



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ALMIR LIMA DO MAR

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO NA ATIVIDADE DE TRAÇAMENTO DE
TORAS DE TRÊS ESPÉCIES DE DIFERENTES DENSIDADES COM
MOTOSSERRAS.

BELÉM
2014



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

ALMIR LIMA DO MAR

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO NA ATIVIDADE DE TRAÇAMENTO DE
TORAS DE TRÊS ESPÉCIES DE DIFERENTES DENSIDADES COM
MOTOSSERRAS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do curso de Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de ecossistemas florestais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros.

BELÉM

2014



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

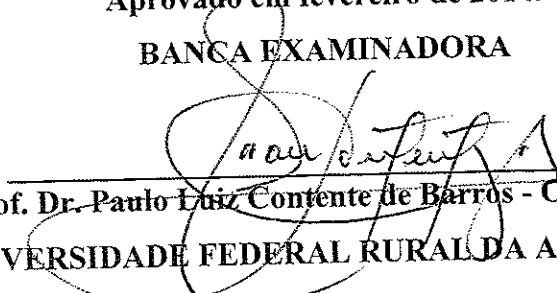
ALMIR LIMA DO MAR

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO NA ATIVIDADE DE TRAÇAMENTO DE
TORAS DE TRÊS ESPÉCIES DE DIFERENTES DENSIDADES COM
MOTOSSERRAS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do curso de Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de ecossistemas florestais, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em fevereiro de 2014.

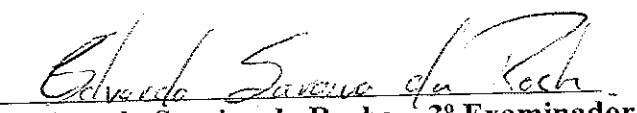
BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros - Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA


Dra. Iracema Maria Cordeiro - 1º Examinador

TRAMONTINA BELÉM S.A


Prof. Dr. Paulo de Tarso Eremita da Silva - 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA


Prof. Dr. Eduardo Saraiva da Rocha - 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

A Deus, por iluminar o meu caminho e sempre me amparar em seus braços em todos os meus momentos, sendo eles de alegria ou de tormento.

Agradeço

Aos meus irmãos (Alessandra e Airton Lima do Mar), por todo o carinho e apoio.

Meu reconhecimento

Ao meu amor (Monica Vaz), por sempre estar ao meu lado, pelo amor incondicional e força.

Minha gratidão

À minha Mãe, Maria Edinir Freitas de Lima e ao meu Pai, Alberto Costa do Mar, que são meus exemplos de vida, por todo o amor e dedicação, que me fizeram chegar onde estou.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Paulo Luiz Contente de Barros, pelo incentivo e oportunidade de crescer como profissional, auxiliando em minha formação com excelência, bem como pela amizade, paciência e sabedoria dedicada a mim.

Ao professor Dr. Eduardo Saraiva da Rocha, por todos os ensinamentos, dedicação e por acreditar em meu potencial, além das contribuições essenciais para a realização deste trabalho.

À professora Aliete Villacorta de Barros pelo apoio indispensável à realização deste trabalho.

Ao professor MSc. Gracio Paulo Serra e ao Antonio Paulo Serra, por todo o conhecimento compartilhado e pelo tempo dedicado para a conclusão desta pesquisa.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, pelo apoio para que esta pesquisa fosse realizada com sucesso.

À CIKEL Brasil Verde Madeiras LTDA, ao Instituto Floresta Tropical (IFT) e a STIHL pelo apoio na disponibilidade da área e dos equipamentos necessários para a realização deste trabalho.

Aos profissionais, José Esteves Cordeiro Filho, Eng. Paulo Gama Bittencourt, Téc. Florestal Marlei Nogueira e operador de motosserra Valderéz Vieira (Ceará), por todo o suporte e cooperação durante a coleta de dados que foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

*“Use a capacidade que tens. A floresta ficaria silenciosa
se só o melhor pássaro cantasse.”*

(Oscar Wilde)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (A) Medição de comprimento de tora; (B) Demarcação dos locais de corte.....	30
Figura 2: Medição do nível de ruído com o aparelho decibelímetro.....	31
Figura 3: Acoplamento do microfone para a medição do nível de ruído com o aparelho dosímetro.	32
Figura 4: Nível de ruído gerado em função das espécies.	34
Figura 5: Nível de ruído gerado em função das motosserras.	35
Figura 6: Nível de ruído gerado em função dos módulos de corte.....	36
Figura 7: Nível de ruído gerado em função da interação dos fatores motosserras e espécie. ...	37
Figura 8: Nível de ruído gerado em função da interação entre motosserras e módulos de corte.	38
Figura 9: Nível de ruído gerado em função da interação entre módulos de corte e espécies...	39
Figura 10: Nível de ruído gerado em função das espécies.	42
Figura 11: (A) Local de medição de ruído no traçamento da espécie maçaranduba; (B) Local de medição de ruído no traçamento da espécie muiracatiara.	42
Figura 12: Nível de ruído gerado em função do modelo das motosserras utilizadas.	43
Figura 13: Nível de ruído gerado em função dos módulos de corte utilizados.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características das espécies maçaranduba, muiracatiara e fava bolota.	19
Tabela 2. Representação dos tratamentos para o primeiro experimento.	26
Tabela 3. Representação dos tratamentos para o segundo experimento.....	27
Tabela 4. Limites de tolerância à exposição ao ruído sem o uso de equipamento de proteção individual.	29
Tabela 5. ANOVA: Análise de variância dos fatores motosserra, espécie e módulo de corte em relação ao nível de ruído mensurado pelo decibelímetro.	33
Tabela 6. Nível de ruído gerado em função dos tratamentos.	40
Tabela 7. ANOVA: Análise de variância dos fatores motosserra, espécie e módulo de corte em relação ao nível de ruído mensurado com o dosímetro.	41
Tabela 8. Nível equivalente de ruído por tratamento e nível de ruído real.	45

SUMÁRIO

RESUMO.....	12
ABSTRACT	13
1. CONTEXTUALIZAÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. GERAL.....	14
2.2. ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1. EXPLORAÇÃO FLORESTAL	14
3.2. MOTOSSERRA	16
3.3. ESPÉCIES FLORESTAIS	18
3.4. RUÍDO	19
3.5. SAÚDE E SEGURANÇA.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	24
4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
4.2.1. Delineamento estatístico	25
4.2.2. Modelo matemático.....	27
4.3. APARELHOS DE MEDIÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO.....	28
4.4. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO	28
4.5. PROCEDIMENTOS DE CAMPO.....	30
4.6. ANÁLISE DE DADOS.....	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1. ANÁLISE DO DECIBELÍMETRO.....	33
5.2. ANÁLISE DO DOSÍMETRO.....	41
6. CONCLUSÃO.....	45
RECOMENDAÇÕES.....	46

REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	54

RESUMO

Dentre os agentes mais nocivos e geradores de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho o ruído apresenta grande destaque, onde trabalhadores expostos a um ruído ocupacional intenso tem maior propensão a acidentes do que aqueles não expostos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os níveis de ruído da atividade de traçamento de toras de três espécies de diferentes densidades com motosserras. A coleta dos dados foi realizada no município de Paragominas, Estado do Pará, entre as coordenadas 3° 35' e 3° 45' de latitude sul e 48° 15' e 48° 25' de longitude oeste. O trabalho foi desenvolvido em dois experimentos utilizando-se o delineamento estatístico completamente ao acaso em arranjos fatoriais. Para o primeiro experimento com a utilização do aparelho de medição decibelímetro adotou-se o arranjo 3x3x2, com 5 repetições. Os fatores foram: (A) - motosserras; (B) - espécies; e (C) - módulos de corte. No segundo foi utilizado o aparelho de medição dosímetro adotando-se um arranjo fatorial 2x2x2, com 5 repetições. Para a análise de variância ANOVA, foi encontrado que as espécies *Manilkara huberi* e *Astronium lecointei* não diferiram estatisticamente quando o ruído foi medido com o decibelímetro, porém apresentaram-se diferentes da *Parkia pendula*, mas quando o ruído foi medido com o dosímetro essas espécies apresentaram ruídos em valores estatisticamente diferentes. Quanto às motosserras, diferiram em relação às condições de tempo de utilização, assim como, os módulos de corte, onde o módulo de corte novo apresentou menor nível de ruído. Quanto as potências das motosserras novas, não houve diferenças estatísticas entre os níveis de ruído. Deste modo, A densidade básica, as propriedades físico-mecânicas e a presença de sílica na madeira das espécies influenciam nos níveis de ruído produzidos pelas motosserras, assim como, o tempo de utilização destas e as condições dos componentes do módulo de corte, em quanto que a potência da motosserra não influencia no nível de ruído. O nível de ruído é afetado diretamente pelo conjunto dos fatores espécies, condições de uso da motosserra e dos módulos de corte, proporcionando níveis de ruído superiores aos permitidos pela legislação brasileira, afetando as condições de saúde de saúde dos trabalhadores.

Palavras chave: Exploração florestal; Amazônia; Segurança no trabalho.

ABSTRACT

Among the agents more harmful, generator of occupational diseases and labor accident, the noise presents an important spotlight, where employees exposed by an intense occupational noise have more tendencies for accidents than those who not exposed. Thereby, the goal of this master thesis was evaluated the noise levels of activity tracing logs with chainsaws, originating from forestry, which the operators are exposed, comparing to the levels imposed by the brazilian legislation, in the way to verify if the health of operators can be affected. The data gathering was held in Paragominas City, State of Pará, between coordinates 3° 35' e 3° 45' south latitude and 15' e 48° 25' west longitude. The work was made in two experiments using the statistic delineation completely randomized in factorial arrangements. The first experiment, using the decibelimeter measurement device, was adopted the 3x3x2 factorial arrangement, with 5 repetitions. The factors were: (A) – chainsaw; (B) – species and (C) – cut module. In the second experiment was used the dosimeter measurement device adopting a factorial arrangement 2x2x2, with 5 repetitions. For the analysis of ANOVA variance, was found that species *Manilkara huberi* and *Astronium lecointei* did not differ statistically when the noise was measured with the decibelimeter device, however they presented different of *Parkia pendula*, but when the noise was measured with the dosimeter, those species presented noises in different statistically values. As the chainsaws, they differed on the time conditions of use, as well the cut module, where the new cut module presented the lesser sound pressure level. As the power of new chainsaws, it did not have statistic different between the noise levels. In the way, the basic density, the physic-mechanical properties and the presence of silica in the wood species, they influence on the sound pressure levels produced by the chainsaws, as well the time of use of these and the conditions of cut module, while the chainsaw power does not influence on the sound pressure level. The sound pressure level is affected directly by the set of factors: species, conditions of chainsaw use and cut module, providing high noise levels than allowed by the Brazilian legislation, affecting the conditions of heath of employees.

Keywords: Forestry; Amazon; Safety at work.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A atividade florestal é um dos promissores segmentos da economia brasileira, levando em consideração que a produção de madeira é a condição básica para o desenvolvimento de importantes indústrias nas áreas de siderurgia, papel e celulose, movelaria, construção civil, dentre outros. O Serviço Florestal Brasileiro, (SFB, 2010) analisando o setor, constatou a criação de mais de 615,9 mil empregos formais, devido a grande procura de produtos de origem florestal por países como Estados Unidos, China e Holanda.

Parte desses produtos é oriunda da exploração florestal que envolve trabalho pesado e é realizada em um ambiente fisicamente exigente. Queda de árvores e ramos, extremos de tempo e fadiga, instrumentos cortantes, equipamentos mecânicos, máquinas pesadas, ataque de animais e isolamento representam riscos significativos para o trabalhador desta atividade. Além destes riscos, podem-se incluir também os riscos químicos (gases tóxicos e substâncias presentes no pó de madeira em suspensão) e físicos como a vibração e o ruído advindos de motosserras.

O ruído faz-se presente nos estudos de Acústica, Cibernética, Biologia, Eletrônica, Computação e Comunicação. Podendo ser associado à percepção acústica, por exemplo, de um "chiado" característico, ruído branco, ou aos "chuviscos" na recepção fraca de um sinal de televisão. De forma parecida à granulação de uma foto, quando evidente, também tem o sentido de ruído. No entanto, para este estudo o sentido de ruído está ligado ao ruído sonoro.

O ruído pode ser definido como um som indesejável, assim como o conceituado por Almeida et al. (2000), que caracterizaram o ruído como sendo um grupo de ondas sonoras com relação de amplitude e fase distribuídas anarquicamente, que provocam sensações desagradáveis. Dentre os agentes mais nocivos e geradores de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho o ruído apresenta grande destaque, assim como apresentado na pesquisa de Cordeiro et al. (2005), apontando que trabalhadores expostos ao ruído ocupacional intenso tem maior propensão a acidentes do que aqueles não expostos.

É válido ressaltar que os problemas econômicos acarretados pelos acidentes de trabalho atingem o acidentado, a empresa, a sociedade e o País. A redução da capacidade de trabalho, em virtude de acidente, diminui a produtividade do trabalhador, reduzindo assim as suas possibilidades de progressão na empresa, limitando o aumento salarial e a motivação de uma futura promoção (SANT'ANNA; MALINOVSKI, 1999).

Para que se possa diminuir o nível de ruído e consequentemente, melhorar o ambiente de trabalho faz-se necessário entender desde o processo de geração do ruído até a sua recepção. O ruído gerado por motosserras está relacionado com o conjunto motor (escape de gases e consumo de combustível), conjunto de corte (manutenção dos componentes: sabre, corrente e pinhão) e ao processo de corte, ou seja, que tipo de material está conferindo resistência a motosserra. Desta forma, conhecer as características das espécies é de suma importância na avaliação dos níveis de ruído aos quais os operadores estão expostos. Lopes et al. (2009) e Fiedler et al. (2009) apontaram em seus estudos que a utilização de diferentes espécies propicia maior ou menor nível de ruído em função das características específicas das madeiras das espécies.

