

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETÓRIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

SAULO BOLDRINI GONÇALVES

**ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO EM UMA
SERRARIA MÓVEL NO MUNICÍPIO DE IRATI – PR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA

2013

SAULO BOLDRINI GONÇALVES

**ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO EM UMA
SERRARIA MÓVEL NO MUNICÍPIO DE IRATI – PR**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista no curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Diretoria de Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai.

PONTA GROSSA

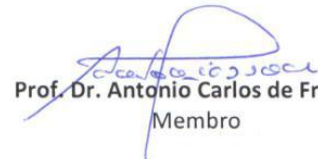
2013




ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Aos dezenove dias do mês de outubro do ano de dois mil e treze, às nove horas e trinta minutos, na sala de treinamentos da DIREC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR); Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski (UTFPR) presidente da banca; Prof. Me. Jeferson José Gomes (UTFPR); Prof. José Carlos Alberto de Pontes (UTFPR) para examinar a monografia, intitulada: "ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO EM UMA SERRARIA MÓVEL NO MUNICÍPIO DE IRATI" de Saulo Boldrini Gonçalves. Após a apresentação, o proponente foi arguido pelos membros da referida Banca, tendo tido a oportunidade de responder a todas as perguntas. Em seguida, esta banca examinadora reuniu-se reservadamente para deliberar, considerando a monografia **APROVADA**, com média 8,5 (oito vírgula cinco) para obtenção do título de **Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho**. A sessão foi encerrada às 9 horas e 30 minutos, sendo a presente assinada pelos participantes desta banca examinadora.


Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski
Presidente


Prof. Dr. Antonio Carlos de Frasson
Membro


Prof. Me. Jeferson José Gomes
Membro


Prof. Dr. José Carlos Alberto de Pontes
Membro

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Aos meus familiares, amigos e namorada, pelo apoio, compreensão e dedicação em todos os sentidos, me incentivando e dando forças para que eu pudesse concluir este curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai, por dar os nortes à este trabalho e por contribuir para a minha formação.

Ao Prof. Dr. Eduardo da Silva Lopes, pela contribuição na coleta dos dados.

Ao Laboratório de Manejo Florestal, na pessoa do Gerente Carlos, que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

À todos que, de alguma forma, me ajudaram, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

GONCALVES, S. B. **Análise da exposição ocupacional ao ruído em uma serraria móvel no município de Irati – PR.** 2013. 48f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

As serrarias são classificadas como empresas de grande risco ocupacional aos seus funcionários, por possuírem atividades que exigiam elevado esforço físico, muitas máquinas de corte, longas jornadas de trabalho, ausência de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) e ambientes insalubres. Um dos principais agentes de insalubridade encontrado nas serrarias é o ruído. A exposição de um trabalhador ao ruído pode causar distúrbios auditivos temporários e permanentes, além de causar aumento do batimento cardíaco, perda de concentração mental e irritabilidade, contribuindo assim para o aumento do índice de acidentes decorrentes do trabalho. Esta pesquisa teve a finalidade de analisar a exposição ocupacional ao ruído em uma serraria móvel de Irati – PR. A mesma foi desenvolvida na forma de um estudo de caso em uma serraria móvel, localizada na Fazenda Elizau Zampieri, distrito de Assungi, a população avaliada foi de três trabalhadores. A serraria era da marca Lucas Mill, pelas atividades desenvolvidas apresentou grau de risco 3. O estudo se dividiu em três etapas: A - abastecimento de toras; B - desdobramento da madeira; e C - Retirada dos produtos. Em cada etapa realizou-se a medição dos níveis de ruído no ambiente de trabalho. A medição era feita durante toda a jornada de trabalho (8hs). Para cada medição foi utilizado o dosímetro da marca TES, modelo TES-1355. Os parâmetros do aparelho foram ajustados conforme a NR-15. Primeiramente foi realizada uma análise dos resultados das medições sem considerar a utilização e atenuação dos equipamentos de proteção auriculares para determinar a insalubridade das áreas. Em seguida, foram verificadas as medidas de proteção adotadas pela empresa e se a insalubridade, caso presente, era neutralizada. Nas etapas B e C verificou-se um alto valor do nível de pressão sonora, com dose acima do limite de tolerância. Justificando a necessidade do uso do EPI no desenvolvimento de suas atividades. Uma das medidas de controle sugeridas é a realização de treinamentos e promover a manutenção periódica dos equipamentos.

Palavras-chave: Risco ocupacional. Agentes de riscos. Equipamentos de Proteção Individual

ABSTRACT

GONCALVES, S. B. **Analysis of occupational exposure to noise at a sawmill in the city of Mobile Irati - PR.** In 2013. 48f. Monograph (Engineering Specialization of Work Safety) - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2013.

The sawmills are classified as large companies occupational risk to their employees, because they have activities that required high physical effort, many cutters, long working hours, lack of PPE (Personal Protective Equipment) and unhealthy environments. One of the main agents found in sawmills is unhealthy noise. The exposure of a worker to noise can cause temporary and permanent hearing disorders and cause increased heart rate, loss of mental concentration and irritability, thereby contributing to the increased rate of accidents resulting from work. This research aimed to examine the occupational noise exposure at a mobile sawmill de Irati - PR. The same has been developed in the form of a case study on a mobile sawmill, located on Farm Elizau Zampieri, Assungi district, the population was assessed three workers. The sawmill was brand Lucas Mill, activities presented by risk level 3. The study was divided into three stages: A - supply of logs; B - split the wood, and C - Removal of products. At each step took place the measurement of noise levels in the workplace. The measurement was made throughout the workday (8am). For each measurement was used dosimeter brand TES, TES-1355 model. The instrument parameters were adjusted according to NR-15. First, an analysis of measurement results without considering the use and attenuation of hearing protection equipment to determine the unsanitary areas. Then checked the protection measures adopted by the company and the unhealthiness, if present, was neutralized. In steps B and C there was a high value of sound pressure level, with dose above the tolerance limit. Justifying the need for the use of EPI in the development of their activities. One of the control measures suggested is to conduct training and promote regular maintenance of equipment.

Keywords: Occupational risk. Risk agents. Personal Protective Equipment

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Escala de ruídos e níveis correspondentes das pressões sonoras	18
Figura 2 - Protetor circum-auricular	25
Figura 3 - Protetor de inserção moldável	26
Figura 4 - Protetor de inserção pré-moldado.....	26
Figura 5 – Fluxograma do processo de produção da serraria móvel	31
Figura 6 - Dosímetro TES-1355	33
Figura 7 - Nível de exposição medido x limite de tolerância pela NR 15.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de pressão sonora e efeitos no homem (OMS, 2000).....	19
Tabela 2 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	28
Tabela 3 - Resultados das medições por dosimetria nas etapas de estudo	34
Tabela 4 - Descrição do protetor auditivo do tipo plug	36
Tabela 5 - Descrição do protetor auditivo do tipo concha	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.1.1 Objetivo Geral.....	10
1.1.2 Objetivos Específicos.....	11
1.2 JUSTIFICATIVAS	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 SERRARIA MÓVEL.....	12
2.2 AUDIÇÃO.....	13
2.2.1 Som e Percepção Auditiva.....	13
2.3 RUÍDO	15
2.3.1 Tipos de Ruído.....	16
2.3.2 Pressão Sonora	16
2.3.3 Intensidade da Pressão Sonora.....	17
2.3.4 Efeitos do Ruído no Organismo	18
2.3.5 Medição de Ruído.....	20
2.3.6 Formas de Redução do Ruído no Ambiente de Trabalho	21
2.3.6.1 Controle na fonte.....	22
2.3.6.2 Controle no meio de propagação ou na trajetória	22
2.3.6.3 Controle no homem.....	22
2.3.6.4 Programas educativos	23
2.4 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI).....	23
2.4.1 Equipamentos Individuais de Proteção Auditiva	24
2.4.1.1 Protetor circum-auricular.....	24
2.4.1.2 Protetor de inserção moldável	25
2.4.1.3 Protetor de inserção pré-moldado.....	26
2.5 LEGISLAÇÃO E NORMAS	27
3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA SERRARIA MÓVEL.....	30
3.2 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA OPERACIONAL DA SERRARIA MÓVEL	30
3.3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	31
3.4 MEDIDAS DE CONTROLE DE RUÍDO ADOTADAS PELA EMPRESA	32
3.5 AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO POR DOSIMETRIA.....	32
4.1 RESULTADOS DA DOSIMETRIA.....	34
4.2 MEDIDAS DE CONTROLE ADOTADAS PELA EMPRESA.....	35
4.2.1 Etapa A	36
4.2.2 Etapa B	36
4.2.3 Etapa C.....	37
4.2.4 Medidas de Controle Sugeridas.....	38
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos as serrarias foram classificadas como empresas de grande risco ocupacional aos seus funcionários, por possuírem atividades que exigiam elevado esforço físico, muitas máquinas de corte, longas jornadas de trabalho, ausência de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) e ambientes insalubres.

