |



## SUMÁRIO

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....                                                              | 10 |
| 1.1 OBJETIVO.....                                                               | 12 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA.....                                                          | 12 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA .....                                                   | 14 |
| 2.1 RUÍDO .....                                                                 | 14 |
| 2.1.1 CRITÉRIOS TÉCNICOS E LEGAIS SOBRE RUÍDO .....                             | 16 |
| 2.1.2 CARACTERIZAÇÃO DO RISCO NO AMBIENTE DE TRABALHO .....                     | 21 |
| 2.1.3 MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE.....                                      | 23 |
| 2.1.4 ISOLAÇÃO ACÚSTICA .....                                                   | 24 |
| 2.1.5 ATENUAÇÃO MÉDIA, COM MAIOR EFICÁCIA PARA FREQUÊNCIAS<br>MÉDIO-ALTAS ..... | 33 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS.....                                                      | 35 |
| 3.1 PARÂMETROS UTILIZADOS.....                                                  | 35 |
| 3.2 LIMITES DE TOLERÂNCIA.....                                                  | 36 |
| 3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO .....                                               | 38 |
| 4 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL .....                                      | 40 |
| 4.1 ANÁLISE DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA FÁBRICA .....                        | 40 |
| 4.2 ÁREA DE ESTUDO .....                                                        | 42 |
| 4.3 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL.....                           | 49 |
| 4.3.1 RECONHECIMENTO DA POPULAÇÃO E DO AMBIENTE DE TRABALHO.....                | 50 |
| 4.3.2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA .....                                              | 53 |
| 4.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO.....                                 | 56 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                   | 58 |
| 5.1 RESULTADOS OBTIDOS .....                                                    | 58 |
| 5.2 DISCUSSÃO.....                                                              | 60 |
| 5.3 PROPOSTAS .....                                                             | 60 |
| 6 CONCLUSÃO.....                                                                | 64 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                | 65 |

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da ABIMOVEL (2006) São Paulo ocupa o primeiro lugar em números de empresas do ramo de móveis, com 3754 estabelecimentos de um total de 16.104 em todo o território brasileiro. Em percentuais podemos dizer que o estado de São Paulo possui 23% das empresas moveleiras com aproximadamente 48.462 empregados, representando 24% do total do número de empregados do setor. A maior concentração de fabricantes de móveis está na grande São Paulo, Mirassol e Votuporanga.

As empresas de móveis dividem-se entre micro, pequenas, médias e grandes empresas, de acordo com o número de funcionários. No caso de indústrias considerou microempresas aquelas com até 19 empregados, pequenas as de 20 a 99, médias as de 100 a 499 e grandes com mais de 500. Em se tratando de empresas de comércio e serviços considerou-se as microempresas com até 9 empregados, pequenas de 10 a 49 empregados, médias de 50 a 99 e grande acima de 100 (ABIMOVEL, 2006).

Uma das maiores características das empresas, de micro e pequeno portes, é segundo Gimenez (1990), que sua sobrevivência e crescimento dependem de seu proprietário, é uma extensão da personalidade do dono, da mesma forma, encontram-se diferenças gerenciais entre empresa familiar, com um único proprietário ou com vários sócios. Outras características são os sistemas informais de controle; o pequeno número de promoções, sem potencial para desenvolvimento de mão-de-obra; controle limitado do ambiente e recursos limitados para monitorá-lo; capacidade limitada de obter capital e tecnologia de processo limitada.

Uma pesquisa realizada pelo SEBRAE<sup>1</sup>, em novembro de 1990, com 992 empresas de diversos setores e porte, divididos em 55% microempresas; 33% de

---

<sup>1</sup> Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) é uma entidade privada sem fins lucrativos que tem como missão promover a competitividade e o desenvolvimento sustentável dos empreendimentos micro e pequeno porte. A instituição foi criada em 1972, como resultado de iniciativas pioneiras que tinham como foco estimular o empreendedorismo no país.

pequenas; 11% de médias e 1% de grandes, demonstrou algumas características relevantes para se entender o perfil das micros e pequenas empresas que este trabalho aborda.

Foram extraídos alguns dados dessa pesquisa que se relacionam com a Saúde e Segurança dos Trabalhadores. São eles: 61% das empresas não realizam treinamentos com funcionários; 31% treinam os funcionários no processo de trabalho; 8% há treinamentos por instituições ou por clientes/fornecedores; 67% concedem benefícios de transporte; 26% de Alimentação; 13% Plano de Saúde; 10% Seguro de Vida, 27% incentivos/prêmios por produtividade; 25% programa investimentos; 50% recolhem informações sobre processos produtivos e tecnologia.

Vandrame (2008) diz que quando o assunto é segurança e saúde no trabalho, as pequenas e médias empresas se mostram vulneráveis, muitas se limitam a uma prevenção de “fachada” para atender unicamente a fiscalização. Seus proprietários tratam a questão como despesa e não investimento.

Os trabalhadores estão expostos a vários riscos, sejam eles, riscos químicos, físicos, ergonômicos, acidentes, dentre outros, que afetam a sua integridade física e psicológica. Investir em Segurança e Saúde buscando a eliminação do risco e quando não possível, adotar medidas de controle ou prevenção, torna o ambiente mais saudável evitando insatisfações, desconforto e a ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais.

O ruído é um deles e está presente na operação de diversos equipamentos e é um dos principais causadores de perda auditiva.

Segundo Bistafa (2006), quando o ruído é intenso e a sua exposição é contínua ocorre uma lesão denominada de Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) e é extremamente comum em diversos ramos de atividades. A exposição a ruídos elevados pode causar danos irreversíveis a audição.

O autor define ruído como um som sem harmonia, som indesejável e em níveis elevados podem causar além da perda da audição, o aumento da pressão arterial (efeitos fisiológicos), incômodos (efeitos psicológicos), perturbação do sono, stress, tensão, queda de desempenho, interferência com a comunicação oral, que por sua vez provoca irritação.

Segundo a Organização Internacional do Trabalho - OIT (1993), estima-se que existem aproximadamente 140.000.000 de pessoas em todo o mundo, expostas a níveis perigosos de ruídos no ambiente ocupacional causando sérias consequências à saúde. No Brasil não há estimativa do número de pessoas expostas a ruído excessivo nos ambientes de trabalho. (*EST – 501/ST08, 2008*)

## 1.1 OBJETIVO

O trabalho tem por objetivo analisar e propor alternativas para atenuar o ruído no ambiente de trabalho em estudo, para que os trabalhadores executem suas atividades em um ambiente de trabalho saudável e não necessitem utilizar o protetor auricular. Atendendo, assim, aos limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente, da Norma Regulamentadora NR15 do manual de legislação de Segurança e Medicina do Trabalho, LEI nº 6514, de dezembro de 1977.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Considerando os danos causados pela exposição ao ruído em níveis elevados, faz-se necessário tomar medidas no sentido de reduzir a intensidade da pressão sonora no ambiente de trabalho. A maneira mais frequente de solucionar o problema é o fornecimento de protetores auriculares para os trabalhadores, no entanto o mais correto é atuar no ambiente de trabalho reduzindo o nível de ruído na fonte, como forma preventiva.

O Comitê Misto OIT/OMS (Genebra, 1957) estabeleceu:

Manter o mais alto grau de bem estar físico, mental e social dos trabalhadores em todas as ocupações; prevenir todo o prejuízo causado a saúde dos trabalhadores pelas condições do seu trabalho; proteger os trabalhadores, no seu ambiente de trabalho contra os riscos causados por agentes nocivos a saúde; colocar e manter o trabalhador em uma função que convenha as suas aptidões fisiológicas e psicológicas e adaptar o trabalho ao homem e cada homem ao seu trabalho. (FUNDACENTRO, s.d.).

Sabendo da vulnerabilidade das micro pequenas e médias empresas e por termos acesso ao desenvolvimento do trabalho por um dos integrantes do grupo, optamos avaliar uma empresa de pequeno porte do ramo de móveis.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 RUÍDO

A produção de móveis envolve etapas com muitos riscos inerentes a estas no ambiente de trabalho, desde riscos mecânicos (cortes, impactos, etc.), químicos (solventes e poeira orgânica), ergonômicos (posturas inadequadas, esforços físicos, levantamento e transporte manual de peso) e os físicos (ruído).

Chiavenato (1999) destaca, em seus estudos, que Taylor e seus seguidores defendiam, não apenas, que as questões salariais e o método de trabalho influenciavam na eficiência do trabalhador, mas também, que as condições de trabalho influenciavam neste sentido. As situações mais críticas, segundo o autor, residiam na adequação das ferramentas de trabalho, do layout das máquinas e equipamentos, o ambiente físico (iluminação, ruído, calor, etc) e os equipamentos especiais para reduzir movimentos desnecessários.

Ainda segundo o autor, com a Administração Científica o ambiente de trabalho passa a ser valorizado, mas com uma ressalva, não em função da melhoria das condições para as pessoas, mas porque era considerado fundamental para a melhoria da produtividade do trabalhador.

Segundo o Laboratório de Ruídos Industriais (LARI), as condições ambientais (ruído, iluminação, calor, vibrações) desfavoráveis são uma grande fonte de tensão para o trabalhador, causando desconforto e aumentando o risco de acidentes e doenças profissionais. Essa afirmação, de IIDA (1990), vem acompanhada da recomendação de que se conheça e acompanhe estas condições buscando minimizar seus efeitos sobre a saúde do trabalhador, eliminando os causadores ou inibindo sua atuação. Esta preocupação se constata nos encontros e documentos abaixo mencionados.

- 2ª conferência preparatória que foi realizada na cidade de Nova York, nos dias 02 a 03/04/1992, (secção I, cap. 5, Agenda 21, documento Alconf. I5I/PC/IOO/Add.5): “Até o ano 2000, todos os países devem incorporar considerações sobre Saúde Ambiental, avaliando o impacto de poluição, no seu plano de desenvolvimento”. A Poluição Sonora é um dos mais importantes fatores que afetam a saúde e o comportamento humano. São necessários conhecimento e tecnologia para o monitoramento, avaliação e controle de ruído. As soluções precisam ser viáveis e econômicas para que se proteja os trabalhadores no ambiente de trabalho.

- Convenção (I48-I): Organização Internacional do Trabalho (Genebra 2010611977). Os trabalhadores devem ter a proteção no ambiente de trabalho contra Ruído e Vibrações.

- Organização Mundial da Saúde WHO: 12 - Critério de Ruído (fev. 1977). O ruído pode perturbar o homem no trabalho, na comunicação, nas horas de lazer e descanso e pode também destruir o sistema auditivo e provocar reações psicológicas, fisiológicas e até patológicas.

- Carta da Terra Mundial: O homem é o centro envolvido pelo ambiente e desenvolvimento. O homem deve ter saúde e bem estar no ambiente onde vive.

- Resolução CONAMA 001 e 002; /IBAMA - Brasil - Programa de silêncio, Diário Oficial da União de 07108190, seção 1. Conforto acústico em comunidades baseado nas normas NBR 10151 e 10152 (similares à ISO RI966).

Com base nestes cinco documentos citados, em nível internacional e nacional, pode-se observar que é inevitável considerar a POLUIÇÃO SONORA como um inimigo invisível do homem por causa dos seguintes efeitos:

- Destruição do sistema auditivo, com surdez permanente e irreversível;
- Interferência na comunicação verbal e problemas com segurança;
- Distúrbios no sono e descanso;
- Distúrbios psicológicos.

O LARI afirma que algumas estatísticas mostram que cerca de 40% dos trabalhadores empregados na indústria brasileira têm perda permanente (irreversível) de audição, apesar da utilização de protetores e, observa-se também,

que mais de 40% estão, gradativamente, adquirindo perda temporária que, após anos de exposição, se torna permanente. O número de processos e os pedidos de aposentadoria, causados por ruído nos trabalhadores da indústria e rurais, é alarmante.

### 2.1.1 CRITÉRIOS TÉCNICOS E LEGAIS SOBRE RUÍDO

O ruído pode ser definido como a energia transmitida por vibrações no ar ou em outros materiais provocando pressão no aparelho auditivo do ser humano. Diferencia-se do som porque este, normalmente, denota uma sensação de prazer, enquanto que o ruído ou barulho, provoca uma sensação de desconforto ou de agressão à audição (GONÇALVES, 1995).

De acordo com Regazzi *et al* (2005), as alterações com relação às exigências jurídicas e técnicas, sobretudo, no que diz respeito às avaliações do ruído ocupacional, vem mudando, nos últimos anos, no Brasil.

Os autores afirmam que as novas leis, instruções normativas e ordens de serviços, relativas a esse assunto, têm aproximado os dois Ministérios que regulamentam a matéria: Ministério do Trabalho e Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS-INSS).

As Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho - NR, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas públicas e privadas e, também, pelos órgãos públicos da administração direta e indireta e os órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário que, contenham em seus quadros, empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (Lei 6.514 regulamentada pela portaria 3.214).