Mesmo com os avanços da engenharia no melhoramento das motosserras, quanto a atenuação do ruído, nota-se que esses equipamentos presentes no mercado, ainda são fontes geradoras de níveis de ruído superiores a 85 dB (A), que é o nível de exposição máxima permitida para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, segundo o anexo 1 da Norma Regulamentadora NR -15, que trata das atividades e operações insalubres (MTE, 2013a).

De fato uma redução a baixo de 85 dB (A) ou a eliminação do ruído seria a melhor estratégia para suprimir ou diminuir os riscos para a audição dos motosserristas. No entanto, a utilização de protetores auditivos vem sendo utilizado por alguns empregadores, por ser, em curto prazo, mais rápida, de menor custo, bem como minimiza o ruído para o trabalhador.

Atualmente percebe-se uma grande preocupação por parte das organizações com o bem estar de seus colaboradores na realização e desempenho de suas atividades, uma vez que um empregado saudável é mais produtivo e consequentemente gera menores custos (GOSLING; ARAUJO, 2008; JUNIOR et al., 2012a).

Com base no exposto e considerando que durante o desenvolvimento da atividade de traçamento de toras com motosserras o ruído emitido afeta a saúde do trabalhador é que se justifica a realização do estudo.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Avaliar os níveis de ruído da atividade de traçamento de toras de três espécies com diferentes densidades com motosserras, verificando se estão de acordo com o estabelecido na legislação.

Avaliar a influência da espécie, tipo e tempo de utilização de motosserras e módulos de corte no nível de ruído durante o processo de traçamento de toras.

2.2. ESPECÍFICOS

Avaliar o nível de ruído durante o traçamento de toras de espécies com diferentes densidades.

Avaliar o nível de ruído no traçamento de toras de espécies com alta densidade.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. EXPLORAÇÃO FLORESTAL

Estimativas recentes apontam para uma tendência de aumento da demanda mundial de produtos florestais para energia, celulose e papel, madeira sólida e seus derivados. Os programas governamentais brasileiros, como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), com ênfase na infraestrutura e construção civil, aumentam a demanda por madeira e aquecem o mercado madeireiro nacional. A demanda média de madeira em tora proveniente de florestas nativas foi estimada, em 21 milhões de m³/ano, necessitando, para isso, de uma área de 36 milhões de hectares em um ciclo de 30 anos (SFB; IPAM, 2011; SANTANA; SANTOS; OLIVEIRA, 2012).

Nesse contexto, a Floresta Amazônica, sendo a maior floresta tropical contínua do mundo, cobrindo em território brasileiro uma área de aproximadamente 5 milhões de km², correspondendo a dois terços do território nacional, tem a atividade madeireira como uma das três atividades econômicas mais importante da Amazônia, junto a pecuária e mineração industrial (PEREIRA; LENTINI, 2010).

O Pará dentre os estados que são de abrangência do bioma Amazônico, em 2009, foi responsável por uma produção de 5.975.969 m³ (39,2% dos 15.248.187 m³ coletados no País), de madeira em tora, oriundos de florestas nativas (IBGE, 2009).

A atividade florestal é um dos promissores segmentos da economia brasileira, levando em consideração que a produção de madeira é a condição básica para o desenvolvimento de importantes indústrias nas áreas de siderurgia, papel e celulose, movelaria, construção civil, dentre outros. O Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2010), analisando o setor, constatou a criação de mais de 615,9 mil empregos formais, devido a grande procura de produtos de origem florestal por países como Estados Unidos, China e Holanda.

A capacidade produtiva de madeira das florestas do bioma amazônico é indiscutível, porém não é inesgotável, desta forma o manejo adequado destes recursos nos mais variados níveis de eficiência se torna ferramenta indispensável à produção de produtos de base florestal, economicamente viáveis e que respeitem a capacidade produtiva dos ecossistemas. De acordo com Gama, Gama e Scolforo (2005), a finalidade do manejo florestal é conseguir que as florestas forneçam continuamente benefícios econômicos, ecológicos e sociais, mediante planejamento mínimo para aproveitamento dos recursos madeireiros e não madeireiros.

O planejamento da exploração florestal é uma atividade que está diretamente ligada ao sucesso de qualquer empreendimento florestal que visa a produção de madeira, pois objetiva a melhoria da produção, com base em uma análise criteriosa de todos os elementos, a fim de atender aos objetivos propostos.

A exploração florestal é um conjunto de operações realizadas em maciços florestais, visando o preparo e o transporte da madeira até ao seu beneficiamento, utilizando técnicas e padrões preestabelecidos, onde pode se destacar as etapas de corte, extração, carregamento, transporte e o descarregamento.

Dentre essas etapas, o corte florestal é uma das atividades mais importantes e tem grande influência nas etapas posteriores, compreendendo as operações de derruba, desgalhamento e traçamento (SANT'ANNA, 2008).

Na Amazônia, as operações de corte das espécies nativas são realizadas com base no sistema de exploração semimecanizado, utilizando motosserras, devido às condições topográficas, de solos, relevo e diâmetro das espécies exploradas.

3.2 MOTOSSERRA

Inicialmente as atividades de colheita da madeira baseavam-se em trabalhos manuais e na força animal, no entanto mudanças políticas e econômicas que ocorreram em todo o mundo, bem como a evolução tecnológica, acarretaram em mudanças significativas nas estruturas das organizações interessadas em atuar no segmento florestal. Incluindo a busca pelo aprimoramento da relação homem-máquina, com vistas a tornar o trabalho mais suave e consequentemente menos lesivo à sua saúde.

A motosserra foi uma das máquinas que mais influenciaram a mecanização da colheita florestal, substituindo o machado e serras manuais nas operações de corte de árvores.

A primeira motosserra foi construída em 1916, pelo engenheiro sueco Westfeld, para colheita florestal. Em 1924, esta máquina foi aperfeiçoada, compreendendo um motor de dois tempos e 5 CV de potência. Segundo Sant'Anna (2008), também tiveram grande importância no desenvolvimento das motosserras as máquinas criadas por Andreas Stihl, em 1927, na Alemanha, utilizando como elemento de corte a corrente (cadeia) e como elemento motriz um motor a gasolina.

Alves e Ferreira (1998) afirmam que foi na década de 70 que foram introduzidas no Brasil as primeiras motosserras profissionais, acarretando em uma melhoria dos equipamentos nacionais existentes.

Neste sentido o surgimento e a evolução das motosserras diminuíram em parte o desgaste físico dos trabalhadores que atuavam na colheita da madeira. Para Sant'Anna (2008), os principais pontos que mudaram foram a diminuição da relação peso/potência, a eliminação dos sistemas de carburadores, introdução de amortecedores, as melhorias nos sistemas de travamento contra rebotes, a admissão de ar e a diminuição do nível de ruído. O mesmo autor afirma que a utilização de motosserras na atividade de corte foi um dos maiores avanços que se teve na colheita da madeira, devido às grandes possibilidades no mercado florestal.

É importante ressaltar que mesmo com a existência no mercado de máquinas mais sofisticadas como *Harvesters* e *Feller-bunchers* para a realização das operações de corte, a

utilização de motosserras continua sendo o mais difundido no Brasil, seja, pelo seu baixo investimento inicial, de fácil manuseio, produtividade individual relativamente elevada, além de poder ser utilizado em lugares de difícil acesso (PEREIRA et al., 2012; SANT'ANNA; MALINOVISK, 2002; SANTOS et al., 2000).

Outros fatores relevantes para utilização em grande escala das motosserras, em especial para as florestas nativas, é a dimensão das espécies e a conformação do próprio ecossistema florestal que limita o entrada de novas técnicas e sistemas de corte, além de poder-se executar todas as operações de corte com uma só máquina (derruba, desgalhamento, destopamento e toragem).

As motosserras são constituídas de duas partes: conjunto de motor e conjunto de corte. O primeiro é composto por um motor de dois tempos, alimentado por um carburador de membranas, que transmite sua força através de uma embreagem de pesos centrífugos. O segundo é formado pelo pinhão, corrente e sabre, lubrificadas por uma bomba de óleo automática.

Além dos componentes acima descritos, obrigatoriamente as motosserras devem vir equipadas com uma série de dispositivos de segurança, como freios de corrente, sistema antivibratório, protetores de mão (dianteiro e traseiro), pino “pega corrente”, e sistema de escapamento que minimize o ruído assim como promova o direcionamento de gases.

Não é para menos que as motosserras devam vir com tantos equipamentos de segurança, uma vez que seu uso constitui-se em atividade de elevada periculosidade, seja pela possibilidade de rebotes, elevados níveis de ruído e pela vibração transmitida às mãos e braços (SANT'ANNA, 2008).

Devido a isso, estabeleceu-se parte de uma norma específica para a utilização, condições para fabricação, importação, venda e locação dessas máquinas. Tal referência pode ser observada no Anexo 01 da Norma Regulamentadora número 12, do Ministério do Trabalho e Emprego.

Além dessas características da motosserra é importante frisar que a forma como ela é utilizada também é um fator relevante para a saúde de seu operador, pois o que se observa em algumas empresas do segmento florestal é que o sistema de pagamento empregado por essas é baseado em produtividade, ou seja, quanto mais árvores o operador derrubar maior será seu ganho individual, acarretando a priorização da produtividade em detrimento de aspectos fundamentais ao seu bem estar, saúde e segurança, e principalmente sua qualidade de vida (YOVI; GANDASECA; ADIPUTRA, 2012; LEITE et al., 2012).

Como o trabalho com motosserra é caracterizado como pesado em termos fisiológicos, fatores importantes devem ser levados em consideração, na escolha dos operadores de motosserra como a estatura, o peso corporal, idade e hábitos nocivos, assim como as características do local da atividade condições do terreno, o tempo de trabalho diário, umidade, temperatura, e as características do equipamento referentes à geração de níveis de ruído (MELEMEZ; TUNAY, 2010).

Dentre as motosserras mais difundidas no mercado encontram-se as motosserras Stihl, destacando-se dois modelos especialmente para atividades em florestas naturais: Stihl 660 com as seguintes características - cilindrada de 96,6 cm³, potência de 5,2 kW e relação peso potência 1,4 kg/kW; e a motosserra Stihl 650 - cilindrada de 84,9 cm³, potência de 4,8 kW e relação peso potência 1,5 kg/kW. Ambas possuem a mesma capacidade de tanque de combustível que é de 0,825 litros, peso de 7,3 kg e rotações, mínima equivalente a 2500 rpm e máxima varia de 13000 a 12000 rpm dependendo do sabre utilizado (STIHL, 2013).

3.3. ESPÉCIES FLORESTAIS

A maçaranduba (*Manilkara huberi*) é uma árvore cuja altura varia de 40-50 metros, com ocorrência nas regiões de terra firme da Amazônia de até 700 metros de altitude. No Brasil, esta espécie pode ser encontrada nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, Rondônia, Santa Catarina. Ocorre também em países da América Central, além de Colômbia, Guiana, Peru, Suriname.

As espécies da família Sapotaceae despertam grande interesse pela importância econômica de suas madeiras, devido seu peso, dureza e resistência, as quais são utilizadas principalmente na construção civil (MAINIERI; CHIMELO, 1989; EMBRAPA, 2004a). A maçaranduba é uma espécie que apresenta alta densidade e baixo teor de sílica, 0,02 % (AGUIAR; BOTELHO; SANTOS, 2003).

Com ocorrência na Floresta Amazônica brasileira em estados como Acre, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, a muiracatiara (*Astronium lecointei*) apresenta densidade alta, a madeira de muiracatiara é muito durável, não sendo atacada por insetos ou cupins. A madeira dessa espécie possui múltipla utilização, desde a fabricação de móveis, tacos a construção civil (VASCONCELOS et al., 2001).

Santana et al. (2012) ao avaliarem o teor de sílica em espécies florestais da Amazônia, classificaram a espécie *Astronium gracile*, também conhecida popularmente por muiracatiara, como uma espécie que apresenta alto teor de sílica (0,4 % - 0,7 %) em suas células dos raios e em algumas vezes no parênquima axial e fibras.

A presença de inclusões minerais (cristais e grãos de sílica) em madeiras tropicais de algumas famílias é uma característica comum a quase todos os seus gêneros (VASCONCELLOS; FREITAS; SILVA, 1995).

A árvore de fava bolota (*Parkia pendula*) chega a atingir até 40 metros de altura, com copa larga e plana, ocorrendo em matas de terra firme, como por exemplo, nos estados do Amazonas, Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima. Possui uma madeira branca e relativamente leve, sendo usada principalmente para a produção de compensado. Porém tem uso também na marcenaria e construção leve, pois é mais pesada, forte e resistente que outras espécies de *Parkia* (EMBRAPA, 2004b). Na Tabela 1 constam as propriedades físicas e mecânicas das espécies.

Tabela 1. Características das espécies maçaranduba, muiracatiara e fava bolota. ρ_v = Densidade da madeira verde (g/cm^3); ρ_s = Densidade da madeira seca (g/cm^3); ρ_{bas} = Densidade básica da madeira (g/cm^3); f_M = Módulo de ruptura (kgf/cm^2); E_{M0} = Módulo de elasticidade (1.000 kgf/cm^2); f_{c0} = Resistência paralela as fibras (kgf/cm^2); E_{c90} = Resistência no limite proporcional perpendicular as fibras (kgf/cm^2); f_{H0} = Paralela as fibras (kgf); f_{H90} = Perpendicular as fibras (kgf).

