

LUCAS ALBERTO SEGLIN SOUREN

**ESTUDO DE RISCOS FÍSICOS NA SAÚDE E
SEGURANÇA DO TRABALHO EM SERRARIAS NO
MUNICÍPIO DE ITAPEVA - SP**

Itapeva - SP
2014

LUCAS ALBERTO SEGLIN SOUREN

**ESTUDO DE RISCOS FÍSICOS NA SAÚDE E
SEGURANÇA DO TRABALHO EM SERRARIAS NO
MUNICÍPIO DE ITAPEVA - SP**

Trabalho de Graduação apresentado no Campus Experimental de Itapeva – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção do título de graduado em Engenharia Industrial Madeireira.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Francisco Savi

Itapeva - SP
2014

Souren, Lucas Alberto Seglin

S724e Estudo de riscos físicos na saúde e segurança do trabalho em serrarias no município de Itapeva - SP / Lucas Alberto Seglin Souren. -- Itapeva, SP, 2014
57 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Itapeva, 2014

Orientador: Antonio Francisco Savi

Banca examinadora: Maristela Gava, Juliana Cortez Barbosa

Bibliografia

1. Segurança do trabalho. 2. Acidentes do trabalho. 3. Serrarias-Medidas de segurança. I. Título. II. Itapeva - Curso de Engenharia Industrial Madeireira.

CDD 363.11

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais: Geraldo e Rosana, pela educação dada e pela constante missão de me criar da melhor maneira possível, sem que eu me perdesse nesse longo caminho.

A minha família, que sempre me incentivou a cursar uma faculdade de nome como a Unesp. Em especial, agradeço meus padrinhos Ubirajara e Maria Tereza, que são como segundos pais para mim.

A Unesp de Itapeva, e todos os professores, funcionários e pessoas que por ali compartilharam um pouco desta etapa da minha vida.

Agradeço a Empresa Junior Promad que contribuiu diretamente no desenvolvimento desse trabalho ao ceder os equipamentos para as medições necessárias.

Aos vários amigos que fiz por esses anos durante o curso de Engenharia industrial madeireira. Em especial, agradeço meus amigos Thierso Bortoluci e Vinícius Archangelo, pelas inúmeras ajudas que tive na elaboração do trabalho como um todo e pela amizade.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Fransisco Savi, pela paciência e toda a dedicação necessária para me auxiliar nesse projeto, que foi de grande importância em minha vida.

A mais do que companheira Ana Rodrigues, por sempre estar comigo em todos os momentos e ter me ajudado a ser uma pessoa melhor.

RESUMO

Este trabalho foi feito com o propósito de analisar os riscos físicos nas serrarias da cidade de Itapeva – SP e região. Sabe-se que os acidentes no setor madeireiro ocupam a terceira posição na frequência de acidentes fatais no Brasil, perdendo somente para extração mineral e construção civil. Por isso, justifica-se a importância desse trabalho, em que foram estudados tais riscos ocorrentes, a fim de minimizar possíveis acidentes. Foi levado em consideração o uso de equipamentos de proteção individual, além das medições por aparelhos próprios para cada tipo de risco, sendo a metodologia criada a partir das normas regentes. Os resultados obtidos foram analisados e comparados com tais normas, onde foi percebido que os riscos de vibração estão presentes em poucas serrarias, apenas aquelas que fazem serviços além do desdobro propriamente dito, como o aplainamento das peças, por exemplo. Além da vibração, foram estudados o teor de iluminância, de ruído e de radiação não ionizante (da qual é proveniente dos raios da luz solar). Como resultado final, obteve-se grande semelhança nos dados aferidos, o que se deve a vários fatores, tais quais: porte e capacidade de processamento, maquinário semelhante e método de desdobro padronizado. Deste modo a pesquisa permite concluir que as serrarias operam em sua maioria, de acordo com o esperado pelas normas.

Palavras-chave: Risco físico. Serrarias. Setor madeireiro. Normas regentes.

ABSTRACT

This research was done with the purpose of analyzing the physical risks in the sawmill of the city of Itapeva - SP and region. We know that accidents in the logging sector occupy the third position in the frequency of fatal accidents in Brazil, second only to mining and civil construction. It justifies the importance of this research, which points and studies such occurring risks and in order to minimize possible accidents. In a taken note, it also points the use of personal protective equipment in addition to measurements the proper devices for each type of risk, and the methodology being created from the regent standards. The results were analyzed and compared with those standards, in which it was known the risk of vibration are present in a few mills, and only those services that are beyond the sawing itself, such as planation of parts, for example. Besides the vibration, the content of luminance, noise and non-ionizing radiation were studied - which comes from the solar light. It was obtained a similar final result in measured data, which is due to several factors, such size and processing capacity, and similar machinery standardized method of sawing. The research then shows that sawmills operate mostly according to the standards expected.

Keywords: Physical risk. Sawmill. Logging sector. Regent standards.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Setores de acidentes graves de trabalho na região de Itapeva-SP.....	13
Figura 2: Luxímetro digital Minipa MLM-1011.	29
Figura 3: Quadro de planejamento dos ambientes (áreas), tarefas e atividades com a especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade de cor.	31
Figura 4: Decibelímetro Digital minipa MSL-1310.	32
Figura 5: Quadro de limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.	34
Figura 6: Medidor de Vibração.	35
Figura 7: Localização do Sistema de Coordenadas para vibração de mãos e braços.	35
Figura 8: Quadro de Fatores de correção para exposição diária a vibração de mão e braço nas três direções (eixos X, Y e Z).	37
Figura 9: Gráfico dos limites de exposição por bandas de um terço de oitava (eixo Z).	37
Figura 10: Gráfico dos limites de exposição por bandas de uma oitava (eixo X e Y).	38
Figura 11: Gráfico das medições médias e mínimas de iluminância nas Serrarias na região de Itapeva-SP.....	41
Figura 12: Gráfico dos valores de ruído médio e ruído máximo permitido pela norma.	43
Figura 13: Gráfico de vibração em X, Y e Z em função do tempo (amostra unitária).	44
Figura 14: Gráfico dos valores médios, máximos e mínimos da aceleração da Serraria A.	46

Figura 15: Gráfico dos valores médios, máximos e mínimos da aceleração da Serraria E.....48

Figura 16: Quadro de verificação de EPI's para Radiação Não Ionizante.....49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índice de refletância das superfícies.	18
Tabela 2: Limites de exposição diária nas direções dos eixos X, Y e Z.	36
Tabela 3: Medições de iluminância nas Serrarias.	40
Tabela 4: Medições de Ruído nas Serrarias.	42
Tabela 5: Medições de vibração nos eixos X, Y e Z na Serraria A.....	46
Tabela 6: Medições de vibração nos eixos X, Y e Z na Serraria E.....	47

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS.....	14
2.1.	Objetivo geral.....	14
2.2.	Objetivos específicos	14
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1.	Serraria	15
3.2.	Acidentes	15
3.3.	Risco Físico	17
3.3.1.	Iluminação (Iluminância)	17
3.3.2.	Ruído.....	19
3.3.3.	Vibração	20
3.3.4.	Radiação Não Ionizante	24
3.3.4.1.	Radiação Ultravioleta (UV).....	24
3.3.4.2.	Radiação Infravermelha (RI)	26
4.	METODOLOGIA	28
4.1.	Instrumentos e procedimentos na medição da Iluminância.	28
4.1.1.	Valores de medições segundo a Norma Técnica NBR-5413 (NBR ISO/CIE 8995-1:2013).....	30
4.2.	Instrumentos e procedimentos na avaliação do Ruído.	32
4.2.1.	Limites de ruídos segundo a Norma Regulamentadora 15	33
4.3.	Instrumentos e procedimentos na medição da Vibração.	34
4.3.1.	Limites de exposição diária da Vibração de acordo com as normas ISO 2631 e ISO/DIS 5349.	36
4.4.	Instrumentos e procedimentos na avaliação da Radiação Não Ionizante.	39
5.	RESULTADO E DISCUSSÃO	40
5.1.	Resultados na medição da Iluminância	40
5.2.	Resultados na medição do Ruído	42
5.3.	Resultados na medição da Vibração	44
5.4.	Resultados na avaliação da Radiação Não Ionizante.....	49
6.	CONCLUSÕES	50

6.1. Resultados na medição da Iluminância	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

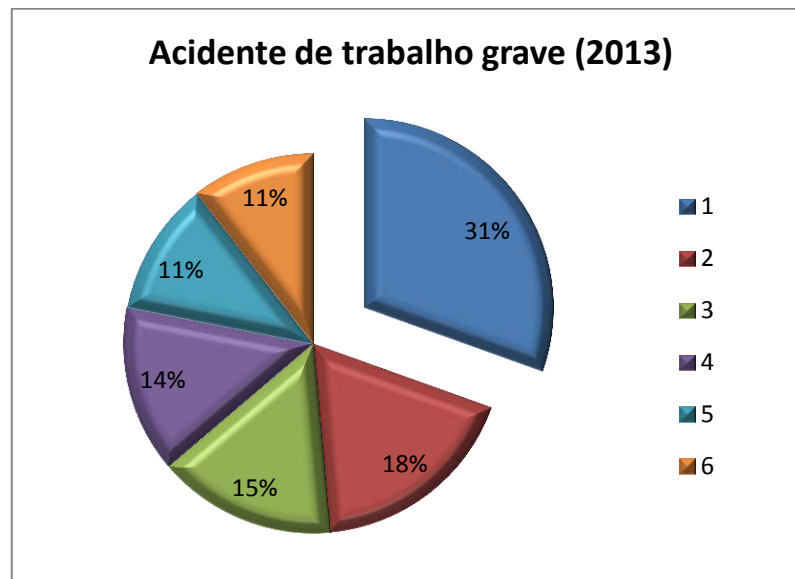
1. INTRODUÇÃO

Um acidente de trabalho é basicamente, o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de uma empresa ou contratante, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou algum transtorno físico permanente ou temporário. Um acidente sofrido pode ser consequência de um ato de agressão ou sabotagem, ofensa física intencional, ato de imprudência (de negligência ou imperícia de terceiros), desabamento, inundação, incêndio e outros casos decorrentes de força maior.

Dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2009) indicam elevada frequência dos acidentes de trabalho no Brasil. As indústrias contribuem por boa parte deles, pela incidência relativa e gravidade de seus acidentes. Essa posição pode ser observada pelo tipo de dano ao trabalhador, sucessões de lesões permanentes e óbitos e pelo longo período de afastamento do trabalho. As indústrias madeireiras são responsáveis pelo terceiro maior coeficiente de frequência de acidentes fatais (de alta periculosidade) no Brasil, perdendo apenas para a extração mineral e para a construção civil.

Ainda conforme dados do MTE, o número de Serrarias da região de Itapeva – SP no ano de 2014 é de aproximadamente 173, levando em consideração as cidades de Buri, Capão Bonito, Itaberá, Itararé, Nova Campina, Ribeirão Branco e Taquarivaí. Ambas abrangem uma população aproximadamente de 252 mil habitantes, sendo que Itapeva possui maior parcela dessas cidades (aproximadamente 87 mil habitantes).

A maior parcela dos acidentes constatados em serrarias dessa região em estudo foi de acidentes graves (de alta periculosidade). Pode-se comparar tais acidentes com outros setores trabalhistas, como é mostrado na Figura abaixo.

Figura 1: Setores de acidentes graves de trabalho na região de Itapeva-SP

Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego (2013).

- 1: Desdobramento de madeira
- 2: Exploração florestal
- 3: Agricultura/Pecuária
- 4: Construção civil
- 5: Administração pública
- 6: Transporte de cargas

Verifica-se através do gráfico, na região em que foi feito a análise de risco, o desdobramento de madeira vem em primeiro lugar, devido ao alto índice de serrarias e colheita de árvores na área florestal.

Os riscos estão constantemente presentes nos locais de trabalho e em todas as demais atividades humanas, comprometendo a segurança pessoal e a produtividade da empresa em si. O trabalho pode ser afetado a curto, médio e longo prazo, provocando acidentes com lesões imediatas e/ou doenças, que acabam se equiparando aos acidentes de trabalho.