A Previdência Social é de responsabilidade do MPAS. Constitui-se no seguro social para a pessoa que contribui, tendo o objetivo de reconhecer e conceder os direitos de seus segurados. A renda transferida pela Previdência Social substitui a



renda do trabalhador contribuinte, no caso da perda de capacidade para trabalho, seja por doença, invalidez, idade avançada, morte e desemprego involuntário, maternidade e reclusão (REGAZZI *et al*, 2005)

Conforme o Art. 202; inciso II, da Constituição Federal de 1988 o benefício por tempo de serviço era concedido ao trabalhador que “exercia” atividades insalubres, penosas ou perigosas. A partir de março de 1995, através da Lei 9.032 que modificou o Art. 57 da Lei 8.213/91, foi instituído um novo conceito para aposentadoria especial, onde se corrige algumas interpretações do texto da Constituição. O enquadramento como atividade especial, a partir de 1995, passou a reger, apenas, as atividades ou operações que expõem os trabalhadores a agentes insalubres, o que acarretou em um aumento da fiscalização nas empresas, com intuito de comprovar as informações fornecidas ao INSS (REGAZZI *et al*, 2005).

Os autores afirmam que, as atividades insalubres são, agora, definidas de acordo com a presença de determinados agentes: biológicos, físicos e químicos, no ambiente de trabalho, ou pelos seus limites de tolerância. Então, para se concluir que determinada atividade é insalubre ou não, deve-se, em um primeiro momento, estabelecer o que se quer atender: aos requisitos do MTE ou aos do MPAS, pois o que é insalubre para o MTE não é, necessariamente, considerado insalubre para o MPAS e, vice-versa.

No que diz respeito ao ruído, nos treze últimos anos, o INSS alterou, três vezes os limites denominados insalubres: de 80 dB (A) até 1997, passando para 90 dB (A) e, agora, para 85 dB (A), pela Instrução Normativa 99 do INSS de 2004.

Segundo Regazzi *et al* (2005), a partir de 1999, pelo Decreto 3.048/99, o INSS, além de arrecadar ao SAT (Seguro de Acidente de Trabalho) a alíquota de 1%, 2% a 3% de acordo com o grau de risco da empresa, passou a arrecadar, através de um documento denominado GFIP, a alíquota aplicada entre 6%, 9% e 12%, tendo como base para o cálculo, o salário dos trabalhadores expostos aos agentes insalubres.

Após essas modificações, o agente ruído transforma-se no foco de atenção do INSS, em especial, nos procedimentos e os parâmetros que devem ser adotados para se efetuar as medições, recomendando a metodologia pertinente à análise da exposição do trabalhador e as medidas de controle que devem ser empregadas (REGAZZI *et al*, 2005).

Para Espíndola (2004), os ruídos intensos e contínuos podem determinar alterações degenerativas do aparelho auditivo, causando uma surdez progressiva. Sounis (1991) afirma que os ruídos superiores a 100 decibéis, são maléficos e, portanto, exigem medidas de proteção especiais. Além de favorecerem o aumento dos erros cometidos, acarretam distúrbios psicossomáticos e do nervo auditivo. Os ruídos superiores a 150 dB (A) são intoleráveis para o ouvido humano.

Migliaccio Filho (1994) ressalta que a Organização Internacional do Trabalho – OIT tem como objetivos, dentre outros, a elevação dos níveis e a proteção da vida e da saúde dos trabalhadores em todas as funções. Os princípios difundidos pela OIT, então, estimulam a melhoria das condições e do ambiente de trabalho, em função do bem-estar de todos na empresa.

O Brasil confirmou algumas convenções da OIT que visam à saúde e à segurança do trabalhador. Destaca-se a convenção nº 148, que tem como objetivo, restringir os riscos à saúde em ambientes de trabalho, por contaminação do ar, ruídos e vibrações; a convenção nº 155, que se refere à segurança e à saúde do trabalhador e a convenção nº 161, que discorre sobre os serviços de saúde no trabalho (ESPÍNDOLA, 2004).

A Autora afirma que, na disciplina dos riscos provenientes do ruído no ambiente de trabalho, destaca-se, então, a Convenção nº 148, aprovada pelo Decreto Legislativo 56/81, ratificada em 14 de janeiro de 1982, entrando em vigor em janeiro de 1983, para, finalmente, ser promulgada pelo Decreto 93.413/86.

Dentre os vários princípios constantes do texto, a convenção confirma a tendência moderna de eliminação do risco, ao invés de sua neutralização, devendo os equipamentos, de proteção individual, serem utilizados como último recurso na impossibilidade de eliminação técnica do risco. Trata-se de uma postura preventiva em relação ao dano (OLIVEIRA, 2002).

O que se diz sobre a obrigatoriedade de salvaguardar o trabalhador do risco, da doença profissional e dos acidentes, melhorando as condições de saúde no trabalho, tem seu fundamento no dever de proteger a vida, a integridade física e a saúde de toda pessoa. Entra-se na órbita dos direitos-deveres de caráter fundamental. Esse dever ético, incorporado ao ordenamento jurídico brasileiro pela

Constituição Federal de 1988, tem para todos, caráter de obrigação. (ESPÍNDOLA, 2004).

A Constituição Federal de 1988 (CF/88) coloca a dignidade da pessoa humana e o valor social do trabalho como Princípios Fundamentais (artigo 1º, incisos III e IV), considera a saúde e o trabalho como direitos sociais (artigo 6º, caput) e consagra ainda trinta e quatro incisos em seu artigo 7º dedicados aos direitos dos trabalhadores. Determina o direito, de todos, ao meio ambiente equilibrado (art.225, caput) e como parte deste, o ambiente do trabalho. (BRASIL, 1998).

A saúde do trabalhador passou a ter uma nova definição e um novo delineamento a partir do advento da CF/88, com a sua inclusão expressa enquanto área de competência da própria saúde e a instituição do Sistema Único de Saúde. Especificamente, no que se refere aos riscos à saúde, encontra-se no artigo 7º, inciso XXII e no artigo 196, a tendência de redução e prevenção dos riscos por meio de normas de saúde, higiene e segurança. (ESPÍNDOLA, 2004).

Desta forma, a CF/88 está de acordo com a nova concepção de saúde proposta pela Organização Mundial de Saúde, onde a saúde é vista como um estado completo de bem-estar físico, mental e social e, não somente, a ausência de doença e de enfermidade. Assim, o termo saúde, com relação ao trabalho, abrange não só a ausência de doenças, mas os elementos físicos e mentais que afetam a saúde e estão diretamente relacionados com a segurança e higiene do trabalho (ESPÍNDOLA, 2004).

Castro (2001), explica que muitos são os fatores determinantes da saúde do homem. Para ser considerado saudável, o ser humano precisa de alimentação adequada, lazer, repouso, condições de higiene, saneamento básico, educação, entre outros fatores.

Afirmando a superioridade da dignidade do trabalhador perante à lógica da sociedade capitalista, os direitos humanos que emanam do trabalho devem passar a decidir a economia, inclusive a economia capitalista, e não a economia decidir o trabalho, que é fonte de direitos para o trabalhador (SILVA, 1998).

Em seus artigos 189 a 192, a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) trata da conceituação das atividades insalubres, estabelece o pagamento do adicional de insalubridade e o fornecimento de equipamentos de proteção individual. Em seu

artigo 200, delega ao Ministério do Trabalho a regulação técnica das normas de Medicina e Segurança do Trabalho (BRASIL, 1943).

O Ministério do Trabalho, por sua vez, estabeleceu um conjunto de 33 Normas Técnicas complementares, sendo, que para efeitos desta pesquisa, que trata especificamente do risco à saúde dos trabalhadores expostos ao ruído, as normas mais importantes são a NR-9, que trata de riscos ambientais e a NR-15 abordando as atividades e operações insalubres.

Na proteção jurídica à saúde do trabalhador, a CLT preferiu a monetização do risco, através do pagamento do adicional de insalubridade. Oliveira (2002) ressalta que, com este critério, esperava-se aumentar o salário dos trabalhadores, permitindo uma alimentação melhor, que resultaria em melhores condições de defesa do organismo contra doenças; e ainda, consistiria em um ônus a mais ao empregador, sendo que este procuraria melhorar as condições do ambiente de trabalho para evitar o pagamento. Entretanto, estudos recentes mostraram que, em grande parte dos casos, a alimentação correta não era suficiente para vencer os efeitos da insalubridade. Porém, para os empregadores era extremamente vantajoso continuar o pagamento do adicional pelo risco ao invés de investir na melhora do ambiente de trabalho, muito mais custoso financeiramente (OLIVEIRA, 2002).

Conforme observa Castro (2001), não obstante a preocupação constitucional em dignificar o cidadão brasileiro através do trabalho, pouco se dispõe em relação à proteção de sua saúde, em especial no aspecto preventivo, pois o critério adotado pelo legislador brasileiro é a monetização do risco.

Belinguer (1996) desenvolve a idéia de uma ética da saúde que promova a solidariedade e a equidade, a justa distribuição para todos de condições de bem-estar, pensando no valor intrínseco e único de cada pessoa; destaca que a superação da exclusão representa o desafio moral mais relevante no relacionamento entre ética e saúde.

O autor ainda afirma que, a análise das iniquidades em saúde foi levada a cabo por estudiosos antigos e modernos, mas apenas nos séculos XIX e XX o fenômeno foi amplamente confirmado pelas estatísticas e no fato de que foram tornando-se, sucessivamente, mais claros alguns fatores intermediários pelos quais a inferioridade econômico-social pode traduzir-se em saúde pior. A exposição a

condições ambientais e de trabalho insalubres, instrução insuficiente, pouco acesso à medicina preventiva e curativa e uma menor capacidade de adotar comportamentos mais saudáveis.

Em face destes agravantes, é preciso que se façam melhorias contínuas no ambiente de trabalho, priorizando a eliminação do risco através da extirpação do agente agressivo (OLIVEIRA, 2002).

### 2.1.2 CARACTERIZAÇÃO DO RISCO NO AMBIENTE DE TRABALHO

O trabalhador no desempenho de suas atividades, está sujeito aos riscos ocupacionais em função de sua ocupação, a NR 7 em seu bojo considera como riscos ambientais os físicos, os químicos e os biológicos, existentes no local de trabalho que em função de sua natureza, concentração, ou intensidade e tempo de exposição, sejam capazes de acusar danos à saúde do trabalhador (SÁ, 2007).

O autor afirma que, identificar, qualificar e quantificar os riscos é função do engenheiro de segurança, assessorado pelos técnicos de segurança, bem como os profissionais envolvidos no processo produtivo, estes elementos é que darão a base científica para um programa de implantação das medidas coletivas no ambiente ocupacional.

Os agentes físicos são as diversas formas de energia que possam estar expostos os trabalhadores, tais como ruído, objeto deste trabalho, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes e não ionizantes, ultra som, infra som e outros (SÁ, 2007).

O ruído ocupacional é um agente nocivo observado nos ambientes de trabalho, merece uma consideração especial, tanto pela legislação previdenciária, como pelos profissionais que executam alguma atividade de saúde e segurança no trabalho. A presença do agente nocivo ruído ocupacional pode proporcionar aos indivíduos

expostos benefícios em termos de aposentadoria precoce, dita "especial" (Art. 171 da Instrução Normativa 99 - 5/12/2003). (REGAZZI *et al*, 2005).

Segundo os autores, de acordo com PORTARIA DO INSS de 1977, um dos danos auditivos é a perda auditiva induzida por ruído, também conhecida como "Perda Auditiva por Exposição a Ruído no Trabalho", "Perda Auditiva Ocupacional", "Surdez Profissional" e "Diacusia Ocupacional". A Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional constitui-se em doença profissional de grande prevalência, tendo se difundido a numerosos ramos de atividades.

A perda auditiva induzida por ruído, tem caráter neurossensorial e permanente. O acometimento da audição é insidioso e leva em geral vários anos, a depender da susceptibilidade individual. Outra característica importante é que essa perda é, em geral, bilateral atingindo, inicialmente, as frequências agudas (4000 ou 6000 Hz). O ruído também pode ser considerado um fator de estresse biológico, podendo vir a afetar todo o sistema fisiológico. O efeito ortotóxico do ruído pode ser intensificado quando o trabalhador está exposto concomitantemente a agentes químicos, tais como: os solventes, colas e fármacos ortotóxicos. Ele atua da mesma forma que outros fatores de estresse fazendo com que o organismo responda de uma forma que pode ser prejudicial em longo prazo. Nas últimas décadas, uma série de estudos tem investigado os possíveis efeitos do ruído ocupacional para a saúde humana. O efeito mais estudado é a hipoacusia, porém tem crescido o número de trabalhos científicos focalizando a possível relação entre o ruído ocupacional e a hipertensão arterial. O ruído é considerado o principal responsável pela perda auditiva no meio ambiente de trabalho e também vem sendo acusado de ser um fator de risco para doenças do sistema cardiovascular - hipertensão arterial e doença isquêmica do coração - endócrino, metabólico, gastroduodenal e neurológico. O ruído é considerado um dos problemas mais frequentes e difíceis de eliminar no meio ambiente laboral. O ruído ambiental tem sido relacionado a numerosos efeitos prejudiciais à qualidade da vida humana. Pode-se considerá-lo como o agente nocivo com maior prevalência no meio laboral, sendo peculiar no ramo industrial (SOUZA *et al*, 2001).

