



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ANDRÉ TAVARES DE JESUS

**ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICOS NA COLHEITA FLORESTAL NO SUL
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

ORIENTADOR: Prof. D.Sc. NILTON CESAR FIEDLER

JERÔNIMO MONTEIRO – ES
2018

ANDRÉ TAVARES DE JESUS

**ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICOS NA COLHEITA FLORESTAL NO
SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

ORIENTADOR: Prof. D.Sc. NILTON CESAR FIEDLER

JERÔNIMO MONTEIRO – ES
2018

A toda minha família, amigos e todos os que de alguma forma contribuíram para o encerramento deste ciclo.

Dedico

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Sul, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Bibliotecário: Felício Gomes Corteletti – CRB-6 ES-000646/O

J58a Jesus, André Tavares de, 1993-
Análise de fatores ergonômicos na colheita florestal no sul do
Estado do Espírito Santo / André Tavares de Jesus. – 2018.
83 f. : il.

Orientador: Nilton César Fiedler.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal
do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Ergonomia. 2. Ambiente de trabalho. 3. Florestas -
Administração. 4. Técnicas e operações florestais. I. Fiedler, Nilton
César. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Agrárias e Engenharias. III. Título.

CDU: 630

**ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICOS NA COLHEITA FLORESTAL NO SUL DO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

André Tavares de Jesus

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 16 de fevereiro de 2018.

Flávio C. de C. do Carmo

Prof. Dr. Flávio Cipriano Assis do Carmo (Examinador externo)
Universidade Federal de Campo Grande

R. Silvanhol

Prof. Dr. Ronie Silva Juvanhol (Examinador externo)
Universidade Federal Piauí

Luciano José Minette

Prof. Dr. Luciano José Minette (Examinador interno)
Universidade Federal de Viçosa

Nilton Cesar Fiedler

Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler (Orientador)
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus, pela força ao longo da minha vida e especialmente nos dois últimos anos, me guiando, abrindo caminhos, e por me amparar e não permitir jamais que pensasse em desistir de meus sonhos.

A Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade e estrutura concedida para o desenvolvimento do conhecimento.

Ao professor Nilton Cesar Fiedler, pela amizade e conhecimento repassado e pela oportunidade de ser seu orientado durante o período de mestrado e por ter aceitado a missão tão especial de colaborar com esse projeto, sendo indispensável para o sucesso dessa dissertação.

À FAPES pela concessão da bolsa e a todos os professores do programa pela ajuda indispensável nos momentos de elaboração dessa pesquisa.

Agradeço à banca examinadora, Professor Luciano Minette, Professor Flavio Cipriano de Assis do Carmo e Professor Ronie Silva Juvanhol pelas grandes contribuições que ajudaram a chegar até esse momento.

Agradeço de forma muito especial aos meus pais, Alziria Barbosa Tavares e Benedito Barreto de Jesus, pela grande importância em minha formação moral e acadêmica, nunca medindo esforços para que pudesse hoje estar concluindo mais um ciclo, tendo que lidar com a distância desses dois anos, mas sempre se fazendo presentes. EU OS AMO, muito obrigado por tudo.

Agradeço também de forma muito especial a Maria Cíntia da Silva Martins, minha namorada, amiga, companheira, confidente, que ao longo desses dois anos me apoiou em todos os momentos. Que nunca duvidou que conseguiríamos chegar ao final desse ciclo junto como de fato chegamos. Você foi minha força em muitos dos momentos complicados. Muito Obrigado.

Agradeço também a todos os familiares e amigos que fizeram parte em todos os momentos dessa jornada que se resulta com a concretização dessa tão sonhada dissertação.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	10
1.1. OBJETIVO GERAL.....	12
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.2 MÉTODOS DE COLHEITA.....	14
2.2.1 Método manual.....	14
2.2.2 Método semimecanizado.....	15
2.2.3 Método totalmente mecanizado.....	15
2.3. COLHEITA EM ÁREAS DECLIVOSAS.....	16
2.4 ERGONOMIA.....	17
2.4.1 Perfil do trabalhador.....	18
2.4.2 Ruído.....	19
2.4.3 Iluminância.....	20
2.4.4 Vibração.....	21
2.4.5 Sobrecarga térmica.....	23
2.7 POSTURA.....	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.2. COLETA DE DADOS.....	26
3.3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DE COLHEITA.....	27
3.4. PERFIL SÓCIOECONÔMICO.....	28
3.5 FATORES AMBIENTAIS.....	28
3.5.1 Ruído.....	28
3.5.2 Iluminância.....	29
3.5.3 Vibração.....	30
3.5.4 Sobrecarga Térmico.....	32
3.6 ANÁLISES DE POSTURA.....	34
3.7. ANÁLISE BIOMECÂNICA.....	35
3.8 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICO.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DOS TRABALHADORES.....	38
4.2 FATORES AMBIENTAIS.....	39
4.2.1 Ruído.....	39
4.2.2 Iluminância.....	44
4.2.3 Vibração.....	47
4.2.4 Sobrecarga térmica.....	49
4.3. ANÁLISE DAS POSTURAS ADOTADAS.....	53
4.4. ANÁLISE BIOMECÂNICA.....	57
4.4.1 Análise biomecânica do operador de motosserra.....	57
4.4.2 Análise biomecânica dos tombadores/empilhadores.....	65
5. CONCLUSÕES	74
6. REFERÊNCIAS	76

RESUMO

JESUS, A. T. 2018. **Análise de fatores ergonômicos na colheita florestal no sul do estado do Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) — Universidade Federal do Espírito Santo- UFES, Jerônimo Monteiro – ES. Orientador: Prof. D. Sc. Nilton Cesar Fiedler.

A crescente procura por matérias-primas oriundas das florestas fez com que as empresas florestais melhorassem significativamente seus sistemas de colheita, visando com isso maior produtividade e melhoria do bem-estar de seus trabalhadores. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou a análise de fatores ergonômicos na colheita semimecanizada no sul do estado do Espírito Santo. Esta pesquisa foi desenvolvida em três propriedades com plantios de eucalipto em áreas declivosas. O perfil e condições de trabalho foram analisados por aplicação de um questionário por meio de entrevistas individuais. O ambiente de trabalho foi avaliado com análise dos níveis de ruído, iluminância, vibração e sobrecarga térmica. As posturas adotadas foram analisadas com aplicação do método OWAS. Os riscos de danos às articulações foram analisados com a aplicação do software 3DSSPP da Universidade de Michigan. Os resultados do perfil dos trabalhadores mostraram que 100% dos operadores avaliados são do gênero masculino, de baixa escolaridade, com bons níveis de treinamento, com disponibilidade de equipamentos de proteção individual, mais em alguns casos sem costume do uso contínuo. A forma de remuneração entre as propriedades se distinguem entre salários mensais e ganhos por produtividade. Os dados de ruído mostraram que os níveis estão acima dos limites estabelecidos por lei, havendo assim, a necessidade de diminuição da exposição ou proteção dos operadores. Os níveis de iluminância foram considerados satisfatórios. No entanto, há necessidade de proteção aos olhos dos operadores, especialmente durante o verão. Os níveis de vibração estão acima dos limites recomendados para a realização das atividades. A análise da sobrecarga térmica mostrou que todas as propriedades necessitam de mudanças no seu regime de trabalho no verão e primavera, sobretudo nos períodos mais quentes do dia, uma vez que o IBUTG calculado ultrapassou o mínimo aceitável de 26, necessitando pausas a cada hora trabalhada. As posturas analisadas pelo método OWAS mostraram que existe a necessidade de mudanças nas operações do operador de motosserra em especial durante a abertura da boca de corte e derrubada das árvores. Para os tombadores/empilhadores, a necessidade de adequação das posturas podem ocorrer gradativamente ao longo do tempo. Pela análise realizada com o software 3DSSPP, é possível verificar que tanto para operadores, quanto para tombadores/empilhadores todas as posturas comprometeram alguma articulação do trabalhador. Conclui-se portanto que devem ocorrer adequações no ambiente de trabalho e nas posturas adotadas pelos trabalhadores afim de melhorar suas condições de saúde, segurança e bem estar.

Palavras - chaves: Ergonomia, Ambiente de Trabalho, Técnicas e Operações florestais.

ABSTRACT

JESUS, A. T. **Analysis of ergonomic factors in the forest harvest in the southern state of Espírito Santo.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) — Universidade Federal do Espírito Santo- UFES, Jerônimo Monteiro – ES. Orientador: Prof. D. Sc. Nilton Cesar Fiedler.

The growing demand for raw materials from forests has meant that forestry companies have significantly improved their harvesting systems, aiming to increase productivity and improve the well-being of their operators. In this sense, the present work aimed at the ergonomic analysis of semimechanized harvesting activities in the southern state of Espírito Santo. This research was developed in three properties with eucalyptus plantations in sloping areas. The profile and working conditions were analyzed through the application of a questionnaire through individual interviews. The work environment was evaluated by analyzing noise levels, illuminance, vibration and thermal comfort. The postures adopted were analyzed using the OWAS method. And the risks of joint damage were analyzed with the application of 3DSSPP software from the University of Michigan. The results of the workers' profile showed that 100% of the evaluated workers are of the masculine gender, of low education, with good levels of training, with availability of personal protection equipment, more in some cases without custom of continuous use. The form of remuneration between the properties are distinguished between monthly wages and productivity gains. The noise data show that in all analyzes noise is above the limit established by law, thus there is a need to reduce the exposure or protection of these operators. The illuminance levels were above acceptable minima. However, there is a need for protection in the eyes of operators, especially during the summer. The illuminance levels were above acceptable minima. However, there is a need for protection in the eyes of operators, especially during the summer. The vibration levels are above the recommended limits for performing the activities. The thermal comfort analysis showed that all properties require changes in their working regime in summer and spring, especially in the hottest periods of the day, since the calculated IBUTG has exceeded the acceptable minimum of 26, requiring breaks every hour worked . The postures analyzed by the OWAS methods showed that there is a need for changes in the operations of the chainsaw operator especially during the opening of cutting and felling of the trees. For dockers / forklifts, the need for posture suitability may occur gradually over time. Through the analysis performed with the software 3DSSPP, it is possible to verify that for both operators, as well as for dockers / forklifts all postures compromised some articulation of the worker. It is therefore concluded that there should be adjustments in the working environment and in the positions adopted by the operators in order to improve their health, safety and well-being conditions.

Keywords: Ergonomics, Work Environment, Techniques and Forest Operations.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de categoria de posturas OWAS.	35
Tabela 2: Perfil dos trabalhadores da colheita florestal semimecanizada.....	38
Tabela 3: Características das motosserras utilizadas nas 3 propriedades avaliadas. .	39
Tabela 4: Limite máximo de exposição em horas para as propriedades avaliadas.	41
Tabela 5: Comparação de médias por intervalo de confiança ao nível de 5%.....	43
Tabela 6: Comparação de média de operadores e tombadores/empilhadores por meio do intervalo de confiança ao nível de 5%.	47
Tabela 7: Exposição dos operadores de motosserra a vibração.	47
Tabela 8: Comparação de média dos trabalhadores por meio do intervalo de confiança ao nível de 5% para o IBUTG.	53
Tabela 9: Codificação das posturas dos operadores de motosserra durante corte e processamento árvores.	54
Tabela 10: Classificação das categorias das posturas e recomendações para cada postura adotada.....	55
Tabela 11: Codificação das posturas dos tombadores/empilhadores durante as atividades.	56
Tabela 12: Classificação das categorias das posturas e recomendações para cada postura adotada pelos tombadores/empilhadores.....	57
Tabela 13: Posturas típicas adotadas durante a realização da atividade e nível de compressão.	58
Tabela 14: Postura típica realizada durante a atividade.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das propriedades em estudo	25
Figura 2: Atividades que compõe a colheita florestal.	28
Figura 3: Análise de postura através do método OWAS.....	34
Figura 4: Avaliação das jornadas de trabalho e limite de exposição.	40
Figura 5: Pressão sonora no ouvido dos operadores portando protetores auriculares.	42
Figura 6: Média de iluminância nos operadores de motosserra.	44
Figura 7: Média de iluminância nos o empilhadores de madeira.	45
Figura 8: Variação de IBUTG ao longo da jornada de trabalho na propriedade 1	50
Figura 9: Variação de IBUTG ao longo da jornada de trabalho na propriedade 2	51
Figura 10: Variação de IBUTG ao longo da jornada de trabalho na propriedade 3.....	52
Figura 11: Postura adotada durante a abertura da boca de corte.....	59
Figura 12: Percentil de capazes durante a abertura da boca de corte.	60
Figura 13: Postura adotada durante a realização do corte traseiro..	61
Figura 14: Percentil de capazes durante a realização do corte traseiro	62
Figura 15: Postura adotada durante o processamento das árvores.	63
Figura 16: Percentil de capazes durante a adoção do processamento das árvores	64
Figura 17: Postura adotada pelo tombador/empilhador de madeira para aproximação da tora	66
Figura 18: Percentil de capazes durante a aproximação da tora	67
Figura 19: Postura adotada pelo tombador/empilhador de madeira para o levantamento e tombamento das toras.....	68
Figura 20: Percentil de capazes com a adoção para o levantamento e tombamento das toras.	69
Figura 21: Postura adotada pelo tombador/empilhador de madeira no carregamento da tora.	70
Figura 22: Percentil de capazes com a adoção da postura 3 durante o empilhamento.	71
Figura 23: Postura adotada pelo tombador/empilhador de madeira no momento do empilhamento.....	72
Figura 24: Percentill de capazes com a adoção da postura 4 durante o empilhamento.	73

1. INTRODUÇÃO

O processo de industrialização cada vez mais crescente no território brasileiro nas últimas décadas elevou a demanda por matérias-primas dos mais diversos setores. Entre eles o setor florestal, onde o aumento da demanda por recursos é cada vez mais intenso, destacando a madeira.

Esse aumento da demanda por recursos florestais no país, fez com que a preocupação com as explorações predatórias em biomas como Amazônia e Mata Atlântica crescessem quase que na mesma proporção.

A exploração ilegal de madeira é uma das mais conhecidas e acentuadas formas de degradação florestal. No intuito de amenizar essa problemática e proteger as florestas nativas do país, o governo brasileiro implantou na década de 1960 políticas de incentivo à implantação de florestas de espécies exóticas. Nesse contexto, o Brasil se apresenta como um dos países mais promissores para o cultivo de espécies como Pinus e Eucalipto (OLIVEIRA; RODRIGUES; PAULA, 2014).

Com a implantação de espécies exóticas no país, o setor florestal ganhou elevada importância na economia brasileira. Essa valorização se deve especialmente ao crescimento das indústrias de celulose e papel e de painéis de madeira, representando cerca de 6% do Produto Interno Bruto – PIB durante o ano de 2016 (IBA, 2016)

Com essa grande participação do setor florestal na economia, grandes empresas vêm investindo em tecnologias que permitam a maior produtividade na realização da colheita e transporte florestal. Atividades essas que podem chegar a cerca de 70% do custo final da produção (SANT'ANNA, 2014).

Machado (2014), afirma que na colheita florestal podem ser utilizados três métodos de corte com diferentes características. Sendo eles: o método manual, método semimecanizado e o método totalmente mecanizado. A utilização desses métodos tem como base o volume e continuidade operacional, a condição financeira dos produtores e as características de suas propriedades.

Diante do exposto, destaca-se a região sul do estado do Espírito Santo, que tem como característica o relevo composto por grandes áreas declivosas, fato que dificulta a inserção de maquinários de grande porte para a realização

das operações florestais, e que aumenta o investimento da colheita realizada pelo método semimecanizado (ROBERT et al., 2013).

As atividades que envolvem o método semimecanizado de corte, em geral, exigem muita força física dos trabalhadores. Em ambientes onde as condições topográficas não oferecem plena segurança para a realização das atividades, o risco de acidentes torna-se cada vez mais presente (FIEDLER et al., 2015).

Em razão disso, surge a preocupação com a saúde física e psicológica dos operadores da colheita florestal. Conseqüentemente, aumenta a necessidade da realização de avaliações ergonômicas, que possam vir a favorecer as condições de trabalho dentro do maciço florestal e diminuir os riscos de acidentes e lesões causadas pela rotina de trabalho.

A ergonomia visa a transformação na forma em que o trabalho é realizado, buscando assim uma melhor relação entre o homem e o ambiente (ABERGO, 2003). Iida, Guimarães (2016), afirmam que a ergonomia pode ser definida como a adaptação do trabalho ao homem. Logo, as atividades realizadas em determinado ambiente devem ter como prioridade a saúde física e psicológica daqueles que as realizam.

As melhorias no ambiente de trabalho por muitas vezes acabam negligenciadas pela falta de conhecimento ou mesmo pela dificuldade de serem implantadas. Outras vezes, essa negligência ocorre pelo fato do trabalhador acabar adaptando-se às condições que lhe são impostas, indo de encontro aos pressupostos da ergonomia (IIDA, GUIMARÃES, 2016; FIEDLER et al., 2009).

1.1. OBJETIVO GERAL

Analisar os fatores ergonômicos nas operações de colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas no sul do estado do Espírito Santo.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o perfil socioeconômico dos trabalhadores;
- Quantificar a exposição dos trabalhadores aos fatores do ambiente de trabalho (ruído, iluminância, vibração e sobrecarga térmica);
- Avaliar a postura adotada e os riscos de lesões nas articulações dos trabalhadores na colheita florestal semimecanizada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. COLHEITA FLORESTAL

A colheita florestal pode ser definida como o conjunto de operações efetuadas dentro do maciço florestal, desde o momento de produção de indivíduos para a derrubada, até o momento do transporte das toras para seu destino final. Para tanto são utilizadas técnicas já estabelecidas, composta por atividades como derrubada, desgalhamento, traçamento, extração e carregamento (LEITE et al., 2014; MACHADO et al., 2014).

As operações de colheita florestal não são atividades recentes no Brasil, remetendo à época da colonização do país iniciada no ano de 1530 com a exploração do Pau-Brasil. Essa atividade impulsionou a exploração de florestas nativas ao longo do litoral brasileiro, especialmente da Mata Atlântica (LEITE et al., 2014).

Do período Colonial até meados da década de 1940 não havia o emprego de máquinas no processo da colheita florestal. Assim, o método de corte manual era a única alternativa para a operação. A partir desse período começaram a surgir as primeiras adaptações de maquinários utilizados em setores industriais e agrícolas, para a realização de operações em florestas (CASTRO, 2011; LEITE et al., 2014; MACHADO et al., 2014).

Visando amenizar os esforços realizados pelos operadores e diminuir os acidentes e as condições precárias no qual operavam, engenheiros suecos, desenvolveram no ano de 1916 o que era a maior revolução tecnológica para a realização de corte florestal no mundo. As primeiras motosserras, pesavam cerca de 56 quilos e necessitava de duas pessoas para a sua operação (SANT'ANNA, 2014).

No Brasil a utilização das motosserras se deu a partir da década de 1950, sendo essa ferramenta amplamente utilizada nas florestas nativas brasileiras, aliada a utilização de ferramentas mais rudimentares como o machado e serras manuais. Em algumas circunstâncias, a mudança de método de corte nas atividades florestais não diminuiu os esforços físicos aos operadores e manteve

o alto grau de acidentes provocados pelas operações florestais (LEITE et al., 2014).

A partir dos plantios de espécies exóticas no país, começou um processo de modernização da colheita florestal brasileira, com o setor industrial começando a produzir maquinários de pequeno, médio e grande porte (MACHADO et al., 2014).

Com a introdução do método totalmente mecanizado de corte, a partir da abertura do mercado para importação na década de 1990, se obteve maiores ganhos, tanto na utilização da mão-de-obra, quanto na diminuição dos riscos de acidentes, fazendo com que os retornos econômicos fossem maiores (LEITE et al., 2014; MACHADO; LOPES, 2014).