ESPÉCIES	PROPRIEDADES FÍSICAS			PROPRIEDADES MECÂNICAS					
	Densidade			Flexão estática		Compressão		Dureza Janka	
	ρ_v	ρ_s	ρ_{bas}	f_M	E_{M0}	f_{c0}	E_{c90}	f_{H0}	f_{H90}
<i>Manilkara huberi</i>	1.27	1.05	0.87	1272	154	683	168	1088	1118
<i>Astronium lecointei</i>	1.19	0.9	0.79	1042	132	523	99	801	906
<i>Parkia pendula</i>	1.13	0.56	0.5	657	100	307	43	426	397

Fonte: Adaptado de LPF (2013).

3.4. RUÍDO

Atualmente percebe-se uma grande preocupação por parte das organizações com o bem estar de seus colaboradores na realização e desempenho de suas atividades, uma vez que um empregado saudável é mais produtivo e conseqüentemente gera menores custos (GOSLING; ARAUJO, 2008; JUNIOR et al., 2012a).

Dentre os agentes mais nocivos e geradores de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho o ruído apresenta grande destaque, assim como apresentado na pesquisa de Cordeiro et al. (2005), apontando que trabalhadores expostos ao ruído ocupacional intenso tem maior

propensão a acidentes do que aqueles não expostos. Os problemas econômicos acarretados pelos acidentes de trabalho atingem o acidentado, a empresa, a sociedade e o País. A redução da capacidade de trabalho, em virtude de acidente, diminui a produtividade do trabalhador, reduzindo assim as suas possibilidades de progressão na empresa, limitando o aumento salarial e a motivação de uma futura promoção (SANT'ANNA; MALINOVSKI, 1999).

O ruído faz-se presente nos estudos de Acústica, Cibernética, Biologia, Eletrônica, Computação e Comunicação. Podendo ser associado à percepção acústica, por exemplo, de um "chiado" característico, ruído branco, ou aos "chuviscos" na recepção fraca de um sinal de televisão. De forma parecida à granulação de uma foto, quando evidente, também tem o sentido de ruído. No entanto, para este estudo o sentido de ruído está ligado a ruído sonoro.

As ondas sonoras são definidas como ondas mecânicas longitudinais que podem propagar-se em meio sólido, líquido e gasoso, produzidas por elementos vibrantes (FUNDACENTRO, 2002). Por sua vez o ruído pode ser definido como um som indesejável, assim como o conceituado por Almeida et al. (2000), que caracterizaram o ruído como sendo um grupo de ondas sonoras com relação de amplitude e fase distribuídas anarquicamente, que provocam sensações desagradáveis.

Segundo a Norma de Higiene Ocupacional nº 01 da FUNDACENTRO (2001), os ruídos podem ser divididos em duas categorias:

Contínuo ou intermitente: sendo qualquer ruído que não seja classificado como ruído de impacto;

Ruído de impacto ou impulsivo: aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, a intervalos superiores a um segundo.

Para que se possa diminuir o nível de ruído e conseqüentemente, melhorar o ambiente de trabalho faz-se necessário entender desde o processo de geração do ruído até a sua recepção. O ruído gerado pelas motosserras movidas por combustão interna depende da relação de forças entre quatro fontes principais: escape do motor, consumo, ruído irradiado a partir da estrutura associada com o funcionamento do motor (ruído mecânico) e o ruído associado ao processo de corte (KEITH; BRAMMER, 1991).

Mesmo com os avanços da engenharia no melhoramento das motosserras quanto à atenuação do ruído, nota-se que essas máquinas presentes no mercado, ainda são fontes geradoras de níveis de ruído superiores a 85 dB, que é o nível de exposição máxima permitida para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, segundo o anexo I da Norma Regulamentadora NR-15, que trata das atividades e operações insalubres (MTE, 2013a).

De fato uma redução abaixo de 85 dB (A) ou a eliminação do ruído seria a melhor maneira de suprimir ou diminuir os riscos para a audição dos motosserristas. No entanto, a utilização de protetores auditivos, até o momento, vem sendo utilizado por alguns, empregadores, por ser, em curto prazo, mais rápida, de menor custo bem como minimiza o ruído para o trabalhador. Segundo Axelsson (1998) os níveis de ruído vêm sendo reduzidos, de 110 a 95 dB (A), porém, o risco de perda auditiva ainda permanece, evidenciando a importância da utilização de protetores auriculares.

3.5. SAÚDE E SEGURANÇA

O trabalho no setor florestal envolve tarefas pesadas e são realizadas em um ambiente fisicamente exigente. Queda de árvores, extremos de tempo e fadiga, instrumentos cortantes, equipamentos mecânicos, máquinas pesadas, ataque de animais e isolamento representam riscos significativos para o trabalhador florestal. Há uma variedade de tarefas no trabalho florestal, mas as estatísticas de lesões na maioria dos países mostram que a maioria dos acidentes fatais no trabalho florestal está associada com as atividades de corte de árvores e de transporte (DRISCOLL et al., 1995).

Segundo Sant'Anna (2008) os riscos inerentes às operações com motosserra são: a) riscos de operação – rebote, queda de árvores, postura de trabalho e serragem nos olhos e b) riscos do equipamento – ruído (superior a 85 dB), vibração, parte cortante, tanque de combustível, parte elétrica e escapamento.

Como mencionado, os operadores de motosserra estão expostos a níveis de ruído superiores a 85 dB, nível limite a que o trabalhador pode ficar sem utilizar o protetor auricular, independentemente do tempo de exposição (BROWN; YEAROUT, 1991). Os autores sugerem ainda, que trabalhadores expostos a tais níveis de ruído têm maior risco de perda auditiva.

No experimento de Virokannas, Anttonen e Niskanen (1994), foram constatados que o aumento do tempo de exposição ao ruído aumenta o risco e a prevalência de dano auditivo, assim como os efeitos combinados de fatores ambientais e características subjetivas.

Trabalhadores ao ar livre são expostos a muitos fatores de estresse, do tipo psicossocial. Os efeitos nocivos induzidos por ruído no sistema auditivo estão relacionados a algumas características do próprio ruído, intensidade e duração da exposição e do espectro de

frequência (CACIARI et al., 2013). Dentre as características inerentes ao indivíduo estão às doenças do envelhecimento, estilo de vida, doenças no ouvido, traumatismos na cabeça, hereditariedade e uso de drogas, como o cigarro (MIYAKITA; UEDA, 1997).

Segundo Nelson et al. (2005) cerca de 16% dos trabalhadores a nível mundial sofreram perda de audição associada ao ruído no local de trabalho. Perda auditiva induzida por ruído (PAIR) é líder mundial de risco ocupacional de saúde nos países industrializados e segunda forma mais comum de deficiência auditiva neurossensorial (SLIWINSKA-KOWALSKA; PAWELCZYK, 2013).

Esta doença ocupacional foi definida como uma diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora, provocando lesão nas células ciliadas externas e internas do órgão de Corti. É caracterizada por perda neurossensorial, irreversível, quase sempre bilateral e simétrica, não ultrapassando 40 dB (A) nas frequências graves e 75 dB (A) nas frequências agudas (LOPES et al., 2012). Segundo a legislação trabalhista brasileira, Norma Regulamentadora número 15 – NR-15, um ambiente de trabalho será considerado de risco para o desenvolvimento de perdas auditivas quando ultrapassar 85 dB (A) para uma jornada de 8 horas de trabalho.

A PAIR é uma patologia cumulativa e insidiosa, que progride ao longo dos anos de exposição ao ruído associado ao ambiente de trabalho. Desta forma a perda auditiva caracteriza distúrbios de comunicação, e está intimamente ligada com a diminuição da qualidade de vida, especialmente em relação à interação social. Além dos efeitos auditivos, outros podem decorrer da exposição ao ruído, dentre eles a cefaleia, distúrbios gástricos, aumento da pressão arterial, insônia e a irritabilidade (FERNANDES; MORATA, 2002; DIAS; CORDEIRO, 2008; CORDEIRO et al., 2005).

As normas brasileiras estabelecem como obrigatório, para todas as empresas, o monitoramento do ruído ocupacional e da condição auditiva dos trabalhadores, assim como garantias para a proteção do trabalhador. Dentre essas normas, a Norma Regulamentadora número 07, estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implantação 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.

O PCMSO deverá ser planejado e implantado com base nos riscos à saúde dos trabalhadores, especialmente os identificados nas avaliações previstas nas demais Normas Regulamentadoras. É um programa que inclui, entre outros, a realização obrigatória dos exames médicos: admissional, periódico, de retorno ao trabalho, de mudança de função,

demissional. O programa ainda estabelece que todos os trabalhadores que exerçam ou exercerão suas atividades em ambientes cujos níveis de ruído ultrapassem os limites de tolerância estabelecidos nos anexos 01 e 02 da Norma Regulamentadora número 15 do Ministério do Trabalho, independentemente do uso de protetor auditivo, deverão ser submetidos a exames audiométricos.

Para cada exame médico realizado, além do audiométrico, o médico emitirá o Atestado de Saúde Ocupacional - ASO, em 2 (duas) vias, uma via ficando arquivada no local de trabalho do trabalhador, à disposição da fiscalização do trabalho. A segunda via do ASO será obrigatoriamente entregue ao trabalhador, mediante recibo na primeira via.

Este documento é de extrema importância, pois além da identificação completa do trabalhador com o número de identidade e função exercida, o ASO descreve os riscos que existem na execução de suas tarefas, além dos procedimentos médicos a que foi submetido, deixando o trabalhador, a empresa e a fiscalização cientes de sua condição no momento do exame médico. É o atestado que define se o trabalhador está apto ou inapto para a realização de determinada função.

A exposição prolongada ao ruído no local de trabalho além de complicações a saúde do trabalhador pode aumentar a fadiga e, conseqüentemente, diminuir a concentração, o que por sua vez pode aumentar os erros humanos.

Há inúmeras evidências que indicam uma consistência entre os diferentes estudos em diferentes populações, sobre a associação do risco de acidentes e a exposição ao ruído. A replicação dos resultados é particularmente importante, sendo observada uma relação causal.

~~A exposição ocupacional ao ruído e perda auditiva tem efeito adverso sobre a~~ segurança no trabalho aumentando a probabilidade de acidentes. Isto significa dizer que reduzir a exposição ao ruído ocupacional, pode contribuir para aumentar a segurança nos locais de trabalho onde o ruído é um fator de risco. Além disso, o uso de dispositivos auxiliares de audição pode reduzir o risco de acidentes entre os trabalhadores com deficiência auditiva (AMJAD-SARDRUDI et al., 2012).

Os protetores auditivos são a solução mais comum e usada em nível mundial, nos casos em que as técnicas de controle de ruído não são disponíveis de imediato, ou até que ações sejam tomadas para redução de ruído nas fontes, trajetórias ou receptores até o limite permitido. A atenuação fornecida pelo protetor auditivo é função de parâmetros relacionados ao usuário (formato e geometria do ouvido, colocação do protetor e experiência do usuário no uso do protetor), tipo de protetor (formato geométrico, materiais, dimensões, tamanho) e o

ambiente de trabalho (níveis de ruído em função da frequência, utilização de outros equipamentos de proteção individual, entre outras).

Existem vários tipos de protetores auditivos disponíveis no mercado atualmente, como: inserção, concha, capa do canal e acoplado a capacete. Desta forma a escolha do protetor auricular deve ser feita com base em critérios como o conforto ao usuário, nível de redução de ruído do protetor, ambiente de trabalho, tempo de utilização e compatibilidade com outros equipamentos de proteção individual.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área do presente estudo está localizada no município de Paragominas, Estado do Pará, entre as coordenadas 3° 35' e 3° 45' de latitude sul e 48° 15' e 48° 25' de longitude oeste. Segundo SEPOF (2011), o clima do município de Paragominas é do tipo mesotérmico e úmido, com temperatura média anual em torno de 25°C e seu regime pluviométrico está entre 2.250 mm e 2.500 mm anuais, além disso, a umidade relativa do ar é elevada chegando a 85%.

A vegetação originária do Município era representada pela Floresta Densa da sub-região dos Altos Platôs do Pará-Maranhão, pela Floresta Densa de Planície Aluvial e dos Terraços. Entretanto, os constantes desmatamentos, provocados pelo avanço da agropecuária na região, reduziram, drasticamente, as grandes áreas cobertas pela floresta original, dominadas, hoje, por extensas áreas de Mata Secundária, capoeira nos seus diversos estágios de desenvolvimento, (SEPOF, 2011). E a topografia da área vai de plana a suavemente ondulada, com uma altitude média de 20 m em relação ao nível do mar.

4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

4.2.1. Delineamento estatístico

O trabalho foi desenvolvido em dois experimentos utilizando-se o delineamento estatístico completamente ao acaso em arranjos fatoriais. Para o primeiro experimento com a utilização do aparelho de medição decibelímetro adotou-se o arranjo 3x3x2, com 5 repetições. Os fatores foram: (A) - três motosserras; (B) - três espécies florestais madeireiras; e (C) - dois módulos de corte.