### 2.1.3 MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE

O nível de exposição diário ao ruído deve ser mantido abaixo de 80 dB(A). Isto se consegue através do isolamento das fontes de ruído, colocação de barreiras acústicas, aumento da absorção de paredes e tetos, ou diminuindo o tempo de exposição do trabalhador (FUNDACENTRO, 2001).

Em alguns casos, mesmo após a adoção de todas as medidas de prevenção e controle, é possível que seja necessário, ainda, o uso de protetores auditivos. Nesse caso, de acordo com Norma Regulamentadora 6 da Portaria 3214/78, os protetores devem possuir o Certificado de Aprovação (CA) que garante a atenuação adequada e a qualidade de fabricação .

Os postos de trabalho, cujos níveis de exposição diário ao ruído superem os 80 dB(A), devem ser submetidos a intervenções para a redução dos níveis de ruído e, também, devem ser realizados exames médicos (audiometrias) nos trabalhadores expostos a essas condições, para detectar possíveis perdas auditivas (FUNDACENTRO, 2001).

A Portaria 3214 de 08 de julho de 1978, em sua Norma Regulamentadora 15 (NR 15), estabelece os limites de tolerância para a exposição ao ruído e, na NR 17 estabelece o limite para conforto acústico em trabalhos que requeiram um mínimo de concentração mental.

Para reduzir o ruído, é importante lembrar que o som se propaga no ar e nos sólidos sob forma de vibração. A maior parte das fontes sonoras produzem simultaneamente ruídos aéreos e ruídos transmitidos por vibrações de sólidos (FUNDACENTRO, 2001).

As viabilidades técnicas de redução do ruído devem ser buscadas incessantemente, pois normalmente o ruído tem múltiplas causas e todas elas devem ser estudadas e tratadas. (SANTOS *et al* 1996).

As medidas de controle do ruído, essenciais no PCA (Plano de Conservação Auditiva), podem ser resumidas de maneira sucinta a três grupos em conformidade com as soluções propostas.

Pela extensão do tema, afeto à higiene industrial na área de acústica, procurou-se sistematizar um conjunto de medidas e exemplos que possibilita uma introdução às inúmeras alternativas possíveis de controle (SANTOS *et al* 1996).

- INTERVENÇÃO NA FONTE EMISSORA:

Pode ser efetuado com a eliminação ou substituição com máquina mais silenciosa, com modificação no ritmo de funcionamento da máquina e/ou com o aumento da distância e redução da concentração de máquinas

- INTERVENÇÃO SOBRE A PROPAGAÇÃO:

Pode ser efetuado com suportes antivibrantes, enclausuramento integral, enclausuramento parcial, barreiras, silenciadores e/ou tratamento fonoabsorvente.

- INTERVENÇÃO SOBRE O TRABALHADOR:

Pode ser executado com isolamento em cabine silenciosa, redução do tempo de exposição e/ou equipamentos de proteção individual.

#### 2.1.4 ISOLAÇÃO ACÚSTICA

Isolar acusticamente significa impor uma barreira. O coeficiente de isolação será maior quanto menor for o ruído transmitido.

O isolamento acústico será bem sucedido na medida em que cada uma das variáveis a seguir for considerada.



#### 2.1.4.1 INTERVENÇÃO NA FONTE EMISSORA

Consistem basicamente nos seguintes aspectos:

Matos *et al* (1996), afirmam que, para atuar sobre a fonte emissora é importante projetar as plantas industriais e todas as atividades, observando a necessidade de controle do ambiente. Alterar máquinas ou processos produtivos em andamento é mais difícil do que projetar um espaço silencioso, antes de colocá-lo para funcionar.

Para controlar ou reduzir o nível de ruído de aparelhos e equipamentos, podem ser utilizados diversos métodos. Escolher fontes de força e de transferência que possibilitem a regulação da velocidade, contribuindo para que o equipamento se torne mais silencioso; munir de silenciadores as saídas de ar de válvulas pneumáticas; empregar ventiladores mais silenciosos ou dotar de silenciadores os condutores do sistema de ventilação; escolher o tipo adequado de bomba no sistema hidráulico; dotar de silenciadores as entradas dos compressores de ar; instalar motores e transmissões elétricas mais silenciosas; colocar reservatório de óleo resistente (bastante massa), os sistemas hidráulicos; dotar de amortecedores os circuitos hidráulicos; munir os condutores dos sistemas de ventilação de silenciadores objetivando impedir que o ruído se espalhe tornando locais silenciosos em ruidosos; evitar ou reduzir os choques entre os componentes dos equipamentos; reduzir, gradativamente, os movimentos alternativos, nos equipamentos e, se possível, extingui-los; substituir, quando possível, partes metálicas por partes plásticas, mais silenciosas e blindar as partes ruidosas das máquinas, são exemplos desses métodos. (ALFARO *et al*, 2004).

Segundo Matos *et al* (1996), atribui-se muita importância à manutenção e modificação das instalações já constituídas, pois é possível diminuir e até eliminar os ruídos por impacto ou atrito de partes, originados por defeitos ou manutenção inadequada. Nestes casos podem-se tomar medidas simples objetivando-se a diminuição ou eliminação dos ruídos. Manter as engrenagens lubrificadas e em bom estado; diminuir a altura da queda de produtos nos recipientes e contentores; aumentar a rigidez dos contentores e tratá-los acusticamente e amortecer as

colisões utilizando-se de revestimentos de borracha ou plástico de grande resistência a desgaste, são algumas delas.

Para os autores, nos sistemas de transporte de materiais, podem ser tomadas medidas eficazes. A utilização de transportadores de tela, pois geram menos ruído que os de rolo; uma lubrificação bem feita das engrenagens e partes móveis reduz o atrito e evita que ruídos apareçam ou aumentem.

#### 2.1.4.2 INTERVENÇÕES SOBRE A PROPAGAÇÃO

Santos (2002) resume as intervenções sobre a propagação em: blindagem e barreiras, silenciadores, tratamento fonoabsorvente e intervenção sobre o operador.

- **BLINDAGEM E BARREIRAS**

A blindagem é um bom meio de se minimizar o nível de ruído, quando a redução na fonte for impraticável ou insuficiente, recomendando para isso que se utilizem metal na blindagem exterior (chapa metálica, grossa e pesada), material que absorva o som no interior, como a lã de vidro ou de rocha, espuma de poliuretano ou borracha e que se instale, na blindagem, portas de visita fáceis de abrir para facilitar a manutenção.

Em máquinas sem tratamento acústico, os níveis de ruído variam e podem ser elevados; em uma máquina montada sobre um amortecedor de vibração há uma redução dos níveis de ruído na frequência próxima a 200 Hz; a colocação de uma simples barreira diminui o ruído de médias e altas frequências; com a blindagem rígida há uma redução de maior intensidade, começando em frequências mais baixas; já na blindagem com isolamento verifica-se uma grande diminuição dos níveis de ruído, com particular incidência, em altas frequências. Existem, ainda, combinações das intervenções, onde podem ser utilizadas: a blindagem rígida com

montagem da máquina sobre amortecedor de vibração onde, nas frequências baixas, ocorre uma elevada atenuação e, nas altas frequências, a atenuação é semelhante a do caso anterior; no uso da blindagem com isolamento e montagem da máquina sobre amortecedor de vibração, o ruído de frequências menores que 150 Hz desaparece e a atenuação das altas frequências é maior que no caso anterior. Pode, também, ser utilizada a dupla blindagem com isolamento e montagem antivibratória, onde os ruídos de frequências elevadas desaparecem e ocorre uma nova atenuação nas baixas frequências.

A autora afirma que, muitas vezes, é necessário prever uma abertura na blindagem para ventilação. Quando prevista a blindagem com janela e montagem antivibratória, pode-se verificar a grande importância que a janela desempenha na elevação geral dos níveis de ruído das altas frequências e a pequena importância nas baixas frequências. No caso de uma blindagem com janela, com atenuação de ruído e montagem antivibratória, em relação ao caso anterior, as altas frequências sofreram uma elevada atenuação.

- SILENCIADORES

São utilizados para que se evite que o ruído se propague por via aérea. Podem ser de dois tipos: dissipativos ou de ressonância.

Os dissipativos são os que tratam o conduto através de revestimento com materiais porosos fonoabsorventes. Os silenciadores de ressonância o fazem com materiais nos quais o ruído se dissipa através de ressonância (SANTOS, 2002).

- TRATAMENTO FONOABSORVENTE

Matos *et al* (1996), afirmam que quando um ruído incide sobre uma barreira, apenas uma ínfima porção de energia sonora a atravessa. O que resta dessa energia é refletida em um ângulo de incidência ou absorvido, dependendo do coeficiente de absorção que o material do qual a barreira é constituída.

A capacidade de isolamento acústico de uma parede que separa dois ambientes é denominada índice de atenuação e é expresso em decibéis.

Segundo os autores, todas as vezes que a onda sonora encontrar um material poroso, a energia é absorvida. Denominam-se materiais absorventes, os materiais utilizados com esta finalidade e podem absorver de 50 a 90% da energia, de acordo com a frequência. Se existirem muitos materiais absorventes, os níveis de ruído diminuem, regularmente, conforme o coeficiente de absorção desses materiais. Contudo, se o ambiente for constituído por paredes lisas e duras, a absorção será escassa e os níveis de ruído poderão ser os mesmos em todos os pontos da sala.

As prensas mecânicas podem ser dotadas de anteparos feitos de vidro, com espessura de 6 mm, permitindo que o operador visualize o local onde está trabalhando, porém refletem o ruído produzido em sua operação, especialmente ao se utilizar o ar comprimido para extração de resíduos. Podem-se alcançar reduções de até 10 dB, nestes casos. (SANTOS, 2002)

Nas estações de trabalho em que o teto, paredes e o piso são revestidos de materiais rígidos, os sons são quase todos refletidos para o interior do ambiente quando atingem estas superfícies.

Para Matos *et al* (1996), o nível do ruído do ambiente decresce, rapidamente, quando se afasta da máquina, mas a partir de certo ponto permanece constante. O ruído causado pela reverberação e o ruído causado por outras fontes ficam mais altos que o ruído da máquina.

Segundo os autores, para ruídos de banda larga de frequência e superfícies de diferentes áreas e tipos, as características do local podem ser definidas por uma constante chamada "R", que pode ser relacionada de forma relativamente simples com o nível de pressão sonora médio do local e a potência acústica da fonte.

$$R = \frac{a \cdot S}{1 - a}$$

Sendo: "a" é o coeficiente médio de absorção do local e "S" é a área total da superfície.

O coeficiente é definido por:

$$\frac{a_1.S_1 + a_2.S_2 + \dots + a_n.S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

Sendo:  $a_1$ ,  $a_2$  e  $a_n$  são coeficientes de absorção das superfícies  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_n$ .

Se a superfície absorve totalmente o som (não reflete nada) tem um coeficiente de absorção = 1 e se a superfície é totalmente refletiva (não absorve nada) tem o coeficiente = 0.

Para os autores, o ambiente pode melhorar revestindo-se o teto com material de absorção acústica (painéis de lã de rocha) que reduz a reflexão da onda sonora. Assim, a reverberação pode ser reduzida sensivelmente. Outras medidas como: montar tetos e paredes com material altamente absorvente; escolher o material que oferecer maior coeficiente de absorção para o tipo de ruído que se quiser tratar, também contribuem. (ver Tabela I).

A vibração das máquinas e motores pode ter origem ou ser acentuada por um desgaste de suas partes metálicas, por desbalanceamento ou até mesmo por um parafuso frouxo. Mesmo com a máquina em boas condições, ela pode possuir uma vibração significativa. Deve-se, então evitar que a vibração se dissemine pela estrutura da edificação isolando-se as máquinas das vibrações por meio de suportes rígidos e independentes; fixar as máquinas sobre estes suportes de forma que fiquem estáveis utilizando-se elementos elásticos isolantes (placas de borracha ou molas de aço); colocar as máquinas pesadas em cima de fundações especiais, isolando-as da edificação; isolar as superfícies das máquinas das vibrações diminuindo o envio do ruído através das estruturas; procurar isolar os painéis da superfície vibrante da máquina diminuindo a área vibrante e, conseqüentemente, o ruído (SANTOS, 2002).