Segundo Machado et al. (2014), o cenário atual da colheita florestal brasileira está dividido em três classes: as grandes empresas que dispõem de maquinário sofisticado, mão de obra qualificada e grandes investimentos; as médias empresas que possuem maquinário pouco sofisticado e mão de obra especializada e as pequenas empresas e produtores rurais independentes e fomentados, que utilizam métodos de corte semimecanizados e com baixa qualificação.

2.2 MÉTODOS DE COLHEITA

A realização da colheita florestal pode variar em virtude dos métodos a serem utilizados, que podem ser em função de fatores que necessitam de planejamento anterior ao início das operações (FREITAS, 2005). Os métodos de colheita podem ser divididos em três grandes classes que sendo eles: manual, semimecanizado e totalmente mecanizado.

2.2.1 Método manual

Esse método é considerado o mais antigo método de corte e foi bastante difundido no Brasil nas décadas 1940 e 1950. O corte é realizado basicamente por ferramentas como: machados, machadinhas, serras, foices e facões. O trabalho exige grande esforço físico para o manuseio, sendo a principal desvantagem do método, além do baixo rendimento. Por outro lado, se tem baixo custo para aquisição e manutenção das ferramentas (SANT'ANNA, 2014).

Durante muito tempo o sistema manual foi empregado nas florestas nativas brasileiras, sem maiores cuidados com a produtividade e racionalização dos recursos florestais. Porém, o que mais caracteriza esse método de colheita é a rusticidade das operações, expondo o trabalhador a altos riscos de acidentes (BERTIN, 2010).

De uma forma geral, observa-se que o emprego do método manual de corte ainda é empregado por famílias de baixo poder aquisitivo e que usam a madeira para subsistência. Isso se dá pelo maior tempo gasto por esse método para a realização do corte e ao grande esforço realizado, o que para grandes e médias empresas do setor florestal não é rentável do ponto de vista econômico.

2.2.2 Método semimecanizado

A introdução das motosserras, mecanizou parte das operações de colheita florestal, porém mantendo desvantagens ligadas ao excesso de esforço físico durante a realização das atividades. Além disso, fatores como ruído e vibração podem comprometer a integridade física do operador. Contudo a motosserra foi o marco inicial para a mecanização da colheita florestal (RODRIGUES, 2004; SANT'ANNA, 2014).

A utilização da motosserra, configurou mudanças nas equipes de trabalho nos maciços florestais. Tais mudanças resultaram em maior rendimento individual das operações, qualificação da mão de obra e cuidados com a segurança que passam especialmente pela necessidade de utilização de equipamentos de proteção individual (PESCADOR et al., 2013; SANT'ANNA, 2014).

Pescador et al. (2013), ainda reforçam que o método semimecanizado é uma das principais alternativas para a colheita florestal. Isso porque, permite o ingresso em florestas de difícil acesso. Além disso, possibilita o corte e processamento de indivíduos de elevados diâmetros.

2.2.3 Método totalmente mecanizado

A grande necessidade de atender as demandas que os mercados internos e externos exigem, fez com que as grandes empresas florestais adotassem medidas de planejamento mais rigorosas visando o aumento de sua produtividade e otimização das suas etapas produtivas (LIMA; LEITE, 2014).

Nesse sentido, muitas empresas adotaram o método totalmente mecanizado de corte na atividade de colheita. Esse método se baseia na utilização de maquinários de grande porte. Destacam-se principalmente os havesters, fellers e feller-buchers, entre outras máquinas que facilitaram e melhoraram as condições de trabalho no setor (LIMA, LEITE, 2014; MALINOVISK, MALINOVISK, 2002; SANT'ANNA, 2014).

Malinovisk e Malinovisk (2002), afirmam que um dos principais fatores de melhorias nas condições dos operadores está basicamente na retirada do contato direto do operador com o ambiente da floresta, já que as operações ocorrem dentro de cabines.

Nesse sentido Sant'anna (2014), afirma que além das melhorias físicas aos operadores, se pode ter maior produtividade individual, com a realização de trabalho durante os três turnos do dia.

A utilização do método totalmente mecanizado de corte traz consigo grandes limitações, especialmente no que consiste a sua aplicação por pequenos e médios produtores rurais. Tais limitações estão especialmente no alto custo de aquisição e manutenção das máquinas, podendo também citar condições topográficas dos terrenos nos quais as propriedades estão inseridas (LIMA; LEITE, 2014; SANT'ANNA, 2014).

O emprego do método totalmente mecanizado é de extrema importância para as empresas florestais, desde que obedecido o planejamento realizado durante o momento de pré-colheita. Os fatores limitantes, especialmente no Brasil, implicam em custos que podem não ser compensados com a produtividade do maquinário. Por isso a fase de planejamento para a implementação desse método se torna essencial.

2.3. COLHEITA EM ÁREAS DECLIVOSAS

As limitações da implementação dos grandes maquinários em áreas acidentadas criam a necessidade de pesquisas que melhorem e otimizem o

potencial dos maquinários da colheita florestal existentes no Brasil no intuito de melhorar a produtividade e as condições de operação.

É nesse sentido que Thees, Fruting, Fenner (2011), afirmam que a mecanização em terrenos acidentados necessita de um maior investimento técnico-científico no Brasil, assim como vem ocorrendo em países europeus, onde adaptações, como: Walking machine, guinchos de tração e teleféricos, são constantemente utilizados na colheita florestal.

Em relação à produtividade da floresta, em geral, em terrenos acidentados se tem um menor rendimento se comparado às florestas localizadas em terrenos planos, o que faz com que o planejamento para as implementações nessas áreas seja ainda mais cuidadoso (THEES, FRUTING, FENNER, 2011).

Atualmente a realização da colheita florestal em áreas declivosas vem ocorrendo com a utilização do método de corte semimecanizado. Porém, esse método sofre críticas de alguns segmentos como ministério público, sindicatos e órgãos certificadores. Isso ocorre, pela elevada exposição dos trabalhadores a condições de risco, além dos aspectos ergonômicos que envolvem as operações (CASTILHO et al., 2014).

No contexto apresentado é que se faz necessário o estudo e a avaliação ergonômica dos operadores de atividades realizadas na colheita florestal semimecanizada, além da observação da possibilidade de utilização de maquinário de grande porte em áreas declivosas, fazendo assim com que se possa diminuir a carga física dos operadores da colheita.

2.4 ERGONOMIA

A ergonomia pode ser definida como a ciência que relaciona a interação do ser humano com seu ambiente de trabalho, adequando os sistemas existentes para atender as características, habilidades e limitações dos operadores. Está presente desde os projetos até o controle das ações, a fim de aumentar o bem-estar do ser humano e melhorar seu rendimento (ABERGO, 2003; IEA, 2000; IIDA, GUIMARÃES, 2016).

A ergonomia como ciência multidisciplinar fundamenta-se em realizar ações preventivas, ou seja, na fase de elaboração de projetos e produtos. No entanto, ela vem sendo muito utilizada como uma ferramenta corretiva no sentido

de melhorar as condições dos operadores depois da realização dos projetos (WACHOWICZ, 2013).

Segundo Lida e Guimaraes (2016), a Associação Internacional de Ergonomia (IEA) classifica esta ciência em três níveis: cognitiva (relacionada à condição psicológica), física (avalia a condição corporal) e organizacional (avalia o ambiente de trabalho).

As avaliações ergonômicas devem ser entendidas como atividades do cotidiano das empresas, que devem adotar assim medidas de conforto e bem-estar para todos que compõem determinada organização, entendendo também que a ergonomia deve ser tratada como investimento e não como custo (WACHOWICZ, 2013).

A ergonomia no setor florestal contribui de forma significativa com os operadores, especialmente aqueles que realizam suas atividades com métodos semimecanizados, já que os mesmos necessitam realizar grandes esforços físicos, além de estarem expostos a fatores como as intempéries climáticas, animais peçonhentos, vibração e ruído de máquinas, entre outros fatores que podem afetar sua saúde (MINETTE et al., 2011a).

Para a realização de avaliações ergonômicas em operadores da colheita florestal se faz necessário conhecer o perfil desses trabalhadores, além dos riscos nos quais eles estão inseridos, buscando minimizá-los, gerando assim maior conforto, segurança, bem-estar e conseqüentemente aumento da eficiência e produtividade.

2.4.1 Perfil do trabalhador

O conhecimento das características individuais de cada operador envolvido no processo da colheita florestal é de grande importância para a realização de análises que possam aumentar sua produtividade e garantir um maior bem-estar, já que através desse conhecimento pode-se investir em treinamentos, orientações e até mesmo mudanças no ambiente de trabalho por

meio de políticas voltadas a realização de tais ações (ANDRIETTA, 2004; MINETTE et al., 2011; LIMA, 2013).

A estruturação do perfil do operador se dá pela realização de entrevistas individuais conforme recomendado por Fiedler (1999); Silva; Souza; Minetti (2002) e aplicado por Leite et al. (2012), com o objetivo de se obter informações sobre o estado civil, número de filhos, tempo de serviço na função, idade, estatura, peso, escolaridade, origem, vícios e sua jornada de trabalho.

Para Pimenta et al. (2006), a principal vantagem do estudo do perfil dos operadores é a possibilidade de análise individual do comportamento em situação de trabalho, permitindo com isso a identificação de possíveis causas de acidentes, doenças e sobrecarga que podem representar um imenso risco às condições físicas e psicológicas do trabalhador.

Nas operações de colheita e extração florestal em áreas acidentadas, predomina o método semimecanizado, método esse com elevados riscos à saúde do operador. Portanto, se faz necessário determinar quais atividades podem ser exercidas por cada operador, levando em consideração suas características físicas no intuito de não comprometer sua integridade (SANT'ANNA; MALINOVISK; PIOVESAN, 2000).

Diante disso, o conhecimento do perfil dos operadores é de suma importância para a ergonomia, principalmente para a determinação de mudanças que possam representar significativas transformações nas condições de trabalho buscando o bem-estar e maior eficiência (LIMA, 2013).

2.4.2 Ruído

O ruído pode ser caracterizado como uma mistura de sons, que chegam aos humanos através dos ouvidos, no qual as frequências diferem entre si. Podem afetar de forma significativa a saúde psicológica e física dos trabalhadores, visto que são efeitos aditivos, progressivos e irreversíveis. (FIEDLER et al., 2009; WACHOWICZ, 2012).

Dentre todos os fatores ambientais aos quais os operadores estão expostos, o ruído é visto como aquele que mais atinge a saúde dos trabalhadores. Estudos apontam que cercam de 16% da população mundial está

exposta a níveis de ruídos que podem provocar doenças (MINISTERIO DA SAÚDE, 2006).

O ruído atua de forma significativa nos processos diários do ser humano podendo comprometer sua produtividade. Isso se dá pelos efeitos que a exposição provoca no organismo do ser humano. Entre tais efeitos, destaca-se a perda de concentração, dificuldade de comunicação, perda dos reflexos, irritação, perdas auditivas e em casos mais graves a surdez permanente (NORONHA; TRAVAGLIA FILHO; GARAVELLI, 2005).

A intensidade do ruído é o que indica o tempo máximo de exposição do operador durante a realização da sua jornada de trabalho. Segundo a Norma regulamentadora 15 (NR 15), esse valor não pode ser superior a 85 dB (A) para uma jornada diária de 8 horas. Para cada 5 dB (A) acima do limite, o operador terá uma redução de 50% em sua jornada de trabalho (HOEPPNER, 2015).

No setor florestal, observa-se que os maquinários utilizados geram grandes níveis de ruído. Em máquinas sem cabine fechada, geralmente há a necessidade da utilização de protetores auriculares que ajudam reduzir a intensidade de ruído que chega aos ouvidos e assim garantir o conforto e preservar o estado a audição do trabalhador (BAESSO et al., 2011; SILVEIRA et al., 2011).

A necessidade de se avaliar o nível de ruído dos maquinários utilizados nos processos de colheita florestal, tem como finalidade diminuir a exposição dos operadores a níveis que possam causar problemas auditivos e melhorar o seu rendimento durante as operações da colheita florestal e adequar essas atividades ao que preconiza a Legislação (SILVEIRA et al., 2011).

2.4.3 Iluminância

A iluminação do ambiente de trabalho é um dos aspectos principais que envolvem as avaliações ergonômicas, pois esse fator interfere de forma significativa na produtividade e na qualidade do serviço e saúde do operador. Ambientes com deficiência de iluminação podem trazer malefícios à saúde física e psicológica. Por outro lado, uma boa iluminação pode trazer melhor rendimento

de trabalho, maior percepção de riscos e, conseqüentemente, uma diminuição de acidentes (LAUAR, 2012).

Em razão da sua importância é que a Norma regulamentadora 17 (NR-17), de 1978, visa quantificar a iluminação nos ambientes de trabalho, afirmando a necessidade da adequação desse fator.

A iluminação natural pode ajudar na melhoria das condições de trabalho, pois promove uma melhor sensibilidade dos operadores na percepção de objetos (WACHOWICZ, 2013; WACHOWICZ, 2012).

Porém, o excesso de iluminação pode comprometer a saúde e o bem-estar do operador, trazendo como principais conseqüências dores de cabeça, cansaço mental e visual, queda de produtividade, ofuscamento da visão e em casos de maior gravidade pode ocasionar até mesmo catarata (BELTRAMI; STUMM, 2013).

Nesse sentido a Associação Brasileira de Normas Técnicas — ABNT, (1991) de acordo com a sua normativa NBR 5461 afirma a necessidade de aprimoramento de técnicas que estimem a disponibilidade de iluminação nos ambientes de trabalho, não comprometendo assim, a condição física e/ou psicológica do trabalhador.

No texto da NBR ISO/CIE 8995-1/2013. A ABNT, indica a quantidade de lux mínima ideal para a realização das mais diversas atividades sem o comprometimento da visão dos operadores, fazendo com que estes possam estar seguros quanto a percepção de riscos à sua volta durante a execução de suas tarefas.

2.4.4 Vibração

A vibração pode ser considerada como ondas que se propagam através de movimentos que os corpos executam em torno de um ponto fixo. Pode ser entendida também como uma mistura de ondas que possuem frequência, direção e intensidade diferentes (FIEDLER et al., 2000; IIDA; GUIMARÃES, 2016).

A exposição à vibração, pode ser considerada nociva e representa grandes riscos à saúde, conforto e à segurança das pessoas envolvidas em atividades que envolvam equipamentos de grande emissão de movimentos. Essa exposição é determinada pela intensidade e tempo de exposição do operador, além das partes do corpo utilizada na realização de tais atividades (GONÇALVES et al., 2011; SANTOS et al., 2014 WACHOWICZ, 2012; WACHOWICZ, 2013).

Guimarães; Sattler; Amaral (2000), afirmam que a vibração pode ser percebida de duas maneiras pelo organismo humano. A primeira delas é classificada como vibração de corpo inteiro. Existe também as vibrações localizadas, especialmente em mãos e braços. Ainda segundo os autores, as consequências dessas vibrações podem ser verificadas muito tempo após o término da realização do trabalho.

Entre as consequências causadas pela exposição à vibração, podem se destacar dores abdominais, náuseas, dores no peito, perda de equilíbrio, além de problemas respiratórios (WALDHELM NETO, 2013). Outro distúrbio associado ao excesso de exposição do trabalhador a vibração é a síndrome de Raynaud, popularmente denominada síndrome dos dedos brancos.

Esta síndrome é caracterizada pela falta de circulação sanguínea nas extremidades das mãos, resultando em estágios mais leves, sintomas como formigamento e dormência, afetando assim a produtividade do operador. Em casos mais graves existe a aparição de gangrenas, que se trata da falta de oxigenação nos locais afetados, podendo levar a amputação do membro atingido (MACEDO; CARNEIRO, 2012; OTERO et al., 2013; VICENTE; REDONDO, 2015).

No intuito de diminuir a exposição dos operadores de motosserra na colheita, as empresas florestais buscam o maior entendimento sobre as consequências da vibração em seus operadores para se adequar aos limites estabelecidos para a realização de atividades que transmitem grande vibração. Esses limites podem ser encontrados nas normativas NHO 09 e NHO 10 (ALMEIDA, ABRAHÃO, TERESO, 2015; LOPES, FIEDLER, 2008).

2.4.5 Sobrecarga térmica

O calor é um agente presente em todos os ambientes de trabalho desde empresas siderúrgicas, na construção civil e operações florestais. O seu efeito é considerado de grande importância no organismo dos operadores (ASHO, 2010; WACHOWICZ, 2012).

A temperatura em altos níveis é considerada desconfortável e pode acarretar menor rendimento de produtividade do operador, além de indisposição, fadiga, desidratação, câibras, exaustão, dentre outros. As consequências da exposição ao calor acabam aumentando os riscos de acidentes devido a menor concentração nas atividades a serem realizadas, em especial naqueles trabalhadores que ainda não estão aclimatados às temperaturas do ambiente (MINETTE et al., 2007; SESI, 2007).

A exposição do trabalhador ao calor tem seus limites estabelecidos pelo anexo 3 da NR-15, onde se tem a determinação realizada a partir dos indicadores calculados através do Índice de Bulbo Úmido-Termômetro de Globo (IBUTG), podendo o mesmo ser calculado para ambientes internos e/ou externos (BELTRAMI; STUMM, 2013; PEIXOTO; FERREIRA, 2012).

Pelo fato da colheita florestal ser uma atividade realizada em ambiente natural com interferência direta dos raios solares, é necessário tomar cuidado com a exposição dos trabalhadores a essas condições a fim de se evitar acidentes e garantir a saúde dos mesmos.

2.7 POSTURA

A postura segundo lida, Guimarães (2016), pode ser entendida como o posicionamento das partes do corpo em relação ao espaço. O estudo da postura é de fundamental importância para a realização de operações sem desconforto.

A adoção de posturas é considerada um dos fatores de suma importância na saúde e bem-estar do trabalhador, podendo estar ligada a diminuição da sua produtividade, dores, problemas de coluna e de transtornos musculoesqueléticos. Esse último é um dos problemas mais comuns entre trabalhadores no mundo (BATIZ; VERGARA; LICEA, 2012; BRITO, 2012; SANTOS et al., 2013).

Entre os métodos para os estudos da postura dos trabalhadores em seus postos de trabalho está o Ovako Working Posture Analysing System (OWAS) e o 3 DSSPP, que são métodos que buscam antecipar os riscos causados pela adoção de posturas inadequadas, sugerindo pontos críticos que devem ser reavaliados, no sentido de melhorar a realização do trabalho e resguardar sua saúde (BATIZ; VERGARA; LICEA, 2012; SILVA; GONÇALVES NETO; BARBOSA, 2013 VOSNIAK et al., 2011).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

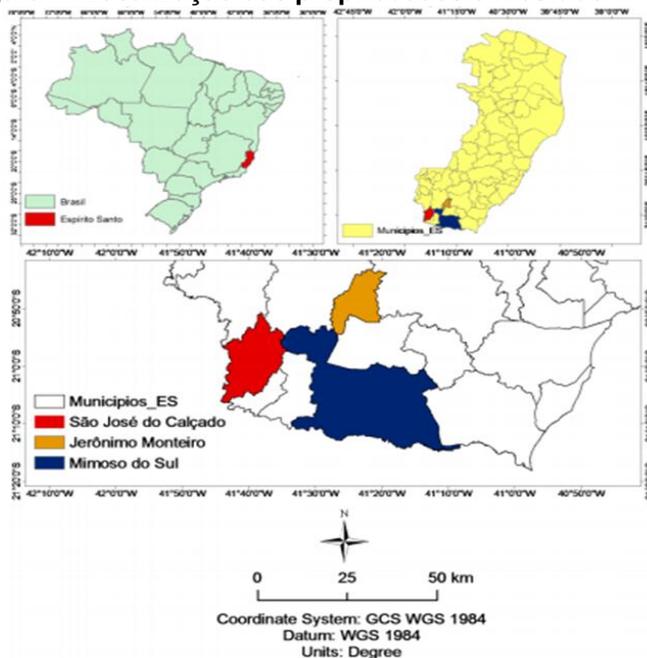
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado em três propriedades rurais, localizadas na região sul do estado do Espírito Santo (Figura 1), que realizam a colheita semimecanizada de espécies do gênero Eucalipto. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE (2006), essa região destaca-se pela sua topografia, caracterizada pelas formações montanhosas.