São definidos como riscos físicos: ruídos, vibrações, radiações ionizantes e não ionizantes, pressões anormais, temperaturas extremas, iluminação deficiente, umidade, etc.

Esse trabalho teve o propósito de visitar serrarias na região citada, a fim de fazer medições dos riscos físicos que estariam fora do padrão em que as normas estabelecem, assim dando um melhor entendimento de como e por que devem ser tomadas algumas ações para a segurança do próprio trabalhador.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo do trabalho foi analisar algumas serrarias no município de Itapeva – SP e região, quanto aos possíveis riscos físicos (adequação de máquinas, equipamentos e pessoas) segundo as Normas regentes a essas situações (Norma Regulamentadora, ISO/CIE, ABNT-NBR, etc) que regem a Segurança e Saúde do Trabalhador e possíveis ações necessárias para prevenção.

2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos se fazem necessários para organizar as atividades meio para atingir o objetivo geral proposto. São descritas como:

- Levantamento de dados para avaliação dos riscos físicos obtidos nas visitas técnicas
- Comparação dos dados levantados com as normas das áreas em questão;
- Prevenções atribuídas segundo o levantamento de dados e análise destes;
- Comparação dentre dados obtidos dentre as serrarias visitadas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item, serão apresentados e discutidos os conceitos básicos e definições de segurança e saúde no trabalho, ligados a riscos físicos adotados ao longo deste trabalho, cujo conhecimento é de fundamental importância para a organização das Serrarias em geral.

3.1 Serraria

O termo “Serraria” é basicamente definido como estabelecimento industrial onde se cortam madeiras ou toras, geralmente por processos mecânicos, ou seja, é onde ocorre o desdobro da tora bruta de madeira logo que é transportada do desbaste no campo, sendo ela fatiada em tábuas, ripas, vigas, caibros, sarrafos, entre outros, dependendo da necessidade do cliente.

Dentro da atividade florestal, o setor madeireiro sempre apresentou grande destaque, tanto em número de empresas como em consumo de madeira. Segundo a FAO apud PONCE (1993), a madeira serrada é o item mais importante em termos de volume das indústrias florestais.

Mais da metade das madeiras vendidas em toras no mundo é processado nas serrarias, sendo ela industrialmente cortada (ou “desbastada” para termos madeireiros).

3.2 Acidentes

O primeiro termo a ser definido e discutido é “acidente”, visto que um dos principais objetivos dos Sistemas de Gestão da Saúde e Segurança do Trabalho (SGSSTs) é a eliminação ou redução de sua ocorrência. O termo “acidente” naturalmente sugere a visão de um evento repentino, que ocorre por acaso e que

resulta em danos pessoais. No entanto, essa visão é inadequada e acaba por gerar dificuldades no campo da prevenção dos acidentes, pois favorece a concepção das seguintes ideias incorretas:

- Acidentes ocorrem por acaso;
- As consequências ocorrem imediatamente após o evento;
- Os acidentes necessariamente resultam em danos pessoais.

O dicionário define acidente, como: "Acontecimento infeliz, casual ou não, e de que resulta ferimento, dano, estrago, prejuízo, avaria, ruína etc.; desastre" (FERREIRA, 1988).

Deve-se notar que essa definição evidencia que um acidente pode ser casual ou não, ou seja, um acidente pode não ocorrer necessariamente por um acaso (causas ignoradas, mal conhecidas e imprevistas), portanto, ele pode ter causas bem conhecidas, como pode ser observado no seguinte exemplo apresentado pelo dicionário: "A sabotagem na serra circular da serraria resultou em um terrível acidente". Tal definição também não contempla nenhuma relação de temporalidade entre o evento e suas consequências, o que comprova que a consideração de que um acidente é um evento que resulta em consequências imediatas ou repentinas é um erro.

A Norma 14280 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1999) expõe: "acidente do trabalho é a ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho, que provoca lesão pessoal ou de que decorre risco próximo ou remoto dessa lesão". A norma cita ainda o cadastro de acidente do trabalho – procedimento e classificação; os tipos de acidentes: acidente típico e de trajeto e o conceito de acidente como sendo um evento indesejado que pode resultar em lesão pessoal ou dano material.

Já a Lei 8213/91 (BRASIL, 1991) diz que a doença do trabalho é a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente (pneumoconiose, silicose, câncer, desde que os agentes físicos, químicos ou biológicos estejam presentes no ambiente de trabalho).

3.3 Risco Físico

Entende-se que os agentes de risco físico possuem materialidade externa ao corpo humano e podem ser detectados e também medidos. Algumas doenças relacionadas ao trabalho podem ser ocasionadas por ação desses agentes; entretanto, os limites da ação dos mesmos, são muitas vezes, imprecisos. Sabe-se que, muitas vezes, associam para determinarem o aparecimento de agravos a saúde (BINDER *et al*, 1995).

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) considera como principais fatores de risco físico para os trabalhadores da saúde as radiações ionizantes, o ruído, a temperatura e a eletricidade (BULHÕES, 1994).

Serão empregados apenas os riscos físicos de ruídos, vibrações, radiações não ionizantes e iluminação (iluminância), devido ao maior percentual de riscos nessas áreas em comparação com os outros riscos citados.

O risco de radiação ionizante está correlacionado a aparelhos que geram raios-X, raios gama e nêutrons, usados geralmente na área da medicina. Já o risco de temperatura, relaciona o trabalho a frio (refrigeradores e ambientes de baixas temperaturas) ou trabalho a quente (próximo a fornos, caldeiras e equipamentos que gerem altas temperaturas). Pressões anormais também não se enquadram no ambiente de uma serraria, devido ao trabalhador não sofrer alterações na pressão atmosférica. Por fim, e não menos importante, o risco elétrico poderia ser facilmente enquadrado no ambiente em questão, porém há a necessidade de um laudo técnico-científico visando uma conclusão do estudo, feito por algum profissional da área, um engenheiro eletricista por exemplo.

3.3.1 Iluminação (Iluminância)

A deficiência de luz em um posto de trabalho pode causar dores de cabeça, fadiga, náuseas e outros problemas neurológicos menos frequentes. O humor também pode ser afetado. O índice de reclamações dos trabalhadores foi observado ao longo do ano e verificou-se que aqueles que trabalham sob a luz natural, apresentaram mais queixas no inverno (menor luminosidade); já em ambientes com

iluminação artificial constante, não houve diferença nas queixas ao longo do período considerado (JAGLBAUER, 2007).

A percepção de profundidade, por exemplo, depende de fatores como contrastes e sombras que podem ser percebidos apenas com uma boa iluminação. Assim caso haja deficiência, há maior risco de acidentes, por exemplo, quando houver falhas na visualização de profundidades de escada ou movimentação de máquinas (KAISER, 2004).

A concentração nas tarefas de trabalho é outro fator influenciado pela iluminação. Assim, uma iluminação reduzida pode acarretar em desatenção e consequente acidentes de trabalho (BERTOLOTTI, 2007).

A importância do conhecimento da refletância das paredes, pisos, tetos e equipamentos é maior do que normalmente considerada. Uma grande parcela da luz incidente é absorvida e uma pequena fração é refletida, no entanto, a alteração da cor ou o tipo de superfície pode compensar estas perdas e tornar o projeto mais eficiente (JAGLBAUER, 2007).

Na tabela 1 são apresentados os índices de refletância de diferentes cores e superfícies, que podem variar de zero (absorve toda a luz) a cem (reflete toda a luz).

Tabela 1: Índice de refletância das superfícies

Cor ou Material	Refletância	Cor ou Material	Refletância
Azul Claro	30-55	Azulejo Branco	60-75
Azul Escuro	10-25	Cimento Claro	35-50
Amarelo	65-75	Concreto Claro	30-40
Branco	70-85	Concreto Escuro	15-25
Cinza Claro	45-65	Esmalte Branco	65-75
Cinza Escuro	10-20	Gesso	70-80
Cinza Médio	25-40	Granito	15-25
Laranja	25-35	Madeira Clara	30-50
Marrom	10-25	Madeira Escura	10-25
Preto	5	Mármore Claro	60-70
Rosa	45-60	Rocha	60
Verde Claro	30-55	Tijolo Claro	20-30
Verde Escuro	10-25	Tijolo Escuro	10-15
Vermelho Claro	25-35	Vidro Transparente	5-10
Vermelho Escuro	10-20	Ocre	30-50

Fonte: PHILIPS, 2004; MSPC, 2007 apud JAGLBAUER (2007)

As cores são importantes também, pois influenciam no comportamento das pessoas, em seu humor. Existem cores que estimulam, atraem e outras que

desanimam, confundem. As cores branca e cinza, por exemplo, podem induzir tensão e ansiedade, por serem monótonas. A percepção e as diferentes reações variam para cada indivíduo (MONTERO, 2006).

3.3.2 Ruído

Define-se o som como uma variação de pressão sonora, detectável pelo ouvido humano, numa certa faixa de frequência. Frequência é o número de vezes que essa pressão sonora varia por segundo, sendo audível pelo ouvido humano a faixa de 20 Hz até 20.000Hz (SANTOS, 1998).

O ruído pode ser definido como um som indesejável no ambiente de trabalho. Trata-se de uma definição subjetiva, já que até uma música que desagrade o ouvinte pode ser considerada um ruído, mesmo que em baixas intensidades (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2008a).

O ouvido humano tem a sensibilidade para captar sons em uma ampla faixa de variações de pressão sonora, desde 20 μ Pa (limiar de audição) até 20 Pa (limiar da dor). Por conta da ampla variação desta grandeza, utiliza-se uma relação logarítmica denominada Decibel (dB) (SMITH; PETERS; OWEN, 2001).

Segundo Schrage (2005), “a potência sonora irradiada por uma fonte sonora (energia acústica por unidade de tempo) resulta em pressão sonora”. Desta forma, a potência sonora da fonte é a “causa” do som, e a pressão sonora no ambiente é a “consequência”.

Os ruídos gerados atualmente não podem ser comparados ao de 200 anos atrás, quando não havia grande desenvolvimento urbano e volume de tecnologias disponíveis, como alta quantidade de veículos, aviões, rádios de alta potência e indústrias de grande porte ao lado de centros residenciais. Além do incômodo gerado, deve-se alertar para os danos à saúde que podem ser gerados, como perda auditiva, interferência na comunicação e distúrbios do sono. A incapacidade de compreender conversas em condições normais é considerada um dos principais problemas sociais. (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2007).

A exposição prolongada a ruídos elevados pode levar a perdas auditivas irreversíveis. Pode haver também distúrbios no organismo, como alteração nos níveis hormonais da tireoide, aumento dos batimentos cardíacos, produção de

adrenalina, contrações do estômago e abdômen, reações musculares e desgastes físicos e mentais (CREPALDI, 2003).

A ocorrência de Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) está relacionada à suscetibilidade individual e a outros fatores como idade, sexo, exposição ao ruído não ocupacional, hábitos de fumar e outros. Testes realizados na Universidade de São Paulo mostraram que trabalhadores expostos ao ruído ocupacional tiveram perdas auditivas, entre as frequências 3.000Hz e 6.000Hz (MARQUES, 2003).

Silva (2002) cita em seu trabalho que não há influência de vibração de corpo inteiro em uma eventual Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR), mas sugere estudos mais aprofundados e com metodologias alternativas para confirmar suas conclusões.

O uso de EPI deve ser uma medida posterior ao esgotamento de todas as soluções de controle da emissão de ruído. Entretanto, os protetores auriculares são amplamente usados pela facilidade de implantação e pelo baixo custo. Substituições de equipamentos podem ser soluções, ou seja, adquirir equipamentos modernos que ajudem o trabalhador, evitando assim a exposição a diversos agentes prejudiciais à saúde.