O fator motosserra foi dividido em três níveis: Stihl 660 nova, Stihl 650 nova e Stihl 650 usada. A motosserra Stihl 650 usada foi caracterizada desta forma por apresentar oito meses de uso nas atividades de exploração, ou seja, 600 horas, estando abaixo do limite máximo de vida útil das motosserras, que gira em torno de 1200-1800 horas (NOGUEIRA et al., 2011). O fator espécie também foi dividido em três níveis: *Manilkara huberi* (maçaranduba), *Astronium lecointei* (muiracatiara) e *Parkia pendula* (fava bolota). As espécies foram selecionadas para o presente estudo levando-se em consideração que apresentaram densidade da madeira e propriedades físico-mecânicas diferentes. Com relação às espécies *Manilkara huberi* e *Astronium lecointei* também, levou-se em consideração a presença de inclusões minerais (grãos e cristais de sílica). Já o fator módulo de corte foi considerado dois níveis: módulo de corte novo e módulo de corte usado. Os módulos de corte, “sabre e corrente”, foram do tipo Hollamatic super de 75 cm, e as correntes foram do tipo 3/8 (três oitavos), com dentes quadrados. O módulo de corte denominado usado constituía-se de um sabre com 70 % de uso, aproximadamente três meses, e a corrente com 80 % de uso, 6 a 7 dias, considerando uma jornada de trabalho de 5 horas por dia. A representação dos tratamentos pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2. Representação dos tratamentos para o primeiro experimento. Variável de resposta - Y_{ijk} = nível de ruído (dB (A)); Tratamentos fatoriais (combinação dos fatores: A - Motosserra: a1= 660nova; a2= 650nova; a3= 650usada; B - Espécie: b1= maçaranduba; b2= muiracatiara; b3= fava bolota; C - Módulo de corte: c1= novo e c2= usado).

		Maçaranduba (b1)		Muiracatiara (b2)		Fava bolota (b3)	
		Novo (c1)	Usado (c2)	Novo (c1)	Usado (c2)	Novo (c1)	Usado (c2)
Rep.							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Stihl 660 (a1)	I	Y11	Y21	Y31	Y41	Y51	Y61
	II	Y12	Y22	Y32	Y42	Y52	Y62
	III	Y13	Y23	Y33	Y43	Y53	Y63
	IV	Y14	Y24	Y34	Y44	Y54	Y64
	V	Y15	Y25	Y35	Y45	Y55	Y65
		T7	T8	T9	T10	T11	T12
Stihl 650 (a2)	I	Y71	Y81	Y91	Y101	Y111	Y121
	II	Y72	Y82	Y92	Y102	Y112	Y122
	III	Y73	Y83	Y93	Y103	Y113	Y123
	IV	Y74	Y84	Y94	Y104	Y114	Y124
	V	Y75	Y85	Y95	Y105	Y115	Y125
		T13	T14	T15	T16	T17	T18
Stihl 650 usada (a3)	I	Y131	Y141	Y151	Y161	Y171	Y181
	II	Y132	Y142	Y152	Y162	Y172	Y182
	III	Y133	Y143	Y153	Y163	Y173	Y183
	IV	Y134	Y144	Y154	Y164	Y174	Y184
	V	Y135	Y145	Y155	Y165	Y175	Y185

No segundo experimento foi utilizado o aparelho de medição de ruído dosímetro adotando-se um arranjo fatorial 2x2x2 (duas motosserras x duas espécies x dois módulos de corte), com 5 repetições, onde as motosserras utilizadas foram Stihl 660 nova e Stihl 650 nova. Já as espécies foram *Manilkara huberi* (maçaranduba), *Astronium lecointei* (muiracatiara) e mantiveram-se os módulos de corte. Consta na Tabela 3 a representação dos tratamentos.

Tabela 3. Representação dos tratamentos para o segundo experimento. Variável de resposta - Y_{ijk} = nível de ruído (dB (A)); Tratamentos fatoriais (combinação dos fatores: A - Motosserra: a1= 660nova; a2= 650nova; B - Espécie: b1= maçaranduba; b2= muiracatiara; C - Módulo de corte: c1= novo e c2= usado).

		Maçaranduba (b1)		Muiracatiara (b2)	
		Novo (c1)	Usado (c2)	Novo (c1)	Usado (c2)
Rep.		T1	T2	T3	T4
Stihl 660 (a1)	I	Y11	Y21	Y31	Y41
	II	Y12	Y22	Y32	Y42
	III	Y13	Y23	Y33	Y43
	IV	Y14	Y24	Y34	Y44
	V	Y15	Y25	Y35	Y45
		T5	T6	T7	T8
Stihl 650 (a2)	I	Y51	Y61	Y71	Y81
	II	Y52	Y62	Y72	Y82
	III	Y53	Y63	Y73	Y83
	IV	Y54	Y64	Y74	Y84
	V	Y55	Y65	Y75	Y85

4.2.2. Modelo matemático

O modelo matemático do delineamento completamente ao acaso com tratamentos fatoriais, apresentado a seguir, identifica quais as fontes de variação dos valores da variável de resposta do presente estudo.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

Onde,

Y_{ijk} = nível de ruído dB (A);

μ = média geral do experimento;

α_i = fator motosserras;

β_j = fator espécies;

γ_k = fator módulo de corte;

$(\alpha\beta)_{ij}$ = interação dos fatores motosserra e espécie;

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = interação dos fatores motosserra e módulo de corte;

$(\beta\gamma)_{jk}$ = interação dos fatores espécie e módulo de corte;

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = interação dos fatores motosserra, espécie e módulo de corte;

ϵ_{ijk} = componente aleatório (erro experimental).

4.3. APARELHOS DE MEDIÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO

O nível de ruído foi obtido através dos aparelhos decibelímetro e dosímetro. O decibelímetro utilizado foi o modelo MSL 1351C da marca Minipa, no circuito de resposta lenta (Slow) e de equalização “A”. Sendo utilizado em todas as medições o protetor de ventos no microfone do medidor de pressão sonora, com o intuito de uniformizar as condições de leitura e evitar a influência de rajadas de vento que pudessem ocorrer no momento das leituras. Este equipamento está em conformidade com as normas IEC-651 Tipo 2, ANSI S1.4 Tipo 2 e CE (EMC).

O dosímetro, da marca Instrutherm, modelo DOS 600, com certificado de calibração válido e nível de equalização ajustado para a escala “A”, mede a dose média de ruído a qual o operador fica exposto durante a jornada de trabalho. É um equipamento que atende plenamente aos requisitos da Norma Regulamentadora número 15 e Norma de Higiene Ocupacional número 01. Recomendado para elaboração do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), Perfil Profissional Previdenciário (PPP) e Programa de Saúde Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), fabricado conforme as normas: IEC 61252:2002, ANSI S1.25:1992 tipo2, IEC 6051:1979 e IEC 60804:1985.

Ambos os aparelhos são indicados para este estudo, pois, apresentam grau aceitável de precisão.

4.4. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO

Os resultados obtidos em campo foram avaliados em relação ao anexo número 1 da Norma Regulamentadora número 15, sobre atividades e operações insalubres, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Limites de tolerância à exposição ao ruído sem o uso de equipamento de proteção individual.

Nível de ruído dB (A)	Máxima exposição diária permitida
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 nº 15, de 08 de junho de 1978 - MTE.

Para o cálculo do nível equivalente de ruído (Leq) foi utilizada a formula abaixo com as informações do aparelho dosímetro:

$$Leq = \log \left\{ \frac{DOSE\% \times CR}{100 \times T} \right\} \times 16,61 + LE$$

Onde,

Leq = Nível equivalente de ruído;

CR = Critério de referência;

T = Tempo de exposição;

LE = Limite de exposição.

4.5. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

As toras de madeira das espécies escolhidas encontravam-se na área de exploração (UTF5), e foram derrubadas dois dias antes da realização do experimento. A tora de maçaranduba encontrava-se em um dos pátios de estocagem da referida área, já as toras de muiracatiara e da fava bolota encontravam-se na área em que foram derrubadas, próximas aos tocos correspondentes.

Antes do início da operação de traçamento foi mensurado o ruído de fundo bem como o ruído das motosserras sem estarem em efetiva operação, para verificar se o ruído proveniente das motosserras não estava sendo mascarado pelo ruído de fundo.

Cada tora media 3 metros de comprimento, sendo que a maçaranduba apresentava na sua primeira extremidade o diâmetro de 55,3 cm e na segunda extremidade 53,7 cm, muiracatiara 69,8 cm e 69,2 cm, e a fava bolota 161,8 cm e 161,5 cm. Foram feitos 30 cortes em cada tora, um a cada de 10 cm. Cada medição durou em média 7,5 minutos, compreendendo o efetivo traçamento e as pausas para iniciar e gravar as informações no instrumento de medição, sendo que o tempo médio para o corte de cada disco foi de 44 segundos. Na Figura 1 pode-se visualizar a forma como as toras foram medidas e demarcadas para os cortes.

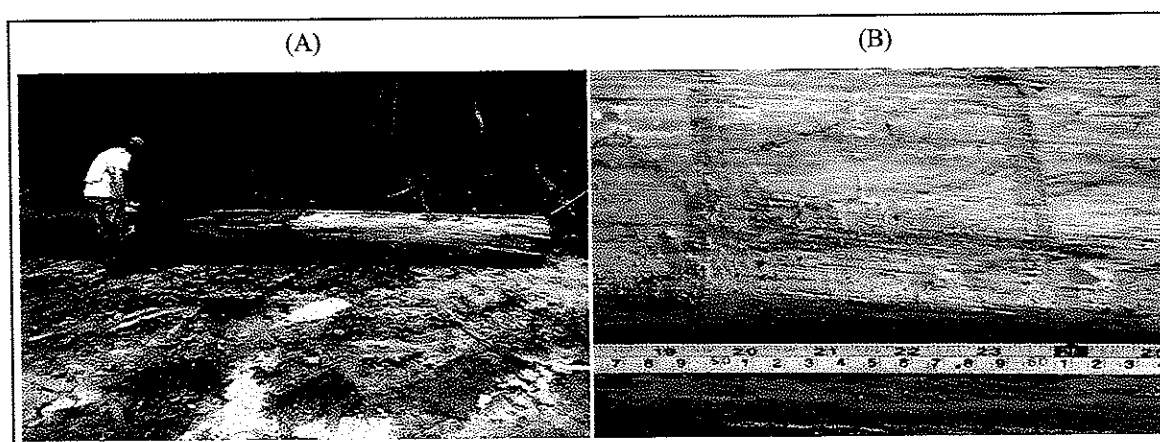


Figura 1: (A) Medição de comprimento de tora; (B) Demarcação dos locais de corte.

Apenas um operador de motosserra foi utilizado para o experimento, era experiente e possuía treinamento adequado para o manuseio do equipamento, além de estar devidamente assistido com os equipamentos de proteção individual, em particular o protetor auricular do tipo concha, cujo fator de atenuação é de 15 dB.

O operador de motosserra e um técnico especializado, representante do fabricante das motosserras, mantinham os equipamentos dentro das especificações e ajustes recomendados pelo fabricante bem como realizavam as trocas dos dois módulos de corte entre as três motosserras utilizadas. As medições com o decibelímetro ocorreram no momento em que o operador de motosserra realizava o corte de cada disco de madeira, para cada tratamento, captando-se o maior valor observado durante o processo. O decibelímetro foi posicionado próximo ao operador, conforme recomendações técnicas, (Figura 2).

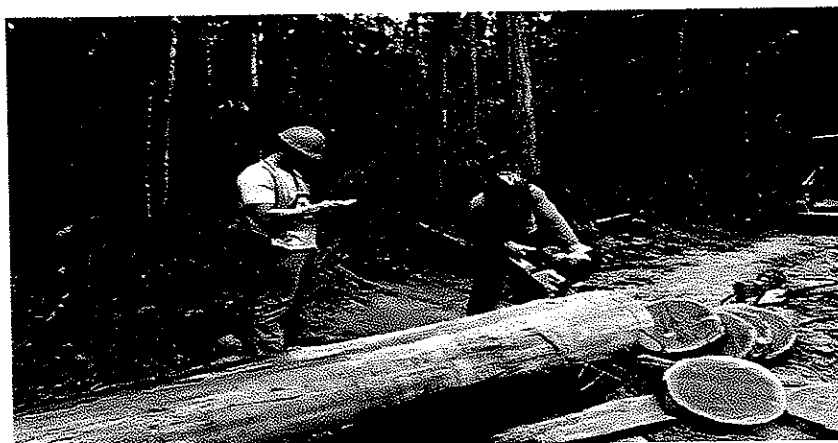


Figura 2: Medição do nível de ruído com o aparelho decibelímetro.

Para a utilização do dosímetro foi necessário acoplar o aparelho ao corpo do operador de motosserra na altura da cintura e o microfone foi colocado preso à lapela de seu uniforme de trabalho, o mais próximo do ouvido direito, fazendo com que o resultado fosse fidedigno ao que o ouvido humano é capaz de captar (Figura 3).



Figura 3: Acoplamento do microfone para a medição do nível de ruído com o aparelho dosímetro.

O dosímetro foi programado para captar o ruído a cada segundo durante o corte dos discos de madeira, sendo pausado ao término do corte e somente reiniciado ao começar o corte de um novo disco de madeira pertencente ao tratamento subsequente, realizando a operação de traçamento.

Antes do início da coleta foi observado o ruído ambiental, captação dos níveis de ruído do ambiente sem o funcionamento das motosserras, assim como o nível de ruído de cada motosserra sem estas estarem em contato com as madeiras.

4.6. ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram processados com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas, SAEG, (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

Os dados foram, inicialmente, submetidos à análise de variância uni-variada, para avaliação da existência de variabilidade entre os tratamentos e as médias foram comparadas pelo teste de comparação múltipla de médias SNK a 95 % de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ANÁLISE DO DECIBELÍMETRO

O nível de ruído de fundo, observado foi de 28 dB (A), já o nível de ruído das motosserras, sem estarem em corte foi de 75,5 dB (A) para a motosserra Stihl 660, 84 dB (A) para a Stihl 650 nova e 86 dB (A) para a motosserra Stihl 650 usada, não sendo necessário fazer a correção do ruído de fundo, uma vez que ficou abaixo de 30 dB (A) e dos níveis de ruído gerado pelas motosserras.

Os valores médios de nível de ruído encontrados nos tratamentos estão em uma faixa de 94 – 109,2 dB (A), dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Estes resultados estão em acordo com pesquisas similares que avaliaram esta variável no funcionamento das motosserras (QUTUBUDDIN; HEBBAL; KUMAR, 2013; JUNIOR et al. 2012b; TUNAY; MELEMEZ, 2008; MINETTI et al., 1998).