As coordenadas das propriedades avaliadas no presente estudo, foram obtidas através de um GPS portátil do modelo GPSMAP-62SC. Posteriormente as coordenadas obtidas em campo foram inseridas no software Google Earth 7.3.1.4507, onde foi possível classificar as declividades das propriedades.

A propriedade 1 está localizada próximo a BR 101, na região nordeste do município de Mimoso do Sul, mais precisamente sob as coordenadas $21^{\circ}6'8,83''$ S e $41^{\circ}13'40,62''$ W e com declividade em torno de 45° . A propriedade 2 está localizada no município de São do José do Calçado a cerca de 0,5 Km da ES 181 sob as coordenadas $20^{\circ}56'18,16''$ S e $41^{\circ}37'53,04''$ W. A propriedade 3 está localizada a cerca de 10 km da BR 482, no município de Jerônimo Monteiro sob as coordenadas $20^{\circ}56'8,16''$ S e $41^{\circ}24'33,12''$ W.

Figura 1: Localização das propriedades em estudo



Fonte: SANTOS, 2017.

As propriedades avaliadas têm estratégias de colheita distintas entre si. A propriedade 1 atua com uma estratégia de terceirizar toda a atividade de colheita e transporte. Para isso, o proprietário contrata uma empresa que faz todas as atividades de derrubada, processamento e retirada da madeira da propriedade.

As propriedades 2 e 3 tem suas atividades de colheita de forma idêntica com pessoas contratadas pelos proprietários para a realização da derrubada e processamento. O que difere as propriedades é o transporte realizado. Enquanto na propriedade 2 o transporte é terceirizado, na propriedade 3 o proprietário contrata e administra os caminhões para a realização da retirada da madeira.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, onde predominam os verões chuvosos e invernos secos, características de um clima mesotérmico. A temperatura média da região varia em torno de 20°C, com uma precipitação média anual de 1500mm (CASTRO et al., 2010; PAIVA et al., 2010).

3.2. COLETA DE DADOS

Os dados que dão base para essa pesquisa foram coletados dos dias 30 de agosto de 2016 até o dia 17 de outubro de 2017, abrangendo um período onde todas as estações do ano fossem atendidas podendo assim obter resultados que possam exemplificar a exposição dos operadores ao longo do ano especialmente para fatores que dependem diretamente da condição climática do local.

Foram avaliados 18 trabalhadores de colheita florestal semimecanizada nas 3 propriedades. A propriedade 1: possuía 5 operadores de motosserra e 5 tombadores/empilhadores a propriedade 2: tinha 2 operadores e 2 tombadores/empilhadores e a propriedade 3: possuía 2 operadores e 2 tombadores/empilhadores.

A análise dos fatores ambientais, ruído, iluminância e sobrecarga térmica foram avaliados para todos os operadores envolvidos no processo de colheita florestal semimecanizada. Para a análise de vibração foram avaliados os motosserristas.

A análise de postura foi realizada com todos os operadores de motosserra durante a colheita e tombadores/empilhadores durante a extração florestal para as margens das estradas. Para a realização das avaliações da atividade, as equipes de trabalho foram classificadas como grupo de exposição similar (GES).

3.3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DE COLHEITA

As atividades de colheita florestal semimecanizada se iniciam a partir da escolha da árvore a ser derrubada. Feita essa escolha, o operador realiza a abertura da boca de corte, no intuito de direcionar a queda da árvore. Esse corte é realizado a cerca de 10 cm do solo, atingindo profundidade de cerca de 1/3 do diâmetro da árvore. Um segundo corte é realizado formando um ângulo de 45°. Após a abertura da boca de corte, o operador realiza um corte na parte posterior da árvore (corte traseiro), cerca de 5 cm acima da boca de corte, possibilitando assim a queda da árvore.

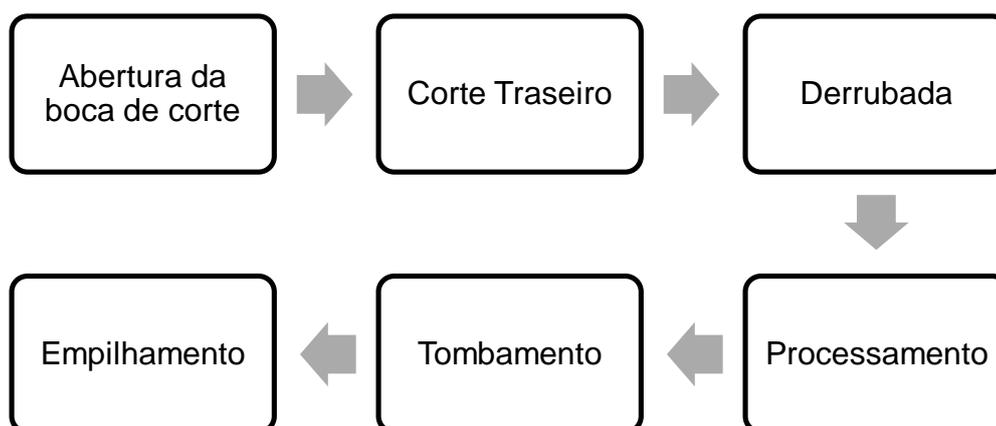
Após a derrubada das árvores, o operador realiza o desgalhamento, utilizando a motosserra para a retirada dos galhos. A operação é finalizada com a eliminação de todas as partes não aproveitáveis até um diâmetro mínimo de 7 cm.

Após o desgalhamento, os operadores de motosserra realizam o traçamento das toras, com comprimento de 2,2 m. A medição do comprimento das toras é realizada com o auxílio de uma vara de medição. A operação é realizada até o momento que todo o comprimento do tronco é separado em toras.

Durante a fase de tombamento, os ajudantes dos operadores de motosserra realizam a retirada das toras do local de derrubada e as lançam até a margem da estrada, onde posteriormente realizam seu empilhamento para o posterior carregamento dos caminhões para o transporte final.

Na figura 2 é representada a sequência de atividades que compõem o método de corte semimecanizado adotado nas propriedades analisadas.

Figura 2: Atividades que compõe a colheita florestal.



3.4. PERFIL SÓCIOECONÔMICO

Os dados do perfil socioeconômico dos operadores e das condições de trabalho os quais estão submetidos foram obtidos através de entrevistas dirigidas, realizada de forma individual com cada trabalhador, buscando conhecer aspectos como idade, estatura, peso, origem, grau de escolaridade, vícios, treinamentos e as condições gerais do trabalho.

3.5 FATORES AMBIENTAIS

Para a obtenção das informações referentes ao ambiente de trabalho foram realizadas mensurações para definir as condições quanto ao ruído, iluminação, vibração, estresse térmico e postura.

3.5.1 Ruído

A mensuração do ruído se deu a partir da instalação de um dosímetro digital, previamente configurado e colocado ao nível do ouvido do operador, enquanto os mesmos realizavam suas atividades durante toda a jornada de trabalho.

O dosímetro foi configurado para a leitura de ruídos contínuos, como preconiza o Anexo I da NR-15. Para tanto, o circuito de resposta utilizado na mensuração foi o Slow, com um intervalo de 5 segundos entre cada uma das

leituras.

A NR-15 estabelece que o limite máximo de exposição é de 85 dB(A) para uma jornada de trabalho de oito horas diárias. Ainda segundo a NR-15, todas as vezes que o incremento de dose alcançar um valor de 5 dB(A), a jornada de trabalho deverá ser reduzida pela metade.

A avaliação da exposição dos operadores ao ruído contínuo foi realizada com a aplicação do cálculo do nível de exposição dos operadores. O nível de exposição foi analisado a partir da equação 1 apresentada a seguir.

$$NE = \left(10 \times \log \left(\frac{480}{TE} \right) \times \frac{D}{100} \right) + 85 \quad \text{dB(A)} \quad (1)$$

Onde:

NE: Nível de exposição;

D: Dose diária de ruído;

TE: Tempo de exposição, em minutos.

A Legislação vigente no Brasil indica que atividades realizadas até o limite de 115 dB(A), não exige a obrigatoriedade de proteção auricular, desde que respeitados os limites de tempo estabelecidos pelo Anexo I da NR- 15 e apresentados no Quadro 1. Para atividades exercidas acima desse limite é obrigatória a utilização de protetores auriculares.

3.5.2 Iluminância

A iluminação foi mensurada com o auxílio de um luxímetro digital portátil, com leituras realizadas a cada 30 min. O sensor foi posicionado na altura do nível dos olhos do operador no momento da realização da atividade, conforme estabelece a NBR ISO/CIE 8995-1/2013.

A NBR ISO/CIE 8995-1/2013 estabelece limites para iluminação de ambientes internos. Já para ambientes externos, não se tem nenhuma legislação que estabeleça os limites de exposição, por não haver a condição de controlar diretamente a luminosidade gerada pela luz solar.

Ainda segundo a NBR ISO/CIE 8995-1/2013, atividades realizadas em ambientes que mais exijam de seus operadores alta precisão devem possuir uma

quantidade mínima de 10000 lux. Nesse sentido esse valor foi usado como referência para a quantificação da luminosidade mínima necessária nas operações de colheita florestal nas propriedades avaliadas por essa pesquisa.

3.5.3 Vibração

A mensuração de vibração foi realizada através de um acelerômetro, com o sensor colocado entre os dedos, pulsos e antebraço dos operadores de motosserra, para a determinação da vibração a qual estão expostos durante a realização das atividades que compõem sua jornada de trabalho.

Os limites de vibração são estabelecidos por meio da NR 15, em que o valor aceitável de aceleração resultante de exposição normalizada (a_{ren}) é de 2,5 m/s² e o limite máximo é de 5,0 m/s².

Para a determinação da a_{ren} , a qual os motosserristas estão expostos, utilizou-se a metodologia proposta pelo texto da NHO 10.

O sensor posicionado nos eixos X, Y, Z dos operadores fornece a aceleração média da vibração. A partir desta foi calculada a aceleração média resultante (a_{mr}), que corresponde à raiz quadrada das acelerações médias nos eixos X,Y,Z avaliados conforme a equação 2.

$$a_{mr} = \sqrt{(f_x \times a_{m_x})^2 + (f_y \times a_{m_y})^2 + (f_z \times a_{m_z})^2} \quad \text{m/s}^2 \quad (2)$$

Onde

a_m = Aceleração média nos eixos x,y,z;

f = fator de multiplicação em função do eixo considerado ($f = 1$ para os três eixos).

O cálculo de a_{mr} dá base para que se possa calcular o valor de aceleração média de exposição parcial (a_{mep}), que corresponde a vibração a qual o operador está submetido em determinado intervalo de tempo conforme apresentado na equação 3.

$$a_{mep} = \frac{1}{s} \times \sum_{K=1}^s a_{m_{x,y,z}} \quad \text{m/s}^2 \quad (3)$$

Onde:

a_m = aceleração média resultante nos eixos x, y, z;

s = números de amostras mensuradas.

De posse do valor de a_{mep} , pode-se calcular a aceleração resultante de exposição parcial (a_{rep}) que corresponde à raiz quadrada da aceleração média ao quadrado a qual está exposto o operador conforme a equação 4.

$$a_{rep} = \sqrt{a_{mep}_{ix}^2 + a_{mep}_{iy}^2 + a_{mep}_{iz}^2} \quad \text{m/s}^2 \quad (4)$$

Onde:

a_{mep} = aceleração média de exposição parcial.

Os valores de a_{rep} permitiram que se realizasse os cálculos para a determinação da aceleração resultante de exposição (a_{re}) ocupacional diária, considerando os três eixos ocupacionais, conforme a equação 5.

$$a_{re} = \sqrt{\frac{1}{T} \times \sum_{i=1}^m n_i \times a_{rep}^2 \times T_i} \quad \text{m/s}^2 \quad (5)$$

Onde:

a_{rep} = aceleração resultante de exposição parcial;

n_i = número de repetições do componente de aceleração na jornada de trabalho;

T_i = Tempo de duração da componente de exposição;

m = número de componentes de exposição que compõe jornada diária;

T = Tempo de duração diária de trabalho.

Por fim de posse dos valores de (a_{re}), foi calculado o valor da aceleração resultante de exposição normalizada (a_{ren}). Por meio da equação 6.

$$a_{ren} = a_{re} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad \text{m/s}^2 \quad (6)$$

Onde:

a_{re} = aceleração resultante de exposição;

T_0 = Tempo de exposição do operador a vibração;

T = Tempo da jornada de trabalho.

Ratifica-se que a exposição dos operadores a vibração é estabelecida pela NR-15 em seu anexo VIII. Seus procedimentos de mensuração são descritos conforme estabelece a NR-15.

Calculado o valor de aren, o mesmo foi comparado aos limites estabelecidos pela NR 15.

As equações para o cálculo de aren foram realizadas para ambas as mãos dos operadores a fim de se identificar possíveis diferenças de vibração em função da utilização das mão durante a realização da atividade.

3.5.4 Sobrecarga Térmica

A mensuração da sobrecarga térmica foi obtida a partir do cálculo do Índice de Bulbo Úmido-Termômetro de Globo (IBUTG). O aparelho de IBUTG foi posicionado a uma altura média de 1,70m, com as leituras realizadas em intervalos de uma hora, durante toda a jornada de trabalho dos operadores da colheita florestal. O IBUTG foi calculado de acordo com a Equação 7.

$$IBUTG = 0,7 \times tbn + 0,2 \times tg + 0,1 \times tbs \quad (7)$$

Onde:

tbn= temperatura de bulbo úmido natural;

tg= temperatura de globo;

tbs= temperatura de bulbo seco.

Para a determinação do IBUTG, foram analisados os ambientes de trabalho e de descanso dos operadores. Essa metodologia se dá pela diferença de condições em ambos os ambientes. Enquanto no ambiente de trabalho os operadores estão expostos a pleno sol, no momento do descanso esse ambiente é protegido pelo dossel da floresta.

É nesse sentido que se faz necessária a utilização da equação 8, onde são calculados o IBUTG em ambos os ambientes, observando também o tempo de exposição dos operadores a cada uma das condições climáticas. Com isso a

realização do cálculo do IBUTG médio é possível pelo cálculo da média ponderada nos ambientes avaliados.

$$IBUTG = \frac{IBUTG_t \times T_t + IBUTG_d \times T_d}{60} \quad (8)$$

Onde:

IBUTG_t= Índice de bulbo úmido-termômetro de globo no local de trabalho;

T_t= Tempo de realização da atividade em minutos;

IBUTG_d= Índice de bulbo úmido-termômetro de globo no local de descanso;

T_d= Tempo de descanso em minutos.

De posse dos valores de IBUTG, calculados para os trabalhadores, as atividades foram classificadas de acordo com o regime de trabalho de acordo com Anexo III da NR-15.

Para as atividades, em que os operadores realizam o descanso em um ambiente fora do local de trabalho, os limites de exposição foram determinados a partir da média ponderada da taxa metabólica (TMM) dos operadores, em cada um dos ambientes, conforme apresenta a equação 9.

$$TMM = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60} \quad (9)$$

Onde:

M_t= Taxa de metabolismo no local de trabalho;

T_t= Tempo de realização da atividade em minutos;

M_d= Taxa de metabolismo no local de descanso;

T_d= Tempo de descanso em minutos.

Os limites de tolerância de IBUTG para as atividades são estabelecidos de acordo com o Quadro 2 do anexo III da NR-15 levando em consideração a taxa metabólica calculada pela Equação 9 e o IBUTG calculado a partir da Equação 8.

A determinação da intensidade da operação realizada pelos trabalhadores da colheita florestal é classificada como: leve, moderada ou pesada. Para tal determinação, utilizou-se como critério a taxa metabólica dos operadores durante a realização da atividade.

Por meio da obtenção da taxa metabólica e do cálculo de IBUTG, bem como a classificação do regime de trabalho dos operadores, pode-se afirmar se a atividade realizada era considerada insalubre, de acordo com a NR-15, possibilitando a adoção de medidas corretivas que melhorem essas condições.

3.6 ANÁLISES DE POSTURA

As posturas adotadas durante o trabalho foram analisadas com o uso do método OWAS. Para essa avaliação, as atividades foram fotografadas e filmadas, podendo assim se ter uma ampla visão das posturas adotadas pelos trabalhadores. Dessa forma foram classificadas as atividades e o grau de risco das mesmas para a saúde do operador.

As posturas de trabalho foram codificadas com quatro dígitos segundo a metodologia aplicada por Figliani et al., 2015. As posições das partes avaliadas durante a realização do trabalho são descritas na Figura 3.

Figura 3: Análise de posturas - método OWAS.

DORSO	 1 Reto	 2 Inclinado	 3 Reto e torcido	 4 Inclinado e torcido
BRAÇOS	 1 Dois braços para baixo	 2 Um braço para cima	 3 Dois braços para cima	EXEMPLO  Codigo: 215
PERNAS	 1 Duas pernas retas	 2 Uma perna reta	 3 Duas pernas flexionadas	DORSO Inclinado 2 BRAÇOS Dois para baixo 1 PERNAS Uma perna Ajoelhada 5
	 4 Uma perna flexionada	 5 Uma perna ajoelhada	 6 Deslocamento com pernas	 7 Duas pernas suspensas

Fonte: IIDA; GUIMARÃES, 2016.

A intensidade do trabalho foi classificada de acordo com a carga a qual os motosserristas e tombadores/empilhadores de toras estão submetidos ao longo da jornada e foram classificadas como: 1 cargas até 10 kgf; 2 cargas até 20 kgf; 3 cargas com mais de 20 kgf.

Para a determinação da massa corporal dos trabalhadores e da carga manuseada nas atividades de colheita florestal, os mesmos foram pesados numa balança portátil do modelo Fort Home Fh 1001.

Após a pesagem e codificação das posturas adotadas durante a realização da atividade, as mesmas foram classificadas de acordo com a categoria de risco. De acordo com a Tabela 1 foi possível identificar 4 categorias de risco ao trabalhador:

- Categoria 1: Posição normal, sem necessidade de medidas corretivas;
- Categoria 2: Postura requer medidas corretivas em futuras avaliações;
- Categoria 3: Postura requer medidas corretivas e avaliações em curto período de tempo;
- Categoria 4: Postura requer medidas corretivas e avaliações imediatas.

Tabela 1: Classificação de categoria de posturas OWAS.

Dorso	Braços	1			2			3			4			5			6			7			Perna Carga	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3		
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4		
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1		
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1		
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1		
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		

3.7. ANÁLISE BIOMECANICA

A análise biomecânica das atividades realizadas por operadores de motosserras e por tombadores/empilhadores foi realizada com filmagens e fotografias da jornada de trabalho. Uma vez identificadas as posturas típicas adotadas pelos trabalhadores, as imagens foram reconstituídas através do

software 3DSSPP.

A reconstituição da postura no software tem por objetivo calcular o risco de danos às articulações dos operadores, sendo essas articulações, os pulsos, cotovelos, ombros, tronco, quadris, joelhos e tornozelos. Além dessas é calculado o esforço causado ao operador por meio da força de compressão nos discos L5-S1.

A análise do software fornece os limites toleráveis para a realização das atividades sem o risco de lesões aos operadores. A carga máxima permitida tem como base a força de compressão que atua na coluna do operador, não podendo esta força ser superior a 3426N. Quanto as demais articulações é necessário que 99% dos operadores possam realizar as atividades sem o comprometimento.

3.8 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Para a realização das análises estatísticas, foi empregada a estatística descritiva, com o objetivo de se obter as médias e desvio padrão dos fatores analisados para cada uma das propriedades. Os dados foram organizados e apresentados em forma de gráficos e Tabelas.