Tabela 1 - Valores Médios de Coeficientes de Absorção Acústica (Hz)

| MATERIAIS                                                                                | 125  | 250  | 500  | 1.000 | 2.000 | 4.000 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Reboco áspero, cal                                                                       | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03  | 0,04  | 0,07  |
| Reboco liso                                                                              | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02  | 0,03  | 0,06  |
| Superfície de concreto                                                                   | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03  | 0,04  | 0,07  |
| Tapetes de borracha                                                                      | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,12  | 0,03  | 0,10  |
| Taco colado                                                                              | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,12  | 0,10  | 0,17  |
| Tapete de veludo                                                                         | 0,05 | 0,05 | 0,10 | 0,24  | 0,42  | 0,60  |
| Chapa leve de lã de madeira, de 25cm, em parede rígida                                   | 0,04 | 0,13 | 0,52 | 0,75  | 0,61  | 0,72  |
| Feltro de fibra natural de 5mm, diretamente na parede                                    | 0,09 | 0,12 | 0,18 | 0,30  | 0,55  | 0,59  |
| Madeira compensada de 3mm, a 50mm da parede, Espaço vazio                                | 0,25 | 0,34 | 0,18 | 0,10  | 0,10  | 0,06  |
| Lã mineral de 50mm, coberta de papelão denso                                             | 0,74 | 0,54 | 0,36 | 0,32  | 0,30  | 0,17  |
| Caixões de chapa perfurada com chapas de feltro de lã de vidro de 30mm suspensos a 180mm | 0,30 | 0,43 | 0,61 | 0,62  | 0,85  | 0,86  |
| Chapa perfurada, forrada de lã na frente, 40-50mm de espaço vazio                        | 0,01 | 0,03 | 0,10 | 0,16  | 0,17  | 0,20  |
| Terma-Mil espessura 30mm Marca: Acustic-Termic                                           | -    | 0,48 | 0,80 | 1,00  | 0,97  | 0,83  |
| Acustic-Mil espessura 25,4 mm marca Acustic-Termic                                       | -    | 0,24 | 0,65 | 0,87  | 0,99  | 1,03  |
| Art Custic-Mod 60/65 marca: Art Spuma Ltda                                               | 0,24 | 0,77 | 0,63 | 0,67  | 0,71  | 0,83  |
| Eucavid Painele densidade 40kg/m <sup>2</sup> marca Eucatex                              | 0,25 | 0,48 | 0,66 | 0,87  | 0,94  | 0,94  |
| Eucavid Feltro espessura 50mm marca Eucatex                                              | 0,39 | 0,70 | 0,95 | 0,94  | 0,96  | 0,95  |
| Isoacustic marca Eucatex                                                                 | -    | -    | 0,35 | 0,65  | 0,77  | 0,65  |
| Forrovid marca Santa Marina                                                              | 0,57 | 0,81 | 0,64 | 0,66  | 0,43  | 0,25  |
| Therma Kust marca Santa Marina                                                           | 0,20 | 0,62 | 0,99 | 0,64  | 0,43  | 0,27  |
| Pistofibra marca Santa Marina                                                            | 0,08 | 0,30 | 0,67 | 0,90  | 0,94  | -     |
| Mini Sonex 20/35 marca Trorion-IIIbruck                                                  | 0,04 | 0,12 | 0,28 | 0,44  | 0,60  | 0,73  |
| Mini Sonex 35/35 marca Trorion-IIIbruck                                                  | 0,06 | 0,20 | 0,45 | 0,71  | 0,95  | 0,89  |
| Sonex 75 50/75 marca Trorion-IIIbruck                                                    | 0,07 | 0,32 | 0,72 | 0,88  | 0,97  | 1,01  |
| Sonex 75 75/75 marca Trorion-IIIbruck                                                    | 0,13 | 0,53 | 0,90 | 1,07  | 1,07  | 1,00  |
| Sonex 125 50/125 marca Trorion-IIIbruck                                                  | 0,09 | 0,32 | 0,58 | 0,73  | 0,88  | 0,95  |
| Sonex 125 75/125 marca Trorion-IIIbruck                                                  | 0,14 | 0,55 | 0,96 | 1,06  | 1,02  | 1,09  |

\* Estas referências foram obtidas através de catálogo de produtos dos respectivos fabricantes

Fonte: Matos *et al*, (1996).

- INTERVENÇÃO SOBRE O OPERADOR

Para Santos (2002), a intervenção sobre o operador pode ocorrer promovendo-se a redução do tempo de exposição, por meio da redução da jornada, da reorganização do trabalho e do aumento das pausas.

A autora lista como proteção sobre o indivíduo as cabines isolantes, que são locais onde os trabalhadores ficam por intercalados períodos de tempo durante a jornada de trabalho. Esta medida é classificada, também, como barreira ao som, contudo, como interfere em um pequeno número de trabalhadores, somente os operadores das máquinas, geralmente, têm preferência por considerá-la como não sendo coletiva.

Os protetores auriculares, outra medida de proteção, recebem indicações bem específicas; precisam ser bem indicados e suas limitações devem ser conhecidas. Existem vários tipos de protetores auriculares que são indicados conforme o tipo e aplicação que se deseja. (SANTOS, 2002).

Segundo Matos *et al* (1996), os principais tipos são os circumauriculares (conchas) e os de inserção (plug).

#### Protetores circumauriculares - conchas

São formados por duas conchas atenuadoras de ruído posicionadas em torno dos ouvidos e interligadas através de um arco tensor. Devem ter as bordas revestidas de material macio para que o ajuste na região do ouvido seja bom. São indicados para os casos de exposições intermitentes, pois são de fácil remoção e colocação. Não indicados nos casos de exposição contínua, porque a pressão na área circum-auditiva causa grande desconforto, o que faz com que seu uso durante toda a jornada de trabalho, seja pouco provável. Sua atenuação média varia de 20 a 40dB e está concentrada nas frequências médio-altas.

#### Protetores de inserção

São aqueles colocados dentro do canal externo do ouvido. Costumam ser mais confortáveis que os circumauriculares nas exposições mais longas, particularmente, em condições de calor e umidade. Existem três tipos básicos. Os pré-moldados que são fabricados a partir de materiais flexíveis como silicone, PVC e outros. Os feitos

de silicone apresentam maior durabilidade e resistência à deformação e ao endurecimento. Sua atenuação dos níveis de ruído e o conforto variam de acordo com o tamanho e ajuste correto no canal auditivo.

- Protetores descartáveis: São fabricados em espuma de vidro; espuma de baixa expansão ou algodão parafinado. Sua principal vantagem é o conforto, não sendo recomendados para ambientes com freqüentes variações do nível de pressão sonora, pois sua constante remoção e inserção contribuem para que ocorram lesões nos ouvidos, ocasionadas pela presença de sujeira e corpos estranhos. Não é indicado para pessoas que possuam algum tipo de patologia nos ouvidos: externo e médio.

- Protetores tipo moldável: Fabricados com um tipo de silicone, a sua forma final é moldada no próprio canal auditivo. Bem utilizado, oferece atenuação tão boa quanto os outros protetores. Muito utilizado em locais onde as condições de calor e umidade desfavorecem o uso de outros protetores. Os protetores de inserção possuem atenuação média que varia conforme a freqüência do ruído. Para freqüências mais agudas pode ser tão eficaz quanto o protetor tipo concha.

#### Capacete ou Elmo

São indicados para uso em períodos de tempo mínimos e níveis que não ultrapassem a 135 dB.

Sua atenuação média é de até 50 dB. Oferece proteção para todo o crânio e, também, contra a difusão do ruído por via óssea.

Para fins práticos sugere-se considerar valores médios de atenuação (Ver Tabela 2) que embora inferiores aos teóricos são mais condizentes com a realidade.



Tabela 2 - Características e Atenuação Indicativa de Protetores Auditivos

| TIPO DE PROTETORES AURICULARES | CARACTERÍSTICA                                                                               | ATENUAÇÃO* | INCONVENIENTES                                                      |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------|
| INSERÇÃO MULTIUSO              | Disponível em vários tamanhos. Feito de borracha, silicone, plástico ou polímeros expansivos | 15 – 20 dB | Dificuldade de encontrar tamanho exato, dificuldade em manter limpo |
| INSERÇÃO USO DESCARTÁVEL       | Disponível em espuma                                                                         | 10 – 20 dB |                                                                     |
| CONCHA                         | Composto por duas conchas de plástico revestidos por poliuretano e unidos por arco de metal  | 20 – 40 dB | Para ser eficaz precisa ter certo peso e aderir bem à orelha        |

Fonte: Matos et al (1996).

### 2.1.5 ATENUAÇÃO MÉDIA, COM MAIOR EFICÁCIA PARA FREQUÊNCIAS MÉDIO-ALTAS

Para Matos *et al* (1996), é preciso leva em conta a grande variação da real atenuação entre os indivíduos e que na prática a atenuação é sempre menor que a divulgada pelas empresas vendedoras. Em média 10 dB a menos.

Segundo os autores, estudos têm evidenciado também que 10 a 15% dos indivíduos que utilizam protetores tem atenuação abaixo do limite inferior da capacidade de redução dos protetores. Uso errado no posicionamento; manutenção e trocas inadequadas e o tempo efetivo de uso, estão entre as causas mais corriqueiras.

Normalmente, são fornecidos aos trabalhadores protetores de inserção de tamanho errado e conchas que não possuem boa aderência e que se mostram desconfortáveis. Protetores velhos ou sujos diminuem sua eficiência. O tempo de uso durante o trabalho também influencia. Quando indicados deve-se levar em conta sua interferência na compreensão da voz e na percepção de sinais, importantes no

trabalho. Em trabalhadores com audição normal e naqueles com perda de audição grave a utilização de protetores interfere muito pouco na capacidade auditiva, mas para trabalhadores com alterações medias pode acontecer redução da inteligibilidade variando entre 10 e 40%. Interfere na percepção da localização do som, não permitindo, muitas vezes, o reconhecimento de sinais de alarme, causando acidentes de trabalho (MATOS *et al*, 1996).

Segundo os autores, para os trabalhadores normais ou com perda de audição leve o protetor exerce pouca interferência na comunicação; já para os com perda de audição média deve-se avaliar o uso com muita atenção. Se existe a necessidade de perceber sinais acústicos, recomenda-se o uso de protetor com menor atenuação; para os trabalhadores com perda de audição média para grave o uso de protetores é desaconselhável se necessitam perceber sinais acústicos; para quem sofre de déficit auditivo misto ou neurosensorial, superior a 40 dB HTL, é desaconselhável o uso de protetores, caso haja a necessidade de percepção de sinais acústicos ou para os que apresentam um déficit transmissivo superior a 40 dB HTL, o uso de protetor é desnecessário, uma vez que o ruído atinge a porção interna da orelha, atenuado de 40 dB em decorrência da alteração no aparelho de transmissão. Em casos de déficit neurosensorial auditivo superior a 70 dB, o uso de protetores é ineficaz.

Com base nas considerações feitas sobre o uso de protetores, sugere-se que se observem algumas orientações para a utilização deste tipo de Equipamento de Proteção Individual (EPI):

Sua indicação deve integrar o Programa de Conservação Auditiva (PCA), em que o protetor pode ser parte auxiliar e deve-se levar em conta o trabalho desenvolvido e a situação auditiva do indivíduo exposto. Deve ser constituído por materiais inertes, o mais confortável possível e ser indicado para uso em curtos períodos de tempo.

Deve ser permitido ao trabalhador optar entre os tipos de proteção, observando-se as recomendações técnicas.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 PARÂMETROS UTILIZADOS

- Ruído Contínuo e intermitente: Segundo a NR 15 da Portaria 3214, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância, é aquele que não seja ruído de impacto. Devem ser medidos em decibéis(dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando em circuito de compensação “A” e resposta lenta (SLOW).
- Ruído de Impacto: Segundo a NR 15 da Portaria 3214, é aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo, e intervalos superiores a 1 segundo. Devem ser avaliados em decibéis (dB) com medidor de nível de pressão sonora operando em circuito linear e resposta para impacto ou circuito de compensação “C” e resposta rápida (FAST).
- Dose equivalente de ruído ou efeitos combinados: Segundo a NR 15 da Portaria 3214, se durante a jornada de trabalho ocorrerem dois ou mais períodos de exposição a ruídos de diferentes níveis , devem ser considerados seus efeitos combinados, que é calculado pela soma das frações.

Se o resultado exceder a 1 a exposição estará acima do limite de tolerância.

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

$C_n$  = tempo total que o trabalhador fica exposto

$T_n$  = máxima exposição diária permissível a este nível segundo quadro do anexo 1 da NR 15

Segundo Saliba (2008) os efeitos combinados podem ser obtidos com maior precisão utilizando um audiosímetro que indica a dose em percentual onde o limite será excedido se a dose for superior a 100%.

- **Nível equivalente:** Segundo Saliba (2008), nível equivalente é chamado de Leq. Já a NHO 01 da FUNDACENTRO denominasse como Neq e a ACGIH define como média ponderada (TWA). Seu calculo é feito a partir da dose.

O valor do Nível equivalente de Ruído para 8h é obtido pela equação:

$Leq = 16,61 \times \log D + 85$ , fator de duplicação igual a 5 (NR 15)

$Leq = 10 \times \log D + 85$ , fator de duplicação igual a 3 (ACGIH e NHO 01)

- **Nível de Corte:** Saliba (2008) define que é o nível de ruído mínimo considerado no calculo da dose de ruído que normalmente é de 80 dB(A), devido ao nível de ação estabelecido pela NR 9.

- **Nível de exposição Normalizado (NEN):** Segundo NHO 01 da FUNDACENTRO é o nível de exposição convertido para uma jornada padrão de 8h diárias, para fins de comparação com o limite de exposição.

$NEN = NE + 10 \log TE/480 \text{ dB}$ , para  $q=3$

$NEN = NE + 16,61 \log TE/480 \text{ dB}$ , para  $q=5$

- **Grupo Homogêneo de exposição (GHE):** Segundo o anexo da IN nº 1, de 20-12-95, corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de qualquer trabalhador do grupo seja representativo da exposição do restante dos trabalhadores do mesmo grupo.