O fator de troca (q), também conhecido como Exchange Rate (ER), indica qual o acréscimo no nível de pressão sonora médio, para que haja uma duplicação na dose. Um fator de troca $q=3$, utilizado na maior parte do mundo, por exemplo, indica que uma exposição a um nível de pressão sonora de 88 dBA resulta em uma dose duas vezes maior do que uma exposição a 85 dBA. Algumas organizações, como a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) nos Estados Unidos, alegam que o ouvido humano compensa a mudança dos níveis de pressão sonora, e o fator de troca $q=3$ não é adequado. Assim, como a legislação brasileira, a OSHA usa fator de troca $q=5$ para se aproximar mais da resposta do ouvido humano (QUEST TECHNOLOGIES, 2006).

3.3.3 Vibração

A vibração, seja ela de corpo inteiro (VCI) ou de mãos e braços (VMB), também chamada de localizada, está presente em diversas atividades tanto do desdobro da madeira como do corte na área florestal. Podem-se destacar algumas

como: plainas moldureiras, plainas desengrossadeiras, outros equipamentos da serraria no beneficiamento.

A forma mais eficaz de prevenção de doenças causadas pela exposição prolongada às vibrações é a substituição de equipamentos antigos por outros de tecnologia mais avançada. Um exemplo é a mudança dos martelletes pneumáticos por outros hidráulicos, em que não há contato humano direto. Um efeito colateral, no entanto, é a transferência da vibração de mãos e braços para o corpo inteiro (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2008a).

A magnitude da vibração pode ser expressa em dB, em frações de aceleração da gravidade ou, mais usualmente, em m/s^2 . Apesar de esta magnitude estar ligada aos danos causados ao corpo humano, há outros fatores como frequência, direção ou duração desta exposição à vibração que podem agravar sintomas e doenças consequentes da exposição à vibração (CUNHA, 2006).

Segundo Lorenzen *et al.* (2008), para a caracterização da vibração são utilizados diversos parâmetros como amplitude, deslocamento pico a pico, frequência e aceleração. As definições e unidades nem sempre são padronizadas entre os diversos trabalhos publicados. Os métodos de determinação e medição destes parâmetros não são indicados, gerando dúvidas com relação aos dados coletados. O autor sugere então as seguintes definições:

- Amplitude: máximo deslocamento da oscilação de um ponto desde a sua posição de equilíbrio;
- Deslocamento pico a pico: deslocamento da oscilação de um ponto entre as extremidades positiva e negativa da vibração;
- Frequência: número de oscilações por segundo;
- Aceleração máxima.

Segundo Wasserman (1997), a faixa de frequência entre 4 e 8 Hz no eixo Z (direção vertical) é uma das mais importantes, já que entra em ressonância com as frequências da coluna vertebral. Exposição a pequenas magnitudes de vibração pode causar sérios danos à saúde do trabalhador.

Ao efetuar medições da vibração de mãos e braços deve-se ter atenção àquelas de altas frequências. Adewusi *et al.* (2008) mostrou que medidas em situações com frequência superior a 500 Hz são influenciadas significativamente pela posição em que o sensor do equipamento utilizado está localizado e pela na força exercida pelo operador.

Os possíveis efeitos gerados pela exposição à vibração de corpo inteiro, segundo Silva (2002), são:

- Resposta subjetiva: desconforto e dor;
- Perturbação da atividade: visão, controle dos movimentos das mãos, controle dos movimentos dos pés;
- Efeitos patológicos: problemas da coluna;
- Mal do transporte: náuseas, vômitos, redução do desempenho.

Ainda segundo o mesmo autor, os principais efeitos patológicos se limitam ao problema da coluna e são focos de estudos da maioria dos trabalhos relacionados. Verificou-se, também, em seu estudo sobre motoristas de ônibus, que a vibração de corpo inteiro superou os limites estabelecidos *pela International Organization for Standardization* (ISO) através da ISO-2631 (1985) para jornada de oito horas, em todos os testes e modelos analisados.

O efeito da vibração de corpo inteiro em mulheres jovens e saudáveis foi estudado por Maikala & Bhambhani (2008), concluindo que sob efeito de diferentes frequências (3 Hz, 4,5 Hz e 6 Hz), as respostas cardiovasculares (nível de oxigênio e volume de sangue) são similares àquelas obtidas quando submetidas a uma atividade física leve. As maiores diferenças foram percebidas ao se comparar as situações com e sem apoio das costas e não foram evidentes com a mudança de frequência.

O esforço intra-espinal decorrente das vibrações pode ser obtido a partir da anatomia da pessoa analisada, postura adotada em seu posto de trabalho, e vibração a que está submetida. Para isso, são utilizados modelos complexos e cálculos extensos que podem ser facilitados com o uso de softwares específicos. Assim, é possível prever estes esforços para que sejam adotadas medidas de controle, evitando doenças futuras (SEIDEL *et al.*, 2008).

Mesmo em operações onde o trabalhador permanece de pé, sob efeito de vibrações de corpo inteiro, a postura é importante para amenizar os esforços submetidos ao corpo. Posição da coluna e disposição dos joelhos (curvado ou estendido) são fatores que, apesar de serem dificilmente controlados durante a rotina de trabalho, também devem ser considerados (SUBACHI *et al.*, 2008).

Para reduzir o risco de dores lombares em trabalhadores expostos a vibrações de corpo inteiro, como por exemplo, motoristas de caminhões ou ônibus, sugere-se que sejam estabelecidos períodos de descanso durante a jornada de

trabalho. A exposição de pessoas durante vinte minutos a vibrações mostrou aumento de risco de eventuais problemas na lombar, comparadas com aquelas que apenas ficaram sentadas em seus assentos sem exposição à vibração (LI et al, 2008).

As lombadas utilizadas para redução de velocidade veicular, por exemplo, também podem causar danos na região lombar das pessoas. A geometria da lombada, o modelo do veículo, a velocidade e a posição dos ocupantes é importante para a diminuição de possíveis problemas de saúde. O principal parâmetro que deve se observar é a altura da lombada, já que, mesmo o motorista respeitando o limite de velocidade de determinada via, pode estar sujeito a vibrações de corpo inteiro acima dos limites permitidos (KHORSHID et al, 2007).

Na construção de túneis e mesmo nas proximidades de minerações que utilizam explosivos para desmonte, é comum que haja reclamações quanto a vibração. Há preocupação com o conforto dos moradores, já que as detonações são constantes. Experimento feito por Kuzu e Guclu (2009) mostrou que as pessoas são mais tolerantes a vibrações de curta duração (300 a 500 ms), ainda que sejam de maior magnitude. O incômodo é muito grande quando há vibrações que duram de cinco a dez segundos, por exemplo. Em todos os testes, os limites de vibração para danos estruturais foram respeitados e foi analisada apenas a sensação de incômodo decorrente da vibração.

Novos métodos para a medição da vibração dos corpos estão sendo desenvolvidos. Um exemplo é o uso de câmeras de alta velocidade que captam o movimento de marcadores colocados no corpo de um trabalhador. Para a coluna e região lombar são utilizados marcadores virtuais já que o encosto do banco não deixaria visível os marcadores físicos. A partir desta nova metodologia é possível ver em detalhes os movimentos das partes do corpo causados pela vibração de corpo inteiro, sendo possível a implementação de medidas de controle mais efetivas (RAHMATALLA, 2008).

3.3.4 Radiação Não Ionizante

Serão vistos no trabalho apenas dois tipos de radiação não ionizantes: Ultra violeta (Raios UV) e Infravermelha, pois são as radiações mais importantes no campo estudado. As duas radiações provem principalmente da luz solar, portanto pode se dizer que a radiação se trata do “trabalho a quente” dos trabalhadores nas serrarias.

O espectro de radiação solar não ionizante que chega a Terra é formado pelas radiações ultravioleta (UV), visível (λ entre 400 a 800 nm) e infravermelha (λ acima de 800 nm). A radiação UV é a responsável pela ocorrência das reações fotoquímicas que além de estimularem a produção de melanina, resultando no bronzeamento da pele, podem causar desde inflamações e queimaduras até mutações gênicas e disfunções no comportamento celular (FLOR; DAVOLOS, CORREA, 2007; HALLIDAY et al., 2008).

A exposição á radiação solar esporádica ou contínua sem uma proteção apropriada pode produzir uma série de efeitos indesejáveis. Tais efeitos são resultados de complexos processos fotobiológicos agudos e crônicos em consequência das reações fotoquímicas que ocorrem em função da exposição solar (TEDESCO; MARTÍNEZ; GONZÁLEZ, 1997; FOCO; GASPERLIN; KRISTL, 2005).

3.3.4.1 Radiação Ultravioleta (UV)

A radiação ultravioleta (UV) foi descoberta, em 1801 pelo físico alemão Johann Wilhelm Ritter (1776-1810). É uma pequena porção da radiação total recebida do Sol e vem preocupando os especialistas, principalmente, a partir da década de 1970, quando a diminuição da camada de ozônio foi observada. O ultravioleta atua em estruturas atômicas, dissociando moléculas (rompendo algumas cadeias de carbono, muitas, essenciais à vida), afetando os seres vivos e alguns materiais (plásticos e polímeros), sendo o ozônio é o seu principal filtro.

Apesar de ser um pré-requisito para a vida, a luz solar pode apresentar efeitos extremamente nocivos à saúde humana. Mesmo não possuindo a capacidade de penetrar profundamente no organismo, ela atinge pele, olhos e mucosa, contribuindo para o aumento do risco de câncer de pele,

fotoenvelhecimento e doenças oftalmológicas, além de afetar o sistema imune (RIBEIRO, 2004).

O câncer de pele é o tumor de pele de maior incidência no Brasil, e corresponde à 25% dos tumores malignos registrados. Estima-se que em 2012 este tumor irá prover 134.170 novos casos, acometendo 62.680 homens e 71.490 mulheres. Já o câncer de pele melanoma afetará 6.230 novos indivíduos, destes 3.170 homens e 3.060 mulheres. O melanoma é a neoplasia mais agressiva e de pior prognóstico entre os diversos tipos de câncer que acometem a pele. Sua incidência e, em menor escala, seu coeficiente de mortalidade vem aumentando em todo o mundo. O melanoma de pele é menos frequente que os tumores basocelulares e de células escamosas, entretanto, sua letalidade é mais elevada (BRASIL, 2012).

Com a redução da camada de ozônio notou-se aumento na incidência de câncer de pele (SANTOS et al., 2001). Como mais de 50% da população brasileira possui pele clara e se expõe ao sol muito e descuidadamente, seja por trabalho ou lazer, e o país se encontra em uma zona geográfica de alta incidência de raios ultravioleta, nada mais explicável e previsível que a alta ocorrência de câncer de pele. A prevenção do câncer de pele inclui ações de prevenção primária através da proteção contra a luz solar, que são efetivas e de custo reduzido (BRASIL, 2006).

Os efeitos agudos da exposição UV para os olhos humanos incluem o surgimento de fotoqueratite e fotoconjuntivite (queimadura na córnea e pálpebras). Apesar de incômodos e dolorosos tais processos são reversíveis e a prevenção pode ser realizada com a utilização de óculos escuros. Como exemplos de efeitos crônicos têm-se o desenvolvimento de catarata e câncer no tecido conjuntivo (CLYDESDALE; DANDIE; MULLER, 2001).

Os raios ultravioleta podem afetar, também, o sistema imunológico do indivíduo, causando modificação na atividade e distribuição das células responsáveis pelo início da resposta imune. A radiação ultravioleta gera uma resposta negativa da imunidade 186 Radiação ultravioleta e ativos utilizados nas formulações de protetores solares Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde (imunossupressão), que ocasiona falha na resposta imune do indivíduo (CLYDESDALE; DANDIE; MULLER, 2001; NORVAL, 2001).

Para se diminuir os efeitos prejudiciais da radiação ultravioleta, além de se evitar a exposição ao sol durante o horário de pico de radiação (10 às 16 h), devem-

se ter outros cuidados como usar roupas apropriadas, chapéus de abas largas, óculos de sol e principalmente filtros solares de amplo espectro, visto que a diminuição da camada de ozônio associada ao aumento das atividades ao ar livre requer filtros solares com fator de proteção solar cada vez maior (SANTOS et al., 2001; RIBEIRO, 2004; KULLAVANIJAYA; LIM, 2005).