Por sua vez as médias dos fatores foram utilizados para a comparação da exposição do trabalhador na jornada de trabalho e o texto da legislação vigente.

Para a determinação de possíveis diferenças entre os pares de médias das propriedades em estudo, foi calculado o intervalo de confiança ao nível de 5% de significância para os fatores analisados para a colheita.

Os operadores avaliados foram considerados como grupo de exposição similar conforme exposto nas normas de higiene ocupacional, portanto sendo possível a determinação do intervalo de confiança a partir da equação 10.

$$IC(\mu_i - \mu_j)_{1-\alpha} = \bar{y}_i - \bar{y}_j \pm \frac{t_\alpha}{2} \times \left(\frac{\sigma_i}{\sqrt{n}} - \frac{\sigma_j}{\sqrt{n}} \right) \quad (10)$$

Onde:

IC= Intervalo de confiança

\bar{Y}_i = Média amostral das propriedades em estudo;

t_{α} = Valor t de “student” ao nível de 5% de significância;

σ = Desvio padrão amostral das propriedades em estudo.

Para inferir se há diferença entre as médias das propriedades a partir do intervalo de confiança, foi observada a presença ou ausência do número zero dentro dos intervalos. Caso esteja presente, implica que as médias não diferem estatisticamente; caso não esteja presente as médias diferem estatisticamente entre si.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DOS TRABALHADORES

Os questionários foram aplicados em forma de entrevista individual para os 18 trabalhadores que fazem parte da colheita florestal semimecanizada, sendo 9 operadores de motosserra e 9 tombadores/empilhadores (Tabela 3).

Tabela 2: Perfil dos trabalhadores da colheita florestal semimecanizada.

Fatores	Operadores de Motosserra	Empilhadores
Gênero	100% Homens	100% Homens
Idade	37 anos	33,5 anos
Peso	73,5 Kg	71,75 Kg
Altura	170,5 cm	170 cm

Os dados apresentados na Tabela 2 são de grande importância, pois são parâmetros utilizados para a realização das análises de postura durante a realização das atividades dentro da floresta.

Observou-se que a média de idade dos tombadores/empilhadores das toras de madeiras é de 33,5 anos, valor esse inferior à média de idade dos operadores de motosserra. Essa diferença na média de idade é explicada por Leite et al., (2012b), onde os autores afirmam que a necessidade de maior esforço físico em atividades como direcionamento de queda, tombamento e empilhamento na margem de estradas exige pessoas mais jovens para a realização das atividades.

Os trabalhadores das três propriedades possuem baixo grau de escolaridade com apenas 83,3% com o ensino fundamental completo e os demais 16,7% possuindo apenas alfabetização básica. Esses resultados corroboram com Britto et al., (2015) que afirmam que operadores florestais de colheita semimecanizada em geral possuem baixa escolaridade.

Todos os trabalhadores informaram receber treinamento ou orientações sobre a atividade a ser realizada durante sua jornada de trabalho.

Foi possível observar que as três propriedades cumprem com os requisitos dispostos na NR-31, tais como a disponibilidade de sanitários nas áreas das atividades da colheita florestal, água potável para os operadores, fornecimento

de alimentação que nas três propriedades ficam armazenadas nas sedes, fora do ambiente de atividades, garantia de pausas para hidratação dos operadores e manutenção das máquinas, além do fornecimento de EPI's e treinamento aos operadores.

4.2 FATORES AMBIENTAIS

4.2.1 Ruído

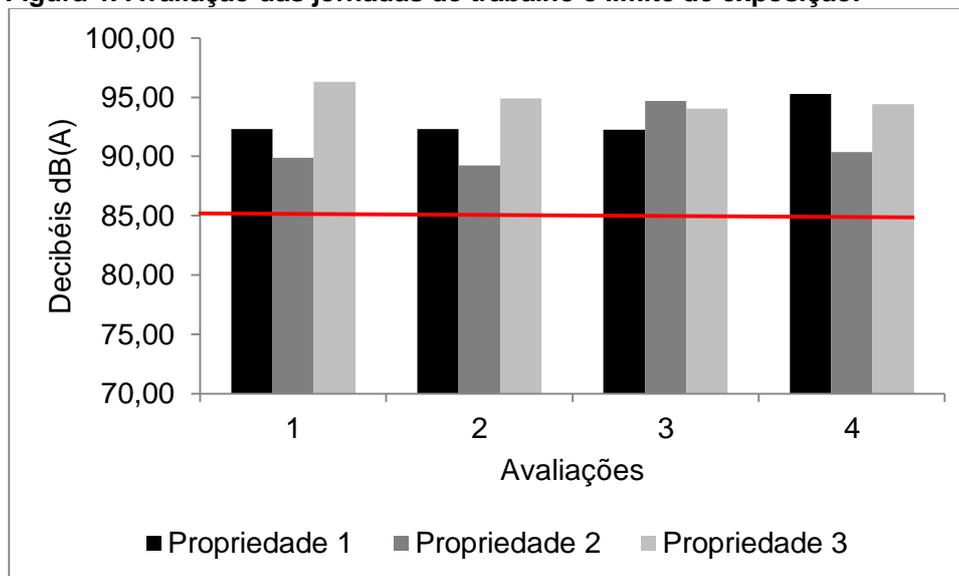
As características das motosserras utilizadas para a realização do corte e processamento das toras nas propriedades avaliadas foram obtidas através dos sites oficiais das respectivas marcas e apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Características das motosserras utilizadas nas 3 propriedades avaliadas.

Propriedade	Motoserra	Descrição
1	Husqvarna, modelo 362	Motor dois tempos, potência 4,62 cavalos com 65,1 cilindradas.
2	STIHL modelo,MS 381	Motor dois tempos, potência de 5,3 cavalos com 72,2 cilindradas
	STIHL modelo,MS 361	Motor dois tempos, potência de 4,6 cavalos com 59 cilindradas
3	STIHL modelo,MS 381	Motor dois tempos, potência de 5,3 cavalos com 72,2 cilindradas

Os dados obtidos através dos valores mensurados pelos dosímetros e calculados a partir da Equação 1 são apresentados na Figura 4, onde estão representadas as pressões sonoras durante a jornada de trabalho dos operadores de motosserra e a média das avaliações realizadas.

Figura 4: Avaliação das jornadas de trabalho e limite de exposição.



Os dados obtidos através da mensuração da pressão sonora que chega aos ouvidos dos operadores, mostram que nas três propriedades, as motosserras produzem ruídos médios acima dos limites recomendados para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias.

A propriedade 3 é a que apresenta maior média de pressão sonora de ruído entre as propriedades avaliadas. Esse valor de ruído elevado em relação às demais pode ser explicado pela quantidade de operadores trabalhando de forma próxima durante a realização das atividades de colheita.

Já na propriedade 1, mesmo possuindo um maior número de operadores de motosserras em relação as demais propriedades, foram obtidas pressões sonoras medianos. Isso porque em todas as paradas para a realização de hidratação realizada pelos operadores existe o cuidado da manutenção da motosserra, onde existe a preocupação de manter o sabre sempre afiado diminuindo com isso o atrito entre os dentes do sabre e as árvores derrubadas.

A propriedade 2, é a que apresenta menor pressão sonora, que pode ser explicado pelo baixo número de operadores nessa propriedade, pela distância relativamente grande em que operam, além dos cuidados com a manutenção das máquinas.

Diante da média de exposição dos operadores a pressão sonora nas quatro avaliações, o tempo máximo de exposição desses operadores foi definido conforme o anexo I da NR-15 e apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Limite máximo de exposição em horas para as propriedades avaliadas.

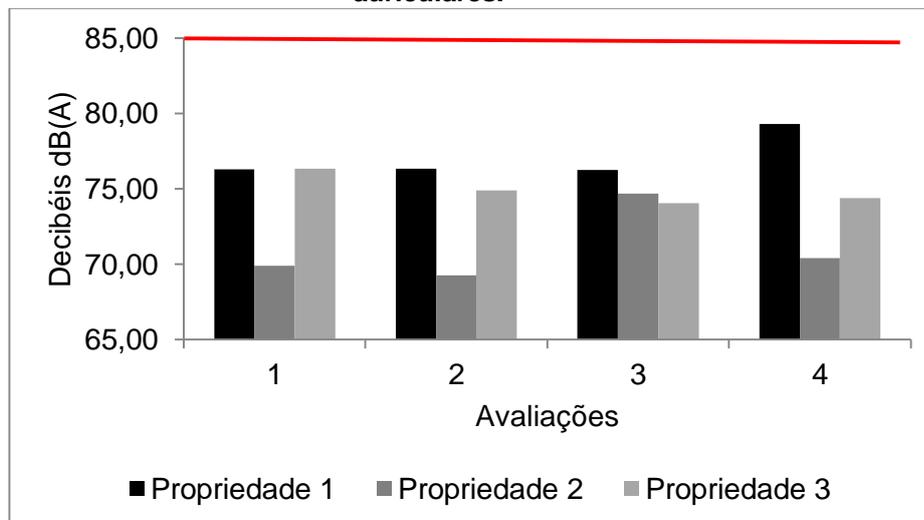
Fatores	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3
Média de ruído dB(A)	93,04	91,06	94,92
Tempo de exposição (Horas)	02:40	03:30	02:00

Os dados apresentados mostram que a exposição máxima dos trabalhadores ao ruído nas três propriedades é de menos de três horas e meia, uma redução de mais de 55% na jornada de trabalho dos funcionários envolvidos na colheita florestal. Esse cenário se torna completamente diferente quando da utilização dos protetores auriculares.

Segundo os sites das marcas fabricantes dos protetores auriculares utilizados nas propriedades avaliadas, mostram que nas propriedades 2 e 3 os protetores que atuam de forma semelhante reduzindo em 20 dB(A) o nível de ruído que chega aos ouvidos dos operadores. Já na propriedade 1 os protetores diminuem 16 dB(A) da pressão sonora que chega aos ouvidos dos operadores.

Dessa forma na Figura 5, são apresentados os valores da pressão sonora que chegam aos ouvidos dos operadores quando os mesmos estão utilizando os protetores auriculares.

Figura 5: Pressão sonora no ouvido dos operadores portando protetores auriculares.



Observa-se que uma vez utilizado os protetores auriculares, ocorre considerável diminuição da exposição dos operadores ao ruído, possibilitando que a pressão sonora que chega aos ouvidos dos mesmos esteja a abaixo do limite máximo tolerado, tal fato possibilita a realização das atividades sem prejuízo à saúde auditiva dos operadores.

A utilização dos protetores auriculares representa inúmeras vantagens para todos os envolvidos na colheita florestal das propriedades avaliadas. Uma vez que nas propriedades 2 e 3 os funcionários recebem por produção, ou seja, pelo número de metros cúbicos que retiram da propriedade durante o mês.

Já os funcionários que atuam na propriedade 1 recebem mensalmente um valor fixo que independe da produção. Porém, a utilização dos protetores auriculares representa para a empresa uma grande economia financeira em casos de possíveis processos trabalhistas e/ou multas em fiscalizações.

Apesar da utilização do protetor auricular ser indispensável e descrita em várias normas, ser solicitada pela empresa fomentadora das propriedades e fornecida pelos proprietários, somente os funcionários da propriedade 1 os utilizam durante toda a jornada de trabalho.

Para as propriedades 2 e 3 se recomenda a utilização de práticas de ergonomia de conscientização conforme apresentado por Lida; Guimarães (2016), onde tais práticas têm como base apresentar os riscos que esses

operadores estão expostos quando optam por não fazer o uso dos equipamentos de proteção individual em especial os protetores auriculares.

Os dados obtidos para o fator ruído corroboram com os resultados encontrados por Batista; Sampaio; Silva, (2014) e por Fonseca et al. (2017), onde afirmam que os trabalhadores do setor florestal em especial os que manuseiam motosserras estão expostos a alta pressão sonora ao longo de sua jornada.

Na Tabela 5 é apresentado o valor da comparação das médias, onde as letras minúsculas mostram comparação das médias ao longo das 4 avaliações das propriedades e as letras maiúsculas apresentam a comparação entre as médias das propriedades avaliadas.

Tabela 5: Comparação de médias por intervalo de confiança ao nível de 5%.

Avaliação	Média Ruído dB(A)		
	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3
1	92,30 b	89,90 b	96,32 a
2	92,32 b	89,25 b	94,91 b
3	92,25 b	94,70 a	94,04 b
4	95,30 a	90,40 b	94,41 b
MÉDIA	93,04 A	91,06 B	94,92 A

Utilizando o intervalo de confiança ao nível de 5% de significância para a comparação das médias durante as avaliações realizadas ao longo do ano, pode-se perceber que não existem diferenças estatísticas das médias entre as propriedades 1 e 3, uma vez que essas propriedades produziram maior quantidade de ruído.

Por outro lado na propriedade 2 foram mensurados os menores níveis dos efeitos da pressão sonora nos ouvidos dos operadores, podendo esta diferença ser explicada pelo menor número de motosserras operando na propriedade e pelo constante cuidado com a manutenção das motosserras.

4.2.2 Iluminância

Os dados obtidos para o fator iluminação foram divididos em duas classes, a primeira formada pelos operadores de motosserra e a outra classe dos tombadores/empilhadores de toras.

Essa classificação se deu pela diferença de ambiente em que eles realizavam suas atividades. Os operadores de motosserra operavam sob a proteção da copa das florestas o que diminui a intensidade de luz que chegava ao seu campo visual. Por outro lado, os tombadores/empilhadores trabalhavam após a derrubada das árvores, fato esse que os expõe a uma maior quantidade de luz.

A quantidade de luz que chega a visão dos operadores e tombadores/empilhadores são apresentadas nas Figuras 6 e 7 respectivamente.

Figura 6: Média de iluminância - operadores de motosserra.

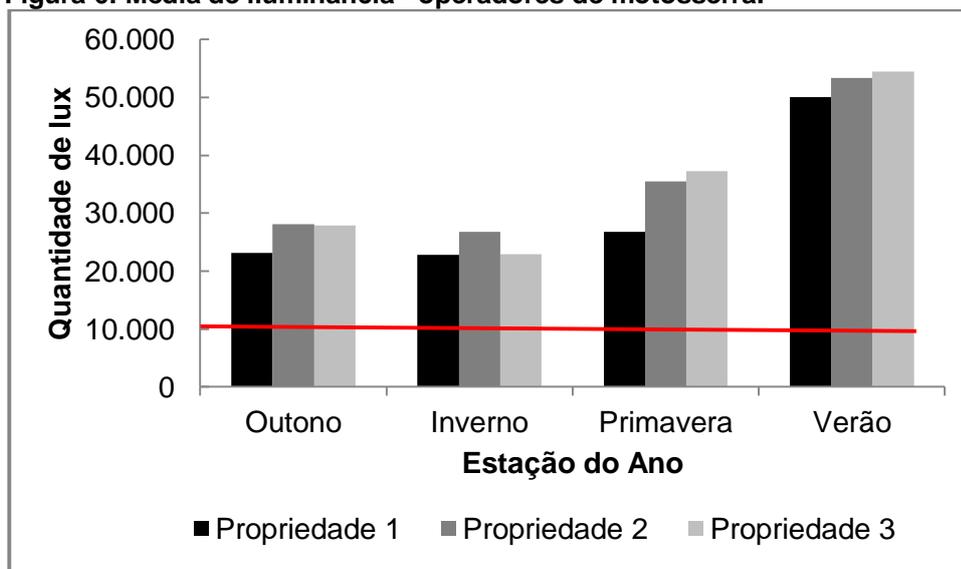
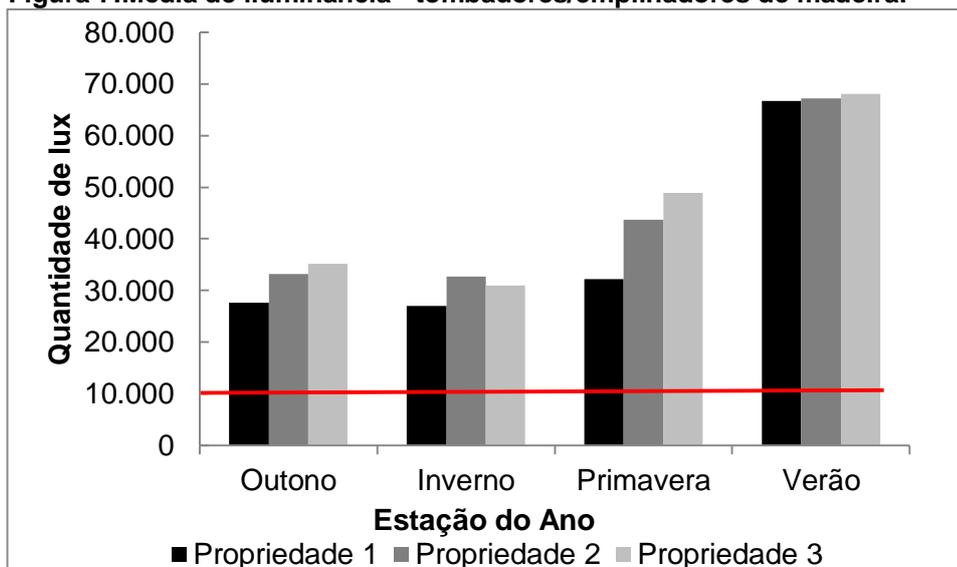


Figura 7: Média de iluminância - tombadores/empilhadores de madeira.



É possível observar na representação gráfica das quatro avaliações que todas as propriedades atendem o limite mínimo necessário para as atividades que exigem precisão do operador.

As maiores médias encontradas durante a avaliação tanto para os operadores de motosserra quanto para os tombadores/empilhadores de toras foram durante o período do verão. Essas altas médias são facilmente explicadas pelas características de tal estação.

Durante o período do verão no hemisfério sul, a incidência de radiação solar na superfície terrestre contribui com o aumento de temperatura e de raios solares, que torna os dias mais iluminados. Por outro lado durante o período de inverno a baixa incidência do sol no hemisfério sul, tornam os dias menos iluminados (INMET, 2017).

As avaliações realizadas durante os períodos de outono e primavera tiveram sua iluminância com valores intermediários, isso porque segundo o INMET, (2017) essas estações são estações de transição entre os períodos com mais e menos incidência solar sobre o hemisfério sul. Com períodos do dia com céu nublado e outros onde sem nuvens.

A média de iluminância durante o ano aponta que todas as propriedades estão acima dos 10000 lux indicados para atividades que envolvem alta precisão. Para os operadores a média de iluminância encontra-se aproximadamente 2,5

vezes superior ao limite mínimo. Já para os tombadores/empilhadores essa média é 3 vezes superior.

Apesar de a iluminação ser suficiente para que o operador tenha o conhecimento de todos os fatores de risco que o cerca, deve-se haver cuidado com o excesso de iluminação que atinge a visão dos trabalhadores durante a realização de sua atividade.

Isso porque constantemente esses operadores precisam realizar o direcionamento de queda o que expõe a visão dos trabalhadores ao contato direto com os raios ultravioleta.

Esse contato com raios U.V são de extremo risco à visão dos trabalhadores podendo causar problemas mais leves, tais como ofuscamentos e em casos mais graves a fotoconjuntivite, ou fadiga visual, e a catarata (BALOGH et al., 2011).

Ainda segundo Balogh et al. (2011) cerca de 3 milhões de pessoas no mundo são afetadas em algum grau pelo contato com a radiação solar. Para que esses efeitos sejam evitados nos operadores florestais, recomenda-se que as atividades da colheita florestal semimecanizada, sejam realizadas obrigatoriamente com a utilização de óculos escuros que diminuam a intensidade dos raios U.V e protejam a visão dos trabalhadores.

As maiores médias são encontradas durante o período de verão, onde em todas as propriedades é a estação que mais influencia na visão dos operadores de motosserra e dos tombadores/empilhadores. Comprovando com isso a necessidade de medidas que diminuam a intensidade da iluminância nos olhos do operador.