### 3.2 LIMITES DE TOLERÂNCIA

A NR 15, item 15.1.5 define como limite de tolerância a concentração e intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano a saúde do trabalhador durante sua vida laboral.

A ACGIH (American Conference Governmental Industrial Hygienists) estabelece que o limite de tolerância para ruído não protege todos os trabalhadores dos efeitos adversos da exposição ao ruído. Deve proteger a mediana da população, de forma que a perda auditiva média induzida pelo ruído nas frequências de 500, 1000 e 3000 Hz, após 40 anos de exposição, não exceda a 2dB.

A Norma de Higiene Ocupacional - NHO 01 da FUNDACENTRO descreve como limite de exposição, onde se define um parâmetro de exposição ocupacional que representa condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, sem sofrer efeitos adversos a sua capacidade de ouvir e entender uma conversação normal.

A NR 15, anexo 1 fixa para cada nível de pressão sonora a máxima exposição diária permissível, definindo os limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente conforme tabela a seguir:

Tabela 3 - Limites de Tolerância para Ruídos Contínuo ou Intermitente

| Nível de ruído<br>dB (A) | Máxima<br>exposição diária<br>Permissível (h) | Nível de ruído<br>dB (A) | Máxima<br>exposição diária<br>Permissível (h) |
|--------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|
| 85                       | 8                                             | 96                       | 1.75                                          |
| 86                       | 7                                             | 98                       | 1.25                                          |
| 87                       | 6                                             | 100                      | 1                                             |
| 88                       | 5                                             | 102                      | 0.75                                          |
| 89                       | 4.5                                           | 104                      | 0.58                                          |
| 90                       | 4                                             | 106                      | 0.42                                          |
| 91                       | 3.5                                           | 108                      | 0.33                                          |
| 92                       | 3                                             | 110                      | 0.25                                          |
| 93                       | 2.67                                          | 112                      | 0.17                                          |
| 94                       | 2.25                                          | 114                      | 0.13                                          |
| 95                       | 2                                             | 115                      | 0.12                                          |

**Fonte:** Lei nº 6.514, NR15, Anexo 1 (1977)

Observa-se que a cada aumento de 5 dB (A) o tempo máximo em que o trabalhador poderá se expor cai pela metade.

A ACGIH adota 3 dB, ou seja, a cada aumento de 3 dB(A) o tempo de exposição cai pela metade.

A NR 15, anexo 1, ruído contínuo e intermitente não permite a exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

O limite de tolerância para ruído de impacto conforme NR15, anexo 2, será de 130 dB(LINEAR) para avaliação em medidor de nível de pressão sonora o circuito linear e resposta para impacto, caso não disponha do aparelho com resposta para impacto, o limite será de 120 dB(C) no circuito de compensação "C" com resposta rápida (FAST).

### 3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

São constituídos das seguintes partes:

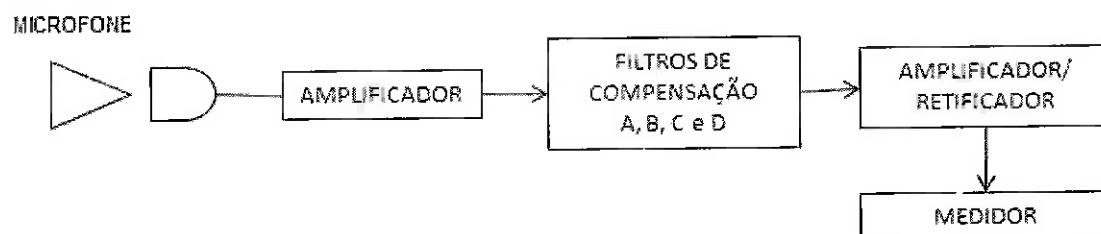


Figura 1 - Partes de Instrumentos de Medição de Ruído

Fonte. SALIBA, T M 4ª edição, 2008.

- Medidores de Nível de Pressão Sonora (NPS):

O autor explica que estes instrumentos são utilizados para medir NPS instantâneo e são chamados de sonômetro ou, popularmente, de decibelímetros. Podem ser do tipo 1, 2 e 3, dependendo da precisão e podem possuir circuitos de compensação A, B, C e D ou somente A e C, ou somente A.

Saliba (2008) ressalta que os instrumentos devem ser configurados de acordo com normas vigentes de avaliação ocupacional de ruído.

- Analisadores de frequência:

Segundo Saliba (2008) podem ser ou não acessórios acoplados aos medidores de NPS para obter o espectro sonoro (NPS x frequência) que é importante na orientação de medidas de controle, uma vez que a definição de espectro sonoro do local ou da máquina permitem, dimensionar os materiais isolantes e absorventes do som.

- Audiosímetro:

Segundo Saliba (2008) é um instrumento importante para a caracterização da exposição ocupacional ao ruído e pode se obter a dose de ruído ou efeito combinado e o nível equivalente ( $L_{eq}$ ). Todos os dados medidos podem ser impressos com histogramas das variações dos níveis de ruído em intervalos previamente fixados durante toda a jornada de trabalho.

O autor pontua que o instrumento deve ser configurado de acordo com as exigências e critérios estabelecidos na NR15, ou seja, jornada de 8h, dose 100% ou 1 para 85 dB(A) e incremento igual a 5.

## 4 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

### 4.1 ANÁLISE DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA FÁBRICA

O foco de estudo é o setor de marcenaria da fábrica. Com o objetivo de expor para a melhor visualização do problema. Segue o fluxograma da fábrica e o lay out do setor de marcenaria.

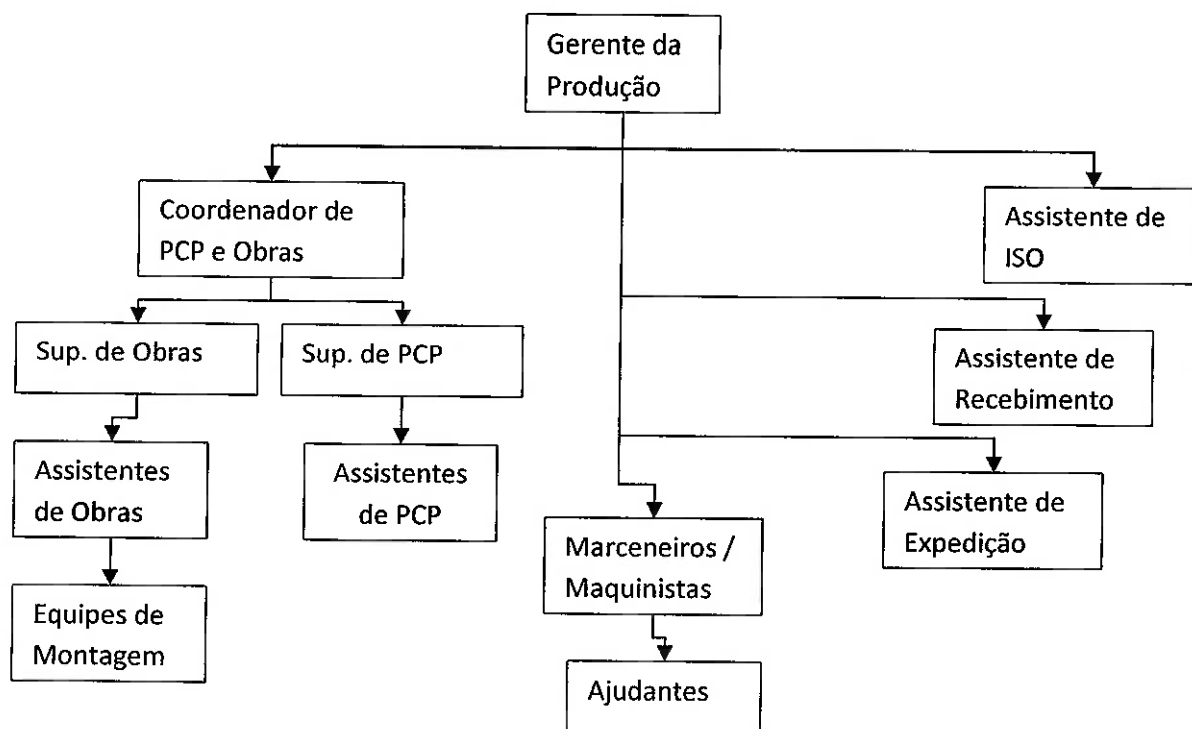


Figura 2 - Fluxograma da Estrutura Organizacional da Fábrica

O setor de marcenaria é composto por seis marceneiros, dois maquinistas, nove ajudantes. Com isso pode-se perceber que 17 funcionários estão expostos a ruído ocupacional. Sendo o foco de estudo.



No setor de maquinas, onde existe o maior nível de ruído, existem dois maquinistas, ou seja, há sempre mais que uma máquina funcionando simultaneamente.

Nos setores de apoio, como por exemplo, a gerencia da produção, PCP e obras não estão expostos a ruídos tão intensos como os funcionários de chão de fábrica.

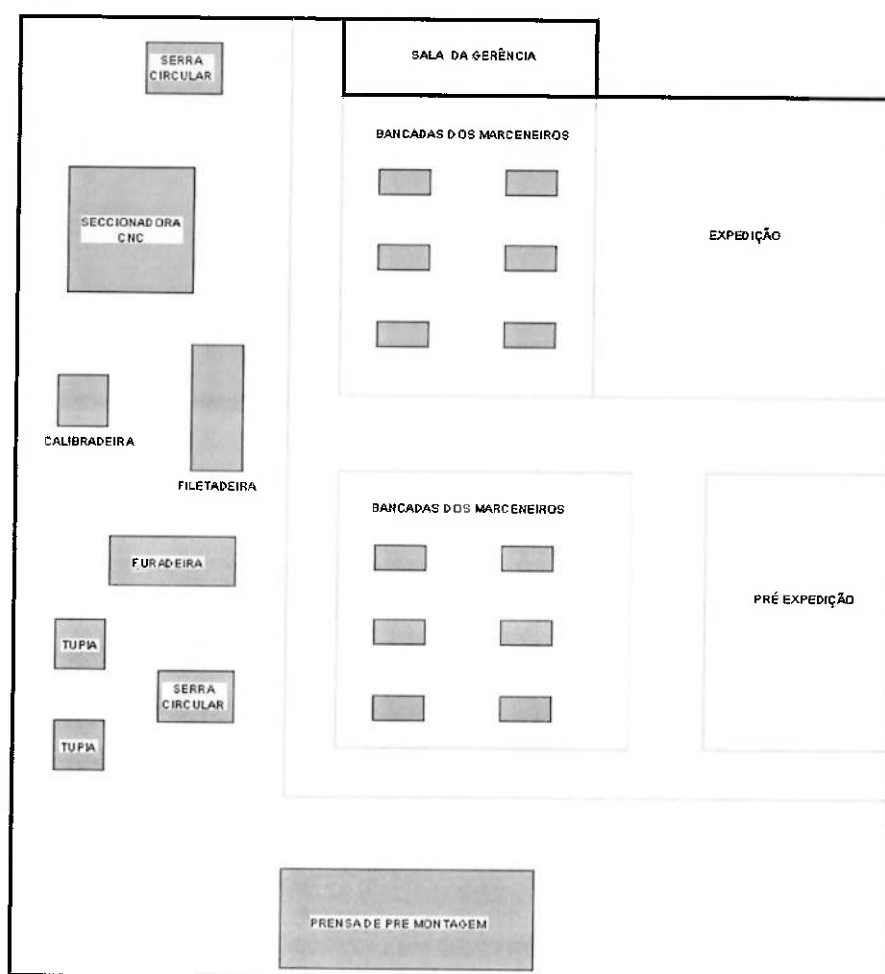


Figura 3 - Layout da Fábrica

Pode-se perceber com o layout da fábrica que o setor de maquinas encontra-se numa área específica da fábrica, mas como não existe nenhum isolamento entre esta área e as bancadas dos marceneiros, local onde é executado o maior volume de serviço e consequentemente o maior número de funcionários, todos os funcionários ficam expostos ao nível de ruído emitido pelas máquinas.

Nas bancadas dos marceneiros, grande parte do trabalho executado não emite um grande nível de ruído, pois este consiste principalmente em formicar as gavetas e fixar gavetas e portas nos armários, mas eventualmente estes utilizam tupias e furadeiras manuais para a execução de produtos especiais.

## 4.2 ÁREA DE ESTUDO

### 4.2.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Segue processo de produção dos armários, que correspondem a 90% do trabalho executado na fábrica, pois é importante lembrar que eventualmente a empresa efetua produtos sob medida.