3.3.4.2 Radiação Infravermelha (RI)

Presente na luz solar, nas lâmpadas de filamento de tungstênio e em numerosos processos industriais que utilizam fontes de calor, como os padeiros, sopradores de vidro, operários de altos-fornos, trabalhadores de fundição e metalurgia, bombeiros, entre outros. Da mesma forma que a radiação ultravioleta, a infravermelha é mais prejudicial para a pele e para os olhos. Na pele, pode provocar queimaduras. Nos olhos, contudo, devido a transparência dos meios oculares, a radiação infravermelha afeta mais a retina.

Os efeitos danosos da luz solar sobre a pele humana não podem ser atribuídos somente a comprimentos de onda isolados. A interação entre diferentes faixas de comprimentos de onda, como a luz visível, radiação UV e infravermelho, apresenta papel importante no desenvolvimento desses efeitos (CHO et al, 2009).

A radiação infravermelha (RI) pode transmitir energia na forma de calor elevando a temperatura da pele. A pele humana exposta diretamente à RI pode ter sua temperatura elevada para mais de 40 °C devido à conversão da RI em calor. A exposição crônica ao calor pode gerar alterações na pele humana e provocar doenças como o eritema *ab igne*, caracterizado por eritema reticulado, hiperpigmentação, descamação fina, atrofia epidérmica e telangiectasias (WEBER e tal, 2005).

A luz visível e o infravermelho próximo podem induzir à pigmentação. Um estudo *in vivo* foi realizado para determinar mudanças de coloração que ocorrem durante a irradiação. Utilizou-se uma fonte de luz policromática de 390 a 1700 nm que simulava o espectro solar, porém sem a região da radiação UV, e verificou-se que a pigmentação ocorria mesmo sem a presença da radiação UV. Outros estudos demonstraram que a exposição da pele normal à luz visível pode resultar na indução de pigmentação imediata (*Immediate Pigment Darkening* - IPD), eritema imediato e

bronzamento tardio (*Delayed Tanning* - DT). A luz visível também contribui para a produção de radicais livres e, assim, induz a danos ao DNA indiretamente (MAHMOUD et al, 2008).

4. METODOLOGIA

Estão disponíveis para comercialização diferentes marcas e modelos de equipamentos para instrumentação. Alguns deles serão detalhados para seja mostrado com quais métodos e equipamentos foram feitas as aferições. Com base nestas informações, pode-se ter um conhecimento prévio, ainda que superficial, das funcionalidades e características dos instrumentos para a correta escolha mediante as necessidades específicas de um monitoramento.

Os instrumentos utilizados neste trabalho foram os disponíveis na Empresa Júnior “Pro-mad” da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, campus experimental de Itapeva (UNESP – Itapeva).

A quantidade de amostras depende da exatidão que se deseja obter e, também, do conhecimento da variabilidade que se tem do ambiente. Para este estudo, em particular, foi padronizado o número de cinco amostras para os quatro agentes de riscos físicos medidos.

Tudo isso foi feito para que haja uma comparação com as Normas existentes para cada tipo de risco, dando um maior embasamento técnico-científico ao trabalho.

Para maior representatividade dos resultados as escolhas dos dias de visita às serrarias foram naqueles em que a produção estava em máximo rendimento (100%), para padronização das amostras garantindo-se o grau de confiabilidade quando realizada a comparação entre dados. No entanto, a autorização para o aferimento em algumas serrarias foi restrita, automaticamente as deixando de fora deste trabalho.

4.1 Instrumentos e procedimentos na medição da Iluminância.

O instrumento utilizado para medição de iluminância foi o luxímetro (Figura 2), que possui uma célula fotossensível que pode ser acoplada ou não. No instrumento com célula acoplada, muitas vezes pode haver interferências significativas do próprio operador que faz sombra ao efetuar a leitura. Com a célula desacoplada, este efeito pode ser minimizado, já que o operador tem mais liberdade para

posicioná-lo estrategicamente de forma a não interferir na captação da iluminação real do local.

Figura 2: Luxímetro digital Minipa MLM-1011



A norma técnica NBR-5382 10 (ABNT, 1985) mostra os procedimentos de medição para que se possa obter um nível médio de iluminação do ambiente. O instrumento utilizado nas medições deve ter fotocélula com correção do cosseno e correção de cor, com temperatura ambiental entre 15°C e 50°C, sempre que possível. Isto significa que não é obrigatório, mas recomendável, que o luxímetro tenha estas características.

Vale lembrar, que essa norma técnica foi criada para medir a iluminância de interiores de ambientes, portanto deve se considerar que no ambiente estudado pode haver algumas variações, devido a grande parte das serrarias serem apenas cobertas (com iluminação diferente de interiores).

Ainda de acordo com a NBR-5382, após a estabilização de cinco a dez minutos, deve-se posicionar a fotocélula do luxímetro a 80 cm do piso e anotar os valores encontrados. Para este trabalho, foi utilizado apenas o valor médio dessa medição de acordo com a norma técnica, pois foram feitas em seis serrarias, afim de

comparação. Assim pode se trabalhar mais facilmente com o valor médio das medidas encontradas.

Dependendo das condições climáticas, como céu nublado ou ensolarado, ou mesmo do horário, dia ou noite, os resultados serão diferentes, já que há uma grande influência da luz natural nos ambientes.

É recomendável que sejam feitas verificações em dias e horários diferentes, para verificar estas variações, porém o estudo ocorre apenas em serrarias que trabalham no período diurno (8h às 18h). Portanto, os resultados obtidos são válidos apenas para as condições ambientais e climáticas do momento da tomada da amostra.

4.1.1 Valores de medições segundo a Norma Técnica NBR-5413 (NBR ISO/CIE 8995-1:2013)

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas cancelou, em 21/03/2013, a norma ABNT NBR-5413:1992, que trata da iluminância de interiores sendo substituída pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Portanto as informações irão ser retiradas da norma referente a 2013.

O texto dessa norma técnica é uma cópia traduzida da Norma Internacional ISO/CIE 8995-1: *Lighting of work places – Part 1: Indoor*, elaborada pelo CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*). Desta forma, são aplicáveis por meio da normalização técnica nacional sobre este tema, os mesmos requisitos, experiências, boas práticas e lições aprendidas sobre qualidade, segurança, desempenho, confiabilidade e eficiência que são aplicados internacionalmente pelos demais países que utilizam as normas da ISO.

A norma não define valores para ambientes de serrarias em específico, porém pode-se levar em consideração o ambiente de marcenaria e indústria de móveis, assim como a norma relaciona de acordo com o tópico 21 da tabela de planejamento dos ambientes (Figura 3):

Figura 3: Quadro de planejamento dos ambientes (áreas), tarefas e atividades com a especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade de cor.

ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\bar{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
21. Marcenaria e indústria de móveis				
Processo automático, por exemplo: secagem na fabricação de madeira compensada	50	28	40	
Poços de vapor	150	28	40	
Sistema de serras	300	25	60	Prevenir contra os efeitos estroboscópicos.
Trabalho de marceneiro em bancos de carpintaria, colagem, montagem	300	25	80	
Polimento, pintura, marcenaria de acabamento	750	22	80	
Trabalho em máquinas de marcenaria, por exemplo: torneiar, acanelar, desempenar, rebaixar, chanfrar, cortar, serrar afundar	500	19	80	Prevenir contra os efeitos estroboscópicos.
Seleção de madeira folheada, marchetaria, trabalhos de embutir	750	22	90	Tcp no mínimo 4 000 K.
Controle de qualidade	1 000	19	90	Tcp no mínimo 4 000 K.

© ISO/CIE 2002 - © ABNT 2013 - Todos os direitos reservados

Portanto os valores empregados nesse trabalho, podem variar desde o tópico de “Sistema de serras” até “Seleção de madeira folheada, marchetaria, trabalhos de embutir” se levando em conta os tipos de tarefas e atividades similares. Logo, a iluminância nos estabelecimentos externos de uma serraria podem variar de 300 lux a 750 lux.

Segundo a ISO/CIE 8995-1, a iluminância deve ser medida em pontos específicos em áreas pertinentes, não podendo ser inferiores às calculadas para o ponto. Para medições repetidas devem ser utilizados os mesmos pontos.

Não é definido o número de medições necessárias pela norma, portanto irá ser adotado o mesmo padrão das medições feitas para o ruído, descrito no próximo tópico.

4.2 Instrumentos e procedimentos na avaliação do Ruído.

A medição da exposição ao ruído ocupacional deve ser realizada utilizando-se medidores de dose de ruído, comumente chamados de dosímetros ou decibelímetro (Figura 4), preferencialmente cobrindo toda a jornada de trabalho, ou seja, as oito horas diárias. Muitos instrumentos têm a possibilidade de salvar os dados coletados na memória, podendo posteriormente ser vistos em um computador pessoal.

A precisão dos microfones utilizados também deve ser considerada, para que seja feita uma avaliação mais precisa e, apesar de a recomendação ser o uso de microfones classe I, são permitidos os de classe II, muito mais comuns e de preço mais acessível.

Figura 4: Decibelímetro Digital minipa MSL-1310



Quando o próprio trabalhador sabe da preocupação em seu posto de trabalho, ele tende a supervalorizar a exposição, emitindo e forçando ruídos

inexistentes ou potencializando aqueles presentes. Em outras palavras, ele pode aproximar o microfone intencionalmente das fontes geradoras de ruído ou mesmo falar alto ou criar ruídos de impactos nas proximidades. A experiência e a vivência do profissional responsável pela segurança, seja um técnico ou engenheiro, tem grande valia, já que ele poderá prever ou avaliar valores que sejam consistentes, de forma a não haver discrepâncias em relação aos valores obtidos.

É muito difícil “fiscalizar” todos os trabalhadores em um monitoramento simultâneo, durante o uso de vários dosímetros. Ressalta-se, mais ma vez, que o conhecimento prévio da rotina e do tipo de trabalho realizado no local é muito importante para que se tenha uma estimativa dos valores que deverão ser obtidos aquele posto de trabalho. Assim, se em uma dosimetria dentro de um escritório fechado e isolado, os resultados são de dose 500% ou mesmo 1000%, percebe-se que algo provavelmente está errado nestas medidas ou na calibração do instrumento.

Quando o trabalhador não permanece no mesmo local durante a sua jornada de trabalho, o uso do decibelímetro deve ser feito em todos os ambientes que o trabalhador percorre, para que se tenha conhecimento das diferentes exposições que ele sofre.

Existem normas que estabelecem padrões dos níveis permitidos de ruídos e a quantidade de tempo em que o operário pode ficar exposto.

4.2.1 Limites de ruídos segundo a NR-15

A Norma Regulamentadora 15 (BRASIL, 1978) tem, em seu anexo N°1, os limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes, ou seja, aqueles que não são de impacto. De acordo com esta norma, a medição deve ser feita utilizando instrumento de nível de pressão sonora posicionado próximo ao ouvido do trabalhador, operando em resposta lenta e com filtro de compensação “A”. O tempo máximo de exposição ao ruído por parte de um trabalhador no ao longo de um dia deve estar de acordo com a Figura 5.

Figura 5: Quadro de 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 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Norma Regulamentadora - 15.

Os valores médios de ruído obtidos na medição, devem ser comparados com a tabela acima. Caso o trabalhador esteja exposto a ruídos superiores a 115 dB, sem a devida proteção, a atividade é considerada de risco grave e iminente.

Também deve se levar em conta se o operário está trabalhando com os devidos equipamentos de proteção (EPI's) contra ruídos, fazendo com que minimize o risco apresentando.

A NR-15 não estabelece um tempo de medição para que sejam comparados os resultados a tabela, porém sabe-se que devem ser feitas as medições nos principais setores das serrarias no maior tempo possível, e trabalhar com a média desses valores obtidos.

4.3 Instrumentos e procedimentos na medição da Vibração.

Segundo a NR-15, as atividades e operações que exponham os trabalhadores, sem a proteção adequada, às vibrações localizadas ou de corpo inteiro, serão caracterizadas como insalubres, através de perícia realizada no local de trabalho.

O equipamento utilizado foi um acelerômetro (Figura 6), cuja principal função é medir a vibração relativa ao trabalhador nos eixos X, Y e Z.