Não foi possível observar diferenças estatísticas entre as propriedades, para os operadores e para os tombadores/empilhadores como é possível observar na Tabela 6. Logo durante o ano, a quantidade de lux entre as propriedades causam os mesmos efeitos nos operadores e tombadores/empilhadores.

Tabela 6: Comparação de média de operadores e tombadores/empilhadores por meio do intervalo de confiança ao nível de 5%.

Estação	Média Iluminância (Lux)					
	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3	
	Operador	Empilhador	Operador	Empilhador	Operador	Empilhador
Outono	23.135 b	27.625 c	28.113 c	33.225 c	27.875 c	35.130 c
Inverno	22.865 b	27.023 c	26.836 c	32.644 c	22.933 c	30.970 c
Primavera	26.820 b	32.172 b	35.537 b	43.644 b	37.249 b	48.953 b
Verão	50.022 a	66.689 a	53.341 a	67.204 a	54.479 a	68.069 a
Média	33.236 A	38.377 A	35.957 A	44.179 A	35.634 A	45.781 A

4.2.3 Vibração

Os dados das avaliações dos nove operadores de motosserra são apresentados na Tabela 7, onde estão descritos os parâmetros avaliados para a exposição de vibração dos operadores durante a realização de sua jornada de trabalho.

Tabela 7: Exposição dos operadores de motosserra a vibração.

Mão avaliada	Operador	Atividade	Eixo avaliado (m/s ²)			A _{wp} (m/s ²)	A _{re} (m/s ²)	A _{rn} (m/s ²)	Média	Propriedade
			am _x	am _y	am _z					
Direita	1		2,18	1,88	1,51	3,24	1,87	1,98	2,97	
Esquerda			3,49	3,82	3,93	6,49	3,74	3,96		
Direita	2		2,79	2,72	2,36	4,55	2,62	2,77	4,82	
Esquerda			7,43	5,81	6,15	11,25	6,49	6,87		
Direita	3		3,13	2,19	2,75	4,7	2,71	2,78	2,83	1
Esquerda			4,09	3,72	2,81	6,2	3,57	2,87		
Direita	4		2,67	2,09	1,82	3,84	2,21	2,34	2,92	
Esquerda			3,06	3,43	3,44	5,74	3,31	3,5		
Direita	5	Corte e Processamento	4,06	3,33	2,56	5,84	3,37	3,57	4,91	
Esquerda			5,68	6,09	5,93	10,22	5,9	6,25		
Direita	6		2,9	2,85	2,25	4,27	2,43	2,57	2,58	
Esquerda			2,98	2,28	1,99	4,24	2,44	2,58		
Direita	7		4,35	3,69	2,96	6,42	3,7	3,92	4,96	2
Esquerda			6,88	5,39	4,49	9,82	5,66	5,99		
Direita	8		2,44	2,05	1,69	1,8	2,11	2,99	3,06	
Esquerda			2,98	2,57	2,52	1,97	2,2	3,12		
Direita	9		2,45	2,1	1,73	3,3	2,18	3,08	3,68	3
Esquerda			3,01	2,44	2,79	4,6	2,85	4,27		

Os limites de exposição à vibração são apresentados na NR-09 e NHO-10, onde para a realização das atividades sem a necessidade de medidas

corretivas é necessário que a aceleração a que os trabalhadores estejam expostos seja menor ou igual a $2,5 \text{ m/s}^2$. A partir desse valor é necessário que se faça intervenções visando a melhoria da condição do operador.

A aceleração resultante de exposição normalizada (a_{ren}) foi calculada para todos os operadores de motosserra em ambas as mãos. Com os dados apresentados na Tabela 7, pode-se observar que para os nove operadores o a_{ren} calculado na mão direita é menor do que na mão esquerda.

O fato de a mão direita ser a que recebe menor vibração, pode ser explicado pela utilização da mesma para o acionamento do acelerador da motosserra, uma vez que todos os operadores avaliados eram destros. Assim, a mão esquerda do operador era utilizada para empunhar a máquina, o que colocava essa mão, mais próxima do ponto de contato entre o sabre e as árvores, aumentando assim a vibração sobre esta.

Mesmo que a mão direita do operador seja aquela que menos esteja exposta à ação da vibração ao analisar os dados da Tabela 7 percebe-se que 66,7% dos operadores tem vibração na mão direita acima do nível de ação; 22,2% estão dentro do limite de ação e 11,1% encontra-se na região de incerteza.

Quando a avaliação exposição da mão esquerda do operador à vibração, percebe-se que nenhum dos operadores está dentro dos limites de ação aceitável. Com 44,5% estando acima do nível de ação; 22,2% na região de incerteza e 33,3% acima dos limites de exposição recomendáveis para a realização da atividade sem prejuízos à saúde.

Para uma análise mais completa do nível de exposição dos operadores à vibração, foi calculada a média de a_{ren} das mãos esquerda e direita dos nove operadores. Com a média geral de exposição de cada um dos operadores é possível observar que nenhum dos operadores está dentro do limite aceitável. 55,5% dos operadores encontram-se acima do nível de ação, os outros 45,5% estão na região de incerteza.

Ainda segundo a FUNDACENTRO (2013), para os operários que estão na região de incerteza deve ser realizada além das medidas preventivas já citadas, deve-se também haver menor exposição do tempo das atividades, uma

melhor fiscalização dos responsáveis da execução da colheita prezando pela correta manutenção dos maquinários, troca dos equipamentos, ou mesmo a alternância na atividade.

Os dados obtidos para a vibração corroboram com os resultados obtidos por Poletto Filho; Santos; Poletto, (2015) para atividades realizadas com roçadoras transversais motorizadas e por Guedes et al., (2010) em atividades de coveamento semimecanizado em áreas montanhosas.

4.2.4 Sobrecarga térmica

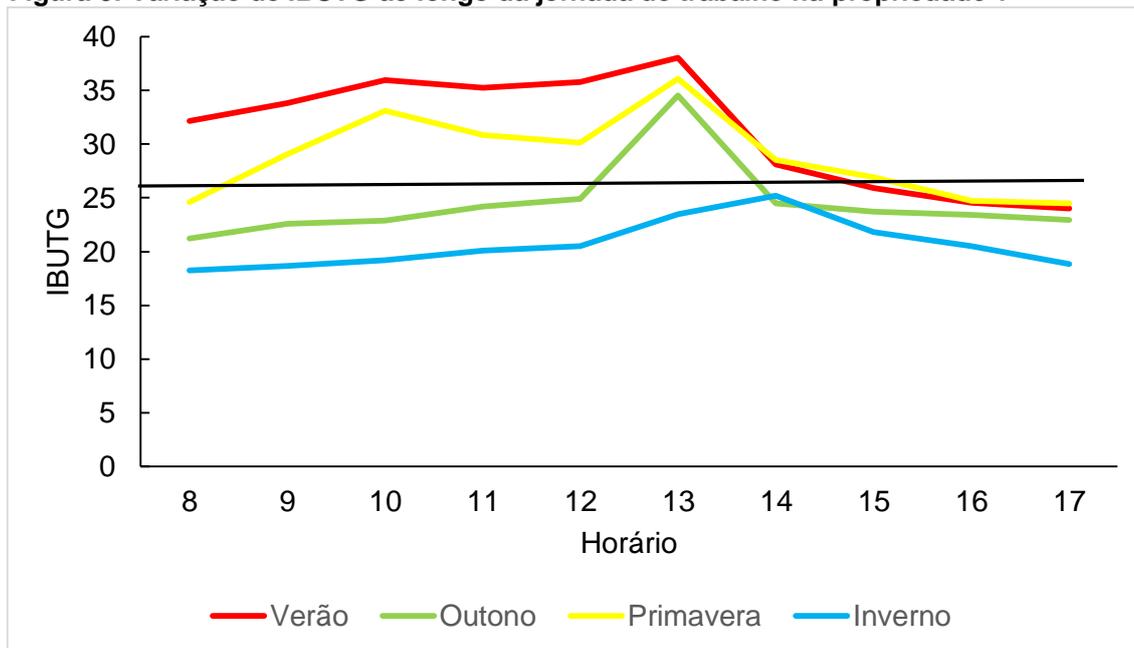
A atividade da colheita florestal realizada nas três propriedades foi classificada de acordo com o quadro nº 3 do anexo I da NR-15, como uma atividade pesada, já que envolve constantes realizações de levantamento e movimentação de pesos, durante praticamente toda a jornada de trabalho.

Ainda seguindo o quadro 3, a atividade realizada tem um gasto energético de 440 Kcal/h. Durante a realização do descanso dos operadores o gasto energético cai para 100 Kcal/h. assim, se fazendo necessária a aplicação da equação 3 para determinar a taxa metabólica média gasta pelos trabalhadores.

Com o cálculo da equação 9, obteve-se uma taxa metabólica média de 355 Kcal/h. Para essa taxa, o limite estabelecido deve ser inferior ou igual a um IBUTG de 26.

Na Figura 8, está representada a variação de IBUTG na propriedade 1 durante a jornada de trabalho durante as quatro avaliações realizadas.

Figura 8: Variação de IBUTG ao longo da jornada de trabalho na propriedade 1



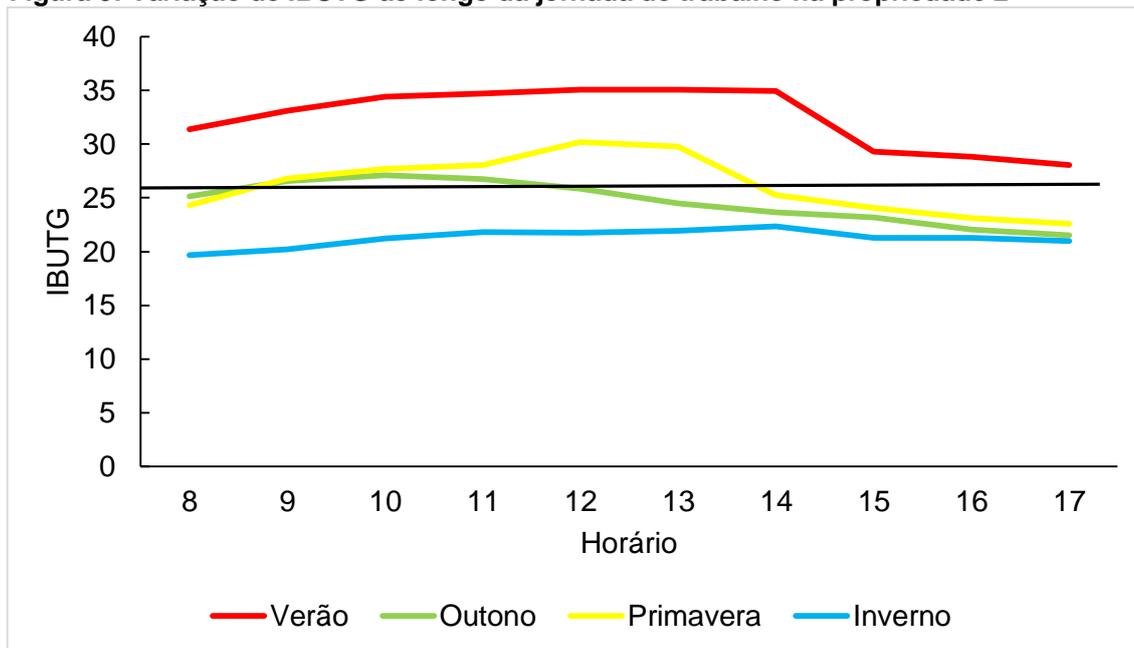
Observando a variação de IBUTG na propriedade, tem-se que durante o período de Inverno a realização das atividades da colheita florestal podem ocorrer no regime proposto pelas propriedades, onde uma hora de trabalho é dividida em 45 minutos de atividades efetivas e 15 minutos de descanso.

Durante a avaliação no Outono, o horário onde o IBUTG apresentou maiores valores e extrapolou o limite recomendado, foi durante às 13 horas. Com isso existe a necessária de adequação do regime de trabalho dos operadores para 30 minutos de trabalho e 30 minutos de descanso.

As avaliações durante a Primavera e o Verão mostram que em boa parte da jornada do trabalho os operadores estão expostos a um valor de IBUTG acima do limite recomendado, situação que somente passa a ser amenizada a partir das 15 horas em ambas as propriedades.

Na Figura 9 é apresentada a variação de IBUTG na propriedade 2 durante as quatro avaliações.

Figura 9: Variação de IBUTG ao longo da jornada de trabalho na propriedade 2



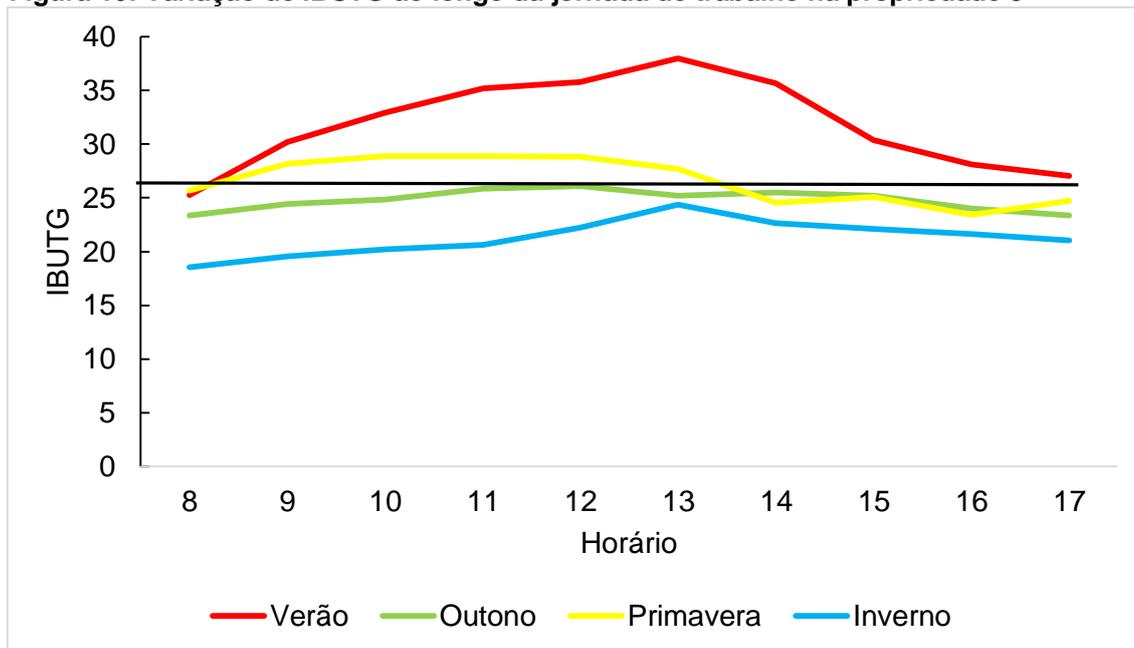
Para a propriedade 2, tem-se que o período de inverno apresenta os menores valores de IBUTG. Valores esses que em momento algum durante a avaliação ultrapassou os limites estabelecidos e permite que os operadores realizem as atividades no regime proposto para a colheita florestal.

Durante o Outono, medidas devem ser tomadas a fim de amenizar a exposição dos operadores nos períodos mais quentes do dia, durante a avaliação realizada na propriedade durante essa estação essas mudanças devem ocorrer nos horários entre às 9 e 11 da manhã, onde o regime dos operadores devem ser de 30 minutos trabalhando e 30 minutos de descanso.

Para a Primavera, observa-se que as mudanças no regime de trabalho devem ocorrer durante os horários que compreende às 9 da manhã e às 13 da tarde que são os períodos do dia em que foram mensurados os maiores valores de IBUTG. Já durante o Verão em toda a jornada foram observados valores de exposição acima do limite recomendado o que exige mudanças rigorosas na condição de trabalho dos operadores.

Na Figura 10 é apresentada a variação de IBUTG na propriedade 2 durante as quatro avaliações.

Figura 10: Variação de IBUTG ao longo da jornada de trabalho na propriedade 3



A variação durante o Inverno segue a tendência das demais propriedades avaliadas, logo, como os valores mensurados estão abaixo do limite estabelecido, assim a realização das atividades pode ser executada sem mudanças no regime de trabalho dos operadores. O mesmo ocorrendo para as atividades realizadas no período do Outono,

Durante a Primavera existe a necessidade de mudanças no regime de trabalho dos operadores durante o período que vai das 9 da manhã até às 13 da tarde, nesse intervalo o regime de trabalho dos operadores deve ser alterados para 30 minutos de trabalho e 30 minutos de descanso.

Já durante o Verão, os operadores estão expostos a altos valores de IBUTG praticamente em todo o período de realização das atividades. O que traz a necessidade de mudanças rigorosas nas condições de trabalho do operador.

A avaliação da sobre carga térmica nas três propriedades aponta o Verão como condição mais crítica para o desenvolvimento das atividades dos operadores em razão das altas temperaturas encontradas durante essa estação. Por outro lado mostra a necessidade de estudos mais detalhados durante o período de Outono e Primavera que são estações de transição e tem como característica variações de temperatura ao longo da jornada dos operadores.

Segundo Krishnamurthy et al. (2017); Lucas; Epstein; Kjellstrom, (2014); Maurya et al., (2015), ao estarem expostos ao excesso de calor os trabalhadores dos mais diversos setores tem a tendência a diminuir sua produtividade, em razão da alta fadiga causada pelas altas temperaturas e o maior tempo gasto para a recomposição metabólica nessas condições.

É possível observar pelos dados apresentados na Tabela 8 que independente do município onde a propriedade está localizada, a exposição dos trabalhadores aos efeitos do calor são estatisticamente semelhantes, sendo necessária a aplicação de mudanças no regime de trabalho.

Tabela 8: Comparação de média dos trabalhadores por meio do intervalo de confiança ao nível de 5% para o IBUTG.

Estação	Média IBUTG		
	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3
Outono	24,48 c	24,63 c	24,79 c
Inverno	20,65 d	21,25 d	21,31 d
Primavera	28,85 b	26,18 b	26,75 b
Verão	31,36 a	32,48 a	31,85 a
Média	26,34 A	26,14 A	26,18 A

A análise estatística das médias de IBUTG nas 3 propriedades mostram que existem diferenças significativas nos efeitos causados pelas estações climáticas no ambiente de trabalho dos operadores dos três municípios, onde os efeitos são sentidos de forma mais intensa durante o período de Verão.

A maior intensidade no IBUTG durante o Verão, reforça a necessidade de mudanças no regime de trabalho dos operadores, bem como a necessidade de mudanças no ambiente de descanso dos mesmos, Observa-se que independente do município onde a propriedade está localizada os efeitos sobre os trabalhadores são estatisticamente semelhantes.

4.3 ANÁLISE DAS POSTURAS ADOTADAS

As posturas adotadas pelos operadores de motosserra e tombadores/empilhadores de toras, foram classificados de acordo com suas atividades como grupo de exposição similar. Onde se entende que os

operadores realizam posturas similares ao longo das atividades, podendo a avaliação de um trabalhador ser estendida aos demais.

Para a postura dos operadores de motosserra foi realizada as codificações de acordo com as fotografias realizadas durante a realização da coleta de dados. Essa codificação foi classificada de acordo com a Figura 2 e seus resultados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Codificação das posturas dos operadores de motosserra durante corte e processamento árvores.

Fase	Descrição	Postura				Resultados
		Dorso	Braços	Pernas	Carga	
1	Abertura da boca de corte	4	1	3	1	4131
2	Corte traseiro e derrubada das árvores	2	1	5	1	2151
3	Processamento das toras	2	1	1	1	2111

Foi possível observar a adoção de duas posturas básicas para a realização da boca de corte e da derrubada das árvores. Na primeira os operadores posicionam o tronco em paralelo ao solo e levemente torcidos em razão da forma com a qual a motosserra é empunhada; as pernas do operador durante o corte estão flexionadas e seus braços abaixo da linha formada pelo tronco.