Observa-se na Tabela 5 que todos os fatores, assim como, suas interações apresentam-se altamente significativas.

Tabela 5. ANOVA: Análise de variância dos fatores motosserra, espécie e módulo de corte em relação ao nível de ruído mensurado pelo decibelímetro. $p \geq 0,05$ não significante; $0,01 \leq p \leq 0,05$ significante (95 %); $p \leq 0,01$ altamente significante (99 %).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	p
Motosserra (a)	2	62,07	31,00	14,76	0,00000
Espécie (b)	2	138,23	69,11	32,9	0,0000
Módulo de Corte (c)	1	76,91	76,91	36,61	0,0000
Motosserra (a) x Espécie (b)	4	88,17	22,04	10,49	0,0000
Motosserra (a) x Módulo de Corte (c)	2	37,98	18,99	9,04	0,0003
Espécie (b) x Módulo de Corte (c)	2	26,78	13,39	6,37	0,0028
Motosserra (a) x Espécie (b) x Módulo de Corte (c)	4	47,95	11,99	5,71	0,0005
Erro Experimental	72	151,26	2,10		
Total	89	629,29			

Na Figura 4 se encontram os valores de nível de ruído em função das espécies selecionadas, onde a *Manilkara huberi* (Ducke) Standl. (maçaranduba) e a *Astronium lecointe* Ducke (muiracatiara) não diferiram estatisticamente ao nível de 95 % de probabilidade.

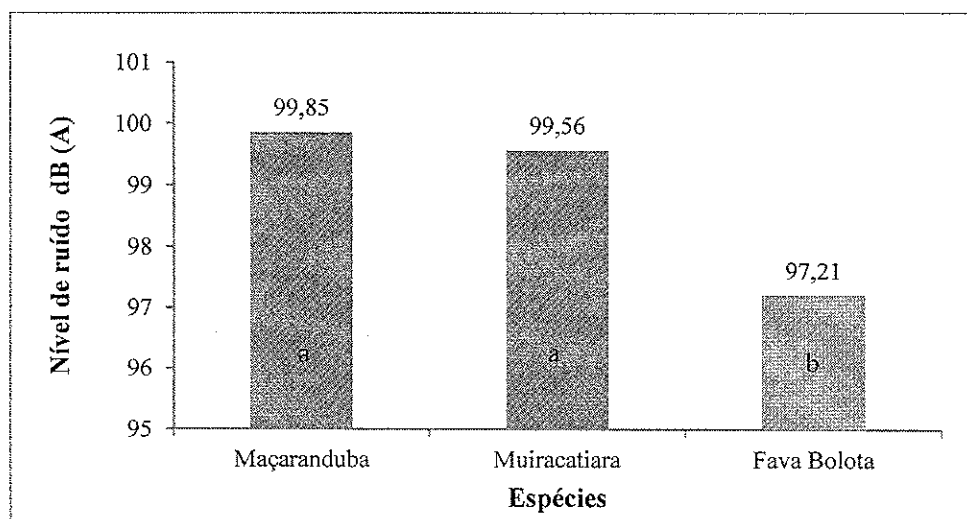


Figura 4: Nível de ruído gerado em função das espécies florestais.

Esses resultados devem-se ao fato dessas espécies pertencerem a uma mesma categoria de densidade básica, ou seja, pesada, acima de $0,72 \text{ g/cm}^3$. Além da densidade essas espécies também possuem características mecânicas no mais elevado nível de classificação da base de dados do Laboratório de Produtos Florestais (LPF), como módulo de ruptura, módulo de elasticidade, compressão paralela às fibras e dureza Janka, tanto perpendicularmente quanto paralelamente às fibras, considerando a condição da madeira verde. Lopes et al. (2009) afirmam que o tipo de madeira é um dos fatores que pode ocasionar maior ou menor nível de ruído.

Segundo Evans, Senft e Green (2000), a massa específica, ou densidade básica é um dos principais fatores que influenciam nas propriedades mecânicas da madeira. Desta forma, na medida em que a densidade básica aumenta, eleva-se proporcionalmente a resistência mecânica da madeira. Apesar das espécies maçaranduba e muiracatiara pertencerem à mesma categoria de densidade é importante ressaltar que outro aspecto que pode explicar tal similaridade estatística é a presença de inclusões minerais (grãos e cristais de sílica) na madeira da espécie muiracatiara, com maior abundância do que na espécie maçaranduba. Ressalta-se que, segundo Darmawan et al. (2012) quanto maior a porcentagem de sílica na madeira maior a sua resistência ao processo de traçamento, e consequente elevação dos níveis de ruído durante a atividade.

No entanto ambas as espécies (maçaranduba e muiracatiara) diferiram estatisticamente da *Parkia pendula*, devendo-se ao fato que essa apresenta propriedades físicas e mecânicas diferentes as duas anteriores.

Na Figura 5 constam os resultados sobre as motosserras, onde a Stihl 650 usada foi a que obteve maior valor de nível de ruído, diferindo estatisticamente das motosserras Stihl 660 nova e Stihl 650 nova que não apresentaram diferença significativa entre si. Fato divergente com o descrito por Plaster, Fenner e Haas (2012), em que os níveis de ruído são função da velocidade do motor, e essa consequentemente está relacionada à potência das máquinas.

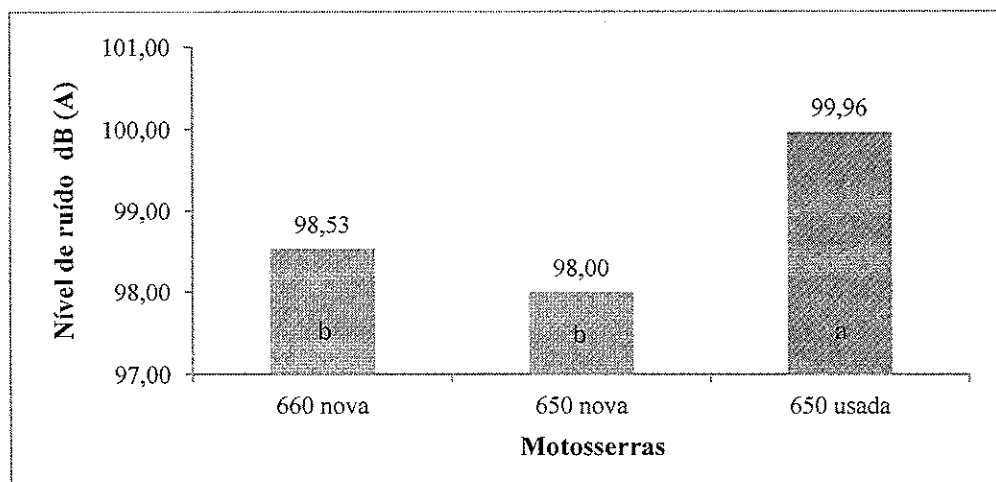


Figura 5: Nível de ruído gerado em função das motosserras.

Mesmo as características de potência, cilindrada e relação peso/potência destas máquinas se apresentarem distintas, o que de fato atribuiu diferença estatística foi o tempo de utilização do equipamento, ou seja, a condição da motosserra também é um fator determinante no nível de ruído emitido, essa é uma característica que pode ser observada também nas condições do módulo de corte, cujos resultados são apresentados na Figura 6, onde o maior nível de ruído observado foi no módulo de corte usado que diferiu significativamente do módulo de corte novo.

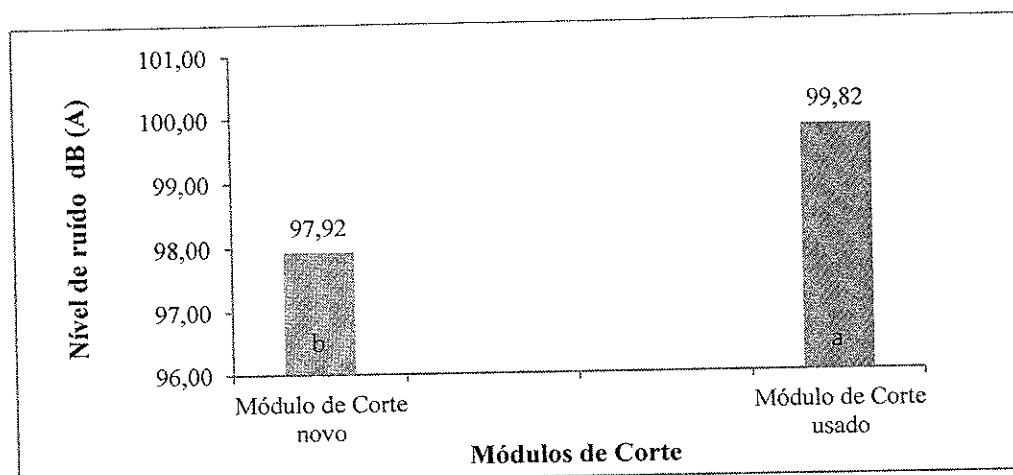


Figura 6: Nível de ruído gerado em função dos módulos de corte.

Independentemente das características das máquinas e da manutenção destas, o desgaste do sabre e da corrente foram determinantes para uma maior emissão de ruído. Testes como o de Figlus, Wilk e Franke (2013) comprovam que o nível de ruído aumenta conforme a deterioração dos componentes que fazem parte de equipamentos movidos a motores de combustão interna.

A cadeia da corrente, juntamente com sabre, são os dois elementos mais expostos a cargas e, ao mesmo tempo, críticos para eficiência do trabalho da motosserra (PILAREK; MIELNICKI, 2008). A corrente mal afiada ou desgaste de ambos os componentes ocasionam queda da eficiência da operação, resultando em níveis mais elevados de ruído.

~~Fontes de ruído às quais os operadores estão expostos são advindas do motor da motosserra e do contato da corrente com a madeira durante o corte. Por isso um dos itens obrigatórios nas motosserras é o escapamento com silenciador que ameniza o ruído gerado pelo motor.~~

Na Figura 7 constam os níveis de ruído em função da interação dos fatores motosserra e espécie. Na espécie maçaranduba, espécie com maior densidade, o nível de ruído foi influenciado pelo tempo de utilização da motosserra, independentemente de sua potência e demais características da máquina, pois os maiores níveis de ruído foram observados com a utilização da motosserra Stihl 650 usada (102,42 dB) que diferiu significativamente das motosserras Stihl 650 nova (98,63 dB) e Stihl 660 nova (98,5 dB), essas não apresentando diferença significativa entre si.

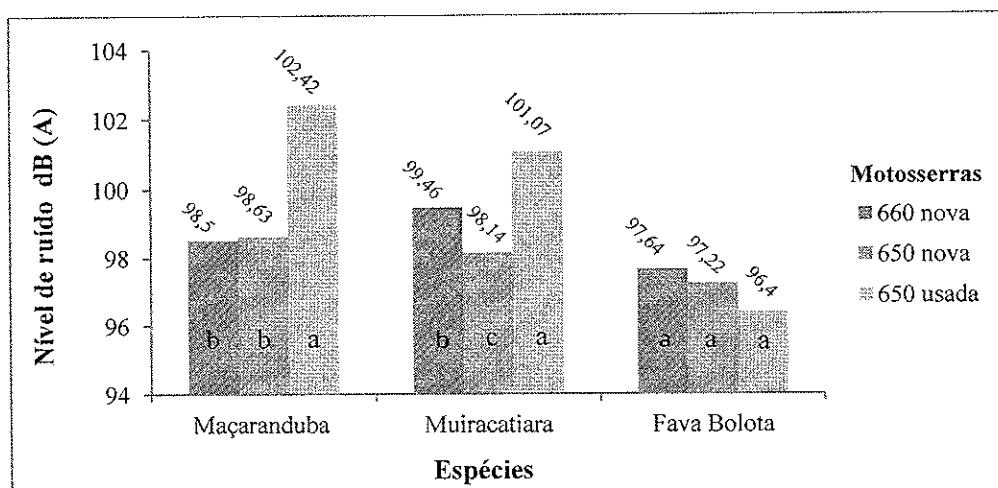


Figura 7: Nível de ruído gerado em função da interação dos fatores motosserras e espécies florestais.

A interação entre as motosserras e a espécie muiracatiara, também caracterizada como espécie com densidade básica alta, apresentou-se com comportamento similar a maçaranduba, onde a motosserra Stihl 650 usada apresentou maior nível de ruído (101,7 dB(A)), diferindo estatisticamente das demais, pois tanto a potência quanto o tempo de uso são fatores que influenciam na intensidade de ruído. As motosserras Stihl 660 e Stihl 650, caracterizadas como novas, apresentaram diferença estatística entre si, onde a primeira apresentou maiores valores de nível de ruído, por apresentar maior potência e cilindrada que a segunda, corroborando com o estudo de Figlus, Wilk e Franke (2013).

Já a densidade baixa da madeira branca da fava bolota, não influencia na intensidade de ruído emitido pelas motosserras, independentemente da potência e tempo de utilização destas.

A força de reação do módulo de corte é transferida para a serra de cadeia durante cada corte. Motores de motosserra e peças de corte produzem níveis relativamente altos de ruído (KALJUN; DOLŠAK, 2012).

Os valores do nível de ruído, oriundos da interação entre os módulos de corte e as motosserras apresentados na Figura 8, mostram que o conjunto de corte novo não influenciou na intensidade de ruído, independentemente da potência das motosserras, bem como o tempo de utilização destas, permitindo afirmar que a melhor condição dos componentes do módulo de corte é fator determinante na emissão de maiores ou menores níveis de ruído, assim como descrito por Keith e Brammer (1991) e Yovi e Suryaningsih (2011).