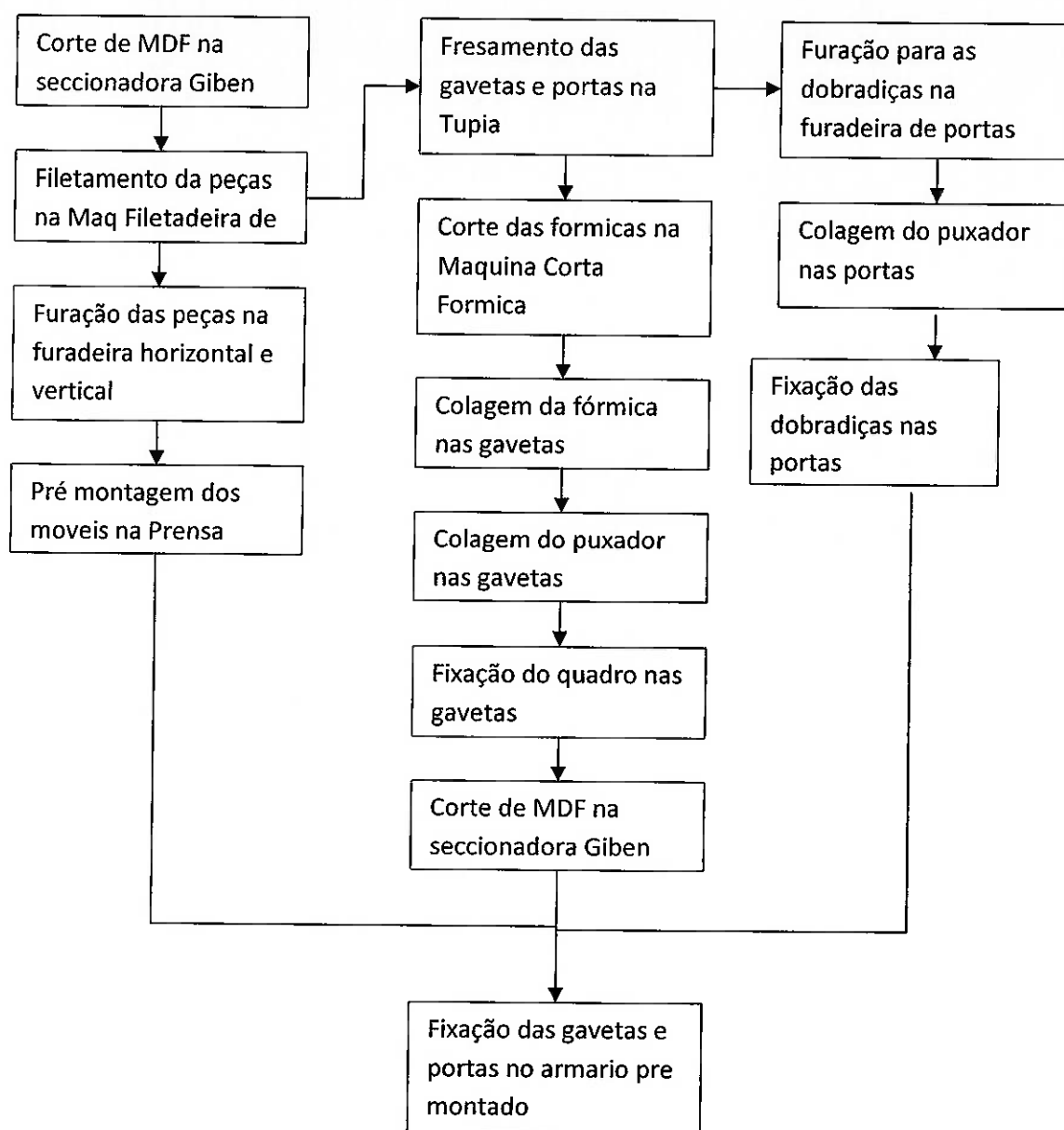


Figura 4 - Processo de Produção

#### 4.2.2 MÁQUINAS

Atualmente existem no mercado muitas diretrizes do ramo de marcenaria, como por exemplo, armários de madeira maciça, mobiliário de cozinha e residenciais. Cada ramo exige diferentes equipamentos e maquinas na linha de produção.

Como o estudo foi executado em uma empresa de marcenaria especializada em mobiliário de laboratório, apresentam-se as máquinas mais importantes aplicáveis a este ramo, com o intuito de prover um maior entendimento da área de estudo de nosso trabalho.

- Seccionadora automática

A seccionadora automática tem uma linha de corté com carregamento manual, com a finalidade de cortar painéis únicos ou pacotes de madeira, aglomerado, laminados plásticos e materiais afins.



Figura 5 - Seccionadora Automática

Esta máquina é provida de um computador onde o usuário alimenta os dados referente as peças desejadas, como largura, comprimento, espessura, velocidade de corte e outros. O software da máquina calcula o melhor plano de corte a fim de economizar ao máximo a matéria prima.



Figura 6 - Computador da Seccionadora Automática

- Furadeira múltipla

A furadeira múltipla efetua furos de topo e nas laterais das peças.

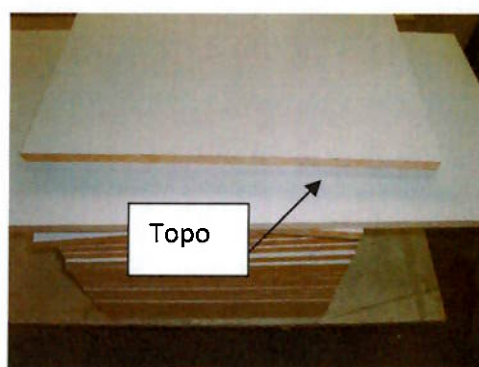
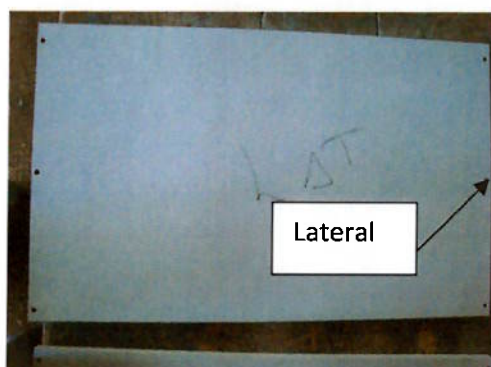


Figura 7 - Vista de topo e de lateral das peças de mobiliário

Antes de efetuar a furação o usuário deve efetuar o ajuste da máquina (ajustar as posições das brocas nos suportes adequados e na guia da máquina) logo este terá uma alta capacidade de produção, pois ela pode ser alimentada pela frente e o produto final retirado por trás.



Figura 8 - Furadeira Múltipla

- Tupia

A tupia é provida de uma fresa que pode ter diversos formatos assim esta é utilizada para abrir canais ou efetuar acabamentos arredondados no topo das peças.

O usuário pode ainda utilizar o avanço automático onde o operador coloca a matéria prima de um lado e o avanço é executado com uma velocidade constante, proporcionando assim um melhor acabamento.



Figura 9 - Tupia

Na empresa a tupia é utilizada principalmente para a abertura do canal onde são encaixados os puxadores das gavetas e das portas.



Figura 10 - Peça Tupiada para Encaixar o Puxador da Gaveta

- Serra Circular

A serra manual tem a mesma função da seccionadora automática, mas é mais utilizada para serviços rápidos, pois não necessita de ajuste prévio, como por exemplo a alimentação do software do Controle Numérico Computadorizado (CNC).



Figura 11 - Serra Circular

- Filetadeira

A filetadeira tem a finalidade de efetuar o acabamento de topo nas peças aparentes dos móveis.



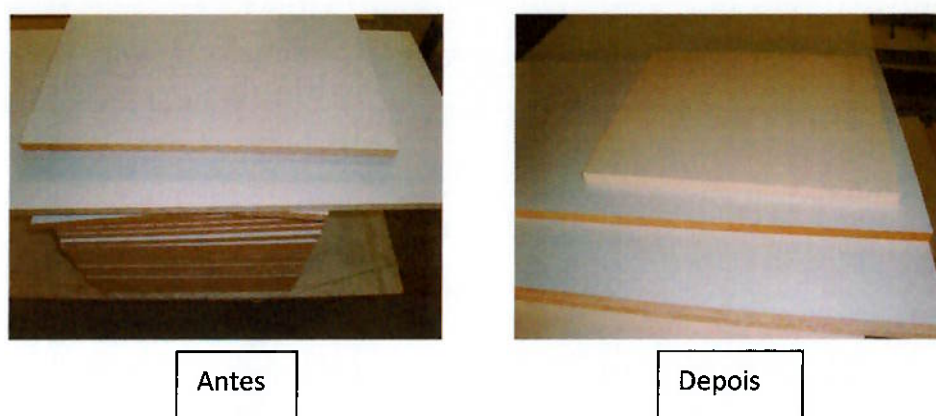


Figura 12 - Acabamento

A colagem da fileteadeira da empresa é efetuada por uma cola granulada que quando aquecida se torna líquida e de alta aderência. Esta máquina deve ser alimentada em uma lateral e o produto sai acabado no extremo oposto. Na passagem são executados os seguintes processos: passagem da cola de contato no topo da madeira, colagem do filete de borda, refilo do filete de borda e limpeza do excedente de cola.



Figura 13 – Fileteadeira

- Calibradeira

A calibradeira é utilizada na marcenaria para ajustar a espessura do Medium Density Fiberboard (MDF), compensado e/ou aglomerado e também para eliminar possíveis empenamentos da matéria prima.





Figura 14 – Calibradeira

A calibração da madeira é efetuada através de uma lixa de interna de alta resistência a abrasão.



Figura 15 - Vista Interna da Calibradeira

#### 4.3 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

Para o desenvolvimento do processo de avaliação da exposição ocupacional seguiu-se orientações da NBR 10151 e da NR15, anexo 1. Foram autorizados pela empresa dois dias para realizarmos as medições.

#### 4.3.1 RECONHECIMENTO DA POPULAÇÃO E DO AMBIENTE DE TRABALHO

A empresa de móveis para laboratório abordada desenvolve a maioria dos componentes que constitui o produto final, a área de marcenaria é uma dentre 5 áreas existentes. Como o trabalho a ser desenvolvido envolve o agente ruído, realizou-se um reconhecimento dos ambientes de trabalho para definir onde o trabalhador está exposto a um nível de ruído elevado durante a jornada de trabalho.

Além da avaliação das áreas, primeiramente procurou-se entender o fluxo do processo produtivo da empresa para identificar os possíveis locais onde possa existir exposição ao ruído e foi verificado o Programa de Prevenção a Riscos Ambientais (PPRA) da empresa.

Após as avaliações foi definida a área de corte da madeira e montagem dos produtos (marcenaria) sendo o objeto de estudo o agente ruído estar presente durante toda a jornada de trabalho em níveis considerados elevados durante a primeira avaliação.



Figura 16 - Foto da Área de Marcenaria 1



Figura 17 - Foto da Área de Marcenaria 2



Figura 18 - Foto da Área de Marcenaria 3

Foi definido como grupo homogêneo cada área da empresa e não cargos, pois existem cargos iguais em outras áreas, ou seja, o cargo ajudante na área de marcenaria e o de ajudante na área de pintura que estão expostos a níveis diferentes de ruído.

Sendo assim, considerou-se a área de marcenaria como um grupo homogêneo, que todos do setor estão expostos de forma semelhante.

Dentro da área de marcenaria existem cargo de maquinista, marceneiro e ajudante onde todos os postos de trabalho são variáveis e o nível de ruído também.

O número de funcionários da área de marcenaria é de 17, sendo 2 maquinistas, 6 marceneiros e 9 ajudantes:

**Maquinista:** Opera todas as máquinas da área, não tem posto fixo e não tem ordem de utilização das máquinas, funciona de acordo com a necessidade do prazo da entrega. Esse cargo recebe protetor auricular para atenuação do ruído.



Figura 19 - Foto de um Maquinista Operando o Maquinário

**Marceneiro:** Trabalha na bancada utilizando apenas máquinas manuais como por exemplo parafusadeira, lixadeira, furadeira. Esse cargo recebe protetor auricular para atenuação do ruído.



Figura 20 - Foto de um Marceneiro trabalhando em sua Bancada

**Ajudante:** Não opera máquinas, tem a função de ajudar os marceneiros e maquinistas na busca materiais e peças no almoxarifado, para levar o produto

acabado para área de expedição final e fazer a limpeza dos locais. Esse cargo recebe protetor auricular para atenuação do ruído.



Figura 21 - Foto de um Ajudante Levando um Armário para a Expedição

O horário de trabalho de todos os funcionários da produção é das 7h as 17h, exceto quando a demanda é grande e há a necessidade de hora extra.

#### 4.3.2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

Após a identificação do grupo homogêneo e da rotina dos trabalhos desenvolvidos passou-se para a etapa de análise do ruído no ambiente de trabalho.

- 1ª ETAPA

Medição instantânea do ruído com a ajuda de um decibelímetro em três pontos da área de armazenagem conforme layout abaixo e seguindo orientações da NBR 10151. Durante a jornada de trabalho foi registrado 5 minutos de ruído, com intervalos de cinco segundos. Utilizando a fórmula foi calculado o Nível de Pressão



Sonora Equivalente Leq e realizado a média aritmética desses resultados. A norma pede que os pontos de medição estejam afastados em no mínimo 0,5m entre si e 1m de superfícies como paredes, pisos, tetos e móveis.