A segunda postura adotada pelos operadores tem-se o tronco levemente inclinado, com uma das pernas flexionadas e outra ajoelhada no solo. Nessa postura o operador tem os braços posicionados à frente da linha do tronco.

Já durante a fase do processamento das árvores, a postura dos operadores diante a realização da atividade é realizada de pé, com o tronco inclinado e pernas eretas, e os braços abaixo a frente da linha formada pelo tronco.

Após a realização da codificação das posturas adotadas pelos operadores foram classificadas as categorias de risco tomando como base a Tabela 1 e seus resultados são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Classificação das categorias das posturas e recomendações para cada postura adotada.

Corte e processamento			
Fase	Codificação OWAS	Categoria	Recomendações
1	4131	3	Adoção de medidas corretivas e avaliações em um curto prazo
2	2151	3	Adoção de medidas corretivas e avaliações em um curto prazo
3	2111	2	Posição normal, sem a necessidade de medidas corretivas

A adoção da postura 1 foi classificada como uma postura de categoria 3, nessa categoria é necessária a adoção de medidas corretivas em um curto período de tempo, uma vez que adoção repetitiva dessa postura pode acarretar em riscos iminentes de lesões aos operadores.

A adoção da postura 2, não diminuem as tensões recebidas na região lombar dos operadores, uma vez que, os mesmos realizam o corte com o dorso levemente inclinado, essa postura torna-se perigosa também para outras articulações do operador, em especial os joelhos que passam a ser o ponto de apoio do peso dos operadores. Nesse sentido, a postura foi classificada como de categoria 3, exigindo mudanças em curto espaço de tempo.

A adoção da postura durante a fase de processamento das árvores foi classificada como de categoria 2. Nessa postura, o operador pode realizar a atividade por um grande período de tempo sem a realização de mudanças, porém essas medidas corretivas se fazem necessárias para a diminuição do risco de lesão nas articulações do operador.

As posturas dos tombadores/empilhadores também foram codificadas, de acordo com as fases de trabalho e seus resultados são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Codificação das posturas dos tombadores/empilhadores durante as atividades.

		Empilhamento				Resultados
Fase	Descrição	Postura				
		Dorso	Braços	Pernas	Carga	
1	Aproximação para o levantamento da tora	2	1	3	1	2131
2	Levantamento e tombamentos da toras	1	3	6	2	1362
3	Carregamento da tora até o local de empilhamento	1	1	6	3	1163
4	Colocação das toras na pilha de madeira	2	1	2	1	2121

Foram observadas para o empilhamento quatro posturas diferentes para a realização da atividade. Na primeira, a postura adotada é realizada no momento da chegada do empilhador próximo a tora para a realização do levantamento. Nessa postura o empilhador tem o tronco inclinado, com os braços abaixo da linha formada pelo tronco, e as pernas flexionadas e sem a presença de carga, uma vez que as toras ainda estão no solo.

Na segunda fase, o empilhador levanta a tora para iniciar o carregamento, para isso ele adota uma postura com o dorso reto, suas mãos estão acima da linha formada pelo tronco, e suas pernas em deslocamento durante a realização da atividade. Durante esta fase a carga está dividida entre o empilhador que realiza o levantamento e o solo.

A terceira fase os tombadores/empilhadores tiram totalmente as toras do solo e as levam até o local onde ficarão empilhadas para o transporte. Nesta fase, o operador tem seu dorso reto, suas mãos a frente da linha do tronco, e suas pernas em deslocamento, com uma carga de mais de 20 quilos.

Por fim, a última postura adotada pelos tombadores/empilhadores é no momento do empilhamento, onde as toras são acomodadas na pilha de madeira. Nessa postura o empilhador tem o tronco inclinado, com os braços a frente da linha do tronco e pernas retas, e com a carga já sobre a pilha de madeira.

Após a realização da codificação das posturas dos tombadores/empilhadores foram classificadas as categorias de risco de acordo com a Tabela 1 e seus resultados apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Classificação das categorias das posturas e recomendações para cada postura adotada pelos tombadores/empilhadores.

Empilhamento			
Fase	Codificação OWAS	Categoria	Recomendações
1	2131	2	Adoção de medidas corretivas em avaliações futuras
2	1362	1	Posição normal, sem a necessidade de medidas corretivas
3	1163	1	Posição normal, sem a necessidade de medidas corretivas
4	2121	2	Medida que medidas corretivas em avaliações futuras

A adoção das posturas 1 e 4 foram classificadas de categoria 2, qual estas posturas necessitam de correção em futuras avaliações para diminuir o risco de lesão na coluna e nas demais articulações dos tombadores/empilhadores. Um fato importante nestas fases é que em ambas as posturas existe a ausência de carga, o que corrobora com Helfenstein Junior; Goldenfum; Siena, (2010) que afirmam que problemas na coluna lombar podem ser resultado não somente da exposição a grande carga, mas também pela adoção de posturas inadequadas.

Durante a realização das posturas 2 e 3, onde há a existência de carga, percebe-se que os tombadores/empilhadores mantêm a coluna ereta o que diminui a pressão da carga especialmente sobre a coluna lombar. Contudo a presença dessa carga exige das outras articulações um maior esforço para a realização da atividade, podendo compromete-las ao longo do tempo.

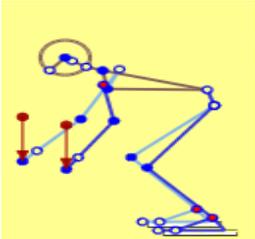
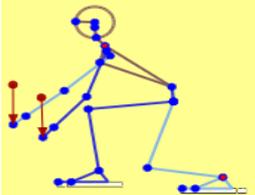
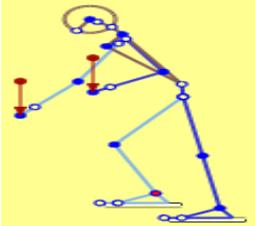
4.4. ANÁLISE BIOMECÂNICA

4.4.1 Análise biomecânica do operador de motosserra

O peso médio das toras foi de 55,7 Kg essa informação juntamente com os dados antropométricos apresentados na Tabela 3. Foram inseridos no software 3 dsspp para a realização das análises biomecânicas dos tombadores/empilhadores.

Na Tabela 13 é possível observar as posturas típicas adotadas pelos operadores de motosserra e o nível de compressão dessas posturas nos discos vertebrais L5-S1, onde tais posturas representam cerca 90% do tempo total da atividade.

Tabela 13: Posturas típicas adotadas durante a realização da atividade e nível de compressão.

Corte e processamento		
Postura Típica	Atividade	Força de compressão lombar nos discos L5-S1/Limite (N)
	Abertura da boca de corte	3337/3426
	Corte traseiro e derrubada das árvores	3083/3426
	Processamento das toras	1976/3426

O limite máximo de compressão nos discos L5-S1 é de 3426N. Foi possível observar que as posturas típicas adotadas pelos operadores de motosserra durante as fases de corte e processamento das árvores estão abaixo do limite estipulado, logo, não oferecem riscos para a coluna dos operadores.

A primeira postura adotada para a abertura da boca de corte e derrubada das árvores é a que exerce maior esforço de compressão na coluna do operador com uma força de 3337N bem próximo ao limite estipulado para que não haja risco à saúde do operador.

Quando comparada ao método OWAS é possível observar que a primeira postura típica adotada para a abertura de boca de corte e derrubada de árvores

foi classificada como de categoria 3, exigindo a mudança de postura para diminuir os esforços na coluna e nas demais articulações do operador.

Na figura 11, é apresentada a postura adotada pelo operador durante a realização da sua atividade, bem como a sua reconstituição por meio do software para a realização da análise biomecânica.

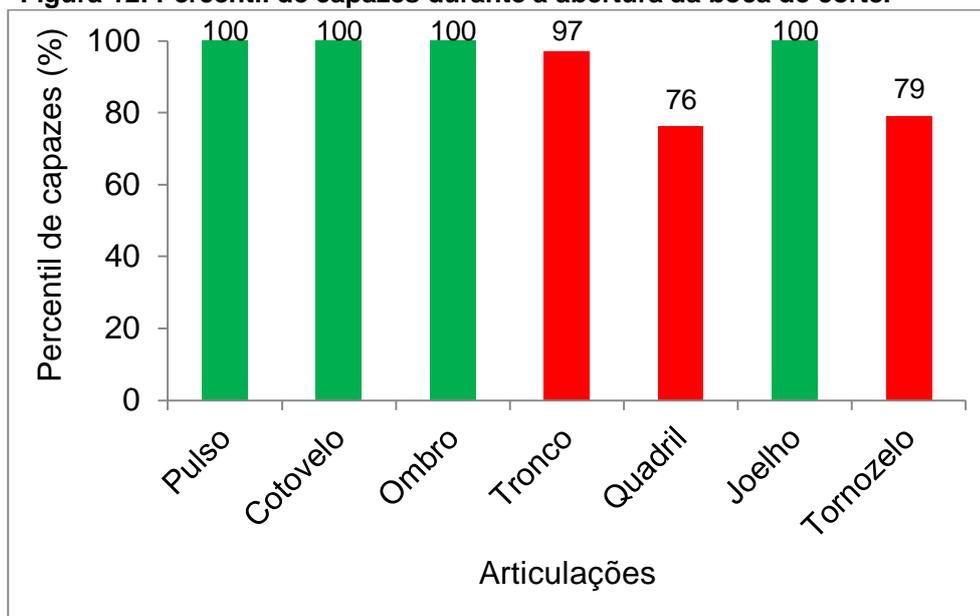
Figura 11: Postura adotada durante a abertura da boca de corte.



Fonte: O autor

A realização da análise nas demais articulações do operador durante a realização da postura típica adotada é apresentada por meio da Figura 12, onde se observa que as articulações superiores (pulso, ombros e cotovelos) e os joelhos dos operadores não sofrem riscos de lesões, em que 100% dos trabalhadores são capazes de realizar essa postura.

Figura 12: Percentil de capazes durante a abertura da boca de corte.



Contudo, a adoção da postura traz riscos de lesões para o tronco dos operadores, onde 97% dos operadores são capazes de realizara a atividade sem o comprometimento da articulação. Nesse sentido é necessário realizar medidas que possam melhorar a postura típica realizada, aumentando com isso o número de operadores capazes.

As articulações mais comprometidas pela adoção da atividade são os quadris e os tornozelos, onde o número de operadores capazes de realizar as atividades é de 76 e 79% respectivamente, o que mostra grande risco de lesões a essas articulações. Esse maior comprometimento de quadris pode-se está relacionado pela adoção de uma postura inclinada, que aumenta a tensão nos músculos do quadril. Já o tornozelo sofre intensa tensão por suportar o peso dos operadores durante a realização da atividade (OLIVEIRA; LOPES; RODRIGUES, 2014).

A postura típica adotada para a realização do corte traseiro e derrubada das árvores apresenta uma força de compressão de nos discos L5-S1 de 3077N.

Comparada ao método OWAS essa postura está classificada como de categoria 3, onde é necessária a realizações de correções para melhorar a condição do operador em um curto espaço de tempo para evitar futuras lesões.

Na figura 13 é apresentada a postura típica adotada e sua representação realizada com a utilização do software.

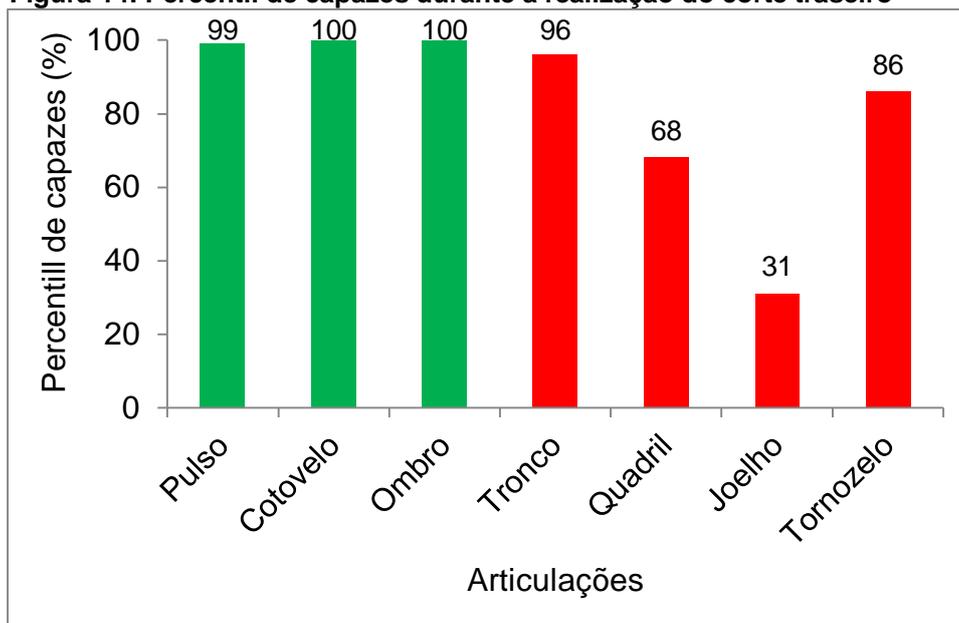
Figura 13: Postura adotada durante a realização do corte traseiro.



Fonte: O autor

Em relação às demais articulações do operador durante a adoção da postura típica número 2 o percentil de trabalhadores capazes são apresentados na figura 14, pode-se perceber novamente que as articulações superiores do operador não correm iminente risco de lesão pela postura realizada, mas em comparação a postura 1 existe um redução de 1% no número de operadores capazes de realizar a atividade sem risco para o pulso.

Figura 14: Percentil de capazes durante a realização do corte traseiro



Observa-se que apesar de a postura típica 2 adota pelo operador para a abertura da boca de corte e derrubada das árvores não ultrapassar os limites de compressão para os discos L5-S1, e não comprometer as articulações superiores do operador. Ela reduz significativamente a porcentagem de trabalhadores que conseguem realizá-las sem comprometer as articulações inferiores.

A postura levemente inclinada do tronco aumenta o risco de lesões nos quadris dos operadores se comparada a postura 2, com a primeira postura adotada pelos operadores. Contudo o maior risco encontra-se no joelho, onde somente 31% dos operadores conseguem realizar a atividade sem riscos de lesões.

Comparada a postura 1, o número de capazes para a realização da atividade sem comprometimento do joelho cai em 69% isto porque na postura 2, o operador utiliza os joelhos como sustentação para sua massa corporal, obrigando essa articulação exercer uma função que naturalmente corresponde aos tornozelos (MENDONÇA; COSTA, 2012).

Quando observada o número de operadores capazes de realizar a postura sem comprometimento do tornozelo, percebe-se que 86% dos operadores são capazes de fazê-lo, 7% a mais se comparada a postura 1, o que está relacionada diretamente à força exercida nos joelhos dos operadores.

Durante a realização da postura 2, os joelhos dos operadores, são as articulações mais comprometidas, além de diminuir a mobilidade do operador em situações de possíveis acidentes durante a realização da atividade, indicando-se com isso a extinção dessa postura durante a jornada de trabalho.

A última postura adotada pelos operadores na fase de corte é para a realização do processamento das árvores. Durante esta postura observou-se o menor valor de compressão nos discos L5-S1 dos operadores com uma força equivalente a 1976N, valor considerável baixo dentro dos limites aceitáveis para a realização das atividades.

Em relação ao método OWAS, a postura 3 adotada durante o processamento das árvores foi classificada como de categoria 2, exigindo com o decorrer do tempo correções nessa postura para que a saúde das articulações do operador não venham a ser comprometidas pela realização de suas atividades. Na figura 15 é apresentada a postura típica durante o processamento e suas representações gráficas.

Figura 15: Postura adotada durante o processamento das árvores.

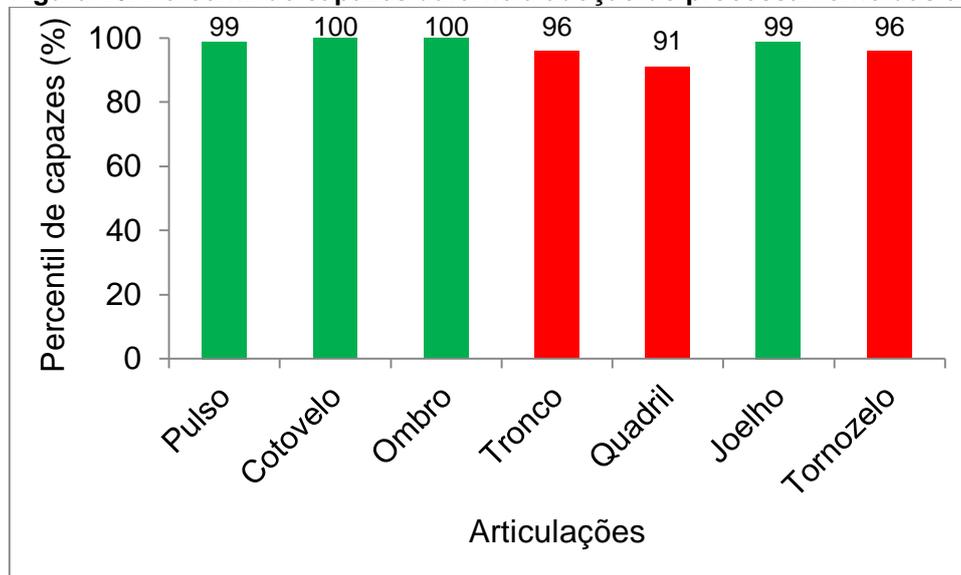


Fonte: O autor

A análise da adoção da postura 3 durante a realização do processamento das árvores indica o percentil de operadores capazes de realizar a atividade sem comprometimento das articulações. O percentil de pessoas capazes é

apresentado na figura 16. Assim como nas demais posturas da fase de corte e processamento, as articulações superiores (pulsos, cotovelos e ombros) não correm risco de lesões durante a realização da atividade, o mesmo acontece com os joelhos dos operadores.

Figura 16: Percentil de capazes durante a adoção do processamento das árvores



A postura adotada para a realização do processamento dos indivíduos é a que causa menos riscos de lesões para a coluna e para as articulações dos operadores, isso porque nessa postura o corpo do operador está em uma postura quase neutra, todas as articulações superiores e os joelhos não sofrem riscos iminentes de lesões o que propicia a realização das atividades sem riscos.

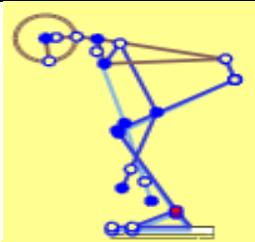
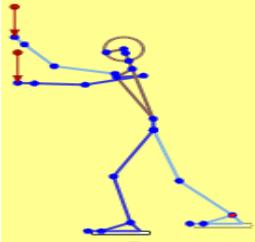
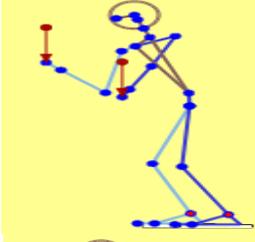
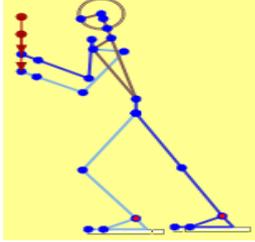
Os troncos, quadris e tornozelos são as articulações mais comprometidas durante a adoção da postura 3. Os percentis de pessoas capazes são de 96, 91 e 96% respectivamente. Explicado pelo tronco do operador estar levemente inclinado, mudando com isso o centro de gravidade.

As articulações mais comprometidas durante a realização do corte e processamento das árvores são o tronco, tornozelo e os quadris, essas são articulações cruciais para a realização da atividade, uma vez que os mesmos são de fundamental importância para a sustentação e manutenção do centro de gravidade dos operadores.

4.4.2 Análise biomecânica dos tombadores/empilhadores

Na Tabela 14 são apresentadas as posturas típicas adotadas durante a fase de empilhamento das toras, e a força de compressão que essa postura causa aos discos L5-S1 e os limites estabelecidos para a realização das atividades.