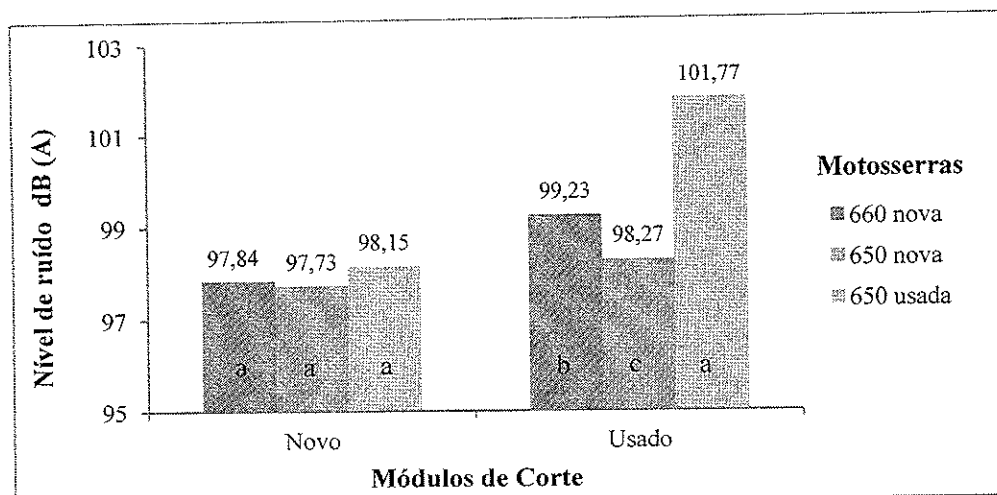


Figura 8: Nível de ruído gerado em função da interação entre motosserras e módulos de corte.

Em relação ao módulo de corte usado, o tempo de utilização das motosserras se sobressai em relação as características das máquinas, ocasionando maiores níveis de ruído, onde a interação com a motosserra Stihl 650 usada foi a mais expressiva (101,77 dB (A)), diferindo estatisticamente das demais na condição de motosserras novas.

A variação de intensidade de níveis de ruído em função da interação entre as espécies e os módulos de corte, presente na Figura 9, apresentou resultados conforme o esperado, onde para a maçaranduba houve diferença significativa na intensidade de ruído para os módulos novo (98,18 dB (A)) e usado (101,52 dB (A)), devido às propriedades físicas e mecânicas da madeira da espécie que lhe conferem elevada resistência ao corte, bem como a condição dos módulos de corte na operação, sendo igualmente observados nos estudos de Fiedler et al. (2009) e Yovi e Suryaningsih (2011).

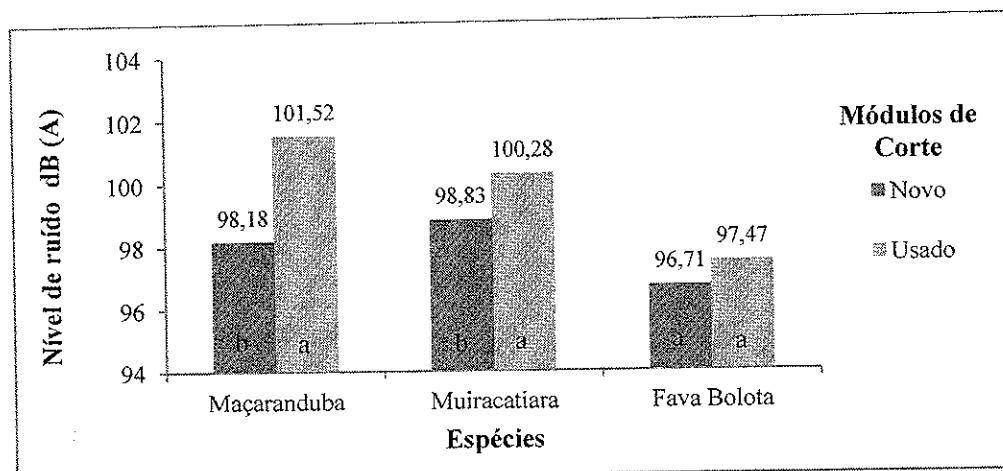


Figura 9: Nível de ruído gerado em função da interação entre módulos de corte e espécies.

A muiracatiara apresentou comportamento similar à maçaranduba, pois se encontra em uma mesma categoria de densidade e suas propriedades mecânicas também são consideradas altas. Fiedler et al. (2009), ao relacionar a densidade de espécie com níveis de ruído observou que as espécies denominadas eucalipto 1 e eucalipto 2, com as densidades de 89 g/cm^3 e 77 g/cm^3 respectivamente, não diferiram estatisticamente em relação ao nível de ruído.

Já as características da madeira da fava bolota não tiveram influência na intensidade de nível de ruído independentemente do módulo de corte utilizado, ou seja, a resistência mecânica desta madeira é tão baixa que o tempo de utilização do módulo de corte não propicia maiores níveis de ruído.

Na Tabela 6 encontram-se os níveis de ruído em função da interação de todos os fatores abordados. Observa-se que a maior intensidade de nível de ruído encontrada foi no tratamento T14 (106,12 dB (A)), com a interação da motosserra Stihl 650 usada, a espécie maçaranduba e o módulo de corte usado, seguida pelo tratamento T16 (102,8 dB (A)) com a junção dos fatores motosserra Stihl 650 usada, muiracatiara e módulo de corte usado.

Tabela 6. Nível de ruído gerado em função dos tratamentos. Médias precedidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 95% de probabilidade, através do teste SNK. Onde, A - Motosserra; B - Espécie; C - Módulo de corte.

Tratamento	Interação	Descrição	Ruído dB(A)	SNK _{0,05}
T ₁₄	a3b1c2	a3 = 650 usada; b1 = maçaranduba; c2 = usado.	106,12	a
T ₁₆	a3b2c2	a3 = 650 usada; b2 = muiracatiara; c2 = usado.	102,8	b
T ₄	a1b2c2	a1 = 660 nova; b2 = muiracatiara; c2 = usado.	99,64	bc
T ₁₅	a3b2c1	a3 = 650 usada; b2 = muiracatiara; c1 = novo.	99,34	c
T ₃	a1b2c1	a1 = 660 nova; b2 = muiracatiara; c1 = novo.	99,28	c
T ₂	a1b1c2	a1 = 660 nova; b2 = maçaranduba; c2 = usado.	99,26	c
T ₈	a2b1c2	a2 = 650 nova; b2 = maçaranduba; c2 = usado.	99,18	c
T ₆	a1b3c2	a1 = 660 nova; b3 = fava bolota; c2 = usado.	98,78	c
T ₁₃	a3b1c1	a3 = 650 usada; b1 = maçaranduba; c1 = novo.	98,72	c
T ₁₀	a2b2c2	a2 = 650 nova; b2 = muiracatiara; c2 = usado.	98,4	c
T ₇	a2b1c1	a2 = 650 nova; b1 = maçaranduba; c1 = novo.	98,08	c
T ₉	a2b2c1	a2 = 650 nova; b2 = muiracatiara; c1 = novo.	97,88	c
T ₁	a1b1c1	a1 = 660 nova; b1 = maçaranduba; c1 = novo.	97,74	c
T ₁₁	a2b3c1	a2 = 650 nova; b3 = fava bolota; c1 = novo.	97,36	c
T ₁₂	a2b3c2	a2 = 650 nova; b3 = fava bolota; c2 = usado.	97,22	c
T ₁₈	a3b3c2	a3 = 650 usada; b3 = fava bolota; c2 = usado.	97	c
T ₅	a1b3c1	a1 = 660 nova; b3 = fava bolota; c1 = novo.	96,5	c
T ₁₇	a3b3c1	a3 = 650 usada; b3 = fava bolota; c1 = novo.	96,4	c

A associação das piores condições de utilização das máquinas e componentes aliadas às espécies com maior densidade proporcionou maiores níveis de ruído. Tratando-se de ambiente de trabalho, o nível de ruído aceitável para efeito de conforto é de até 65 dB (A), segundo a norma regulamentadora número 17 (MTE, 2013b), mas o que se observa são níveis de ruído bem acima do normatizado, configurando ambientes altamente desconfortáveis para os operadores e potencialmente causadores de perda auditiva.

Pessoas expostas a níveis de ruído, iguais ou superiores a 96 dB (A), estão em grande risco de sofrerem danos auditivos e consequentemente perda de audição (VIROKANNAS; ANTTONEN; NISKANEN, 1994; BROWN; YEAROUT, 1991). Considerando a legislação brasileira, o operador, nestas condições do tratamento T₁₄ e T₁₆ só poderia ficar exposto a tais níveis de ruído por no máximo 25 minutos e 45 minutos respectivamente.

5.2. ANÁLISE DO DOSÍMETRO

Na Tabela 7, consta a análise de variância, onde as interações dos fatores abordados não apresentaram diferenças estatísticas significantes, levando-se em consideração que para essa análise as motosserras foram Stihl 660 nova e Stihl 650 usada e somente as espécies maçaranduba e muiracatiara em relação aos níveis de ruído, quando mensurados com o dosímetro. Apenas o fator espécie apresentou diferença estatística altamente significativa dentre seus componentes.

Tabela 7. ANOVA: Análise de variância dos fatores motosserra, espécie e módulo de corte em relação ao nível de ruído mensurado com o dosímetro. $p \geq 0,05$ não significativa (NS); $0,01 \leq p \leq 0,05$ significativa (95 %); $p \leq 0,01$ altamente significativa (99 %).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	p
Motosserra (a)	1	0,19	0,19	NS	$p \geq 0,05$
Espécie (b)	1	11,30	11,30	11,46	0,0019
Módulo de Corte (c)	1	2,81	2,81	NS	0,1015
Motosserra (a) x Espécie (b)	1	0,45	0,45	NS	$p \geq 0,05$
Motosserra (a) x Módulo de Corte (c)	1	0,43	0,43	NS	$p \geq 0,05$
Espécie (b) x Módulo de Corte (c)	1	0,28	0,28	NS	$p \geq 0,05$
Motosserra (a) x Espécie (b) x Módulo de Corte (c)	1	1,59	1,59	NS	0,2134
Erro Experimental	32	31,56	0,99		
Total	39	48,19			

Esta diferença entre as espécies maçaranduba e muiracatiara está representada na Figura 10, onde a segunda apresentou maiores níveis de ruído em relação à primeira. Apesar de a maçaranduba apresentar características de resistência mecânicas e densidade superiores a da muiracatiara, esta apresenta valores inferiores em relação à porcentagem de sílica em sua madeira, em torno de 0,02 %, em quanto que a muiracatiara apresenta teor de sílica acima de 0,4 %, atribuindo.

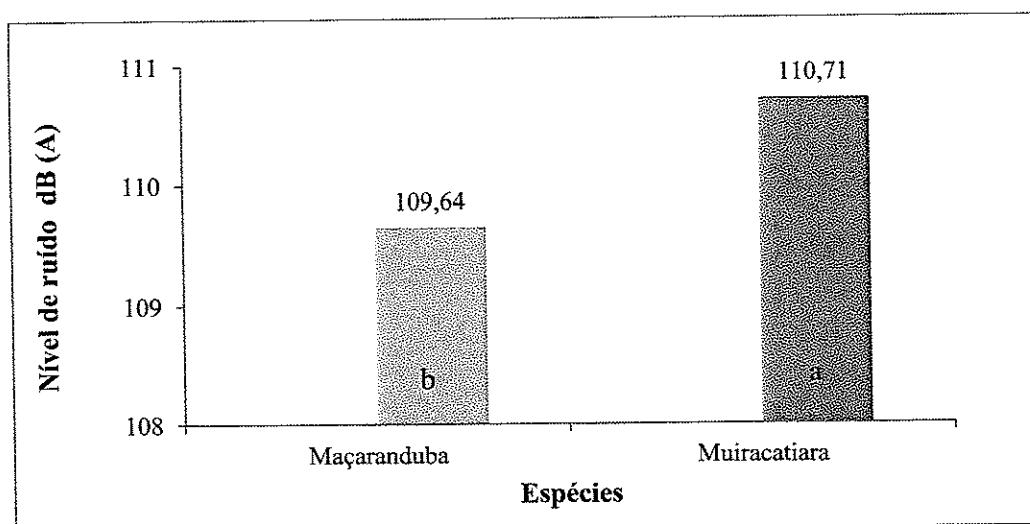


Figura 10: Nível de ruído gerado em função das espécies.

É importante ressaltar que a presença abundante de sílica na madeira eleva o seu grau de resistência ocasionando em um maior tempo na operação de traçamento e consequentemente maior desgaste dos equipamentos, devido ao efeito abrasivo sobre os dentes das serras, fato observado por Darmawan et al. (2012) que correlacionaram quão maior o teor de sílica da madeira maior o desgaste dos equipamentos, e certamente maior o nível de ruído. O local de realização das medições também pode ter contribuído para essa diferença, pois, as medições realizadas na operação de traçamento da toda da espécie maçaranduba foram em um pátio de estocagem de toras, ou seja, em área aberta (Figura 11-A). Já as medições da muiracatiara foram realizadas na área onde a árvore fora abatida, próxima ao seu toco, em meio a outras árvores remanescentes (Figura 11-B).



Figura 11: (A) Local de medição de ruído no traçamento da espécie maçaranduba; (B) Local de medição de ruído no traçamento da espécie muiracatiara.

Estas árvores servem como uma barreira acústica permitindo a concentração das ondas sonoras próximo à fonte geradora, expondo o motosserrista a níveis mais críticos de ruído. O número de árvores é um fator importante na propagação do som, mais relevante até que a densidade do povoamento (CAVALLI; MIOLA; SARTORI, 2004).

Em relação às motosserras foi observado que os níveis de ruído emitidos não diferiram estatisticamente para os dois equipamentos avaliados, os resultados estão contidos na Figura 12.