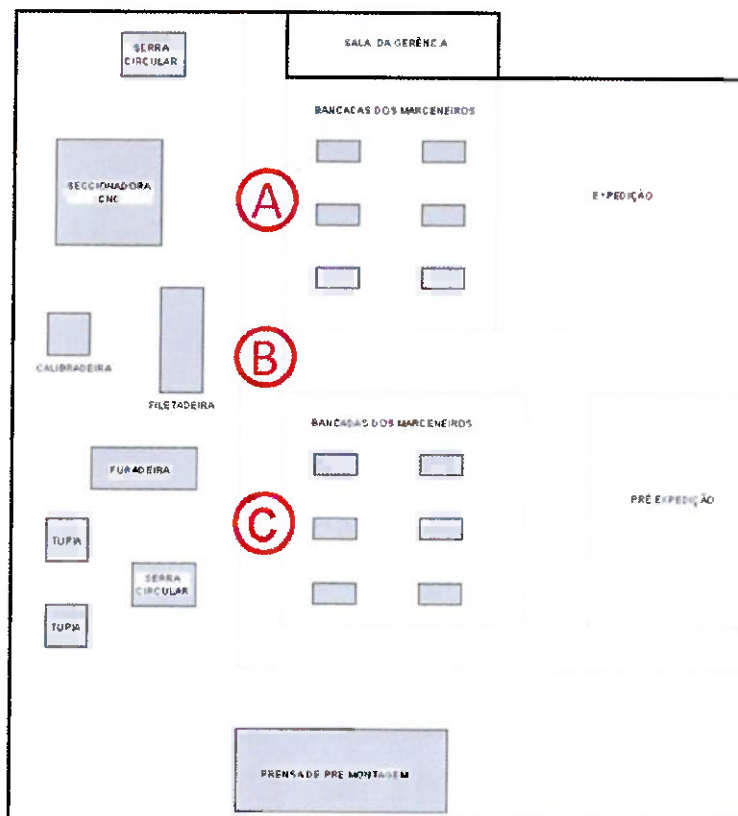


Figura 22 - Pontos de medição com o decibelímetro na Fábrica

## • 2ª ETAPA

Ainda com o decibelímetro identificou-se as fontes potencialmente mais ruidosas, sendo um total de 8 máquinas. Para o início das avaliações desta etapa, definiu-se as outras fontes como ruído de fundo.

Durante a jornada de trabalho executou-se as medições instantâneas das máquinas, uma por vez a 1m de distância. Ao realizar a medição em uma, as outras sete ficaram desligadas.

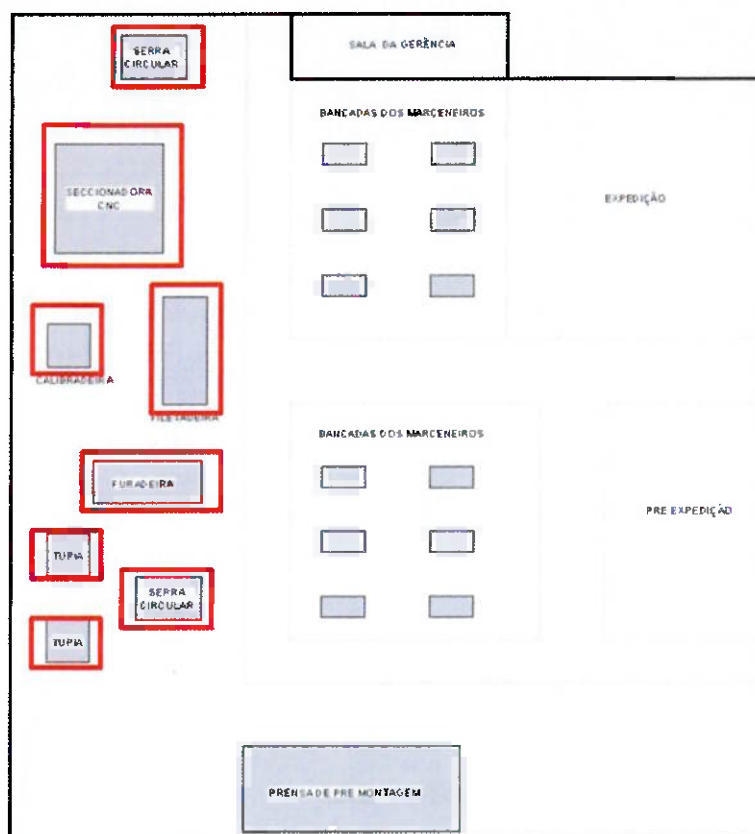


Figura 23 – Medição realizada nas máquinas na área de marcenaria

### • 3ª ETAPA

Como já foi descrito no item 3.2 considerou-se como grupo homogêneo a área de marcenaria, sendo assim, realizou-se as dosimetrias em três colaboradores por aproximadamente 4h em períodos alternados (manhã/tarde) com o instrumento Dosímetro. Apesar de a empresa disponibilizar apenas dois dias para a realização das medições foi possível obter um resultado satisfatório por conhecer bem a rotina de trabalho.

O Aparelho utilizado fornece o resultado da Dose para uma jornada de trabalho de oito horas mesmo que o tempo de medição tenha sido menor.

### 4.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO

Para medição do nível de ruído, utilizou-se:

- DECIBELÍMETRO MODELO DEC 410 da marca INSTRUTHERM.



Figura 24 - Decibelímetro Utilizado nas Medições

Para medições de ruído contínuo ou intermitente utilizou-se o instrumento operando em circuito de compensação “A” e resposta lenta (SLOW). Para medições de ruído de impacto utilizamos instrumento operando em circuito de compensação “C” e resposta rápida (FAST).

- DOSÍMETRO PESSOAL DE RUÍDO COM RS-232 E DATALOGGER MODELO DOS-500 da marca INSTRUTHERM.





Figura 25 - Dosímetro Utilizado nas Medições

Para a dosimetria utilizou-se o aparelho operando no circuito de compensação "A" e modo SLOW, com nível de critério seguindo Anexo 1 da NR15, de  $L_c = 85$ , nível limiar  $L_t=80$  e o fator duplicativo de dose = 5.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 RESULTADOS OBTIDOS

- 1ª ETAPA

| Valores Coletados em<br>A | Valores Coletados em<br>B | Valores Coletados em<br>C |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 80 93 72 86 81 87         | 67 88 81 87 81 87         | 88 93 81 82 88 87         |
| 80 93 67 88 81 91         | 85 91 81 91 83 85         | 90 74 81 82 81 90         |
| 72 88 85 91 83 85         | 88 82 83 85 85 86         | 87 88 87 81 85 87         |
| 79 87 88 82 85 86         | 92 80 80 82 88 88         | 85 88 93 85 87 85         |
| 85 89 89 72 85 87         | 67 80 80 82 90 87         | 85 90 74 87 85 75         |
| 82 88 67 86 85 88         | 81 87 67 85 75 88         | 86 87 67 85 72 91         |
| 88 72 83 74 85 88         | 81 85 83 72 91 88         | 81 85 83 72 91 88         |
| 89 91 84 80 85 90         | 83 85 84 79 87 90         | 85 90 74 87 85 90         |
| 88 83 89 93 85 75         | 85 86 89 93 85 75         | 85 86 89 67 85 75         |
| 87 88 87 74 87 90         | 87 87 87 74 87 90         | 87 87 87 83 72 91         |
| Leq=86,9 dB(A)            | Leq=86,3 dB(A)            | Leq=86,7 dB(A)            |

Tabela 4 - Cálculo do Leq e Levantamento de Valores com Decibelímetro nos Pontos A, B e C

Fórmula utilizada:

$$Leq = 10 \log \left( \frac{\sum 10^n}{N} \right)$$

Sendo,

n = valor obtido na medição dividido por 10

N = o número de medições dentro da somatória

Média Aritimética dos pontos A, B e C = 86,68 dB(A)

- 2ª ETAPA

- 1 Máquina Seccionadora ---- ruído em operação = 88 dB(A)
- 1 Calibradeira ---- ruído em operação = 96 dB(A)

- 2 Tupias ---- ruído em operação = 89 dB(A)
- 2 Serras Circulares de Bancada ---- ruído em operação = 93 dB(A)
- 1 Furadeira ---- ruído em operação = 90 dB(A)
- 1 Filetadeira ---- ruído em operação = 85 dB(A)
- Ruído de Fundo (as 7 máquinas desligadas) entre 69 a 72 dB(A)

Pode-se perceber pelos resultados que o ruído de fundo não influenciou no ruído medido nas fontes, pois a diferença superou 10 dB(A) o que se torna desprezível ao valor obtido.

Considerando a estimativa de tempo de utilização destas máquinas foi realizado o cálculo da DOSE.

Tempo de utilização: Seccionadora 2h / Calibradeira 0,5h / Tupia 1h / Serra circular de bancada 0,5h / Furadeira 1h / Filetadeira 1h / Não utilizadas 2h.

Para completar a jornada de trabalho de 8h, considerou-se o ruído de fundo médio 70 dB(A) no momento que as máquinas não estão sendo utilizadas.

$$DOSE = C1/T1 + C2/T2 + \dots + Cn/Tn$$

$$DOSE = 2/5 + 0,5/1,75 + 1/4,5 + 0,5/2,6 + 1/4 + 1/8 + 2/64$$

$$DOSE = 1,50 \text{ ou } 150\%$$

$$Leq = 16,61 \times \log 1,5 + 85$$

$$Leq = 87,9 \text{ dB(A)}$$

### • 3ª ETAPA

#### Dosimetria

| Função     | Área       | Tempo de exposição | Valor de dose (%) | TWA  |
|------------|------------|--------------------|-------------------|------|
| Ajudante   | Marcenaria | 3h 42min           | 65.4              | 81.9 |
| Marceneiro | Marcenaria | 3h 42min           | 105.9             | 85.4 |
| Maquinista | Marcenaria | 3h 37min           | 120.9             | 86.3 |

A função ajudante obteve a dose menor que 100% ou 1 devido a sua tarefa diária de pegar e levar materiais e peças para o almoxarifado e setor de expedição, que devido a distância o ruído é atenuado, mas devemos lembrar que nem todos os ajudantes recebem essa tarefa se mantendo no período de exposição nas áreas mais ruidosas.

## 5.2 DISCUSSÃO

As medições foram executadas junto as fontes ruidosas para determinar os níveis de ruído gerado por elas e em outros pontos do ambiente, que mesmo não gerando ruído intenso recebem influencia destes equipamentos.

As medições foram satisfatórias, pois o ruído foi superior ao limite estabelecido pela NR15, para uma exposição diária de 8 horas em todas as medições realizadas. A Dose obtida significa que existe risco de dano auditivo aos trabalhadores da área, portanto é necessário adotar medidas de controle visando eliminar ou neutralizar o risco.

## 5.3 PROPOSTAS

A solução adotada pelo grupo é o método de controle na trajetória. O ideal para adoção desta medida é na fase de planejamento, mas como a empresa não adotou isto no principio, estudou-se a forma mais adequada e tecnicamente viável para se desenvolver a proposta.

Após se estudar o layout da fabrica, fluxo da produção, materiais isolantes e absorventes optou-se em isolar a área de máquinas conforme desenho abaixo. Essa proposta não atrapalha a logística da área.

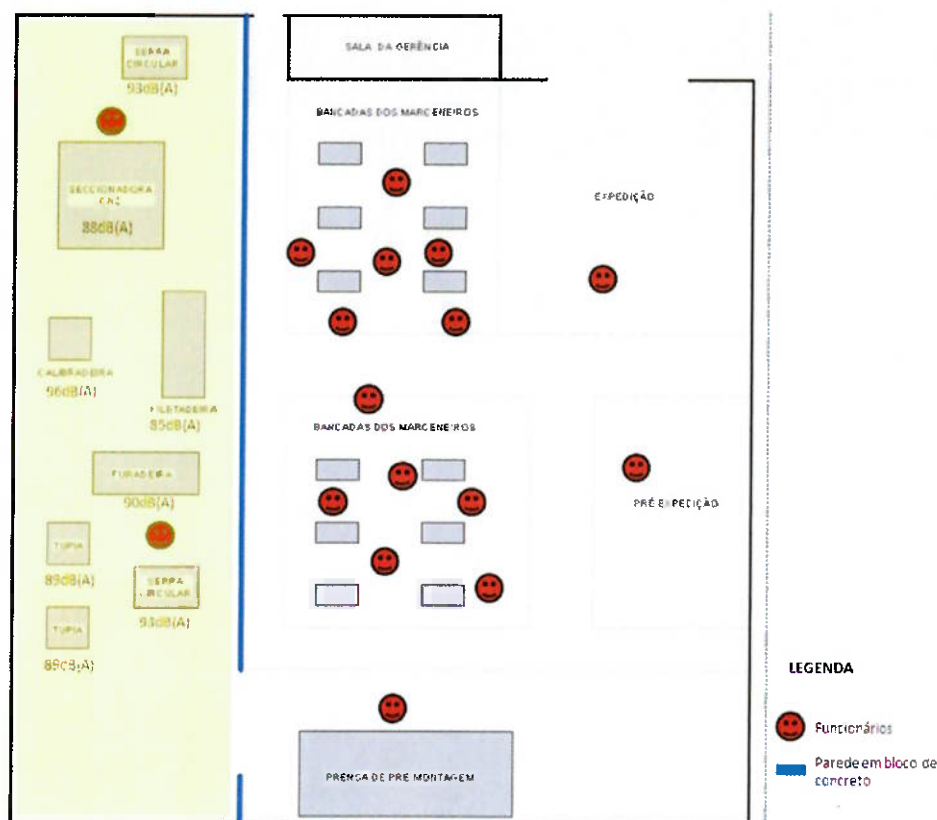


Figura 26 - Layout Proposto

A proposta é construir uma parede em bloco de concreto sem revestimento, com 14 cm de espessura. Assim, o ruído diminuirá consideravelmente nas outras áreas e 90% dos funcionários não precisariam utilizar o protetor auricular tipo concha ou plug.