Tabela 14: Postura típica realizada durante a atividade

Empilhamento		
Postura Típica	Atividade	Força de compressão lombar nos discos L5-S1/Limite (N)
	Aproximação para o levantamento da tora	2358/3426
	Levantamento da tora	3841/3426
	Carregamento da tora até o local de empilhamento	4229/3426
	Colocação das toras na pilha de madeira	1255/3426

O limite de compressão máxima para a realização de carregamento de cargas é de 3426N. Foi possível observar pela Tabela 14 que duas posturas típicas não ultrapassam os limites de compressão. Entretanto, as demais posturas adotadas durante a fase de empilhamento das toras comprometem os discos L5-S1 dos operadores.

A primeira postura típica adotada pelo empilhador é o momento em que existe o posicionamento do empilhador próximo à tora e prepara para realizar o levantamento. Nesta postura, a força de compressão na coluna do operador é de 2358N, estando dentro dos limites estabelecidos para a realização da atividade.

Quando comparada ao método OWAS, essa postura é classificada como de categoria 2, com a necessidade de mudanças com o decorrer das avaliações. Tal mudança se dá pela inclinação do tronco que força as articulações do empilhador. Na figura 17 é apresentada a postura do empilhador durante a execução da atividade e sua reconstituição por meio do software.

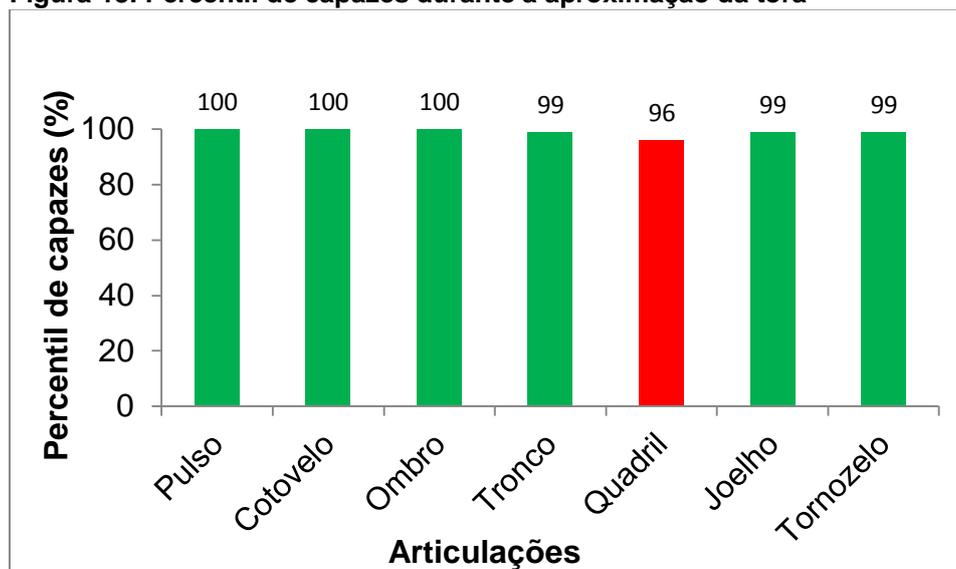
Figura 17: Postura adotada pelo tombador/empilhador de madeira para aproximação da tora



Fonte: O autor

Durante a adoção da postura 1 para o empilhamento, o operador ainda não carrega nenhum tipo de carga. Por essa razão, os possíveis danos nas articulações dos tombadores/empilhadores se dá pela adoção da postura. Na percebe-se que todas as articulações dos tombadores/empilhadores durante a realização da atividade não comprometem as articulações como pulsos, cotovelos, ombros, tronco, joelhos e tornozelos (Figura 18).

Figura 18: Percentil de capazes durante a aproximação da tora



Durante a realização dessa postura, a única articulação que apresenta risco de lesões durante a adoção da postura típica durante a fase de empilhamento é o quadril. Salve; Bankoff, (2003) Cabrita et al., (2015) afirmam que esta articulação está sujeita a uma série de lesões, uma vez que possui pouca flexibilidade e qualquer alteração no centro de gravidade do corpo, compromete a sua integridade.

De modo geral a postura adotada não compromete de forma significativa às articulações dos tombadores/empilhadores durante o levantamento de cargas do chão, necessitando apenas de correções para que o percentil de operadores capazes de realizar a atividade sem risco de lesões o quadril seja mais elevada.

A postura 2 adotada durante o empilhamento das toras exerce uma força de compressão de 3841N, nos discos L5-S1. Com essa intensidade de compressão a coluna do operador encontra-se com riscos de lesões durante a realização da atividade, estando essa carga relacionada diretamente ao peso das toras carregadas pelos tombadores/empilhadores.

Em relação a análise realizada por meio do método OWAS, a postura foi classificada como de categoria 1, ou seja não há a necessidade da mudança durante a realização da atividade. Porém que apesar de a postura não exigir

mudança o a carga manuseada pelo traz o risco de lesões à coluna e articulações dos operadores.

Na figura 19 é apresentada a postura adotada pelo empilhador, bem como suas representações gráficas.

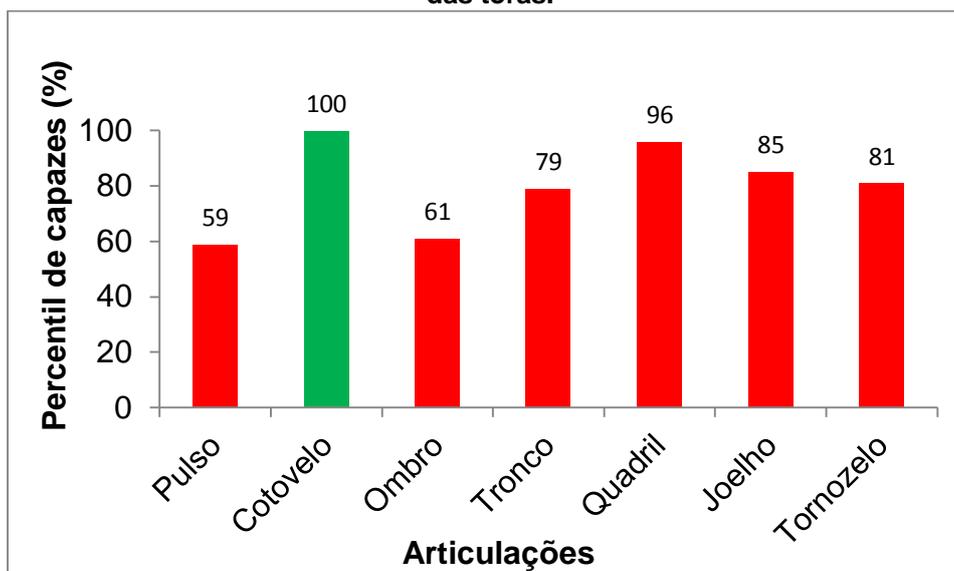
Figura 19: Postura adotada pelo tombador/empilhador de madeira para o levantamento e tombamento das toras.



Fonte: O autor

A quantidade de pessoas capazes de realizar a postura é apresentada na figura 20, onde apenas o cotovelo não sofre riscos de lesão. As tensões no cotovelo dos tombadores/empilhadores se dão pela flexão dessas articulações durante a realização da atividade, caso contrário essa articulação também estaria no grupo de risco como as demais articulações.

Figura 20: Percentil de capazes com a adoção para o levantamento e tombamento das toras.



Observa-se que as articulações superiores são as que sofrem iminentes riscos de lesões, com a inserção das cargas de madeira. Durante a realização da atividade o tombador/empilhador naturalmente inclina seu tronco no sentido de poder realizar o levantamento das toras. Isso faz com que os tendões de ombros sejam sobre carregados. Os pulsos por sua vez tem grande quantidade de força diretamente aplicada diminuindo com isso o percentil de capazes (ASSUNÇÃO, 2004).

Os joelhos e tornozelos, articulações essas responsáveis pela absorção do impacto e pela sustentação do corpo do empilhador tem redução no percentil de trabalhadores capazes de suportar o peso das toras de madeiras somadas ao peso dos operadores, estando em iminente risco de lesão.

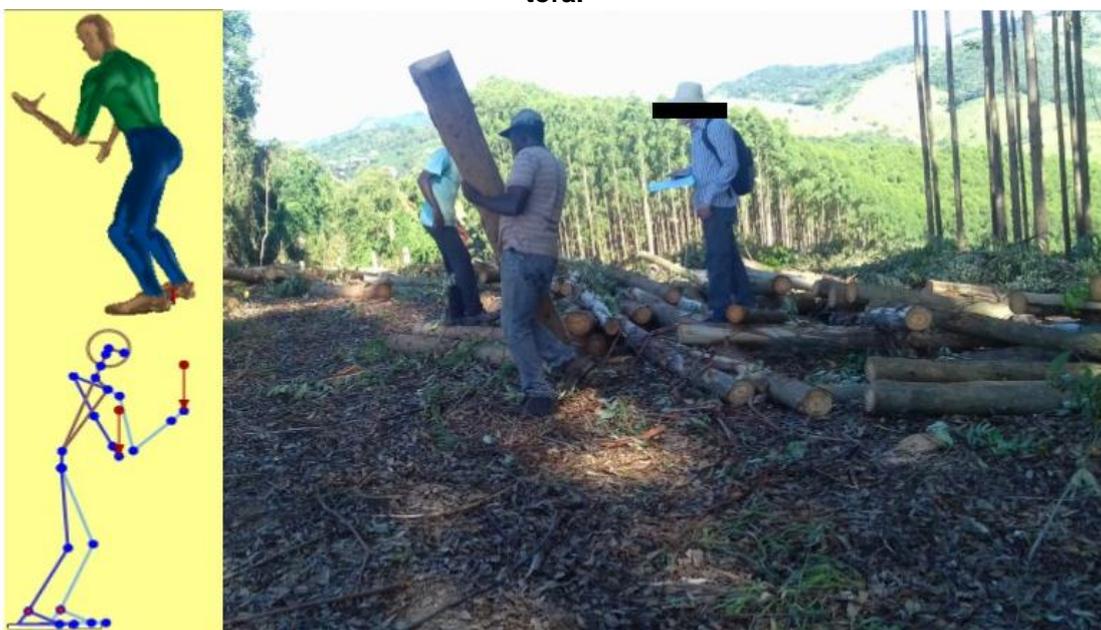
Ressalta-se que nesta fase, o operador não carrega todo o peso das toras, uma vez que ainda existe o contato da tora com o solo. Ainda assim a inserção dessa carga na postura do trabalhador gera grandes riscos às articulações durante a realização da atividade.

Ao se avaliar a adoção da postura 3 para a fase de empilhamento das toras pode-se perceber que a retirada total das toras do solo exerce um risco iminente a todas as articulações do empilhador. Esta atividade provoca uma

força de compressão na coluna lombar do operador equivalente a 4229N, o que está bem acima do limite recomendável para a realização da atividade.

A postura 3, analisada por meio do método OWAS, foi classificada como de categoria 1. Logo a postura do tombador/empilhador não deve ser corrigida, porém a carga a ser levantada faz com que mesmo adotando uma postura considerada com baixo riscos, a carga manuseada faz com que a coluna do operador apresenta riscos de lesões. Na figura 21 é apresentada a postura adotada pelo empilhador e sua representação gráfica.

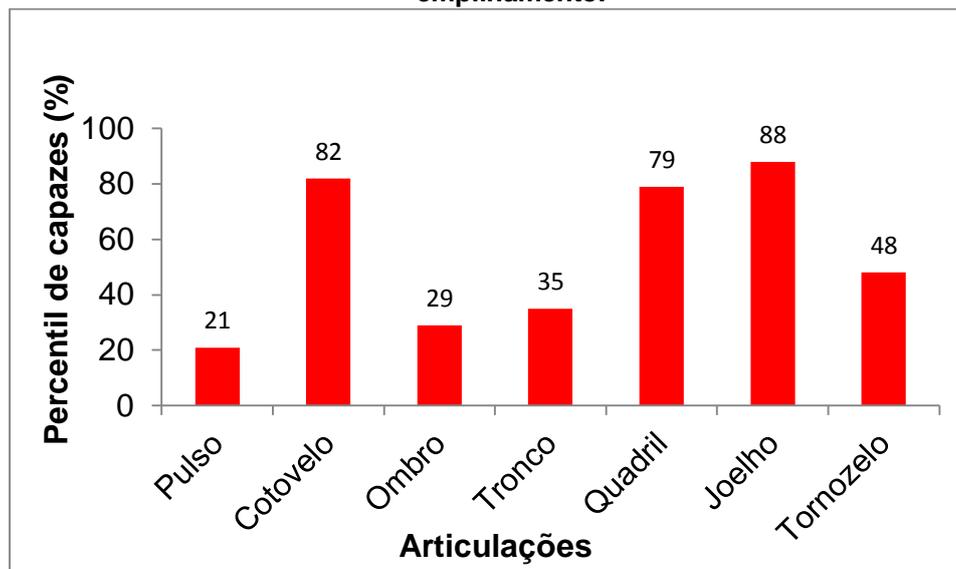
Figura 21: Postura adotada pelo tombador/empilhador de madeira no carregamento da tora.



Fonte: O autor

Comparando a carga da postura 3 em relação a postura 2, nota-se que nessa fase a tora de madeira está totalmente sobre o domínio do empilhador, ou seja, a força que essa tora exerce sobre as articulações do empilhador tendem a diminuir o número de pessoas capazes de realizar as atividades sem riscos de lesões. Na figura 22 é apresentado o percentil de capazes de realizar a atividade.

Figura 22: Percentil de capazes com a adoção da postura 3 durante o empilhamento.



Pode-se perceber por meio da figura 22 que todas as articulações dos operadores estão comprometidas na adoção dessa postura. O pulso é a articulação com o menor potencial de capazes, em função dos pesos das toras que incidem diretamente sobre essa articulação. A segunda articulação que mais corre risco de lesão é o ombro que tem uma leve exposição do úmero pela decorrência do peso que a tora exerce sobre o pulso do empilhador (MENDONÇA JUNIOR; ASSUNÇÃO, 2005; METZKER, 2010).

Quanto ao tronco à retirada das toras do solo faz essa articulação seja comprometida, uma vez que a musculatura do ser humano não está preparada para a realização de atividades que envolvem grande quantidade de peso, comprometendo com isso a estabilidade da referida articulação (REISER; SOUZA; MASCARENHAS, 2015).

O quadril dos operadores pela pouca mobilidade e também por ser o ponto de centro de gravidade do empilhador sofre com o excesso de carga durante a realização da atividade, além disso, a falta de estabilidade do quadril acaba gerando instabilidade nas articulações inferiores (joelhos e tornozelos), fazendo com que esses também se encontrem em iminentes riscos de lesões (SILVA et al., 2011).

Por fim a última postura adotada na fase de empilhamento é o momento em que o trabalhador coloca a tora nas pilhas de onde seguirão para o

transporte. Nesta última fase o empilhador já não está novamente sem a carga das toras.

Durante a realização da fase 4, a força de compressão atuante sobre os discos L5-S1 é de 1255N, dentro dos limites recomendados para a realização sem prejuízos à coluna lombar do empilhador. Comparada a postura ao método OWAS, verificou-se que a postura adotada pelo empilhador como de categoria 2, com a necessidade de mudanças ao longo da atividade para evitar possíveis lesões. Na figura 23 é apresentada a postura adotada e suas representações gráficas.

Figura 23: Postura adotada pelo tombador/empilhador de madeira no momento do empilhamento.



Fonte: O autor

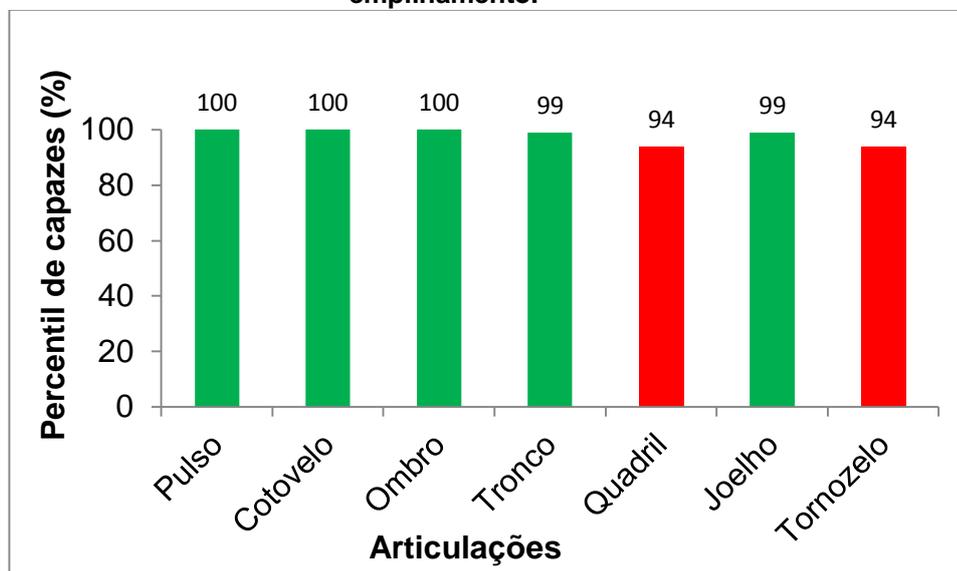
Na fase de empilhamento quando o operador já realiza a acomodação da tora nas pilhas os riscos de lesões nas articulações do tombador/empilhador, são diminuídas em razão da retirada de carga de suas mãos o que faz com que quase todas as articulações tenham menor comprometimento durante a realização da atividade.

Entretanto, a pouca mobilidade do quadril, faz com que essa articulação acabe por ter seu percentil de capazes diminuído quando existe a mudança no centro de gravidade do operador.

A mudança no centro de gravidade e a concentração da massa corporal não distribuída de maneira igualitária, traz risco de lesões para os tornozelos do

operador gerando com isso uma sobrecarga durante a realização da atividade. O percentil de capazes para essa fase da atividade é apresentados na figura 24.

Figura 24: Percentil de capazes com a adoção da postura 4 durante o empilhamento.



Em geral observou-se que para as posturas 2 e 3 do tombadores/empilhadores, que posturas consideradas normais pelo método OWAS podem ocasionar grandes prejuízos para as articulações dos operadores, em função do excesso de peso que os tombadores/empilhadores necessitam carregar, ultrapassando a carga recomendado por NIOSH que é de 23-25 kg.

Contudo, claramente esta carga sobrecarrega as articulações do empilhador, em especial quando as toras são retiradas totalmente do solo. Outro fator que mostra a influência da carga de madeira nas articulações do operador, são as posturas da fase 1 e 4, classificadas como posturas que necessitam de mudanças pelo método OWAS, mas pelo fato de serem realizadas sem o peso das toras, garantem a realização da atividade sem risco às articulações.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se com essa pesquisa que nas propriedades analisadas as atividades de colheita florestal semimecanizada são realizadas por 100% de pessoas do gênero masculino, com baixa escolaridade, salários relativamente baixos, tendo como base a produtividade dos trabalhadores durante a jornada de trabalho.

Os níveis de ruído produzidos pelas motosserras durante as atividades de colheita florestal semimecanizada ultrapassou, nas três propriedades, o limite máximo aceitável estabelecido por lei, mostrando a necessidade da adoção de medidas que diminuam a exposição ao ruído.

Quanto à iluminação, as três propriedades possuem a quantidade mínima de lux para a realização das atividades, sem o comprometimento da percepção dos trabalhadores no ambiente de trabalho. Contudo há a necessidade de precauções com o excesso de luminosidade durante o período do verão.

Todos os operadores de motosserra avaliados nessa pesquisa realizam suas atividades expostos a uma vibração maior que os $2,5 \text{ m/s}^2$ recomendado pela legislação. Os maiores valores foram mensurados na mão esquerda dos operadores.

A média de sobrecarga térmica nas três propriedades ultrapassou o limite recomendado para as atividades desempenhadas pelos trabalhadores da colheita florestal semimecanizada, sendo necessária a mudança no regime de trabalho com adoção de pausas de recuperação por hora trabalhada.