Com o avanço da legislação trabalhista e das inovações tecnológicas muitos desses problemas foram resolvidos. As atividades passaram a possuir um maior grau de mecanização diminuindo o trabalho manual; as máquinas adquiriram dispositivos de proteção; a jornada de trabalho tiveram uma diminuição substancial; houve uma maior aquisição de EPI's dentro da indústria. Essas medidas promoveram um ambiente de trabalho mais saudável.

Mas esse ambiente não está livre dos riscos ocupacionais. O ruído em excesso é um fator de risco muito encontrado nas serrarias, devido ao atrito gerado pelo contato das máquinas de serra circular com a madeira. O que agrava esse risco é a falta de conscientização dos trabalhadores da importância de se usar os EPI's de forma correta e contínua. Existe também a necessidade de verificar a qualidade dos EPI's adquiridos e se os mesmo são eficientes na eliminação dos riscos ocupacionais.

A exposição de um trabalhador ao ruído pode causar distúrbios auditivos temporários e permanentes, além de causar aumento do batimento cardíaco, perda de concentração mental e irritabilidade, contribuindo assim para o aumento do índice de acidentes decorrentes do trabalho.

Dessa forma, o presente trabalho visa analisar a exposição ocupacional aos níveis de ruído encontrados nas atividades dentro de uma serraria móvel no município de Irati - PR, descrevendo ações a serem tomadas para minimização da exposição a esse risco.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo principal analisar a exposição ocupacional ao ruído em uma serraria móvel, no município de Irati – PR.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram:

- Realizar medições de níveis de pressão sonora a fim de se caracterizar a exposição ao ruído dos trabalhadores em cada etapa do processo da serraria, comparando os valores obtidos com a norma regulamentadora (NR-15);
- Caracterizar as etapas do processo de produção que estão expostas ao ruído acima de 85 dB(A);
- Analisar a eficiência dos EPI's (protetores auriculares) utilizados pelos trabalhadores;

1.2 JUSTIFICATIVAS

Um dos principais fatores de risco encontrado dentro da serraria móvel é o ruído em excesso causado pela serra circular. Muitas vezes esse risco é desconsiderado pelos trabalhadores da serraria por não apresentar efeito negativo de imediato, sendo considerado é um inimigo subliminar e perigoso.

Os trabalhadores da serraria móvel são conscientes do risco ocupacional causado pela exposição ao ruído? Quais as medidas que os mesmos adotam para mitigar esse risco?

Esse trabalho procurou avaliar se o nível de pressão sonora encontrado no ambiente de trabalho estava acima do limite permitido pela NR15, se os trabalhadores estavam cientes do risco ao qual estavam expostos e quais medidas os mesmos adotavam para mitigar esse risco.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SERRARIA MÓVEL

O sistema tradicional de produção de madeira serrada consiste em se cultivar árvores numa propriedade, derrubá-las, transportar as toras para uma serraria, onde o processo de serragem e venda ao processo industrial. Consumidor final, ou sua utilização final, constituem um outro processo industrial (SCHAITZA et al., 2000).

Segundo o mesmo autor, com as serrarias portáteis, elimina-se o transporte de toras. A serraria é levada à área de derrubada ou para um pátio intermediário onde o desdobro é realizado. Com isso, a madeira já deixa a propriedade ao valor total de R\$ 62,50, na forma de meio metro cúbico de tábuas.

Uma situação comum nas pequenas propriedades é que, às vezes, a quantidade de madeira disponível para corte não é suficiente para justificar o uso de um caminhão, guinchos e equipamento de arraste pesados para puxar as toras e transportá-las para a serraria. No entanto, as toras podem ser muito grandes para serem carregadas manualmente ou transportadas por um trator agrícola ou num caminhão pequeno. As serrarias portáteis são particularmente apropriadas para esses casos, porque podem ser colocadas perto das toras ou até mesmo montadas sobre as toras para se evitar qualquer movimento delas (SCHAITZA et al., 2000).

Segundo a Empresa Lucas Mill (2013), a serraria é de fácil instalação, podendo até ser instalada dentro da floresta, evitando-se a abertura de estradas para arraste de madeira. No local onde a árvore foi derrubada monta-se então a serra em cima da tora. Assim a movimentação de toras pesadas é evitada. A tora então é serrada e as peças serradas, agora bem mais fácil de movimentar, são levadas para fora da floresta. Podem ser carregados por homens, através tração animal ou micro-tratores evitando a entrada de caminhões pesados na floresta.

A empresa avalia a serraria como uma ótima relação custo/benefício, facilidade de operação e manutenção, sendo indicada assim para:

- Proprietários de áreas florestadas que querem manejar suas florestas de uma maneira sustentável. O fato de agregar valor na madeira diminui o impacto dos custos elevados inerentes do manejo florestal sustentável

- Oportunidade para empreiteiros que poderão prestar o serviço de serrar madeira nas propriedades, aumentando a renda no campo, fornecendo madeira de qualidade para lugares afastados e diminuindo o desperdício de madeira (que normalmente não valia a pena aproveitar porque ficava longe da serraria ou porque se tratava somente de uma árvore).
- Empreiteiros que constroem benfeitorias para fazendas (galpões, currais, cercas, pequenas pontes).
- Municípios rurais que precisam madeira para construção e manutenção da infra-estrutura.

2.2 AUDIÇÃO

A função do ouvido assemelha-se a de um microfone. Constituído por três partes: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno, captando as vibrações do ar, transformando-as em ondas mecânicas e finalmente em pressões hidráulicas no ouvido interno, onde são captadas por células sensíveis e convertidas em sinais elétricos transmitidos ao cérebro (IIDA, 2005).

A seqüência de transformação de energia da captação do som até sua percepção e interpretação passa por quatro etapas: inicia-se pela energia sonora, e depois passa pela energia mecânica, hidráulica e elétrica. (PINHEIRO, 2006).

2.2.1 Som e Percepção Auditiva

O som é uma modificação da pressão que ocorre em meios elásticos, propagando-se em forma de ondas ou oscilações mecânicas, longitudinais e tridimensionais. Resulta de um movimento vibratório de partículas materiais, muitos corpos podem servir como fonte sonora, porém devem ter uma característica vibrátil. Também, pode ser definido como a sensação produzida quando as vibrações longitudinais de moléculas no ambiente externo atingem a membrana timpânica (MEDEIROS, 1999).

Para Guyton (2008), o som é uma série de ondas de compressão repetidas que trafegam pelo ar, produzido por seqüências alternadas de compressão e

relaxamento, podendo ser emitido pela voz humana ou por algum outro mecanismo produtor de ruído.