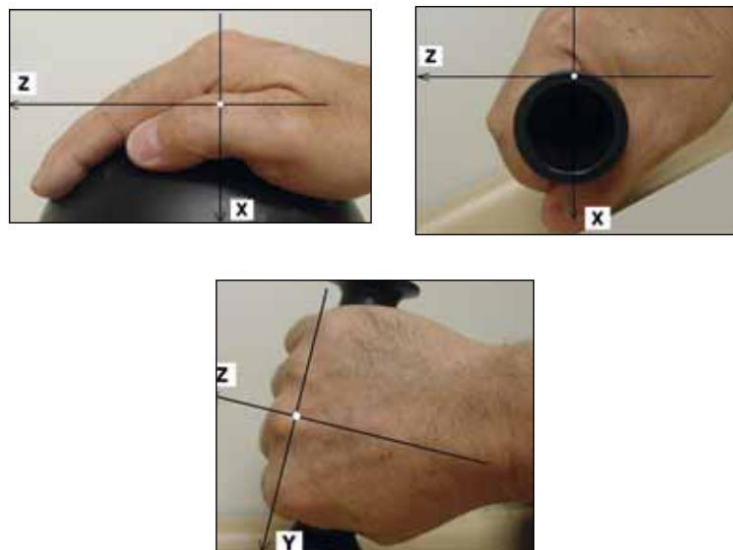
Figura 6: Medidor de Vibração.



A perícia, visando à comprovação ou não da exposição, deve tomar por base os limites de tolerância definidos pela Organização Internacional para a Normalização - ISO, em suas normas ISO 2631 e ISO/DIS 5349 ou suas substitutas.

Para a melhor compreensão da direção nos respectivos eixos X, Y e Z, a Norma de Higiene Ocupacional (NHO-10) define o sistema de coordenadas para vibração de mão e braço de acordo com a figura 7, mostrando quais os sentidos devem ser adotados para as medições.

Figura 7: Localização do Sistema de Coordenadas para vibração de mãos e braços.



Fonte: NHO-10 adaptado de “Fundacentro”

A Norma de Higiene Ocupacional não define um número exato de amostras necessárias para as medições, portanto esse trabalho irá utilizar o mesmo número de medidas e o mesmo tempo de medições (um minuto para cada medida) que os outros tópicos estudados, assim pode-se criar um padrão para melhor visualização e comparação deste.

4.3.1 Limites de exposição diária da Vibração de acordo com as normas ISO 2631 e ISO/DIS 5349.

Segundo ACGIH (2007), a avaliação da vibração de mão e braço foi feita de acordo com a norma ISO 5349:1986 para comparação das medidas encontradas. Os limites dessa exposição diária de vibração para mão e braço serão apresentados de acordo com a tabela 2.

Tabela 2: Limites de exposição diária nas direções dos eixos X, Y e Z.

Duração total da exposição diária ^(a)	Valores da componente de aceleração dominante ^(b) (m/s ²)
4 h e menos de 8h	4
2 h e menos de 4h	6
1 h e menos de 2h	8
Menos de 1 h	12

(a) O tempo total em que a vibração entra na mão por dia, seja contínua, seja intermitentemente. As acelerações são ponderadas em frequência, r.m.s.

(b) Usualmente, um dos eixos é dominante sobre os demais. Se um ou mais dos eixos de vibração exceder, a exposição total diária estará excedida.

Fonte: Adaptado de ACGIH (2007).

Também são definidos valores máximos de duração de vibração e tempo de exposição durante o turno diário, mostrando quanto tempo o trabalhador pode sofrer a vibração e qual a intensidade dessa vibração (Figura 8).

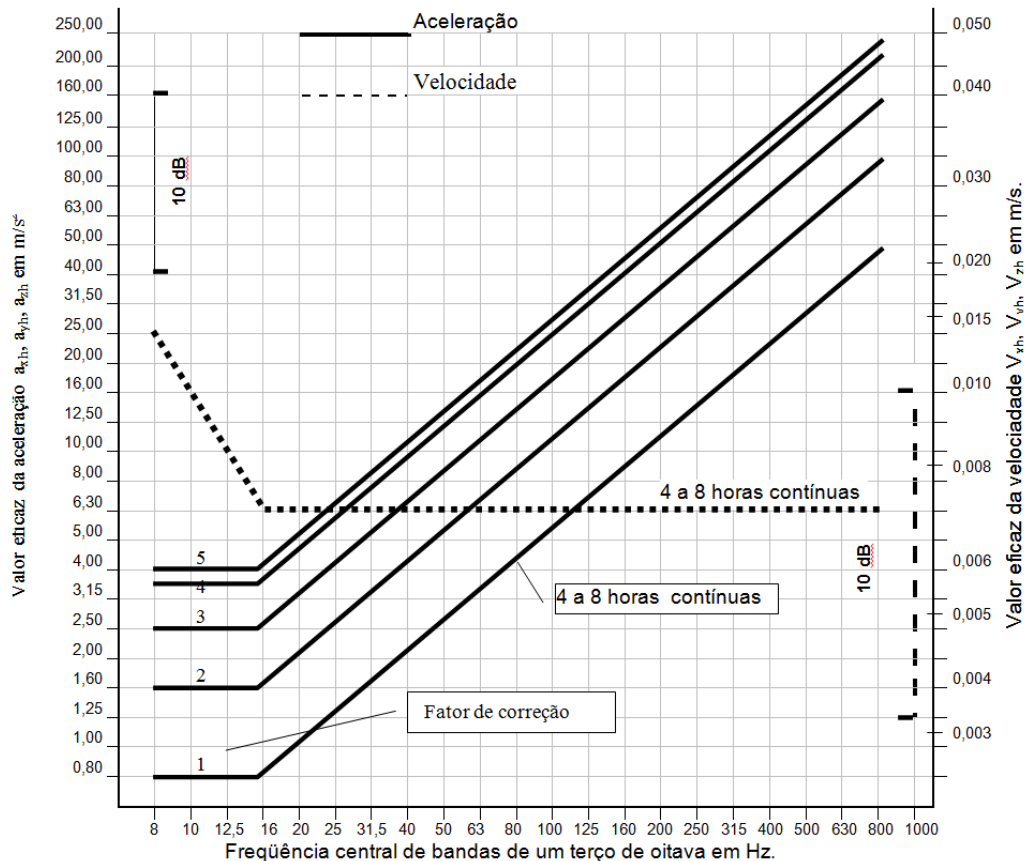
Figura 8: Quadro de Fatores de correção para exposição diária a vibração de mão e braço nas três direções (eixos X, Y e Z).

Tempo de exposição durante o turno diário	Ininterrupta ou sem interrupções regulares	Regularmente interrompida				
		Duração do intervalo de tempo periódico sem exposição à vibração [minutos por horas de trabalho]				
		Até 10	Entre 10 e 20	Entre 20 e 30	Entre 30 e 40	Mais que 40
Até 30 min.	5	5	--	--	--	--
Mais que 30 min. até 1 h.	4	4	--	--	--	--
Mais que 1 h até 2 h.	3	3	3	4	5	5
Mais que 2 h até 4 h.	2	2	2	3	4	5
Mais que 4 h até 8 h.	1	1	1	2	3	4

Fonte: Adaptado de ISO/DIS 5349.

A figura 9 demonstra os limites de exposição por bandas de um terço de oitava, ou seja, aquelas decorrentes no eixo Z.

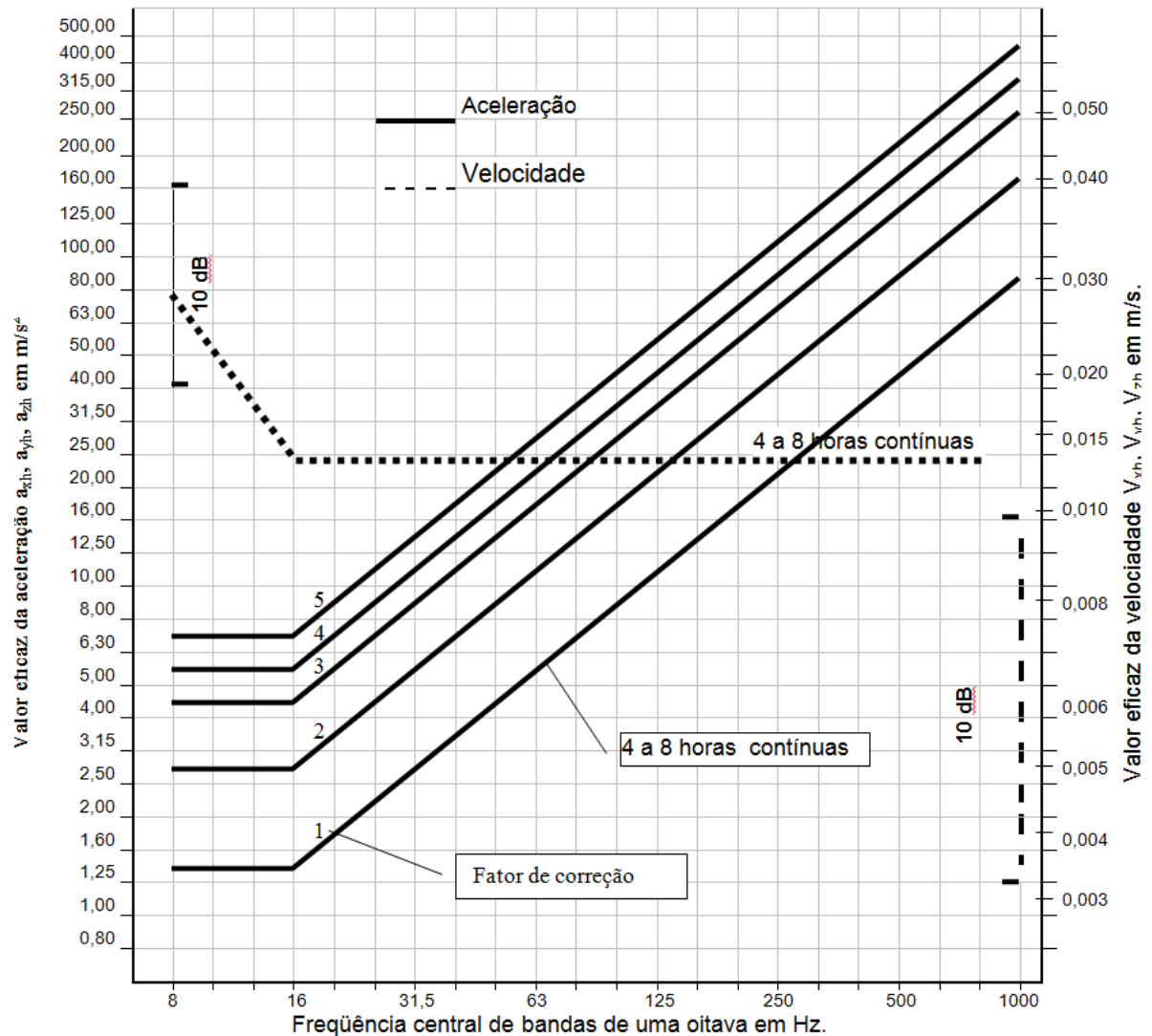
Figura 9: Gráfico dos limites de exposição por bandas de um terço de oitava (eixo Z).



Fonte: ISO/DIS 5349.

Já a figura 10 mostra os mesmos limites de exposição por banda, porem na direção X e Y, correspondentes a bandas de uma oitava (ambas as bandas medidas em Hz).

Figura 10: Gráfico dos limites de exposição por bandas de uma oitava (eixo X e Y).



Fonte: ISO/DIS 5349.

Os níveis máximos aceitos pela norma para exposição contínua de 4 a 8 horas (fator de correção 1) são definidos pela Figura 9 (bandas de um terço de oitava), Figura 10 (bandas de uma oitava). Sempre que possível, devem ser aplicados os limites de um terço de oitava, que podem ser mais perigosos para um espectro de frequência não constante. Os limites estabelecidos não devem ser ultrapassados pelos valores da aceleração em qualquer uma das bandas mostradas acima.