As posturas adotadas pelos operadores de motosserra são classificadas pelo método OWAS como posturas de categorias de riscos 2 e 3, sendo necessárias mudanças em curto prazo.

As posturas adotadas pelos tombadores/empilhadores foram classificadas pelo método OWAS de categoria de riscos 1 e 2, onde as necessidades de mudanças podem ser realizadas ao longo do tempo.

A análise biomecânica dos operadores de motosserra e dos tombadores/empilhadores mostra que as posturas adotadas por esses trabalhadores ao longo da jornada de trabalho comprometem de forma

significativa suas articulações sendo necessárias intervenções visando melhorias.

Os operadores da colheita florestal semimecanizada no sul do estado do Espírito Santo têm suas condições ergonômicas afetadas em razão do ambiente de trabalho e das posturas adotadas, se fazendo necessárias correções que os levem a melhores condições de trabalho visando seu bem-estar, saúde e segurança.

6. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA — ABERGO. **Exposição didática do sistema de certificação do ergonomista brasileiro**. p. 8, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS — ABNT. **Iluminação**. Rio de Janeiro, RJ, 1991.
- ALMEIDA, S. F.; ABRAHÃO, R. F.; TERESO, M. J. A. Avaliação da exposição ocupacional à vibração de corpo inteiro em máquinas de colheita florestal. **CERNE**, v. 21, n. 1, p. 1–8, Lavras, MG. mar. 2015.
- ANDRIETTA, A. J. Evolução do perfil dos trabalhadores na agropecuária paulista de 1985 a 2002. **Informações Econômicas**, São Paulo, SP. v. 34, n. 9, p. 7–18, set. 2004.
- ACESSORIA EM SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAL— ASHO **Calor-Estresse térmico- Ibutg**. 2010 Disponível em: <<http://www.asho.com.br/artigo/calor-stress-termico-ibutg/>>. Acesso em: 2 set. 2016.
- ASSUNÇÃO, A. Á. A cadeirologia e o mito da postura correta. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo-SP, v. 29, n. 110, p. 41–55, 2004.
- BAESSO, M. M. et al. Avaliação dos níveis de ruído em um conjunto trator-pulverizador trabalhando com e sem assistência de ar. In: MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. de (Eds.). **Ergonomia e segurança no trabalho florestal e agrícola III Parte II**. 3. ed. Visconde do Rio Branco- MG: Suprema, 2011. p. 89–102.
- BALOGH, T. S. et al. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Rio de Janeiro- RJ, v. 86, n. 4, p. 732–742, ago. 2011.
- BATISTA, J. V.; SAMPAIO, O. B.; SILVA, F. F. DA. A influência de fatores climáticos e ambientais sobre a saúde de trabalhadores florestais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Marigá- PR v. 7, n. 2, p. 359–390, 2014.
- BATIZ, E. C.; VERGARA, L. G. L.; LICEA, O. E. A. Análise comparativa entre métodos de carregamento de cargas e análise postural de auxiliares de enfermagem. **Produção**, Joinville, SC. v. 22, n. 2, p. 270–283, abr. 2012.
- BELTRAMI, M.; STUMM, S. **Higiene no trabalho**. Curitiba, PR. IFPR, 2013.
- BERTIN, V. A. S. **Análise de dois modais de sistema de colheita mecanizada de eucalipto em 1ª rotação**. 82 f. Dissertação (Mestrado em agronomia/Energia na agricultura) - Universidade estadual paulista, Butucatu-SP, 2010.

BRASIL. Decreto nº 13.467 de 13 de Junho de 2017. Dispõe sobre as leis que regulamentam a adequação das relações trabalhistas. Brasília, 2017.

BRITO, P. C. **Análise de fatores ergonômicos em atividade de implantação florestal**. 118 f. Dissertação (Mestrado em ciências florestais) - Universidade estadual do centro oeste, Irati- PR, 2012.

BRITTO, P. C. et al. Fatores Humanos e Condições de Trabalho em Atividades de Implantação e Manutenção Florestal. **Floresta e Ambiente**, Seropédica- RJ, v. 22, n. 4, p. 503–511, dez. 2015.

CABRITA, H. A. B. DE A. et al. Artroscoopia de quadril. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo- SP, v. 50, n. 3, p. 245–253, 2015.

CASTILHO, A. S. et al. **colheita de madeira em áreas com relevo acidentado utilizando equipamento de alta performance**. Campinas, SP. 2013 Disponível em: <<http://www.expoforest.com.br/seminariodecolheita/wp-content/uploads/2013/09/colheita-2014-bloco-3-artigo-pag-135.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

CASTRO, F. da S. et al. Uso de imagens de radar na espacialização da temperatura do ar. **Idesia**, Arica, Chile. v. 28, n. 3, p. 69–79, dez. 2010.

CASTRO, G. P. **Estudo, revisão, e discussão de conceitos e temas abordados na colheita florestal mecanizada**. 107 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Faculdade de Jaguariaíva Jaguariaíva, 2011.

CORRÊA, V. M.; BOLETTI, R. R. Macroergonomia. In: CORRÊA, V. M. (Ed.). . **Ergonomia: fundamentos e aplicações**. 1. ed. Porto Alegre- RS: Bookman, 2015. p. 46–61.

FIEDLER, N. C. et al. Análise de posturas e esforços despendidos na colheita florestal. **Revista Árvore**, v.23, n. 4, p. 435-441 Viçosa- MG, 1999.

FIEDLER, N. C. et al. Efeitos da vibração sobre os operadores de máquinas. in: 1º Simposio brasileiro sobre ergonomia e segurança do trabalho florestal e agrícola, Belo Horizonte- MG. **Anais...** Belo Horizonte- MG, jul. 2000, p. 161–165.

FIEDLER, N. C. et al. Influência da massa específica aparente da madeira no ruído produzido durante o processamento secundário: Estudo de caso. **FLORESTA**, Curitiba, PR. v. 39, n. 2, p. 401–408, jun. 2009.

FIEDLER, N. C. et al. Análise Biomecânica da Carga e Descarga Manual de Madeira de Eucalipto. **Nativa**, Sinope, MT v. 3, n. 3, p. 179–184, set. 2015.

FIGLAILI, N. et. Al. Image processing – aided working posture analysis: I – OWAS. **Computers & industrial engineering**, Amsterdã, Holanda. V. 85, n.1. p. 384-394. 2015.

FREITAS, L. C. de; MACHADO, C. C.; SANT’ANNA, G. L. **Extração da madeira em áreas acidentadas**. 2004. Disponível em:

<[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=535&subject=E mais&title=Extra%E7%E3o de madeira em %E1reas acidentadas](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=535&subject=E%20mais&title=Extra%E7%E3o%20de%20madeira%20em%20%E1reas%20acidentadas)>. Acesso em: 20 ago. 2016.

FUNDACENTRO: **Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de mãos e braços: Norma de Higiene Ocupacional- 10**. Procedimento técnico. São Paulo- SP. 2013.

GONÇALVES, S. B. et al. **Avaliação da influência do fator de vibração nas atividades de desrrama semimecanizada e roçada semimecanizada**. 2011. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/RE_0443_0849_01.pdf>. Acesso em: 1 set. 2016.

GUEDES, I. L. et al. Avaliação dos níveis de ruído e vibração na atividade de coveamento semimecanizado em região montanhosa. **Revista Engenharia na agricultura**, Viçosa- MG, v. 18, n. 1, p. 9–12, 2010.

GUIMARÃES, L. B. DE M.; SATTler, M. A.; AMARAL, F. G. Ambiente de trabalho. In: GUIMARÃES, L. B. (Ed.). . **Ergonomia de processo**. 1. ed. Porto Alegre- RS: UFRGS, 2000.

IBARRA, R. D. **OWAS: un método práctico y simples de evaluacion ergonómica**. 2013. Disponível em: <<http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=198&edi=9>>. Acesso em: 4 set. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES- IBA. **Relatório Anual**. Disponível em: <<http://iba.org/pt/dados-e-estatisticas>>. Acesso em: 7 fev. 2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — IBGE. **Mapa de unidade de relevo**, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA— INMET **Prognóstico Climático**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=noticia/visualizarNoticia&id=103>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION — IEA. **Definition and domains of ergonomics**. 2000. Disponível em: <<http://www.iea.cc/whats/index.html>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L.B. de M.: **ERGONOMIA: Projeto e produção**. 3.ed. São Paulo-SP: Blucher, 2016. p.850.

KRISHNAMURTHY, M. et al. Occupational Heat Stress Impacts on Health and Productivity in a Steel Industry in Southern India. **Safety and Health at Work**, Seul- v. 8, n. 1, p. 99–104, mar. 2017.

HELFENSTEIN JUNIOR, M.; GOLDENFUM, MARCO AURÉLIO SIENA, C. Lombalgia ocupacional. **Revista associação médica brasileira**, São Paulo- SP, v. 56, n. 6, p. 583–589, 2010.

HOEPPNER, M.G.: **NR: Normas regulamentadoras relativas à segurança no trabalho**. 6. ed. São Paulo-SP: Icone, 2015.

LAUAR, A. C. F. **Comparação entre a percepção e normatização sobre a iluminação em ambientes ocupacionais**. 81 f. (Mestrado em desenho industrial) - Universidade estadual paulista, Bauru-SP, 2012.

LEITE, A. M. P. et al. Perfil e qualidade de vida de trabalhadores de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG. v. 36, n. 1, p. 161–168, 2012.

LIMA, C. M. **Avaliação dos fatores ergonômicos e ambientais em unidade de produção de carvão vegetal em Vazante, MG**. 115 f. Dissertação (Mestrado em ciências florestais) - Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2013.

LIMA, J. S. S.; LEITE, A. M. P. Mecanização. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita Florestal**. 3. ed. Viçosa- MG: UFV, 2014. p. 46–73.

LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C. Ergonomia e segurança do trabalho no setor florestal. in: X semana de estudos florestais e I semana de atualização florestal, Irati- PR. **Anais...** X semana de estudos florestais e I semana de atualização florestal, Irati- PR 2008.

LUCAS, R. A. I.; EPSTEIN, Y.; KJELLSTROM, T. Excessive occupational heat exposure: a significant ergonomic challenge and health risk for current and future workers. **Extreme Physiology & Medicine**, Londres- UK, v. 3, n. 1, p. 14, 2014.

MACEDO, C. V.; CARNEIRO, A. V. **Fenômeno de Raynaud**. 2012 Disponível em: <<https://hmsportugal.wordpress.com/2012/04/27/fenomeno-de-raynaud-2/>>. Acesso em: 1 set. 2016.

MACHADO, C. C. et al. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita Florestal**. 3. ed. Viçosa- MG: UFV, 2014. p. 15–45.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. DA S. Planejamento. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita Florestal**. 3. ed. Viçosa- MG: UFV, 2014. p. 206–287.

MALINOVISK, R. A.; MALINOVISK, J. R. **Colheita**. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=262&subject=Col>. Acesso em: 19 ago. 2016.

MAURYA, T. et al. Effect of Heat on Underground Mine Workers. **Procedia Earth and Planetary Science**, Red Hook-NY, v. 11, p. 491–498, 2015.

MENDONÇA, M. E.; COSTA, D. **Sobrecarga na musculação pode provocar lesões nos joelhos**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2012/03/sobrecarga-na-musculacao-pode-provocar-lesoes-nos-joelhos.html>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

MENDONÇA JUNIOR, H. P. DE; ASSUNÇÃO, A. Á. Associação entre

distúrbios do ombro e trabalho: breve revisão da literatura. **Revista Brasileira de epidemiologia**, São Paulo- SP, v. 8, n. 2, p. 167–176, 2005.

METZKER, C. A. B. Tratamento conservador na síndrome do impacto no ombro. **Revista fisioterapia em movimento**, Curitiba- PR, v. 23, n. 1, p. 141–151, 2010.

MINETTE, L. J. et al. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 6, p. 664–667, dez. 2007.

MINETTE, L. J. et al. Análise ergonômica de um skidder utilizado na extração de madeira de eucalipto. In: MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. (Eds.). . **Ergonomia e segurança no trabalho florestal e agrícola III**. 3. ed. Visconde do Rio Branco- MG: Suprema, 2011a. p. 35–49.

MINETTE, L. J. et al. Carregamento e descarregamento. In: MACHADO, C. C. (Ed.). . **Colheita Florestal**. 3. ed. Viçosa- MG: UFV, 2014. p. 162–177.

MINISTERIO DA SAÚDE. **Perda auditiva induzida por Ruído**. 2006.

Disponível em:

<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_perda_auditiva.pdf>.

Acesso em: 26 ago. 2016.

NORONHA, E. H.; TRAVAGLIA FILHO, U. J.; GARAVELLI, S. L.

Quantificação dos níveis de ruídos num estande de tiros da PM do Distrito Federal. 2005. Disponível em: <<http://www.humanitates.ucb.br/3/ruído.htm>>.

Acesso em: 26 ago. 2016.

OLIVEIRA, J. T.; RODRIGUES, B. P.; PAULA, M. O. Florestas de produção, uma alternativa para o uso múltiplo da madeira na propriedade rural. In: SILVA, E. N. DA et al. (Eds.). . **Florestas de Produção**. 1. ed. Viçosa- MG: Suprema, 2014. p. 9–20.

OLIVEIRA, F. M. DE; LOPES, E. DA S.; RODRIGUES, C. K. Avaliação da carga de trabalho físico e biomecânica de trabalhadores na roçada manual e semimecanizada. **Cerne**, Viçosa-MG v. 20, n. 3, p. 419–425, set. 2014.

OTERO, M. I et al. Mentifedato y fenómeno de Raynaud secundário. **Senegem-Medicina familia**. Valladolid, Spain. v.39, n. 6, p. 330-334. 2013.

PAIVA, Y. G. et al. Delimitação de sítios florestais e análise dos fragmentos pertencentes na bacia do rio itapemirim. **Revista Idesia**, Aricá, Chile. v. 28, n. 1, abr. 2010.

PEIXOTO, N. H.; FERREIRA, L. S. **Higiene ocupacional I**. Disponível em:

<http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_seguranca/segunda_etapa/higiene_ocupacional_1.pdf>. Acesso em: 2 set. 2016.

PESCADOR, C. M. M. et al. Segurança do trabalho na colhieta florestal: Resultados iniciais. **Ambiencia**, Guarapuava, PR. v. 9, n. 2, p. 397–410, maio 2013.

PIMENTA, A. S. et al. Avaliação do perfil de trabalhadores e de condições ergonômicas na atividade de produção de carvão vegetal em bateria de fornos de superfície do tipo rabo-quente. **Revista árvore**, Viçosa, MG. v. 30, n. 5, p. 779–785, 2006.

POLETTO FILHO, J. A.; SANTOS, J. E. G. DOS; POLETTO, H. M. C. Análise dos riscos físicos e ergonômicos em roçadora transversal motorizada. **Ação ergonômica: revista brasileira de ergonomia**, Rio de Janeiro- RJ, v. 10, n. 1, p. 70–81, 2015.

ROBERT, R. C. G. et al. Avaliação do Desempenho Operacional do harvester 911.3 X3M em Áreas Declivosas. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ. v. 20, n. 2, p. 183–190, 2013.

RODRIGUES, P. M. C. **Levamento dos riscos dos operadores de motoserras na exploração de um floresta nativa**. 82 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade federal do Mato Grosso, Cuibá- MT, 2004.

SALVE, M. G. C.; BANKOFF, A. D. P. Postura corporal: um problema que aflige os trabalhadores. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 28, n. 105–106, p. 91–103, 2003.

SANT'ANNA, C. M. Corte. In: MACHADO, C. C. (Ed.). . **Colheita Florestal**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2014. p. 74–105.

SANT'ANNA, C. DE M.; MALINOVISK, J. R.; PIOVESAN, A. Estudo do perfil físico adequado de operadores de motosserra para o corte de eucalipto em região montanhosa. **Cerne**, Lavras, MG. v. 6, n. 2, p. 95–103, 2000.

SANTOS, L. N. et al. Avaliação dos níveis de ruído e vibração de um conjunto trator-pulverizador em função da velocidade de trabalho. **Reveng**, Viçosa, MG. p. 112–1118, 2014.

SANTOS, M. H. R. et al. Análise de postura e carga através dos métodos OWAS e NIOSH em uma fábrica de sorvetes no sul do Brasil. In: XXXIII encontro nacional de engenharia de produção, Salvador- BA. **Anais...** Salvador- BA, out. 2013.

SANTOS; L.S. dos: AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE COLHEITA NO FOMENTO FLORESTAL EM RELEVO ACIDENTADO. P. 49. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo- UFES. Jerônimo Monteiro- ES, 2017.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA — SESI. Avaliação e controle da exposição ao calor. In: SESI (Ed.). . **Técnicas de avaliação de agentes ambientais**. 1. ed. Brasília- DF: SESI, 2007. p. 29–71.

SILVA, K. R.; SOUZA, A. P. DE; MINETTI, L. J. Avaliação do perfil de trabalhadores e das condições de trabalho em marcenarias no município de viçosa-mg. **Revista Árvore**, Viçosa, MG. v. 26, n. 6, p. 769–775, 2002.

SILVA, D. A.; GONÇALVES NETO, L. O.; BARBOSA, P. P. Análise ergonômica com a aplicação do método OWAS: Estudo de caso em uma indústria moveleira do centro-oeste do Paraná. in: VII Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, Campo Mourão- PR. **Anais...** Campo Mourão- PR nov. 2013.

SILVA, R. S. DA et al. Alterações neuromusculares no quadril associadas a entorses do tornozelo: revisão de literatura. **Revista fisioterapia em movimento**, Curitiba-PR v. 24, n. 3, p. 503–511, 2011.

SILVEIRA, J. C. M. et al. Ergonomia: Nível de ruído emitido pelo conjunto motomecanizado na operação de cultivo mínimo. In: MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. DE (Eds.). **Ergonomia e segurança no trabalho florestal e agrícola III Parte II**. 3. ed. Visconde do Rio Branco- MG: Suprema, 2011. p. 73–88.

STEIN, G. H.; CARASCHI, J. C.; GUERREIRO, D. R. **Análise operacional de carregamento florestal**. 2013. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1674&subject=Transporte&title=Análise operacional de carregamento florestal](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1674&subject=Transporte&title=Análise%20operacional%20de%20carregamento%20florestal)>. Acesso em: 20 ago. 2016.

THEES, O.; FRUTING, F.; FENNER, P. Colheita de madeira em terrenos acidentados- Recentes desenvolvimentos técnicos e seu uso na Suíça in. Malinovisk, J. R.; Malinovisk, R. A.; Malinovisk, R. A. (Eds.). **XVI seminário de atualização: Sistema de colheita de madeira e transporte florestal**. Curitiba-PR - Fundação de pesquisa florestais do Paraná, 2011.

VICENTE, E..O; REDONDO; M. G. Raynaud's phenomenon in children. **Reumatología Clínica**. Valladolid, Spain. 2015. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2173574316300843>> acesso em: 1 de set de 2016.

VOSNIAK, J. et al. Avaliação da postura de trabalhadores nas atividades de plantio e adubação em florestas plantadas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG. v. 58, n. 5, p. 585–592, 2011.

WACHOWICZ, M. C. Aspectos ergonômicos físico-ambientais. In: WACHOWICZ, M. C. (Ed.). **Segurança, Saúde e Ergonomia**. 2. ed. Curitiba-PR: IBPEX, 2012. p. 125–152.

WACHOWICZ, M. C. Origens da ergonomia. In: WACHOWICZ, M. C. (Ed.). **Ergonomia**. Curitiba-PR: IBPEX, 2013. p. 13-19.

WALDHELM NETO, N. **Vibrações Ocupacionais**. 2013 Disponível em: <<http://segurancadotrabalho.com/vibracoes-ocupacionais/>>. Acesso em: 1 set. 2016.