O bloco de concreto é um bom isolante por ser denso e compacto, podemos verificar no gráfico abaixo, sua capacidade de isolamento sonora.

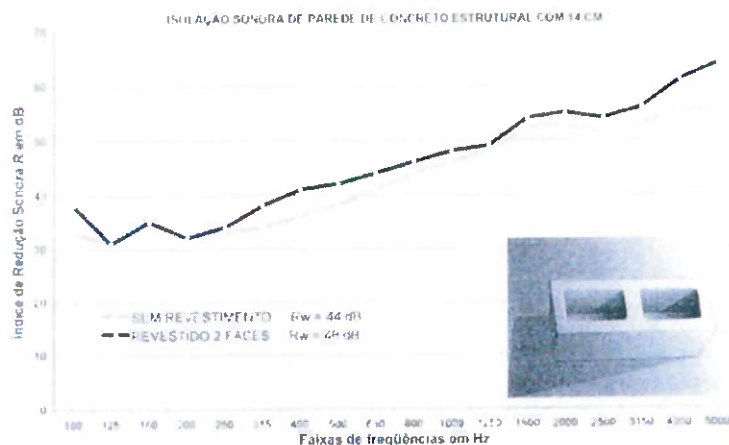


Figura 27 - Isolação Sonora de Parede de Concreto Estrutural com 14 cm.

Fonte: Material fornecido em exercício dado em sala de aula.

Pode-se observar que ele tem um maior desempenho nas altas frequências onde se obtém uma redução de até 57 dB e nas baixas frequências de no mínimo 31 dB para parede em bloco de concreto sem revestimento.

Como não é possível fechá-la totalmente, pois é necessário deixar uma passagem para movimentação de materiais próxima a área de pré-montagem, (ver layout), a área obtida é mais problemática, porém conseguir-se resolver o problema alterando-se o layout e posicionando as máquinas mais ruidosas o mais distante possível da abertura. Uma alternativa que também ajudaria a atenuar o problema, seria a colocação de uma cortina de plástico espesso com lâminas entrelaçadas nesta abertura.

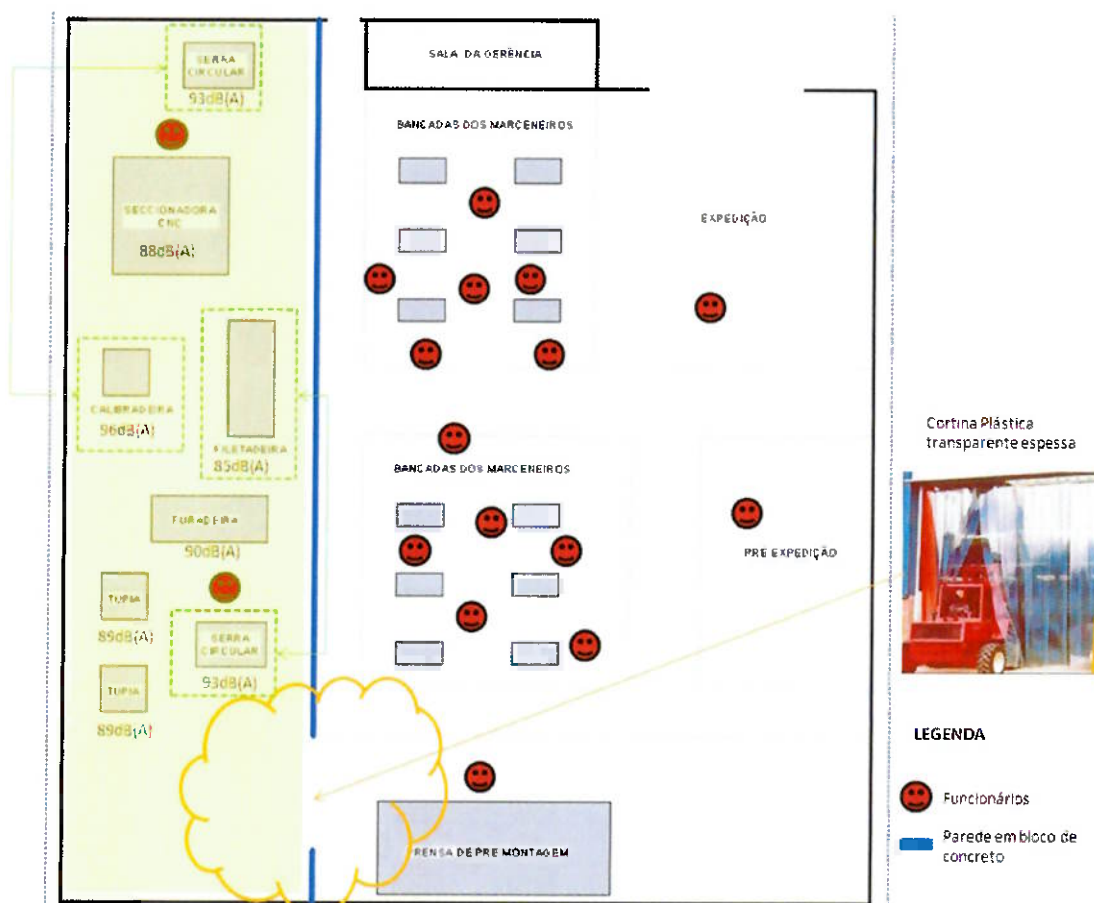


Figura 28 - Opção de Colocação de Cortina Plástica como Complemento para a Proposta

Fala-se em uma redução de 31dB a 57dB com a execução da parede em bloco de concreto sem revestimento, mesmo com essa passagem atende ao objetivo, pois se obteve um ruído médio de aproximadamente 87 dB(A) nas medições, e ao reduzir-se em pelo menos 7dB nas áreas mais próximas a ela, o ruído médio será

de 80 dB(A) com uma dose equivalente a 0,5 ou 50% para uma jornada de trabalho de 8h.

Como a proposta é de fechar a área, pode ocorrer um fenômeno chamado de reverberação, que segundo Tuffi, amplifica o som e aumenta o nível de ruído de uma determinada fonte, sendo necessário o tratamento acústico das superfícies, ou seja, um material absorvente, como lã de vidro ou cortiça para se colocar em uma das faces da parede.

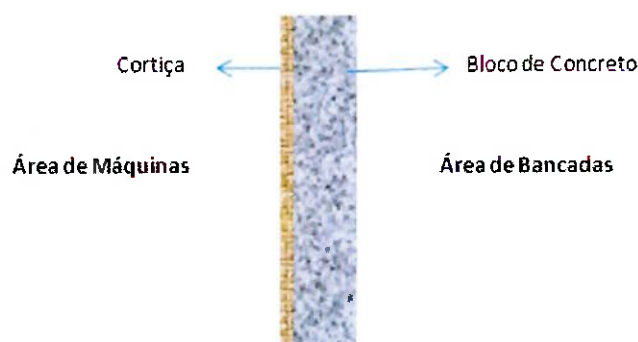


Figura 29 - Opção de Colocação de Cortiça como Complemento para a Solução 1

Outra solução seria o controle na fonte substituindo os equipamentos por outros mais silenciosos que segundo as informações obtidas pelos fabricantes trabalham em torno de 79 a 82 dB. Essa proposta também seria mais viável se fosse adotada na fase do planejamento, pois se pode escolher equipamentos que gerem menores níveis de ruído e organizar o layout.

## 6 CONCLUSÃO

A proposta desenvolvida não terá 100% de êxito, pois o objetivo inicial deste trabalho é propor uma alternativa para que todos os trabalhadores não necessitem utilizar o protetor auricular baseando-se nos limites estabelecidos para ruído na NR 15 - Anexo 1, porém, a previsão é de 90%.

A pretensão é que no mínimo 10% dos trabalhadores expostos ao ruído acima do limite de tolerância, ou seja, os que trabalham diretamente com as máquinas, continuem utilizando os EPI's necessários como proteção.

Os aspectos são positivos com a implantação deste projeto, tanto para o trabalhador como para a empresa.

a) Trabalhador : a eliminação dos protetores auriculares e a diminuição do ruído para o trabalhador é de grande importância para sua saúde, bem como a realização das tarefas com maior conforto.

b) Empresa: custos reduzidos com compras de equipamentos de proteção Individual (EPI). Funcionários com menor índice de stress e com resultados melhores na produção.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMOVEI; **Panorama do setor moveleiro no Brasil**, Agosto de 2006.

ALFARO, A.T. S; ALFARO, J. C.; PEREIRA FILHO. N. A. **Influência do ruído em uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Estadual de Ponta Grossa para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho Departamento de Engenharia Civil. 2004. Disponível em: // <http://www.uepg.br>. Acesso em: 13/10/2008.

BERLINGUER, G. **Ética da saúde**. São Paulo: HUCITEC, 1996.

BISTAFA, S.R. – **Acústica aplicada ao controle do ruído**, São Paulo. Ed. Edgard Blucher, 2006.

BRASIL, Presidência da República. **Consolidação das Leis do Trabalho, Decreto-Lei Nº 5.452** de 1º de maio de 1943.

\_\_\_\_\_; **Portaria do INSS com respeito à perda auditiva por ruído ocupacional**. Diário Oficial nº 131, EDITAL Nº 3, 1997.

CASTRO, F. P. de. **Tendências no tratamento jurídico da saúde do trabalhador**. Revista TRT 15.R, Campinas, n.15, abril/junho 2001.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 5 ed. São Paulo: MacGraw, 1999.

ESPINDOLA, M. Z. B. L.; **A proteção biojurídica do trabalhador brasileiro exposto ao ruído**, 2004. Disponível em: <http://jus2.uol.com.br>. Acesso em 13/10/2007.

EST – 501/ST08. **O Ambiente e as doenças do trabalho / PECE**, 1º ciclo de 2008.

FUNDACENTRO – **Ministério do Trabalho e Emprego**, s.d. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br>. Acesso em: 12/11/2008.

\_\_\_\_\_, **Norma de higiene ocupacional – avaliação da exposição ocupacional ao ruído, NHO 01**, s.d. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br>. Acesso em: 12/11/2008.

GIMENEZ, F.A.P., **Comportamento estratégico na pequena indústria moveleira**. Revista de Administração, 1990. 25(2): p. 3-11.

GONÇALVES, E. A. **Apontamentos técnico-legais de segurança e medicina do trabalho**. 2. ed. São Paulo: LTR, 1995.

LARI – Laboratório de Ruído Industrial; **Protetores auditivos, ensaios, desenvolvimento e pesquisas**, s.d. Disponível em: <http://www.lari.ufsc.br>. Acesso em: 17/10/08.

MIGLIACCIO FILHO, R. **Reflexões sobre o homem e o trabalho**. Revista de administração de empresas, São Paulo, v. 34, n.2, 1994.

NORMA REGULAMENTADORA NR15; **Manual de legislação de segurança e medicina do trabalho**, LEI nº 6514, de dezembro de 1977.

OLIVEIRA, S. G. de. **Proteção jurídica à saúde do trabalhador**. 4. ed. São Paulo: LTR, 2002.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO – OIT (ILO – Internacional Labour Organization); **Convenção N. 148 – contaminação do ar, ruídos e vibrações**. 11 ago. 1983.

REGAZZI, R. D.; SERVILIERI, K. M.; SARTORELLI, E. M.; LIMA, L. B.; FREITAS, E. Q.; BASTOS, D. M. K; **O risco de danos auditivos induzido pelo ruído ambiental, substâncias ototóxicas e o nexos causal**. 2005. Disponível em: <http://www.uepg.br>. Acesso em 12/11/2008.

SÁ, A.; **Medidas de proteção coletiva contra emissões de gases, vapores e particulados ocupacionais**. 2007. Disponível em: <http://www.comunitec.com.br>. Acesso em: 23/10/2008.

SALIBA, Tuffi Messias – **Manual Prático de avaliação e controle do Ruído – PPRA**, 4ª edição, 2008.

SANTOS, U. P.; MATOS, M. P.; MORATA, T.C.; OKAMOTO, V.A.; **Ruídos Riscos e Prevenção**. 2ª ed. Editora Hucitec, São Paulo, 1996.

SOUNIS, E. **Manual de higiene e medicina do trabalho**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991.

SOUZA, N. S. S.; CARVALHO, M. F.; FERNANDES, R. C. P. **Hipertensão arterial entre trabalhadores de petróleo expostos a ruído**. Caderno de Saúde Pública, v.17, n.6, 2001.

VANDRAME, Antonio Carlos – **Entrevista publicada** no site [www.segs.com.br](http://www.segs.com.br) em 5 de maio de 2008. Acesso em: 15/11/2008.