Conforme o tipo de trabalho, os limites de exposição das Figuras 9 e 10 devem ser corrigidos, utilizando a Tabela 2, quando a exposição do trabalhador é menor que 4 h ou quando ocorrem pausas momentâneas.

4.4 Instrumentos e procedimentos na avaliação da Radiação Não Ionizante.

Segundo o Anexo nº 7 da Norma Regulamentadora 15, são radiações não ionizantes as micro-ondas, ultravioletas e laser. As operações ou atividades que exponham os trabalhadores a essas radiações, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres, em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho.

As atividades ou operações que exponham os trabalhadores às radiações da luz negra (ultravioleta na faixa – 400~320 nanômetros) não serão consideradas insalubres.

Pode-se considerar que os trabalhadores das serrarias, caso trabalhem em pátios e ambientes onde tenham incidência direta de radiações não ionizantes, devem sempre estar com as proteções adequadas, ou seja, com roupas cobrindo todo o corpo (blusas de manga comprida, calça, calçados, etc) e estar usando algum tipo de proteção para o rosto (chapéus, bonés, entre outros).

Caso os EPI's estejam sendo bem utilizados contra esse risco, segundo a norma, não há necessidade de mensurar valores de radiações ultravioletas ou radiações infravermelhas, sendo então uma atividade salubre. Portanto nesse tópico serão apenas verificados o uso de equipamentos.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 Resultados na medição da Iluminância.

As medições do teor de Iluminância (medidas em Lux) foram feitas em cinco pontos aleatórios dentro das serrarias, de modo que não fossem feitas em lugares descobertos. Na Tabela 3 estão os valores medidos para todas as seis serrarias visitadas.

Tabela 3: Medições de iluminância nas Serrarias.

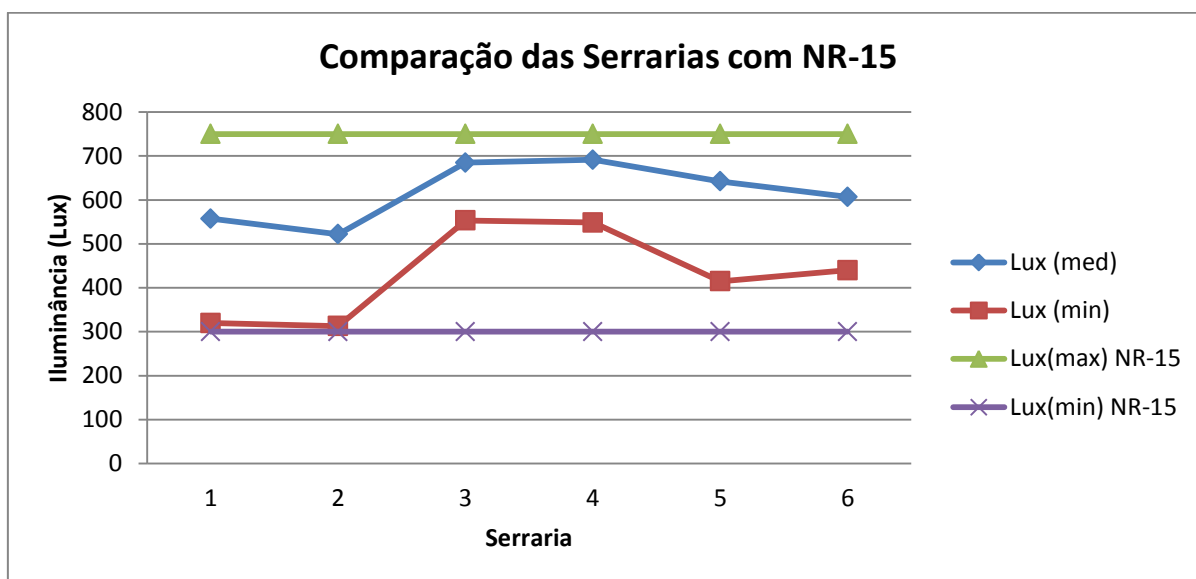
Serraria A	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Lux (max)	829	1021	939	891	1024
Lux (med)	476	538	499	641	632
Lux (min)	208	275	355	390	370
Serraria B	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Lux (max)	1138	496	1260	850	1230
Lux (med)	599	329	621	498	563
Lux (min)	306	267	292	390	309
Serraria C	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Lux (max)	780	1511	866	777	844
Lux (med)	683	724	635	701	681
Lux (min)	518	663	591	530	465
Serraria D	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Lux (max)	708	1124	884	1584	1222
Lux (med)	617	698	703	750	689
Lux (min)	544	480	559	611	548
Serraria E	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Lux (max)	1031	1496	1169	850	1260
Lux (med)	599	729	621	598	663
Lux (min)	406	567	392	400	309
Serraria F	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Lux (max)	791	887	801	906	1870
Lux (med)	512	559	621	601	740
Lux (min)	406	339	458	509	487

Todas as medições foram feitas em uma média aproximada de um minuto cada, em razão das várias serrarias visitadas.

Foi estipulado com o auxílio da norma NBR ISO/CIE 8995-1:2013 valores médios entre 300 lux e 750 lux já descrito na metodologia desse trabalho, sendo os respectivos valores encontrados de acordo. É definido também que caso alguma medida mínima seja abaixo da permitida, a atividade será considerada insalubre, ou seja, dos cinco pontos medidos, quatro estão abaixo do permitido, dois na Serraria A (ponto 1 e 2) e dois na Serraria B (ponto 2 e 3).

Levando em conta os valores das medições feitas em todas as serrarias, pode-se comparar os valores médios e mínimos com a NR-15, como mostra o gráfico abaixo (Figura 11).

Figura 11: Gráfico das medições médias e mínimas de iluminância nas Serrarias na região de Itapeva-SP.



Comparando com a norma nota-se que os valores médios de iluminância estão entre a faixa permitida e os valores mínimos estão acima do mínimo, não havendo necessidade de alterações drásticas para melhoria de tal risco.

Durante as medições foi percebido que quanto mais central for o ponto de medição, menor o teor de Lux. Caso haja necessidade de mudança por falta de iluminância em determinado local, basta subdividir a área inicial em outras porções menores, assim a incidência de luz irá ser maior. Lembrando que essa mudança, se necessária, não deve prejudicar outros setores.

5.2 Resultados na medição do Ruído.

Os resultados dos ruídos nas serrarias visitadas estão mostrados na tabela 4 sendo realizadas cinco medições em valores dentro dos espaços onde ocorriam maior percentual de ruído e maior quantidade de pessoas trabalhando, assim descrito pela metodologia.

Tabela 4: Medições de Ruído nas Serrarias.

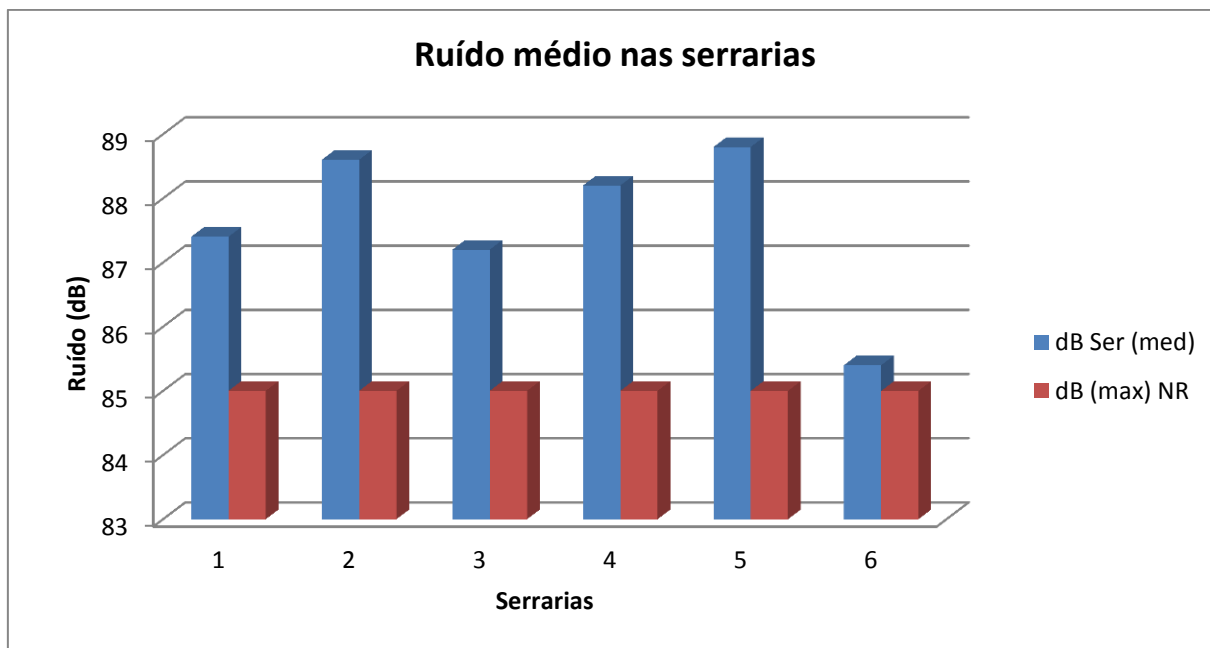
Serraria A	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
dB(max)	91	92	91	94	93
dB (med)	87	87	87	88	88
dB (min)	80	81	80	80	80
Serraria B	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
dB (max)	94	94	97	95	93
dB (med)	89	89	91	87	87
dB (min)	83	82	84	82	81
Serraria C	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
dB (max)	93	93	95	93	95
dB (med)	87	84	86	89	90
dB (min)	81	81	83	82	80
Serraria D	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
dB (max)	94	97	95	90	91
dB (med)	91	91	86	88	85
dB (min)	83	84	81	84	79
Serraria E	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
dB (max)	93	95	93	94	93
dB (med)	90	91	90	86	87
dB (min)	84	78	81	81	82
Serraria F	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
dB (max)	91	90	95	93	91
dB (med)	87	86	86	85	83
dB (min)	83	81	81	82	78

O mesmo valor de tempo de medição da iluminância foi adotado para o ruído, sendo este de aproximadamente um minuto para cada medida.

Conforme os valores citados pela NR-15 na Figura 5, onde são demonstrados os valores máximos permitidos de ruído pela quantidade de horas em que o operário está em exposição, foi considerado o total de 8 horas de carga horária para os trabalhadores das serrarias de Itapeva-SP e região, devido ao período de trabalho ser de manhã e à tarde.

A Figura 12 mostra esse máximo valor de ruído permitido pela norma em 8h de carga horária no dia, comparando os valores médios de todas as serrarias visitadas.

Figura 12: Gráfico dos valores de ruído médio e ruído máximo permitido pela norma.