Segundo Medeiros (1999), o som apresenta três características fundamentais, a frequência, a amplitude, e o timbre, que é uma característica da fonte sonora:

- **Frequência:** refere-se ao número de ciclos que as partículas materiais realizam em um segundo, ou o número de vibrações por unidade de tempo, é medida pela unidade chamada Hertz(Hz), refere-se a altura do som, e permite classificá-lo em uma escala que varia de grave a agudo.
- **Amplitude:** pode ser definida como a energia que atravessa uma área num intervalo de tempo, ou a força exercida pelas partículas materiais sobre a superfície na qual incidem. A amplitude relaciona-se à intensidade sonora, sendo um dos processos físicos utilizados na medida desta juntamente com a pressão efetiva e a energia transportada pelo som, permite classificar o som em uma escala de fraco a forte.
- **Timbre:** é uma qualidade da fonte sonora, que nos permite diferenciar, por exemplo, a mesma nota musical emitida por instrumentos diferentes, através de diversas frequências harmônicas de que se compõem um determinado som complexo.

A altura de um som é caracterizada pela sua frequência sonora, que o definirá como grave, médio ou agudo. A frequência é inversamente proporcional ao comprimento de onda, sendo os sons constituídos de uma ampla variedade de frequências sonoras (PAULUCCI, 2005).

O ouvido humano é capaz de perceber sons na frequência de 20 a 20000 Hz. Valores abaixo e acima desse intervalo de frequência são chamados de infra-som e ultra-som e não são perceptíveis ao ouvido humano. Os sons de baixa frequência (abaixo de 1000 Hz) são chamados de graves e aqueles de alta frequência (acima de 3000 Hz), de agudos (IIDA, 2005).

A intensidade sonora, de acordo com Paulucci (2005), corresponde à amplitude das vibrações periódicas das partículas de ar e está associada à pressão

e energia sonora, determinado sons fracos e fortes, sendo expressa em decibéis (dB).

A duração do som é medida em segundos. Os sons de curta duração (menos de 0,1 segundos) dificultam a percepção e aparentam ser diferentes daqueles de longa duração (acima de 1 segundo) (IIDA, 2005).

A percepção auditiva que cada pessoa possui possibilita a comunicação sonora dos indivíduos e o aprendizado (DO RIO e PIRES, 2001). Essa percepção é realizada através da orelha, a qual é responsável em receber e converter a energia vibratória que será transformada em impulsos nervosos e transmitida para o cérebro para formar as sensações sonoras (IIDA, 2005).

2.3 RUÍDO

A preocupação com os níveis de ruído em relação ao meio ambiente e à saúde, data desde os primórdios do tempo, constituindo um problema de 2.500 anos atrás. Os primeiros relatos com relação à surdez dos moradores que viviam próximos às cataratas do rio Nilo, no Egito, estabelecendo uma relação causal entre ruído e a perda da audição. Foram descritos por Hipócrates e Plínio, o Velho (CARMO, 1999).

Para Iida (2005) ruído é um estímulo desagradável ou indesejável, produzido por qualquer tipo de sinal sonoro, inclusive sinais auditivos que atrapalham a percepção sonora, ou ainda pode ser definido como um estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa em execução. O mesmo autor ainda define, fisicamente, o ruído como uma mistura complexa de diversas vibrações, medido em uma escala logarítmica, cuja unidade de medida é o decibel.

No ruído podem-se distinguir dois fatores principais. O primeiro diz respeito à frequência, que consiste no número de vibrações por segundo emitidas pela fonte sonora, medida em Hz, atribuindo aos ruídos a seguinte classificação: de baixa frequência (graves) entre 20 a 300 Hz; frequências médias de 300 a 6.000 Hz; altas frequências (agudas) os de 6.000 a 20.000 Hz. Os sons abaixo de 20 Hz são denominados de infra-sons e acima de 20.000 Hz, de ultra-sons. Os sons de alta frequência são mais nocivos à orelha humana e os ruídos de baixa frequência, mesmo sendo suportáveis pela orelha, produzem efeitos orgânicos mais

acentuados. O segundo fator ligado ao ruído é a intensidade, medida em decibel (dB), considerando que os ruídos inferiores a 40 dB são apenas desagradáveis, enquanto os ruídos entre 40 - 90 dB são capazes de favorecer distúrbios nervosos, e, os superiores a 90 dB agem de forma traumatizante na orelha (LACERDA, 1976).

Segundo OGA e colaboradores (2008), o ruído, assim como outros agentes físicos, como o calor e a iluminação, é um fator que pode influenciar na qualidade dos ambientes internos. Contaminantes químicos e biológicos e até mesmo aspectos relacionados ao trabalho, como sua organização, ritmo, carga e as relações laborais também exercem influência, neste contexto. Estes agentes representam risco para a saúde e o bem-estar de milhões de pessoas no mundo, especialmente àquelas que passam a maioria de seu tempo em ambientes fechados, pois o risco à saúde relacionado com a qualidade do ar de ambientes internos é maior que a de ambientes externos.

2.3.1 Tipos de Ruído

Segundo Lida (2005), existem basicamente dois tipos de ruídos: Os contínuos são aqueles que ocorrem com certa uniformidade durante toda a jornada de trabalho. Aqueles de impacto são picos de energia acústica de curta duração (1s) e que chegam a níveis de 110 a 135 dB. Podem ser considerados também ruídos de impacto aqueles de natureza inesperada e que se destacam no ambiente.

Já Fantini Neto (2011) diz que o ruído contínuo é aquele que não sofre interrupções com o tempo, o ruído intermitente é aquele que sofre interrupções de, no máximo, um segundo e por fim o ruído de impacto é aquele que sofre interrupções maiores que um segundo, com picos de energia de duração inferior a um segundo.

2.3.2 Pressão Sonora

A pressão sonora está relacionada às compressões e expansões do meio causados pelo som ou pelo ruído, que causam flutuações de pressão. Como estas flutuações ocorrem devido à propagação de um som, recebem a denominação de pressão sonora (GERGES, 2000).

Segundo Fantini Neto (2011), pressão sonora é a pressão que a energia da vibração do som exerce no ouvido humano, sendo esta grandeza preferida para avaliar a exposição acústica, por ser mais prática do que pelo uso da Intensidade Sonora. É dada em N/m^2 e obedece a seguinte relação ($I=k.p^2$) onde “k” é um fator constante do meio, devido à sua densidade.

Quando em um espaço de ar a pressão do gás é perturbada por ações mecânicas, ocorrem rapidamente oscilações de pressão, que se espalham na forma de ondas. O autor ainda explica que enquanto estas oscilações de pressão se movem em determinada faixa de frequência e intensidade, podem ser percebidas pelo ouvido humano como som. A medida das oscilações de pressão corresponde à pressão sonora. A intensidade de uma sensação sonora é determinada pela pressão sonora. (GRANDJEAN, 1998).

2.3.3 Intensidade da Pressão Sonora

Segundo Grandjean (1998), a medida física para a pressão sonora é o micropascal (mPa). A pressão sonora mais fraca, no entanto perceptível é em torno de 20 mPa. O ouvido pode suportar pressões sonoras que perfazem um milhão de vezes a este valor.

Para dar a ampla faixa de audição uma média prática, criou-se a medida decibel (dB), que está em escala logarítmica em relação a pressão sonora. O decibel começa no limiar da audição de 20 mPa, servindo como medida de referência. O autor ressalta que quando ocorre o aumento da pressão sonora dez vezes, o valor do decibel cresce em vinte unidades (GRANDJEAN, 1998).

Intensidade da pressão sonora	Ruído (dB)	Exemplos típicos (escala logarítmica)
100 000 000 000 000	140	Limiar da dor
10 000 000 000 000	130	Avião a jato Britadeira pneumática
1 000 000 000 000	120	Buzina de carro (1 m)
100 000 000 000	110	Forjaria Estamparia
10 000 000 000	100	Prensa Serra circular
1 000 000 000	90	Caminhão Máquinas-ferramenta
100 000 000	80	Barulho do tráfego Escritório barulhento
10 000 000	70	Carro (15 m) Fala normal
1 000 000	60	Escritório silencioso (10 pessoas)
100 000	50	Escritório silencioso (2 pessoas) Sala de estar residencial
10 000	40	Biblioteca
1 000	30	Quarto de dormir (à noite)
100	20	Tic-tac de relógio Sala acústica
10	10	Limiar da audição
1	0	

Figura 1 - Escala de ruídos e níveis correspondentes das pressões sonoras

Fonte: Iida (1990)

2.3.4 Efeitos do Ruído no Organismo

O ruído afeta o organismo humano de várias maneiras, causa prejuízos não só ao funcionamento do sistema auditivo como o comprometimento da atividade física, fisiológica e mental do indivíduo a ele exposto (CARMO, 1999).