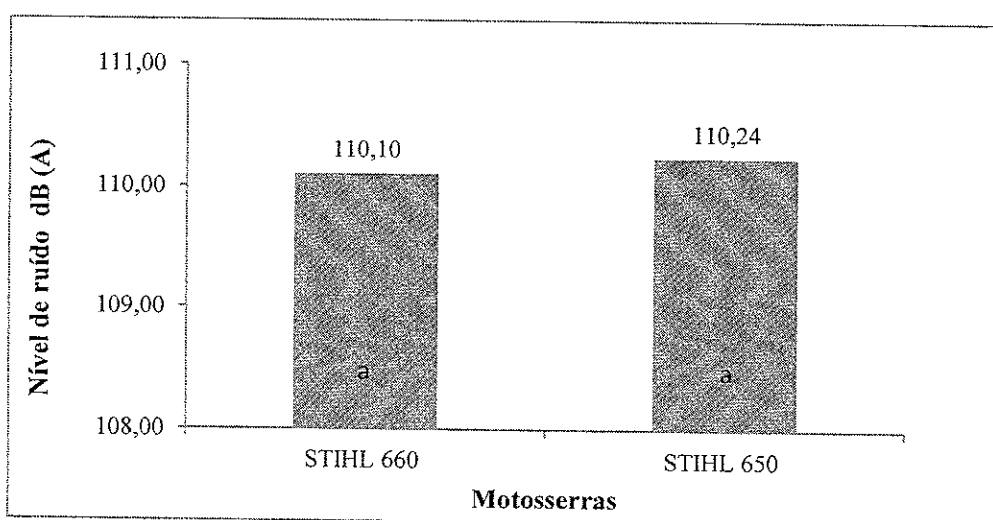


Figura 12: Nível de ruído gerado em função do modelo das motosserras utilizadas.

Apesar das motosserras estarem em condições de uso semelhantes, ambas foram consideradas novas, esperava-se que a motosserra Stihl 660 apresentasse maiores valores médios de ruído, devido possuir características superiores, potência e cilindrada, a da motosserra Stihl 650, como o descrito nos experimentos de Plaster, Fenner e Haas (2012) e Figlus, Wilk e Franke (2013).

Pode-se atribuir esta similaridade à evolução nos equipamentos de segurança da motosserra, em específico ao escapamento com silenciador, que com passar dos anos vem conseguindo maximizar, a atenuação do ruído em função da potência das máquinas. O processo de atenuação de ruído na operação com a motosserra é muito mais complexo, envolvendo mais variáveis além da potência do motor (KEITH; BRAMMER, 1991).

Os níveis de ruído encontrados para os módulos de corte, dispostos na Figura 13, não apresentaram diferença significativa apesar da diferença de seu tempo de utilização, que é um fator determinante em maiores níveis de ruído.

Os componentes da cadeia de corte, sabre, corrente e pinhão, têm grande influência nas operações com motosserras, tanto na eficiência da atividade quanto na exposição do operador a níveis mais elevados de pressão sonora (KEITH; BRAMMER, 1991; YOVI; SURYANINGSIH, 2011; FIGLUS; WILK; FRANKE, 2013).

Um fator importante para esta similaridade estatística entre os módulos de corte é a manutenção dos componentes pelo operador de motosserra, pois somente um operador capacitado e experiente tem condições de detectar o momento correto de afiar a corrente, manter a lubrificação do módulo e quaisquer ajustes que possam ser requeridos durante a operação, mantendo-se a eficiência do processo sem necessariamente mitigar a exposição a elevados níveis de ruído.

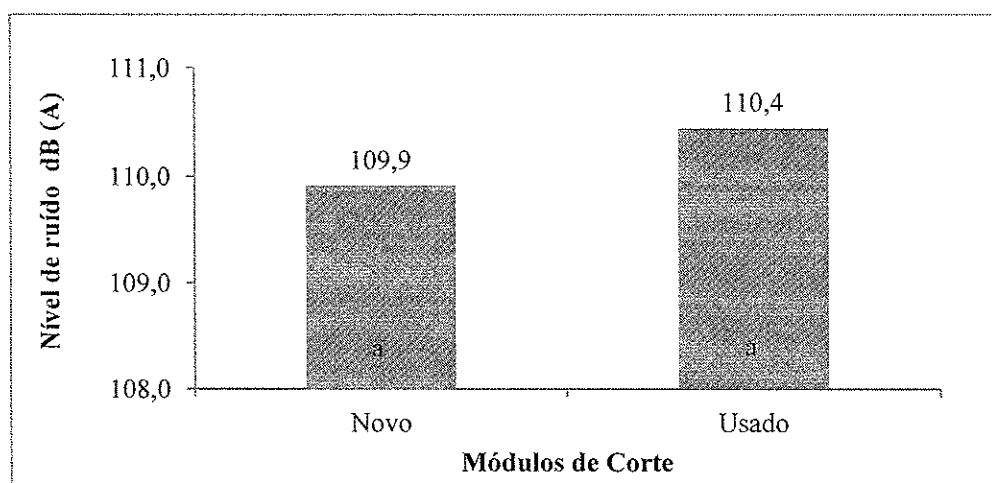


Figura 13: Nível de ruído gerado em função dos módulos de corte utilizados.

Na Tabela 8 constam os níveis de ruído em função da interação dos fatores, a atenuação oriunda do uso do equipamento de proteção individual e o nível de ruído real que caracteriza a insalubridade da atividade.

A operação de traçamento corresponde a cerca de 19,89 e 38,3 % (média de 1 a 2 horas) da jornada de trabalho total, considerando 8 horas diárias trabalhadas (SEIXAS, 1986; SEIXAS; DUCATTI, 1995; MINETTI ET AL., 1998; SEIXAS; MARQUESINI, 2001). Fazendo uma relação com a jornada de trabalho do operador da área de estudo, que é de 5 horas por dia, o que corresponderia aproximadamente há 1 hora e 55 minutos, pode-se afirmar que para a operação de traçamento exclusivamente, o operador de motosserra encontra-se dentro dos limites de tolerância afixados pela Norma Regulamentadora 15, Anexo 01, quando

comparado com o maior nível equivalente de ruído obtido neste estudo que foi no tratamento T8 (93,65 dB(A)), onde a referida norma estabelece o tempo máximo de exposição de 2 horas e 15 minutos por dia.

Embora a atenuação do ruído em decorrência do uso do protetor auricular ser importante em nível de adequação da norma, tal resultado não exime o operador de motosserra do risco de perda auditiva, pois esta possibilidade aumenta ao passo que o nível de ruído eleva-se do critério de referência, 85 dB (A), assim como afirma Ismail et al. 2013, ao avaliar trabalhadores expostos a níveis de ruído superiores a 85 dB (A).

Tabela 8. Nível equivalente de ruído por tratamento e nível de ruído real. A - Motosserra: a1= 660nova; a2= 650nova; B - Espécie: b1= maçaranduba; b2= muiracatiara; C - Módulo de corte: c1= novo e c2= usado.

Tratamento	Fatores	Leq dB (A)	Atenuação (dB)	Nível de ruído dB(A)
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	98,35	15	83,35
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	98,35	15	83,35
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	105,82	15	90,82
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	107,56	15	92,56
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	104,13	15	89,13
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	98,35	15	83,35
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	106,9	15	91,9
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	108,65	15	93,65

Ressalta-se que o traçamento das árvores não é feito necessariamente no mesmo dia em que as demais operações de corte (derruba e destopamento); tratando-se de florestas nativas, dependendo logicamente do sistema silvicultural, logística da empresa e destino final da madeira, sendo necessário o acompanhamento real das atividades operacionais do motosserrista nas diferentes atividades.

6. CONCLUSÃO

1 - A madeira das diferentes espécies influenciam nos níveis de ruído produzidos pelas motosserras, assim como, o tempo de utilização das motosserras e as condições dos componentes do módulo de corte, em quanto que a potência da motosserra não influencia no nível de ruído.

2 - O nível de ruído é afetado diretamente pelo conjunto dos fatores espécies, tempo de uso da motosserra e dos módulos de corte, proporcionando níveis de ruído superiores aos permitidos pela legislação brasileira, aumentando os riscos dos operadores de motosserra contraírem a perda auditiva induzida por ruído.

RECOMENDAÇÕES

Considerando os níveis de ruído produzidos durante as atividades de traçamento de toras das espécies estudadas apresentarem-se superiores aos níveis máximos tolerados pelos trabalhadores, definido na legislação brasileira recomenda-se:

a – Recomenda-se a utilização de um programa de controle de risco de exposição ao nível de ruído, com base nas características da madeira das espécies, que pode auxiliar na tomada de decisões no controle do ambiente de trabalho, evitando assim perdas de produtividade e danos à saúde do trabalhador.

b – A utilização de equipamentos de proteção individuais, particularmente protetores auriculares, de boa qualidade de modo a proporcionar uma atenuação que possa levar os ruídos produzidos a níveis toleráveis pela legislação brasileira.

c – Devido o aumento do nível de ruído ocasionada pelo tempo de uso da motosserra ~~e do módulo de corte é recomendado um programa de manutenção preventiva~~ destes equipamentos afim de mitigar os efeitos danosos do ruído na saúde dos operadores de motosserra.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, O. J. R.; BOTELHO, S. M.; SANTOS, I. S. Determinação do teor de sílica em madeira visando à identificação e o grau de abrasividade em espécies florestais da Amazônia. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54., 2003, Belém. **Anais**. Belém: SBB, 2003. 1 CD-ROM.

ALMEIDA, S. I. C. de; ALBERNAZ, P. L. M.; ZAIA, P. A.; XAVIER, O. G.; KARAZAWA, E. H. I. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 143-58, 2000.

ALVES, L. K. M.; FERREIRA, O. O. Avaliação da etapa de derruba e processamento de eucalipto para celulose. **Ciência Florestal**, v. 8, n. 1, p. 23-33, 1998.

AMJAD-SARDRUDI, H.; DORMOHAMMADI, A.; GOLMOHAMMADI, R.; POOROLAJAL, J. Effect of noise exposure on occupational injuries: A cross-sectional study. **Journal of Research in Health Sciences**. v. 12, n. 2, p. 101-104, 2012.

AXELSSON, S. A. The mechanization of logging operations in Sweden and its effect on occupational safety and health. **Journal of Forest Engineering**, v. 9, n. 2, p. 25-31, 1998.

BRASIL - Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3.214 de jun. 1978. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho (NR-07): Programa de controle médico de saúde ocupacional. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/temas/segsau/legislacao/normas/conteudo/nr07>>. Acesso em: 25-jul. 2013.

BRASIL - Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3.214 de jun. 1978. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho (NR-15): Atividades e operações insalubres. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/temas/segsau/legislacao/normas/conteudo/nr15>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

BRASIL – Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3.214 de jun. 1978. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho (NR 17): Ergonomia. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/temas/segsau/legislacao/normas/conteudo/nr17>>. Acesso em: 25de jul. 2013.

BROWN, P. J.; YEAROUT, R. D. Impacts of leisure activity noise levels on safety procedures and policy in the industrial environment. **International Journal of Industrial Ergonomics**, n. 7, p. 341-346, 1991.

CACIARI, T.; ROSATI, M. V.; CASALE, T.; LORETI, B.; SANCINI, A.; RISERVATO, R.; NIETO, H. A.; FRATI, P.; TOMEI, F.; TOMEI, G. Noise-induced hearing loss in workers exposed to urban stressors. **Science of the Total Environment**, v. 463-464, p. 302-308, 2013.

CAVALLI, R.; MIOLA, P.; SARTORI, L. Diffusione del rumore prodotto dalla motosega in boschi con differenti forme di governo. **L'Italia Forestale e Montana**, n. 5, p. 375-390, 2004.

CORDEIRO, R.; CLEMENTE, A. P. G.; DINIZ, C. S.; DIAS, A. Exposição ao ruído ocupacional como fator de risco para acidentes do trabalho. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 3, p. 461-466, 2005.

DARMAWAN, W.; RAHAYU, I.; NANDIKA, D.; MARCHAL, R. Wear characteristics of wood cutting tools caused by extractive and abrasive materials in some tropical woods. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 23, n. 3, p. 345-353, 2011.

DARMAWAN, W.; RAHAYU, I.; NANDIKA, D.; MARCHAL, R. The importance of extractives and abrasives in wood materials on the wearing of cutting tools. **Bioresources**, v. 7, n. 4, p. 4715-4729, 2012.

DIAS, A.; CORDEIRO, R. Fraction of work-related accidents attributable to occupational noise in the city of Botucatu. **Noise Health**, v. 10, n. 40, p. 69-73, 2008.

DRISCOLL, T. R.; ANSARI, G.; HARRISON, J. E.; FROMMER, M. S.; RUCK, E. A. Traumatic work-related fatalities in forestry and sawmill workers in Australia. **Journal of Safety Research**, v. 26, n. 4, p. 221-233, 1995.

EMBRAPA. **Espécies arbóreas da Amazônia Nº4: Maçaranduba, *Manilkara huberi***. EMBRAPA Amazônia Oriental, 2004.

EMBRAPA. **Espécies arbóreas da Amazônia Nº10: Visgueiro, *Parkia pendula***. EMBRAPA Amazônia Oriental, 2004.

EVANS, J. L. W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. **Forest Products Journal**, v. 50, n. 7, p. 75-87, 2000.

FERNANDES, M.; MORATA, T. C. Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 68, n. 5, p. 705-713, 2002.

FIEDLER, N. C.; OLIVEIRA, J. T. da S.; GUIMARÃES, P. P.; ALVES, R. T.; WANDERLEY, F. B.; OLIVEIRA, J. G. L. de; MORA, R. Influência da massa específica aparente da madeira no ruído produzido durante o processamento secundário: estudo de caso. **Floresta**, v. 39, n. 2, p. 401-408, 2009.