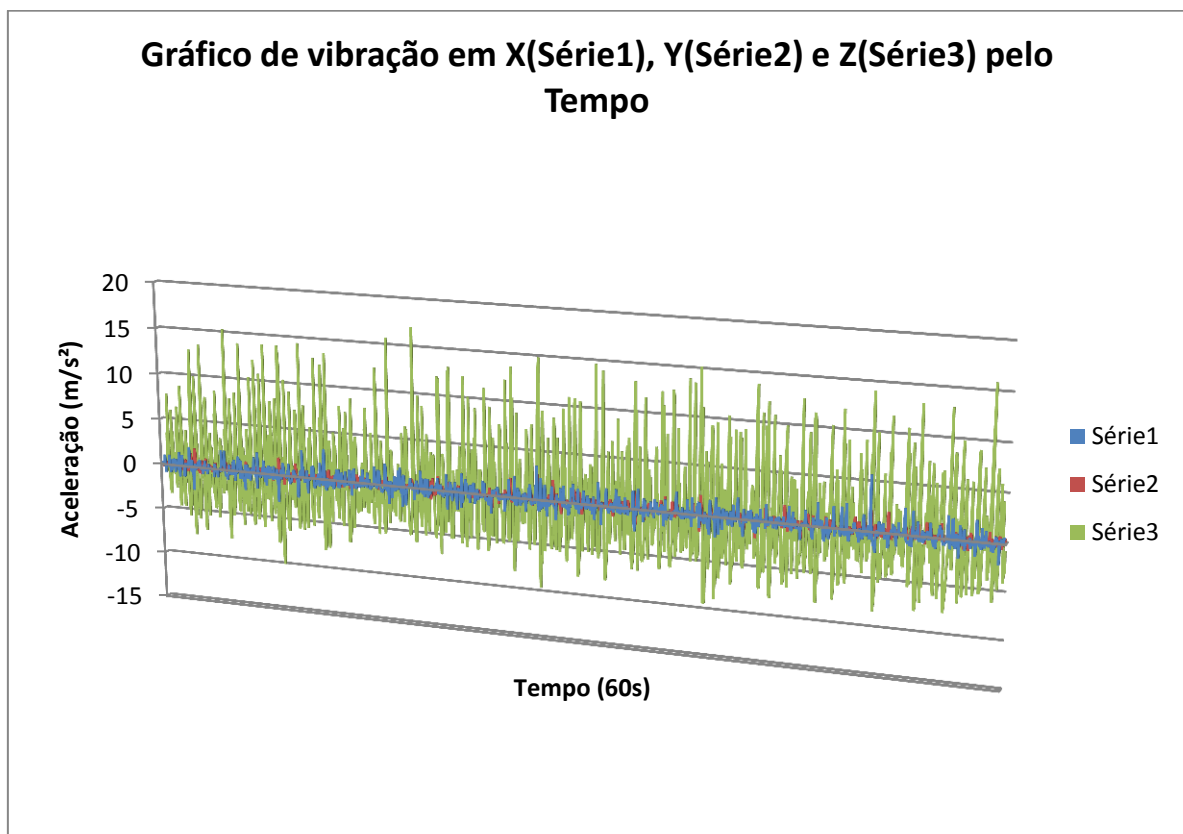


O valor permitido máximo é de 85dB (dB (max) NR), porém a norma também cita que caso o trabalhador esteja usando EPI contra ruído (fones auriculares), esse risco pode ser minimizado. Em todas as seis serrarias visitadas, praticamente 100% dos trabalhadores estavam com EPI's regulares e de acordo como cita a norma. Deve-se lembrar que valores acima 115dB são considerados de extremo risco para a segurança dos operários.

5.3 Resultados na medição da Vibração.

Os resultados da medição das vibrações em máquinas onde existe o contato de mão e braço do trabalhador (VMB) foram feitas em apenas duas serrarias das seis visitadas. Para cada uma dessas serrarias, foram feitas cinco medidas para aferição em pontos diferentes, que geraram gráficos semelhantes ao da Figura 13.

Figura 13: Gráfico de vibração em X, Y e Z em função do tempo (amostra unitária).



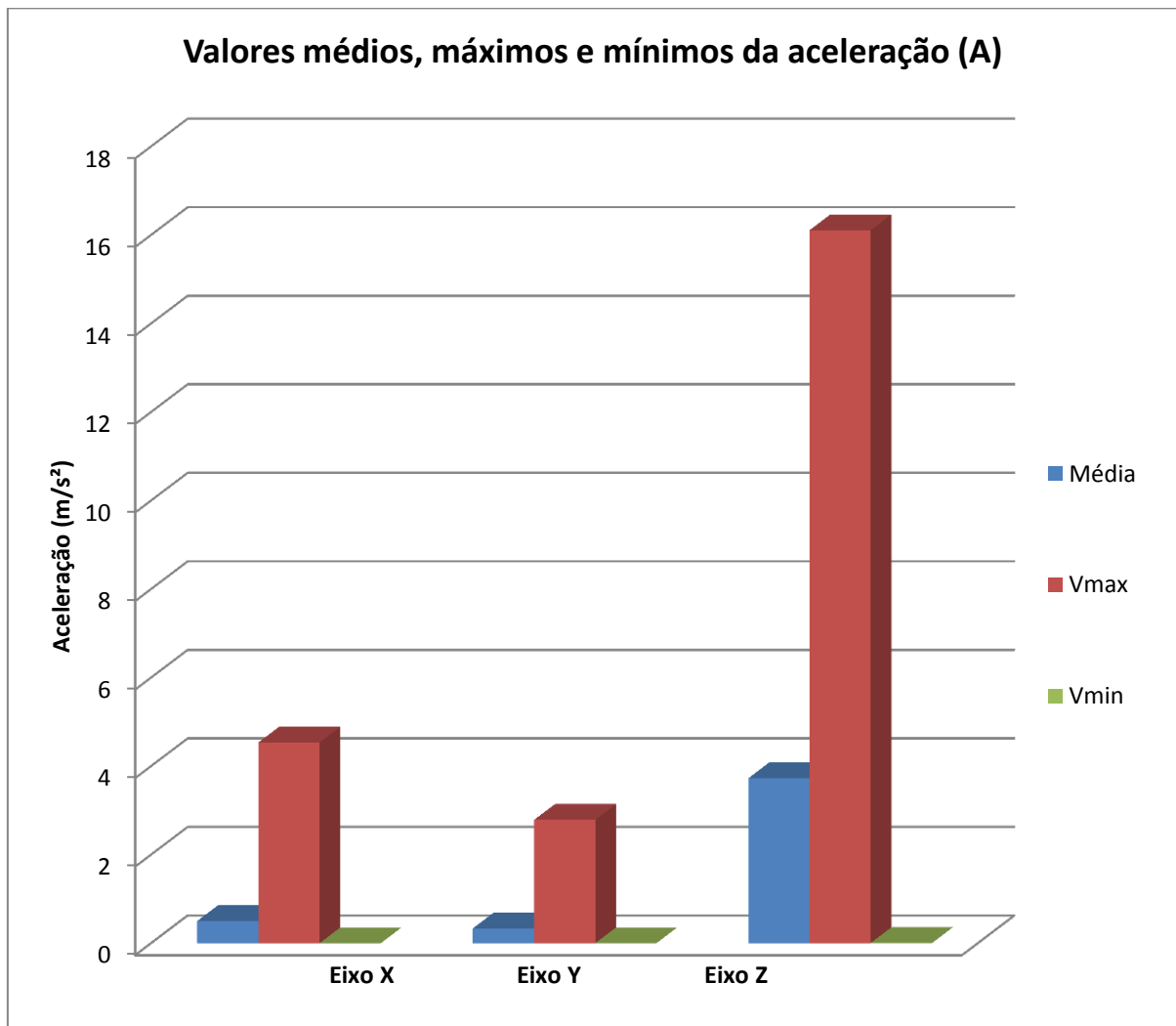
A partir dos gráficos gerados, pode-se tirar a média e os valores máximos e mínimos da aceleração (m/s^2) nas três direções (X, Y e Z), para cada serraria visitada, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5: Medições de vibração nos eixos X, Y e Z na Serraria A.

SERRARIA A				
MEDIDA 1	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,54137	0,30347	4,12609	
Valor Máximo (m/s²)	5,79396	2,6265	16,97555	60,0244
Valor Mínimo (m/s²)	0,00042	0,00089	0,00485	
MEDIDA 2	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,490772	0,408386	4,047936	
Valor Máximo (m/s²)	4,17578	3,97216	16,42707	60,334
Valor Mínimo (m/s²)	0,00022	0,00073	0,00755	
MEDIDA 3	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,459359	0,355079	3,913324	
Valor Máximo (m/s²)	5,90696	2,51295	16,41442	60,647
Valor Mínimo (m/s²)	0,00034	0,0002	0,00143	
MEDIDA 4	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,530665	0,293245	3,126053	
Valor Máximo (m/s²)	3,72348	2,78421	15,63729	63,054
Valor Mínimo (m/s²)	0,0001	0,0001	0,00659	
MEDIDA 5	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,465415	0,303861	3,411378	
Valor Máximo (m/s²)	3,06289	2,02717	15,07699	60,074
Valor Mínimo (m/s²)	0,00018	0,0003	0,00153	

O gráfico abaixo (Figura 14) demonstra de forma mais clara e de melhor entendimento os dados médios dos valores obtidos da “Serraria A” com relação à vibração de mão e braço (VMB) nas três direções:

Figura 14: Gráfico dos valores médios, máximos e mínimos da aceleração da Serraria A.



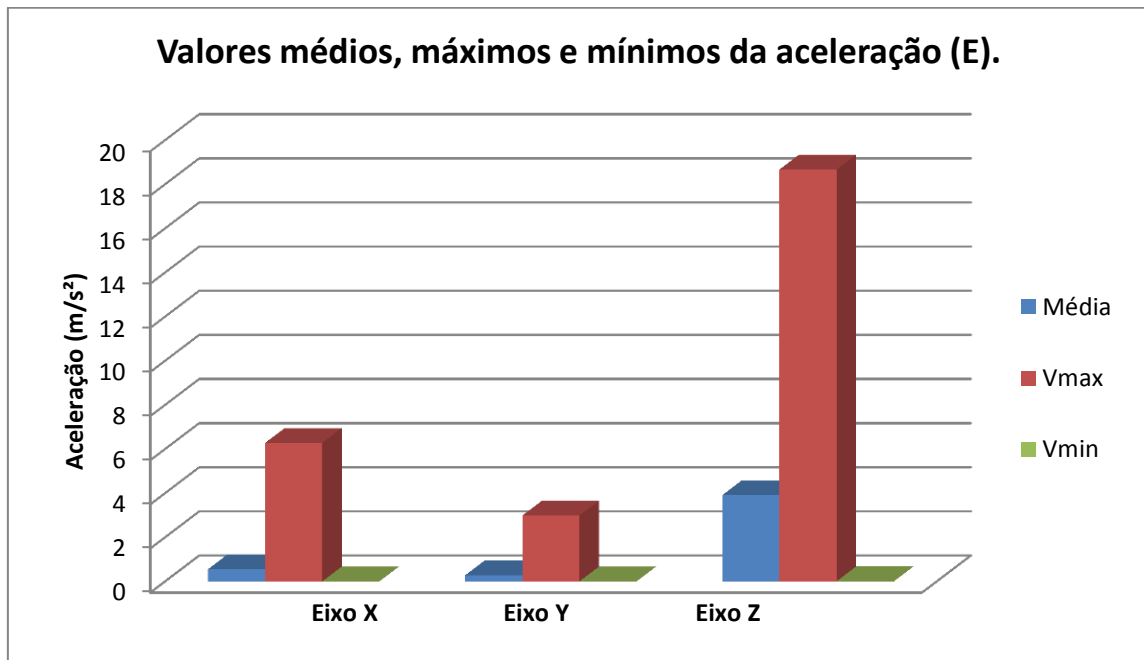
Observou-se que as duas serrarias que continham risco de vibração, apresentaram resultados semelhantes de acordo com os dados apresentados anteriormente na Tabela 5 e Figura 14.

A mesma tabela e gráficos foram criados para a segunda serraria (Serraria E) onde também foi encontrado o risco de vibração (Tabela 6 e Figura 15).

Tabela 6: Medições de vibração nos eixos X, Y e Z na Serraria E.

SERRARIA E				
MEDIDA 1	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,74137	0,20347	3,42609	
Valor Máximo (m/s²)	6,79231	3,62345	21,93245	61,3441
Valor Mínimo (m/s²)	0,00087	0,00156	0,00291	
MEDIDA 2	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,459823	0,234989	3,032931	
Valor Máximo (m/s²)	5,17578	3,97216	16,42707	59,9912
Valor Mínimo (m/s²)	0,00044	0,00038	0,01389	
MEDIDA 3	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,459359	0,355079	4,14324	
Valor Máximo (m/s²)	5,151987	2,51295	19,41442	60,3912
Valor Mínimo (m/s²)	0,00009	0,00052	0,00846	
MEDIDA 4	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,530665	0,293245	4,52345	
Valor Máximo (m/s²)	6,94273	2,78421	17,52623	62,0491
Valor Mínimo (m/s²)	0,00023	0,000123	0,00659	
MEDIDA 5	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Tempo (s)
Média (m/s²)	0,56324	0,303861	4,432491	
Valor Máximo (m/s²)	7,3241	2,02717	18,04236	60,9381
Valor Mínimo (m/s²)	0,00027	0,0004	0,00234	

Figura 15: Gráfico dos valores médios, máximos e mínimos da aceleração da Serraria E.