Os distúrbios atribuídos à exposição vão depender de fatores como: a frequência do ruído, a intensidade, a duração, e o ritmo, assim como o tempo de exposição, a suscetibilidade individual, e a atitude de cada indivíduo frente ao som (MEDEIROS, 1999).

Marques e Costa (2006) e Gonçalves et al. (2009) relataram que a exposição a elevados níveis de pressão sonora é um risco à saúde do trabalhador,

pois além de causar alterações no sistema auditivo, provocam perturbações no ambiente de trabalho, na qualidade do sono, no descanso e nas situações dialógicas.

Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS (2000) os resumos dos valores críticos de níveis de pressão sonora e seus efeitos podem ser descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de pressão sonora e efeitos no homem (OMS, 2000)

Valores em décibéis	Efeitos nocivos
30	Dificuldade em conciliar o sono, perda de qualidade do sono
40	Dificuldade na comunicação verbal
45	Provável interrupção do sono
50	Incomodo diurno moderado
55	Incomodo diurno forte
65	Comunicação verbal extremamente difícil
75	Perda de audição a longo prazo
110 - 140	Perda de audição a curto prazo

Segundo Lida (2005) a surdez é a consequência mais evidente do ruído. Existindo dois tipos de surdez, a de condução e a nervosa. A surdez de condução é resultante da diminuição da capacidade de transmissão de vibrações do ouvido externo para o interno, podendo ser causada por acúmulo de cera, infecção ou perfuração do tímpano. Ruído de impacto com alta intensidade pode causar a ruptura da membrana do tímpano. A surdez nervosa ocorre no ouvido interno devido à redução da sensibilidade das células nervosas da cóclea. Esta segunda ocorre em função de uma prolongada exposição a ruídos intensos.

Mello e Waismann (2004) relataram que os efeitos do ruído na audição podem ser divididos em três categorias: mudança temporária do limiar auditivo (MTLA) ou Temporary Threshold Shift (TTS), trauma acústico e mudança permanente do limiar (MPLA) ou Permanent Threshold Shift (PTS); sendo esta última a Perda Auditiva Induzida por Ruído - PAIR.

Segundo Rios (2003), a PAIR é uma lesão irreversível, consequência de exposições contínuas ao ruído, no período de anos, e afeta significativamente a

compreensão da fala. Atti et al. (2000) salientaram que a PAIR ocupa o segundo lugar entre as doenças mais frequentes do aparelho auditivo, e esta doença, poderia não só afetar a audição, mas também o equilíbrio.

De acordo com Grandjean (1998), o ruído também pode causar: elevação da pressão arterial; aceleração da atividade do coração; contração dos vasos sanguíneos da pele; diminuição da atividade dos órgãos da digestão; e aumento da tensão muscular.

2.3.5 Medição de Ruído

As medições de ruído permitem a análise e diagnóstico das condições ambientais que as pessoas estão expostas. Através das medições e diagnóstico é possível desenvolver programas de controle (GERGES, 2000).

Os medidores de ruído são constituídos basicamente por um microfone de precisão ou receptor do som (que transforma a pressão sonora num sinal elétrico), filtros de ponderação, amplificadores de sinal de alta qualidade, retificadores e um sistema de detecção formado por um galvanômetro e um mostrador que indica o nível de ruído em dB (MAIA, 2001).

Os equipamentos de medição de ruído têm a função de simular a resposta do ouvido pelas pressões sonoras. Os equipamentos possuem circuitos de compensação que alteram a resposta linear do microfone, aproximando-se da resposta do ouvido. A compensação é feita por meio da atenuação do sinal acústico em algumas frequências e por meio de circuitos projetados conforme curvas traçadas (MAIA, 2001).

O instrumento utilizado para avaliação do ruído o medidor de nível de pressão sonora, popularmente chamado de Decibelímetro. Esses aparelhos devem seguir uma das diversas normas construtivas existentes. (FANTINI NETO, 2011).

A Norma Regulamentadora de Atividades e Operações Insalubres, estabelece que as medições dos níveis de ruído contínuo ou intermitente, com instrumento de nível de pressão sonora, devem estar operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW), com as leituras próximas ao ouvido do trabalhador. Não é permitida exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos (BRASIL, 2011a).

O medidor de nível de pressão sonora (NPS), conhecido como decibelímetro, é o instrumento para medição de ruído mais utilizado. Podem ser simples, fornecendo somente o nível global em dB(A) ou sofisticados com recursos para medir dB (linear A, B, C ou D), dB impulso, dB pico, espectro e/ou outras escalas e filtro analógico ou digital. (GERGES, 2000)

Outro aparelho utilizado para medição de ruído é dosímetro. Segundo Gerges (2000), o dosímetro é um aparelho portátil, leve e com um microfone que pode ser colocado perto do ouvido do trabalhador. Os trabalhadores ficam com esse aparelho durante todo ou uma parte do período de avaliação e é utilizado principalmente quando o nível de ruído é variável, isto é, o trabalhador executa várias funções durante a jornada de trabalho. O aparelho registra o nível equivalente e compara este com a norma em vigor e indica se a dose de ruído passou de 100%. Devendo este instrumento estar configurado de acordo com o estabelecido pela NR15.

2.3.6 Formas de Redução do Ruído no Ambiente de Trabalho

O controle da exposição ao ruído em ambientes de trabalho geralmente é feito com a implantação de medidas de engenharia, médicas e administrativas (MAIA, 2001).

Para isso, dentro de uma empresa, primeiramente deve ser feita uma observação de todo o processo produtivo para que se possa levantar os pontos de maior risco auditivo, o ruído característico, as funções dos trabalhadores e os horários de maior produção. As empresas devem manter, de acordo com as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), no qual os diversos riscos existentes no trabalho devem ser identificados e quantificados para, a partir dessa informação, direcionar as ações do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), que procederá às avaliações de saúde dos trabalhadores (BRASIL, 2006).

Segundo Saliba (2004) existem medidas de controle de ruído. Essas podem ser classificadas de três maneiras: o controle na fonte, na trajetória ou no meio de propagação e no homem. O controle sobre a fonte sonora e sobre a trajetória são mais eficientes, porém na maioria das vezes mais complexas e custosas. A engenharia de controle de ruídos atua na tomada de ações baseadas em projetos

que intervêm diretamente na máquina ou no ambiente entre a fonte e o trabalhador, na avaliação da exposição ao ruído e na especificação de protetores auriculares (MAIA, 2001).

2.3.6.1 Controle na fonte

Quando é possível que se realize o controle na fonte para a prevenção do ruído, esta pode ser considerada como a mais racional e eficaz decisão, devendo constar da fase de planejamento e projeto da construção (de uma fábrica, por exemplo) ou quando da aquisição dos equipamentos (IIDA, 2005).

Saliba (2004) cita dentre as principais medidas para o controle do ruído na fonte sendo: substituir o equipamento por outro mais silencioso, balancear e equilibrar partes móveis, lubrificar eficazmente rolamentos, reduzir impactos na medida do possível, alterar o processo, programar as operações, de forma que permaneça o menor número de máquinas funcionando simultaneamente, aplicar material de modo que atenuie as vibrações, regular os motores, reapertar estruturas e substituir engrenagens metálicas por outras de plásticos ou celeron.

2.3.6.2 Controle no meio de propagação ou na trajetória

Quando não é possível o controle do ruído na fonte deve-se realizar o controle de ruído na sua trajetória de propagação (FERNANDES, 2002).