FIGLUS, T.; WILK, A.; FRANKE, P. The estimation of changes in the noise level generated by devices equipped with two-stroke internal combustion engines with small displacement volume. **Transactions**, v. 41, n. 3, p. 217-221, 2013.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO, DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO – FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional 01: procedimento técnico para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente e impacto**, FUNDACENTRO, 2001, 40 p.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO, DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO – FUNDACENTRO. **Estimativas de exposições não contínuas a ruído**. FUNDACENTRO, 2002, 224p.

GAMA, J. R. V.; GAMA, M. de M. B.; SCOLFORO, J. R. S. Manejo sustentado para floresta de várzea na Amazônia oriental. **Revista Árvore**, v. 29, n. 5, p. 719-729, 2005.

GOLSING, M.; ARAÚJO, G. S. D. Saúde física do trabalhador rural submetido a ruídos e à carga térmica: um estudo em operadores de tratores. **O Mundo da Saúde**, v. 32, n. 3, p. 275-286, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da Extração vegetal e da Silvicultura**, v. 24, p. 45, 2009.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Informações sobre madeiras. 2011.** Disponível em: < http://www.ipt.br/consultas_online/informacoes_sobre_madeira >. Acesso em: 02 setembro de 2013.

ISMAIL, T. H. T.; JAN, A. A. M.; ABDULLAH, R.; ARIFF, M. A preliminary study of noise exposure among grass cutting workers in Malaysia. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 91, p. 661-672, 2013.

JUNIOR, T. Y.; SCHIASSI, L.; ABREU, L. H. P.; BARBOSA, J. A.; CAMPOS, A. T. Procedimento fuzzy aplicado à avaliação da insalubridade em Atividades agrícolas. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 3, p. 423-434, 2012.

JUNIOR, T. Y.; SCHIASSI, L.; ROSSONI, D. F.; PONCIANO, P. F.; LIMA, R. R. DE. Spatial variability of noise level in agricultural machines. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 2, p. 217-225, 2012.

KALJUN, J.; DOLŠAK, B. Ergonomic design recommendations based on an actual chainsaw design. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 23, n. 2, p. 215-229, 2012.

KEITH, S. E.; BRAMMER, A. J. Prospects for low-noise, high-performance chain saws: An achievable goal? **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 89, n. 4B, p. 1969, 1991.

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS. 2013. Disponível em: < <http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil/pesquisa.php?idioma=portugues> >. Acesso em: 14 jun. 2013.

LEITE, A. M. P.; SOARES, T. S.; NOGUEIRA, G. S.; PEÑA, S. V. Perfil e qualidade de vida de trabalhadores de colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 161-168, 2012.

LOPES, A. C.; SANTOS, C. C.; ALVARENGA, K. de F.; FENIMAN, M. R.; CALDANA, M. de L.; OLIVEIRA, A. N. de; JORGE, T. M.; BASTOS, J. R. M. Alterações auditivas em trabalhadores de indústrias madeireiras do interior de Rondônia. **Revista Brasileira Saúde Ocupacional**, v. 34, n. 119, p. 88-92, 2009.

LOPES, A. C.; OTOWIZ, V. G.; LOPES, P. M. B.; LAURIS, J. R. P.; SANTOS, C. C. Prevalência de perda auditiva induzida por ruído em motoristas. **International Archives of Otorhinolaryngology**, v. 16, n. 4, p. 509-514, 2012.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2 ed. Instituto de Pesquisa e Tecnologia do Estado. São Paulo. 1989, 418pp.

MELEMEZ, K.; TUNAY, M. Determining physical workload of chainsaw operators working in forest harvesting. **Technology**, v. 13, n. 4, p. 237-243, 2010.

MINETTI, L. J.; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; FIEDLER, N. C.; BAÊTA, F. C. Avaliação dos efeitos do ruído e da vibração no corte florestal com motosserra. **Revista árvore**, v. 22, n. 3, p. 325-330, 1998.

MIYAKITA, T.; UEDA, A. Estimates of workers with noise-induced hearing loss and population at risk. **Journal of Sound and Vibration**, v. 205, n. 4, p. 441-449, 1997.

NELSON, D. I.; NELSON, R. Y.; CONCHA-BARRIENTOS, M.; FINGERHUT, M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 48, p. 400-418, 2005.

NOGUEIRA, M. M.; VALDEREZ, V.; SOUZA, A. de.; LENTINI, M. W. Manejo de florestas naturais da Amazônia: corte, traçamento e segurança. **Manual técnico 2**. Instituto Floresta Tropical, 2011, 144p.

PEREIRA, R. S.; GUIMARÃES, P. B. R.; MENEZZI, C. H. S. D.; VALE, A. T.; ROBERT, R. C. G. Avaliação da segurança e ocorrência de defeitos na operação de corte semi mecanizado de florestas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 511-518, 2012.

PEREIRA, D.; LENTINI, M. Guia SAMFLOR: Sistema de Apoio ao Manejo Florestal. Imazon, p. 68, 2010.

PILAREK, Z.; MIELNICKI, P. Causes of defects of power chainsaws. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 4, n. 7, p. 45-54, 2008.

PLASTER, O. B.; FENNER, P. T.; HAAS, J. Evaluation of the noise levels of agricultural machines during maintenance works on the campus of FCA/UNESP. In: International Conference of Agricultural Engineering. 11. 2012. Valencia. **Poster**. Espanha. Ergonomics, Safety and Health. 2012.

QUTUBUDDIN, S. M.; HEBBAL, S. S.; KUMAR, A. C. S. An ergonomic study of work related musculoskeletal disorder risks in Indian Saw Mills. **Journal of Mechanical and Civil Engineering**, n. 5, v. 7, p. 07-13, 2013.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301 p.

SANTANA, M. A. E.; RODRIGUES, L. C.; CORADIN, V. T. R.; OKINO, E. Y. A.; SOUZA, M. R. Silica content of 36 Brazilian tropical wood species. **Holzforschung**, v. 67, n. 1, p. 19-24, 2012.

SANTANA, A. C.; SANTOS, M. A. S.; OLIVEIRA, C. M.. Evolução da produção e exportação da madeira. In: Santana, A. C. (1 Ed). **Valoração econômica e mercado de recursos florestais**, 2012. p. 75-103.

SANT'ANNA, C. M. Corte. In: Machado, C. C. (2 Ed). **Colheita Florestal**, 2008. p. 66-96.

SANT'ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra de minas gerais. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 115-121, 2002.

SANT'ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Avaliação da segurança no trabalho de operadores de motosserra no corte de eucalipto em região montanhosa. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 2, p. 75-84, 1999.

SANTOS, S. L. M. dos; MACHADO, C. C.; SOUSA, A. P.; LEITE, H. G. Avaliação técnica e econômica do corte florestal semimecanizado em diferentes volumes por árvore e comprimentos de toras. **Revista Árvore**, v. 24, n. 4, p. 417-422, 2000.

SEIXAS, F. Planejamento e estudo de sistema de exploração florestal. **IPEF**, n. 34, p. 25-30, 1986.

SEIXAS, F.; DUCATTI, F. A. Evaluation of job rotation effects on chain saw operators. **Journal of Forest Engineering**, v. 6, n. 2, p. 59-63, 1995.

SEIXAS, F.; MARQUESINI, M. Determinação do esforço físico de trabalhadores na colheita de caixeta (*Tabebuia cassinoides*). **Scientia Forestalis**, n. 59, p. 145-151, 2001.

SEPOF. Secretaria de Estado de Planejamento, Ordenamento e Finanças. **Estatística Municipal: Paragominas**, 2011, 46p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010**. Brasília: SFB, 2010. 152 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB; INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA - IPAM. **Florestas Nativas de Produção Brasileiras**, Relatório, 2011.

SLIWINSKA-KOWALSKA, M.; PAWELCZYK, M. Contribution of genetic factors to noise-induced hearing loss: A human studies review. **Mutation Research**, v. 752, p. 61-65, 2013.

STIHL. Disponível em: <<http://www.stihl.com.br/Produtos-STIHL/Motosserras/01522/Florestal.aspx>>. Acessado em: 02 de agosto de 2013.

TUNAY, M.; MELEMEZ, K. Noise induced hearing loss of forest workers in Turkey. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 11, n. 17, p. 2144-2148, 2008.

VASCONCELLOS, F. J.; FRIETAS, J. A.; LIMA, V. M. O. C.; MONTEIRO, L. V.; PEDREIRA, S. J. **Madeiras Tropicais de Uso Industrial do Maranhão: Características Tecnológicas**, 1ª ed. Manaus - AM: INPA, 2001, 96p.

VASCONCELOS, F. J.; FRIETAS, J. A.; SILVA, A. C. Observação microscópica de inclusões minerais no xilema de espécies tropicais da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 25, n. 1, p. 55-68, 1995.

VIROKANNAS, H.; ANTTONEN, H.; NISKANEN, J. Health risk assessment noise, hand-arm vibration and cold in railway track maintenance. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 13, p. 247-252, 1994.

YOVI, E. Y.; GANDASECA, S.; ADIPUTRA, N. Worker's competency and perception toward safety and health on forest harvesting operation in indonesian long rotation plantation forest. **Manajemen hutan tropika**, v. 17, n. 03, p. 198-205, 2012.

YOVI, E. Y.; SURYANINGSIH. Noise, worker perception, and worker concentration in timber harvesting activity. **Manajemen hutan tropika**, v. 17, n. 02, p. 56-62, 2011.

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de calibração do calibrador acústico CAL 4000.





Certificado de Calibração
Nº 47.602.A-07.12

Data: 19.07.2012

Cliente: Antonio Paulo Miranda Serra
 Alameda José Matos, 56 - Souza - Belém/PA

Instrumento: Calibrador de nível sonoro
Marca: Instrutherm

Modelo: CAL-4000
Número de série: 12011935

Procedimento de calibração: PCA-006 - Rev. B

Rastreabilidade:
 062 - Calibrador de nível sonoro, classe 1, modelo: CAL-3000, marca: Instrutherm, número de série: M414299, certificado de calibração: A0063/2011, emitido pelo laboratório de TABELO (Inmetro), com validade até março de 2013.

Condições ambientais:
 Temperatura: 23,0°C ± 0,2°C
 Umidade Relativa do Ar: 60% UR ± 7% UR

Resultado da calibração:

Nível Sonoro em (dB)

Frequência Nominal	Valor verdadeiro convencional	Valor no instrumento em calibração	Erro (dB)	± Incerteza (dB)
1000	94,0	94,0	0,0	0,29
1000	114,0	114,0	0,0	0,29

Frequência em (Hz)

Valor Verdadeiro Convencional	Valor no instrumento em calibração	Erro (%)	± Incerteza (%)
1000	998	0,20	0,06

Notas:

A incerteza de medição é considerada a partir de uma incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência de $k=2,0$, para uma distribuição normal, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%, determinada em conformidade com o procedimento PCG-003.

Este certificado refere-se exclusivamente ao item calibrado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.

O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo integrais e sem alterações.

Recomendamos recalibrar o instrumento 01 ano após a data de emissão deste certificado.


Fabiano Ferreira
 Responsável Técnico

Soluções Inteligentes em Instrumentos para Análise
 de Riscos Físicos, Químicos, Biológicos e Ergonômicos

Anexo 2. Certificado de calibração do Dosímetro DOS 600.






Certificado de Calibração
Nº 47.601.A-07.12

Data: 19.07.2012

Cliente: Antonio Paulo Miranda Serra,
Alameda Jose Matos, 55 - Souza - Belém/PA

Instrumento: Dosímetro de ruído
Marca: Instrutherm

Modelo: DOS-600
Número de série: 120300153

Procedimento de calibração: PCA-007 - Rev. A

Rastreabilidade:
 065 - Calibrador de nível sonoro classe 1, modelo CAL-1000, marca: Instrutherm, número de série: M236362, certificado de calibração: A0266/2010, emitido pelo LABELO (INMETRO), com validade até agosto de 2012.
 031 - Multímetro digital, modelo MD8-450, marca: Instrutherm, número de série: 16138, certificado de calibração: 137206, emitido pelo laboratório Centro Tecnológico de Metrologia (INMETRO), com validade até outubro de 2012.

Configuração do dosímetro em teste
 Tempo de Resposta: Slow
 Nível de Critério: 85
 Nível Limiar: 80
 Taxa de Troca: 5

Condições Ambientais:
 Temperatura: 22,0°C ±0,2°C
 Umidade Relativa do Ar: 60% UR ±7%UR

Resultado da calibração:

Nível sonoro em dB(A)

Valor verdadeiro convencional	Valor no instrumento em calibração	Erro (dB)	± Incerteza (dB)
80,0	80,1	0,1	0,13
85,0	85,1	0,1	0,13
90,0	90,0	0,0	0,13
94,1	94,1	0,0	0,13
114,1	114,1	0,0	0,13

% Dose

Valor verdadeiro convencional *	Valor no instrumento em teste	Erro (%DOSE)	± Incerteza (%DOSE)
114,1	117,70	0,00	0,65

* %Dose correspondente a exposição de 18 minutos, sob um nível sonoro de 114,1 dB(A) na frequência de 1 kHz.

Notas:
 A incerteza de medição é considerada a partir de uma incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência de k=2,0, para uma distribuição normal, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%, determinada em conformidade com o procedimento PCA-003.
 Este certificado refere-se exclusivamente ao item calibrado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.
 O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo integral e sem alterações.
 Recomendamos recalibrar o instrumento 01 ano após a data de emissão deste certificado.


Faiblan Ferreira
 Responsável Técnico

Soluções Inteligentes em Instrumentos para Análise
de Riscos Físicos, Químicos, Biológicos e Ergonômicos