Os maiores valores foram obtidos no eixo Z, tanto conforme a média (Média) quanto o máximo valor (Vmax) encontrado, ou seja, a vibração ocorre basicamente na direção horizontal a mão e braço do trabalhador.

A norma define um valor máximo para vibração para qualquer que seja o eixo, X, Y ou Z de 4 m/s² durante um período de exposição diária entre 4h e 8h. Analisando os gráficos demonstrados, podemos perceber que o valor médio de vibração não ultrapassa essa marca, o trabalhador irá poder trabalhar no máximo 8 horas por dia (duração máxima) em máquinas que o levem a sofrer desse risco.

Os gráficos demonstram um valor elevado de vibração máxima, devido ao momento em que o operário faz um excesso de força no momento em que leva a peça de madeira dentro da máquina.

O risco pode ser minimizado fazendo uma manutenção de forma correta nas máquinas, a fim de diminuir a vibração, diminuindo então seu risco.

5.4 Resultados na avaliação da Radiação Não Ionizante.

O uso de EPI's para radiação não ionizante está relacionado diretamente a roupas que protejam o trabalhador dos raios emitidos pelo sol, ou seja, roupas que cubram o maior percentual da pele possível (camisa com mangas longas, luvas, chapéus, bonés, entre outros).

Dentre as serrarias visitadas, foram analisadas quais estavam de acordo com a norma relacionando os EPI's contra radiação não ionizante. Segue abaixo a Figura 16.

Figura 16: Quadro de verificação de EPI's para Radiação Não Ionizante.

Serrarias	A	B	C	D	E	F
Uso de EPI's	De acordo	De acordo	De acordo	De acordo	De acordo	De acordo

Portanto, foi percebido que há um alto nível de conscientização dos donos de serrarias no município de Itapeva-SP e região, que fazem com que seus trabalhadores não abandonem seus equipamentos de proteção em nenhum momento de seus turnos.

Podemos dizer que o risco de radiação não ionizante é totalmente prevenido com o uso de EPI's, sendo então de total eliminação do risco.

6. CONCLUSÕES

Com esse trabalho, pode-se notar a importância de um estudo de riscos físicos em serrarias para evitar possíveis doenças ou complicações, e até mesmo possíveis acidentes futuros dos trabalhadores.

Dentre eles, foi percebido que em 33% das serrarias visitadas continham o risco de vibração, sendo talvez o mais prejudicial e severo dentre os demais estudados. Lembrando que a exposição a esse risco deve ser de maneira moderada, com determinadas pausas de acordo com o tipo de trabalho e o tempo em que o operário é exposto, para que não haja complicações futuras ou alta incidência de risco de acidentes. Além disso, para melhoria da prevenção desse risco, deve-se sempre realizar as manutenções necessárias no maquinário, especificamente com o motivo de diminuir a vibração.

O risco físico de iluminância seja talvez, o de menor gravidade, devido ao ambiente ser na maioria das vezes aberto e possuir facilidade de tratamento ao risco. Apenas diminuindo ou dividindo a área coberta (desde que os operários não fiquem sujeitos a outros riscos), se pode ter um índice de iluminância exponencialmente maior.

Já no caso de os trabalhadores ficarem expostos por muito tempo sob luz do Sol, deve-se sempre manter o uso de equipamentos cuja função seja a proteção da pele em razão das radiações emitidas, assim como mostradas neste trabalho.

E por fim, o risco de ruído na região é considerado de alta gravidade, pois os trabalhadores estão expostos a ele por longos períodos. O padrão das serrarias visitadas superou o permitido pela norma estudada, mas como já foi dito, o uso de EPI's diminui significativamente esse risco, sendo que todas as serrarias apresentaram bom resultado com relação a isso.

6.1 Considerações Finais

Englobando as serrarias como um todo, a fim de comparação, foi percebido que todas elas apresentavam certo padrão nas medições dos riscos encontrados. Isso pode ser devido ao grande polo madeireiro da região gerando uma enorme quantidade de serrarias, criando assim, uma homogeneidade entre elas.

Esse trabalho ainda pode ser continuado, devido a falta de estudos nessa área, fazendo com que não existam dados estatísticos sobre a incidência de tais riscos. Uma futura pesquisa com essa finalidade seria de grande importância para o ambiente de trabalho dessas serrarias, ajudando a identificar e prevenir possíveis futuras complicações.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14280**. Cadastro de Acidentes do Trabalho. Procedimento e classificação. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/CIE 8995-1:2013**. Iluminação de ambientes de trabalho. Iluminância de interiores.

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **Limites de exposição (TLV's) para substâncias químicas e agentes físicos e índices biológicos de exposição**. Cincinnati (OH); 2003. Tradução da Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais: São Paulo (SP); 2007.

ADEWUSI, S. A.; RAKHEJA, S.; MARCOTTE, P.; BOILEAU, P.-E. **On the discrepancies in the reported human hand– arm impedance at higher frequencies**. International Journal of Industrial Ergonomics, Tokyo, v. 38, p.703-714, 2008.

BRASIL. **Lei 8213**. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências, 1991.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer (INCA). **Câncer de pele**. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=333>. Acesso em: 30 dez. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Atenção à saúde. Instituto Nacional do Câncer (INCA). **Coordenação de Prevenção e Vigilância**. Estimativa 2012: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2012.

BERTOLOTTI, D. **Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia**.

Dissertação de mestrado apresentado a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. 162p.

BINDER, M.C.P.; ALMEIDA, I.M. Acidente do trabalho: acaso ou descaso. In: Mendes, R. (org.). **Patologia do trabalho**. São Paulo: Atheneu, 2003. 770 – 804 p.

BULHÕES, I. **Riscos do trabalho de enfermagem**. Rio de Janeiro: Folha Carioca, 1994. 221 p.

CHO S.; SHIN MH.; KIM YK.; SEO JE.; LEE YM.; PARK CH.; CHUNG JH.; **Effects of infrared radiation and heat on human skin aging in vivo**. J Investig Dermatol Symp Proc. 2009;14:15-9.

CLYDESDALE, G.J.; DANDIE, G.W.; MULLER, H.K. **Ultraviolet light induced injury: immunological and inflammatory effects**. Immunol. Cell Biol., v.79, p.547-568, 2001.

CREPALDI, C. **Análise de parâmetros de monitoramento ambiental na Mina do Trevo – Siderópolis, SC**. Dissertação de mestrado apresentado a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. 168p.

CUNHA, I. A. **Exposição ocupacional à vibração em mãos e braços em marmorarias no município de São Paulo: proposição de procedimento alternativo de medição**. Tese de doutorado apresentado a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. 153p.

DENIG, J. **Thumbs Up for Sawmill Safety**. North Carolina State University, Department of Agricultural Communications, 1988.

FERREIRA, A.B.H. **Dicionário Aurélio escolar da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

FLOR, J.; DAVOLOS, M.R.; CORREA, M.A. **Protetores solares**. Química Nova, v.30, n.1, p.153-158, janeiro, 2007.

ISO/DIS. International Organization for Standardization. **ISO/DIS 5349**. Guide for evaluation of human exposure to whole-body vibration.

JAGLBAUER, V. **Contribuição à melhora das condições ambientais de trabalho através do aprimoramento da iluminação em galpões e pátios cobertos na indústria**. Dissertação de mestrado apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. 188p.

KAISER, P. K. **The joy of visual perception: a web book**. Toronto: York University Press, 2004. Disponível em <<http://www.yorku.ca/eye/thejoy.htm>> Acesso em: 7 de agosto de 2014.

KHORSHID, E.; ALKALBY, F.; KAMAL, H. **Measurement of whole-body vibration exposure from speed control humps**. Journal of Sound and Vibration, V. 304, p.640-659, 2007.

KULLAVANIJAYA, P.; LIM, H.W. **Photoprotection**. Journal of the American Academy of Dermatology, v.52, n.6, p.937-958, jun.2005.

KUZU, C.; GUCLU, E. **The problem of human response to blast induced vibrations in tunnel construction and mitigation of vibration effects using cautious blasting in half-face blasting rounds**. Tunnelling and Underground Space Technology, V.24, p.53-61, 2009.

LI, L.; LAMIS, F.; WILSON, S. E. **Whole-body vibration alters proprioception in the trunk**. International Journal of Industrial Ergonomics, Tokyo, v. 38, p.792-800, 2008.

LORENZEN, C.; MASCHETTE W.; KOH, M.; WILSON, C. **Inconsistent use of terminology in whole body vibration exercise research**. Journal of Science and Medicine in Sport, 2008.

MAHMOUD, BH.; HEXSEL, CL.; HAMZAVI, IH.; LIM, HW. **Effects of visible light on skin. Photochem Photobiol.** 2008; 84:450-62.

MONTERO, J. I. P. **Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Lelé: estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitchek Fortaleza e Rio de Janeiro.** Dissertação de mestrado apresentado a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006. 262p.

PONCE, R. H. **Novas Tecnologias de Desdobro e Beneficiamento de Madeira: a busca da competitividade** In: ANAIS DO 70 CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. Curitiba: SBS e SBEF, 1993. p 310-314.

QUEST TECHNOLOGIES. **SoundPro SE/DL Owner's Manual.** Rev. A. Apr/21/2006.

RAHMATALLA, S.; XIA, T.; CONTRATTO, M.; KOPP, G.; WILDER, D.; LAW, L. F.; ANKRUM, J. **Three-dimensional motion capture protocol for seated operator in whole body vibration.** International Journal of Industrial Ergonomics, Tokyo, v. 38, p.425-433, 2008.

RIBEIRO, R. P. **Desenvolvimento e validação da metodologia de análise do teor de filtros solares e determinação do FPS in vitro em formulações fotoprotetoras comerciais.** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SANTOS, A. C. M. **Ruído nas atividades mineradoras.** Dissertação de mestrado apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998. 187p.

SANTOS et al. **Avaliação fotobiológica de uma mistura de filtros solares.** Revista Visão Acadêmica, v.2, n.2, p.71-76, jul./dez. 2001.

SCHRAGE, M. W. **Mapa de ruído como ferramenta de diagnóstico do conforto acústico da comunidade**. Dissertação de mestrado apresentada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005. 101p.

SEIDEL, D.; HINZ, B.; HOFMANN J.; MENZEL, G. **Intraspinal forces and health risk caused by whole-body vibration - Predictions for European drivers and different field conditions**. International Journal of Industrial Ergonomics, Tokyo, v. 38, p.856-867, 2008.

SILVA, L. F. **Estudo sobre a exposição combinada entre ruído e vibração de corpo inteiro e os efeitos na audição de trabalhadores**. Tese de doutorado apresentada a Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002. 182p.

SMITH, B. J.; PETERS R.J.; OWEN, S. **Acoustic and noise control**. Harlow: Longman, 2001. 330p.

SUBASHI, G. H. M. J.; MATSUMOTO Y.; GRIFFIN, M. J. **Modelling resonances of the standing body exposed to vertical whole-body vibration: Effects of posture**. Journal of Sound and Vibration, V. 317, P. 400-418, 2008

TEDESCO, A. C.; MARTÍNEZ, L.; GONZÁLEZ, S. **Photochemistry and photobiology of actinic erythema: defensive and reparative cutaneous mechanisms**. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v.30, n.5, p.561-575, 1997.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada. **eHO-02 – Agentes físicos I**. Apostila do curso de Higiene Ocupacional, 2008a. 193p.

WASSERMAN, W. D. G.; POPE, M. H.; MAGNUSSON, M.; ALEKSIEV, A. R.; WASSERMAN, J. F. **Whole Body vibration exposure and occupational work-hardening**. J Occup Environ Med 1997.

WEBER MB.; PONZIO HA.; COSTA FB.; CAMINI L. **Eritema ab igne: relato de um caso.** An Bras Dermatol. 2005;80:187-8

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Occupational and community noise.** Fact Sheet 258, Feb. 2001. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs258/en/>> Acesso em: 8 de agosto de 2014.