As principais medidas de controle no meio são (GRANDJEAN, 1998; SALIBA, 2004; IIDA, 2005): reduzir a reverberação de superfície (reflexão do ruído nas paredes, teto, chão e material de revestimento) colocando-se material absorvedor, vedação de fontes de ruído através de construção de barreiras que separem a causa do ruído do meio que o rodeia, evitando que esse som se propague, isolar o receptor construindo barreiras que separem o meio do trabalhador exposto ao ruído da causa e conseguir um máximo nível de perdas energéticas por absorção.

2.3.6.3 Controle no homem

Não sendo possível o controle do ruído na fonte e na trajetória, deve-se, como último recurso realizar o controle do ruído no homem. Estas medidas devem

ser adotadas como sendo complementares as outras. Como algumas medidas de controle no homem tem-se (SALIBA, 2004):

- Limitação de exposição: nada mais é que reduzir o tempo de exposição do trabalhador ao ruído, principalmente aqueles superiores a 85 dB (A).
- Utilização de equipamentos de proteção individual (EPI): trata-se de equipamentos colocados nos trabalhadores, devendo ser utilizados quando não for possível a atenuação do risco a níveis satisfatórios. A utilização do EPI não implica na eliminação do risco, sendo que o trabalhador pode vir a sofrer perda auditiva. Para serem eficazes, os EPI devem ser utilizados de maneira correta.

2.3.6.4 Programas educativos

Tem como objetivo levar ao conhecimento dos trabalhadores os riscos da exposição a ruído e as medidas de proteção que devem ser adotadas, buscando um envolvimento na implementação e execução do Programa de Conservação Auditiva. Podem ser desenvolvidos através de palestras, folhetos explicativos, vídeos, treinamentos, dinâmicas ou reuniões com grupos de trabalhadores. Monitoramento e gerenciamento audiométrico (CEZAR, 2000).

É a realização de audiometrias nos trabalhadores, tem como objetivo a conservação auditiva dos trabalhadores. Segundo Cezar (2000) os exames audiométricos têm como objetivo: estabelecer audiometria inicial de todos os trabalhadores; identificar a situação auditiva; realizar acompanhamento periódico; identificar os indivíduos que necessitam de encaminhamento para o otorrinolaringologista; alertar os trabalhadores sobre efeitos do ruído, bem como fornecer os resultados de cada exame e contribuir significativamente para a implantação e efetividade do Programa de Conservação Auditiva.

2.4 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

Para os fins de aplicação da Norma Regulamentadora NR-6, considera-se EPI todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no

trabalho. O equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.

A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias: sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidente do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho. Enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas e em trabalhos de situações de emergência. (BRASIL, 2011b)

O uso de EPI é indicado quando medidas de ordem geral não são aplicáveis ou não estão disponíveis para neutralização de riscos que podem comprometer a saúde e a segurança dos trabalhadores. Por isso o uso de EPI, em qualquer situação, será tanto mais eficaz quanto mais correta sua indicação e utilização (FUNDACENTRO, 1980).

2.4.1 Equipamentos Individuais de Proteção Auditiva

Fantini Neto (2011) diz que os equipamentos individuais de proteção auditiva podem ser de dois tipos:

- Circum-Auriculares (com peças laváveis e de reposição);
- De Inserção {
 - Moldáveis: Espuma de expansão graduada (não lavável);
 - Pré-moldados: silicone, PVC (laváveis).

Para escolher o melhor protetor, a empresa deverá obter informações com o fornecedor quanto ao equipamento, ao certificado de aprovação expedido pelo Ministério do Trabalho e aos manuais com as instruções de utilização. (SILVA, 2009).

2.4.1.1 Protetor circum-auricular

Também chamados tipo concha e orelheiras, são constituídos por duas conchas de formato elíptico, presos a uma haste. Os materiais de vedação devem ser atóxicos, confortáveis, ajustáveis e de bom desempenho, fatores que não variam

entre modelos comparáveis. A parte acolchoada é feita de um envelope plástico macio, preenchido com espuma ou material fluido. Segundo Silva (2009), um fator importante considerado na proteção é a força aplicada sobre o ouvido externo pelas hastes do protetor, de modo que a força de compressão deve ser tal que proporcione o máximo desempenho com o melhor conforto (Figura 2).



Figura 2 - Protetor circum-auricular
Fonte: Empresa 3m do Brasil (2013)

2.4.1.2 Protetor de inserção moldável

Segundo Silva (2009), esse tipo de protetor é fabricado de espuma de expansão graduada, fibras sintéticas, polímeros, fibra de vidro, algodão e outras substâncias. São moldados com as mãos e inseridos no canal do ouvido com firmeza para que o material se adapte ao formato do canal auditivo e se mantenha na posição. Geralmente esse protetor oferece atenuação próxima a dos pré-moldados, porém o uso demanda higienização adequada das mãos e não é indicado em situações em que haja remoção e reinsertão constantes. Sua vantagem é que são moldáveis e adaptáveis a qualquer tamanho de canal auditivo (Figura 3).



Figura 3 - Protetor de inserção moldável
Fonte: Empresa 3m do Brasil (2013)

2.4.1.3 Protetor de inserção pré-moldado

Segundo Silva (2009), esse tipo de protetor tem forma definida e normalmente são fabricados em borracha, plástico, silicone ou PVC, são macios e flexíveis para permitir melhor ajuste ao ouvido e estão disponíveis em tamanhos variados (pequeno, médio e grande), o que proporciona maior eficácia na atenuação do ruído. Devem ser de material atóxico e de fácil limpeza com água e sabão, possuindo superfície lisa. O acondicionamento deve ser feito de forma a mantê-los limpos e em condições prontas para o uso. Silva (2009) ainda salienta a necessidade de se medir os canais dos ouvidos dos trabalhadores, para que se possa orientar o uso correto dos protetores, procedimento esse que deve ser realizado pelo médico responsável (Figura 4).



Figura 4 - Protetor de inserção pré-moldado
Fonte: Distribuidor R3 EPI (2013)

2.5 LEGISLAÇÃO E NORMAS

No âmbito nacional e internacional a legislação contempla o conforto e a segurança através de normas que estabelecem níveis de ruído aceitáveis. Estas normas também possuem as definições dos diversos tipos de ruído, procedimentos de medição, ruído ambiental, ruído em ambientes de trabalho e seus métodos de proteção (BERISTÁIN, 1998 apud RODRIGUES, 2007).

Com relação à legislação e a saúde do trabalhador podemos citar as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho. A NR-6, considera Equipamento de Proteção Individual - EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

A NR-7 estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores (BRASIL, 2011c).

A NR-9 constitui o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), que estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais (BRASIL, 2011d).

A avaliação dos níveis de ruído a que estão expostos os trabalhadores, é um dos itens primordiais para elaboração do PPRA. Conforme (BRASIL, 2011d) o PPRA é parte integrante do conjunto mais amplo das iniciativas da empresa no campo da preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, devendo estar articulado com o disposto nas demais NR, em especial como Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO previsto na NR-7.

A norma que trata diretamente da influencia do ruído sobre o trabalhador é a NR-15, que aborda as Atividades e Operações Insalubres, essa norma tem como objetivo assegurar ao trabalhador a percepção de adicional, incidente sobre o salário

mínimo da região, se ocorrer o exercício do trabalho em condições de insalubridade. O anexo 1 desta norma estabelece limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto e estabelece também que os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância fixados conforme a Tabela 2 (BRASIL, 2011a).

Tabela 2 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

Nível de ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e trinta minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: BRASIL, 2011a.

A Coordenação de Higiene do Trabalho da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de medicina e segurança do trabalho FUNDACENTRO publicou, em

1980, uma série de Normas Técnicas denominadas Normas de Higiene do Trabalho (NHT), hoje designadas Normas de Higiene Ocupacional (NHO). Um dos parâmetros estabelecidos pela norma para fins de avaliação da exposição ao ruído é a dose diária de exposição. Segundo a NHO-01, a dose diária é a exposição ao ruído relativa à jornada de trabalho diária, expresso em porcentagem de energia sonora, que tem como referência os limites de tolerância estabelecidos pela NR-15 (RODRIGUES, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA SERRARIA MÓVEL

A pesquisa desenvolveu-se na forma de um estudo de caso na serraria móvel. A população pesquisada foi de três pessoas, todos os trabalhadores da serraria.

A serraria móvel localizava-se na Fazenda Elizeu Zampiere, distrito de Assungi em Irati - PR, e teve como atividade principal o desdobro de madeira.

A serraria é da marca Lucas Mill, modelo 830, motor de 30 CV partida elétrica, gasolina, dimensão do disco de corte máximo: 215mm x 215mm, 5 dentes com pontas de wídiá, espessura do disco: 3,2mm espessura do corte: 5,7mm, peso da serra completa 330 kg.

Pelas atividades desenvolvidas, a serraria apresentou Grau de Risco 3, conforme o Quadro 1, da NR 4, onde verifica-se a Relação da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE.

3.2 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA OPERACIONAL DA SERRARIA MÓVEL

A atividade da serraria se dividiu em três etapas:

- Etapa A: Abastecimento de toras. As toras foram levadas (rolamento) para dentro da serraria, para iniciar o desdobro da madeira.
- Etapa B: Desdobramento da madeira. A tora foi transformada em produtos madeireiros como: tabuas, caibros, ripas.
- Etapa C: Retirada dos produtos. Os produtos foram retirados da serra circular e destinados a um depósito conforme sua característica.

A Figura 5 representa a estrutura operacional da área de estudo.

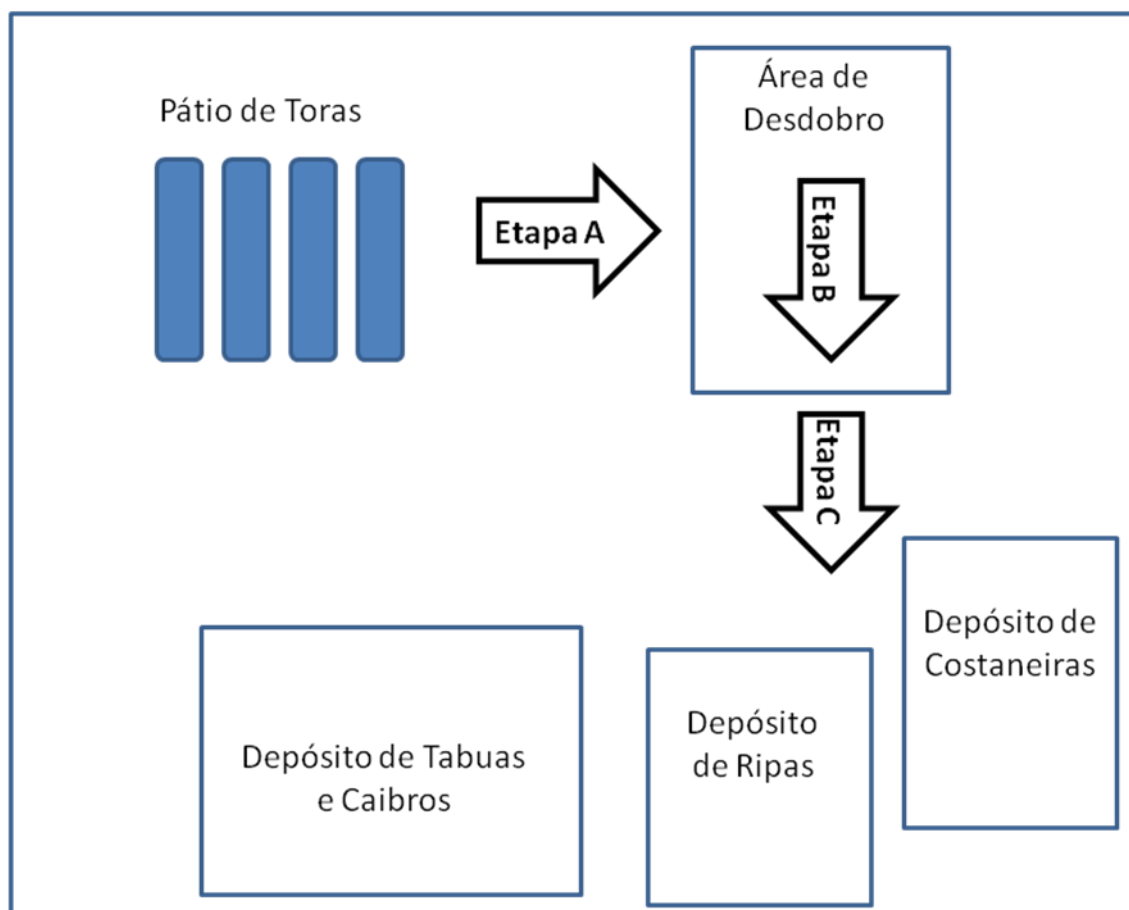


Figura 5 – Fluxograma do processo de produção da serraria móvel
 Fonte: O autor (2013)

3.3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

A Etapa A é o rolamento da tora para dentro da serraria, era realizada por todos os três trabalhadores da serraria móvel. Finalizada a etapa A, os trabalhadores ocuparam postos de trabalho das próximas etapas.

Etapa B e C eram realizadas em conjunto. Na B, inicialmente a serra circular, apoiada sobre um carrinho, atuou sobre a tora serrando as costaneiras, deixando a tora uniforme e limpa para retiradas dos produtos de maior valor. A serra era passada novamente sobre a tora formando tabua, ripa e/ou caibro.

A etapa C sempre iniciava-se após a B. Essa etapa retirava, sobre a tora, os produtos processados na etapa anterior. Assim quando a etapa B produzia a costaneira a C retirava essa costaneira para que a tora fica-se limpa e a serra circular pudesse passar novamente e formar uma tabua e/ou ripa. Esse ciclo repetia-

se até que a parte processável da tora chegasse ao fim, ficando apenas as partes não utilizáveis (costaneiras).

Ao final de cada ciclo levava-se produto (costaneira, ripa ou tora) para depósitos adjacentes a área da serraria.

A jornada de trabalho de 8 horas por dia e com funcionamento das 7 horas às 16 horas. O ambiente era livre de barreiras físicas, com vegetação rasteira, e área aproximada em 400 m².

As principais fontes de ruídos estavam relacionadas ao funcionamento do motor da máquina e ao disco de serra circular junto à madeira.

3.4 MEDIDAS DE CONTROLE DE RUÍDO ADOTADAS PELA EMPRESA

Foi realizado um levantamento dos equipamentos de proteção individuais fornecidos pela empresa aos trabalhadores expostos a níveis significativos de ruído. Estes dados estão presentes no item 4.2 deste trabalho.

3.5 AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO POR DOSIMETRIA

A medição da exposição do funcionário ao ruído foi feita de maneira individual, onde, o equipamento foi utilizado de forma a definir a concentração de ruído acumulado por cada trabalhador no devido local de trabalho.

Para cada medição foi utilizado o Dosímetro da marca TES, modelo TES-1355, certificado de calibração válido até janeiro de 2014 (Figura 6). Os parâmetros do aparelho foram ajustados conforme a NR-15.

Os parâmetros são descritos abaixo:

- Nível de Critério ou Limite de Critério (LC): 85 dB(A);
- Nível limiar ou Limite de Tolerância (LT): 80 dB(A);
- Fator de duplicação ou Taxa de Troca (q): 5 dB;
- Constante de tempo de resposta: S (*slow*) = Lenta;
- Frequência de ponderação = "A".



Figura 6 - Dosímetro TES-1355
Fonte: O autor (2013)

Após realizar os ajustes no aparelho, o mesmo foi fixado à cintura do trabalhador com o microfone posicionado junto a sua zona auditiva e permaneceu ligado, monitorando o trabalhador durante todo o tempo da jornada de trabalho.

Para a digitalização e análise dos dados coletados foi utilizado o software próprio desse equipamento e fornecido pela fabricante do mesmo. Este software disponibiliza os dados sobre a dose e o tempo de medição com a intensidade da pressão sonora em dB(A).

Com esses dados, pode-se verificar se controle de ruído estava sendo efetivo. Para assim auxiliar as tomadas de decisões, quanto à ações de redução e mitigação, quando forem necessárias, de modo a neutralizar os efeitos adversos e a insalubridade a que estavam expostos estes trabalhadores.

4 RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DA DOSIMETRIA

A caracterização da insalubridade por ruído ocorreu quando os tempos de exposição aos níveis de ruído foram superiores aos limites previstos nos Anexos 1 e 2 da NR-15, quando o trabalhador não utilizou adequadamente o protetor auditivo ou quando a capacidade de atenuação do ruído não foi eficiente. Estas informações foram utilizadas para embasar as discussões a seguir.

Primeiramente foi realizada uma análise dos resultados das medições sem considerar a utilização e atenuação dos equipamentos de proteção auriculares para determinar a insalubridade das áreas (Tabela 3). Em seguida, foram verificadas as medidas de proteção adotadas pela empresa e se a insalubridade, caso presente, era neutralizada.

Tabela 3 - Resultados das medições por dosimetria nas etapas de estudo

ETAPAS	Nível de exposição, dB(A)	Dose de Exposição (8h)
A	76,1	0.291
B	88,4	1.544
C	86,6	1.202

Fonte: o autor (2013)

De acordo com a Tabela 3, o nível equivalente de pressão sonora para uma dose de 8 horas na etapa A foi de 76,1 dB (A). Para este nível de pressão sonora os funcionários poderiam realizar a jornada de trabalho de 8 horas sem necessariamente utilizar equipamentos de proteção individual auditivos, já que este nível de exposição está abaixo dos 85 dB (A) preconizados na norma. Desta forma, essa etapa não foi caracterizada como ambiente insalubre em relação a ruídos e dispensou a utilização dos respectivos EPI's.

Para a etapa B o valor de nível de pressão sonora medido foi de 88,4 dB (A) para uma dose de 8 horas, caracterizando este ambiente como insalubre. De acordo com a NR 15, para este nível de ruído emitido trabalhador pode ficar exposto por no máximo 5 horas sem a utilização dos EPI's auditivos.

Já na etapa C o resultado encontrado na medição do nível de pressão sonora foi de 86,6 dB(A), o que também caracterizou o ambiente como insalubre. O tempo máximo que os trabalhadores envolvidos com as atividades desta área poderiam ficar expostos ao ruído é de 6 horas, sem a utilização dos EPI's necessários.

Os valores medidos são comparados com o limite de tolerância estabelecido pelo anexo nº 1 da NR-15, no Gráfico da Figura 7.

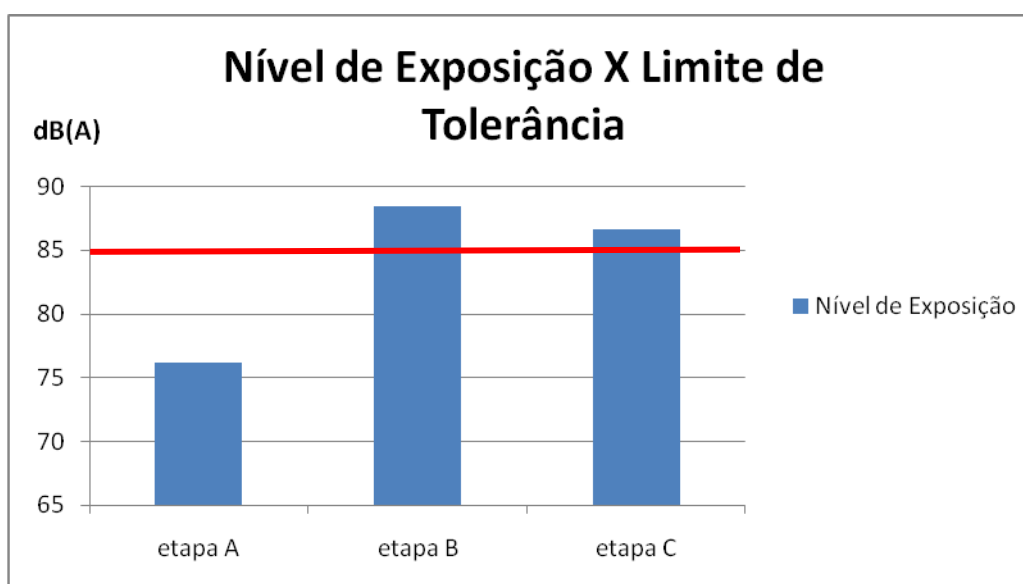


Figura 7 - Nível de exposição medido x limite de tolerância pela NR 15
Fonte: O autor (2013)

De acordo com o gráfico, pode-se verificar que as etapas B e C são consideradas insalubres, caso os trabalhadores não utilizem adequadamente os equipamentos de proteção auditivos necessários.

4.2 MEDIDAS DE CONTROLE ADOTADAS PELA EMPRESA

A Associação de produtores da região disponibilizou protetores auriculares para todos os trabalhadores da serraria móvel. Nas etapas B e C era obrigatória a utilização desses equipamentos, por ser consideradas ambientes insalubres. A descrição dos equipamentos de proteção auricular utilizados pelos trabalhadores da

serraria em cada etapa do processo e se os mesmos neutralizam a insalubridade em relação ao ruído.


4.2.1 Etapa A

A atividade de rolamento de tora estava com níveis aceitáveis de pressão sonora, com dose abaixo do nível de ação. Assim não foi necessária a utilização de equipamento de proteção auricular nesta atividade.

4.2.2 Etapa B

Foi verificado na medição um alto valor do nível de pressão sonora, com dose acima do limite de tolerância. Portanto, foi necessário que o trabalhador usa-se equipamento de proteção auricular no desenvolvimento de suas atividades. A Associação disponibilizou para este trabalhador o protetor auditivo do tipo plug, conforme descrição da Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição do protetor auditivo do tipo plug

Equipamento de Proteção	Nº do Certificado de Aprovação	Nível de exposição	NRR (dB)	Redução efetiva
Protetor auditivo tipo plug	19578	88,4	13	75,4
Descrição do equipamento 	Protetor auditivo, confeccionado em silicone, tipo inserção, composto de um eixo com três flanges, onde a primeira, a segunda e a terceira são flanges maciças e cônicas, todas de dimensões variáveis, contendo um orifício no seu interior, protetor tamanho único, moldável a diferentes canais auditivos, com ou sem sensor, com cordão de PVC. Ref.:VILMAR CACCHERO PLÁSTICOS ME			

Fonte: o autor (2013)

O risco de exposição a níveis elevados de pressão sonora foi neutralizado quando confirmado o uso correto do protetor auditivo, atenuando o ruído para 75,4 dB (A), abaixo do limite de tolerância da NR-15.

4.2.3 Etapa C

Nesta etapa também foi verificado que o valor do nível de pressão sonora estava acima do limite de tolerância. Assim, o uso a importância do uso do equipamento de proteção auricular na jornada de trabalho. Outro risco encontrado nesta etapa foi a queda de serragem nos olhos. Assim a Associação disponibilizou para estes trabalhadores o Kit composto por capacete soft, suporte/adaptador, protetor auditivo tipo concha e protetor facial, conforme descrição da Tabela 5.

Tabela 5 - Descrição do protetor auditivo do tipo concha

Equipamento de Proteção	Nº do Certificado de Aprovação	Nível de exposição	NRR (dB)	Redução efetiva
Kit capacete + protetor facial + protetor auditivo tipo concha	Abafador: 26023 Capacete: 12354	86,6	16	70,6
Descrição do equipamento	Capacete de segurança confeccionado em polietileno, classe B. Protetor Auditivo tipo concha, nível de atenuação de 16dB NRRsf. Protetor facial tipo tela construído em Nylon na cor preta, tamanho de 8 polegadas REF.: Tecmater Sistemas e Equipamentos Florestais Ltda.			



Fonte: o autor (2013)

Apesar de existirem níveis elevados de ruído nesta etapa, os mesmos podem ser neutralizados quando confirmado o uso correto do EPI que atenua o risco, à níveis abaixo do limite de tolerância, com redução efetiva para 70,6 dB(A).

Com este levantamento foi possível verificar que as medidas de controle atualmente adotadas pela empresa estavam efetivamente protegendo os trabalhadores quanto à exposição a níveis elevados de ruído. Ressaltando que a reposição dos EPI's era feita constantemente pela Associação.

4.2.4 Medidas de Controle Sugeridas

- Realização de exames de audiometria nos trabalhadores
- Realização de treinamentos do correto uso dos EPI's
- Promover a manutenção periódica da máquina
- Verificar diariamente o correto funcionamento e operação da máquina
- Implantação de programas educativos que levem ao conhecimento dos funcionários os riscos da exposição a ruído

A audiometria é um exame que avalia a audição das pessoas. Quando detecta qualquer anormalidade auditiva permite medir o seu grau e tipo de alteração, assim como orienta as medidas preventivas ou curativas a serem tomadas, evitando assim o agravamento.

O treinamento do correto uso dos EPI's contribui para a atenuação eficaz do ruído e o maior conforto no uso dos equipamentos. A manutenção periódica e a verificação diária da máquina promovem o correto funcionamento da mesma, o que contribui para diminuição da vibração do equipamento, conseqüentemente diminuição do ruído no ambiente de trabalho. Os programas educativos fornecerão informações importantes sobre os possíveis danos que exposição diária ao ruído em excesso podem causar a saúde dos trabalhadores. Assim os mesmos se conscientizarão sobre a importância do uso diário e contínuo dos EPI's.

5 CONCLUSÕES

A partir desta pesquisa pode-se perceber que os trabalhadores da serraria móvel estão expostos a altos níveis de pressão sonora. Comprovando a importância do ruído como agente físico causador de danos à saúde desses trabalhadores.

Verificou-se que na etapa A o nível de exposição de ruído para uma jornada de trabalho de 8 horas encontrava-se dentro dos limites aceitáveis, não sendo considerada atividade insalubre.

As etapas B e C foram consideradas insalubres, pois apresentaram níveis de exposição ao ruído acima do limite permitido. Porém, a serraria adotou medidas de controle de ruído na execução das atividades realizadas nestas etapas, por meio da disponibilização de equipamentos de proteção auricular, que se usados corretamente, neutralizam a insalubridade. Verificou-se a importância de treinamentos dos trabalhadores sobre o correto uso destes equipamentos em suas atividades a fim de garantir a eficiência da proteção contra ruídos excessivos.

Em relação à exposição a níveis de pressão sonora, de acordo com as medições realizadas e com base nas medidas de controle existentes na empresa é possível concluir que os trabalhadores encontravam-se em situação adequada de trabalho. Entretanto, ressalta-se a realização de programas educativos para conscientização dos riscos do ruído a saúde.

Uma sugestão para futuras pesquisas seria a avaliação ergonômica do ambiente de trabalho da serraria móvel: fatores ambientais, carga física e postura. A partir das informações obtidas na pesquisa poder-se-ia obter uma avaliação completa dos riscos ocupacionais no ambiente de trabalho.

6 REFERÊNCIAS

ATTI, J. L. et al. Perda auditiva induzida por ruído. In: LOPES, A.C. et al. Caracterização dos limiares audiológicos em trabalhadores de urnas funerárias. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia**, vol.12, n.3, p.244-251, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Perda Auditiva Induzida por Ruído**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde. 2006.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 15: **Atividades e operações insalubres**. Manual de Legislação Atlas, 65º Edição. São Paulo: Atlas, 2011a.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego, Norma Regulamentadora nº 6: **Equipamento de Proteção Individual – EPI**. Manual de Legislação Atlas, 65º Edição. São Paulo: Atlas, 2011b.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 07: **Programa de controle médico de saúde ocupacional**. Manual de Legislação Atlas, 65º Edição. São Paulo: Atlas, 2011c.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 09: **Programa de prevenção dos riscos ambientais**. Manual de Legislação Atlas, 65º Edição. São Paulo: Atlas, 2011d.

CARMO, L. I. C. do. **Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas**. 1999. 45f. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica Audiologia Clínica, CEFAC, Goiânia, 1999.

CEZAR, M. R. V. **Atuação do fonoaudiólogo na prevenção da perda auditiva induzida por ruído**. Monografia (especialização) Recife: Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica-CEFAC. 2000. 42 p.

DO RIO, R. P.; PIRES, L. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica**. 3. ed. São Paulo: LTr. 2001.225 p.

FANTINI NETO, R. **Apostila de Higiene do Trabalho – Agentes Físicos**. Monografia (Especialização) Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. 2011.

FERNANDES, J. C. **Higiene do Trabalho – Acústica e Ruídos**. Apostila do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Bauru, Bauru, São Paulo, 2002.

FUNDACENTRO. **Equipamentos de Proteção Individual**. São Paulo: Fundacentro, 1980.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: Fundamentos e Controle**. 2. ed. Florianópolis: Editora Imprensa Universitária UFSC, 2000.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1998.

GUYTON, C. A. **Fisiologia Humana**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

LACERDA, A.P. de. **Audiologia Clínica**. Rio de Janeiro. Editora Guanabara. 1976.

LUCAS MILL. **Serrarias portáteis**. Disponível em: <<http://www.lucasmill.com.br>>. Acesso em: 20 mai. 2013.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

MAIA, P. A. **Estimativa de exposições não contínuas a ruído: Desenvolvimento de um método e validação na Construção Civil**. Campinas: 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas.

MARQUES, F. P.; COSTA, E. A. Exposição ao ruído ocupacional: alterações no exame de emissões otoacústicas. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, vol.72, n.3, 2006.

MEDEIROS, L. B. **Ruído: efeitos extra-auditivos no corpo humano**. 1999. 36f. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica Audiologia Clínica, CEFAC, Porto Alegre, 1999.

MELLO, A. P.; WAISMANN, W. Exposição ocupacional ao ruído e químicos industriais e seus efeitos no sistema auditivo: revisão de literatura. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia**, vol.8, p.226-34, 2004.

OGA, S.; CAMARGO, M. M. de A.; BATISTUZZO, J. A. de O. **Fundamentos de Toxicologia**. 3 ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008. p.191.

OMS in AMDE. **Efeitos Nocivos do Ruído**. Disponível em: <<http://www.amde.pt>> Acessado em 24 de abril de 2013.

PAULUCCI, B. P. **28º Seminário da Audição**. HCFMUSP, 2005.

PINHEIRO, A. K. da S.; FRANÇA, M. B. A. **Ergonomia aplicada à anatomia e à fisiologia do trabalhador**. Goiânia: AB Editora, 2006.

RIOS, A. N. **Efeito do ruído tardio na audição e na qualidade do sono em indivíduos expostos a níveis elevados**. 2003. Dissertação (Mestrado em Biociências Aplicadas à Clínica Médica) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2003.

RODRIGUES, M. N. **Metodologia para definição de estratégia de controle e avaliação de ruído ocupacional**. 2009. 103f. Dissertação (Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RODRIGUES, P.P. **Análise dos níveis de ruídos dentro de canteiros de obras**. Monografia (Especialização) Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR. 2007. 83 p.

SALIBA, T. F. **Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído: PPR**. 3 ed. São Paulo: LTr, 2004.

SCHAITZA, E.; HOEFELICH, V.A.; RODIGHIERI, H.; FERRON, R. A utilização de serrarias portáteis em florestas de pinus e eucaliptos em pequenas propriedades

rurais: a experiência da Embrapa / Cotrel. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 25p. (**Embrapa Florestas. Circular Técnica, 35**).

SILVA, Francis Juliane Kalil da. **Análise dos níveis de ruído em uma indústria mecânica de equipamentos automotivos**. Curitiba: 2009. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.