



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

RAYANE APARECIDA SILVA MENEZES

**INDICADOR ERGONOMICO EM OPERAÇÕES DE COLHEITA FLORESTAL
SEMIMECANIZADA**

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2022

RAYANE APARECIDA SILVA MENEZES

**INDICADOR ERGONOMICO EM OPERAÇÕES DE COLHEITA FLORESTAL
SEMIMECANIZADA**

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 Mestra em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Dr. Nilton Cesar Fiedler

Coorientadores: Prof. Dr. Felipe Martins de Oliveira e Prof. Dra. Carla Krulikowski Rodrigues Pelissari.

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2022

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

A639i APARECIDA SILVA MENEZES, RAYANE, 1997-
ÍNDICE DE CONFORMIDADE E GESTÃO DE RISCO
OCUPACIONAL EM OPERAÇÕES DE COLHEIRA DE
MADEIRA SEMIMECANIZADA / RAYANE APARECIDA
SILVA MENEZES. - 2022.
84 f. : il.

Orientador: Nilton Fiedler Cesar.
Coorientadores: Felipe Oliveira Martins, Carla Pellissari
Krulikowski Rodrigues.

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

1. Colheita. 2. Ergonomia. I. Fiedler Cesar, Nilton. II.
Oliveira Martins, Felipe. III. Pellissari Krulikowski Rodrigues,
Carla. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de
Ciências Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 630

INDICADOR ERGONOMICO EM OPERAÇÕES DE COLHEITA FLORESTAL
SEMIMECANIZADA

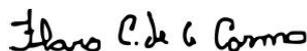
Rayane Aparecida Silva Menezes

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 23 de fevereiro de 2022.



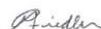
Profª. Drª. Denise Ransolin Soranso (Examinadora externa)
Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI



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



Prof. Dr. Pompeu Paes Guimarães (Examinador externo)
Universidade Federal da Região do Semi Árido - UFERSA



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

Agradecimentos

Primeiramente a DEUS, sempre presente, por ter me capacitado, colocado no meu caminho pessoas especiais e dado forças para eu vencer mais essa etapa em minha vida.

A minha família, razão principal de minhas lutas, em especial aos meus pais, Dailson Alvaro Menezes e Carmensilva Lucas da Silva Menezes por todas as lições de amor, por sempre acreditarem em mim. Sinto-me orgulhosa e privilegiada por ter pais tão especiais.

Ao meu orientador Nilton Cesar Fiedler, um ser humano admirável, por ter aceitado a mim como orientada, por me guiar nos primeiros passos da pós-graduação, pelo apoio e ensinamentos compartilhados.

Ao meu Coorientador Prof. Dr. Felipe Martins de Oliveira pela competência, profissionalismo e de tantas vezes que nos reunimos foi conselheiro e inspiração para realização dessa pesquisa. A minha Coorientadora Carla Krulikowski Rodrigues Pelissari, que tão gentilmente aceitou participar e colaborar com esta dissertação, por todo seu conhecimento aplicado na forma de sugestões. Vocês são exemplos a serem seguidos.

Aos membros da banca examinadora, Pompeu Paes Guimarães que tão gentilmente aceitou participar e colaborar com esta dissertação. Ao Flávio Cipriano de Assis do Carmo, que prontamente disponibilizou equipamentos, possibilitando o início das coletas de dados e a Denise Ransolin Soranso, agradeço pelas conversas breves, porém importantíssimas, pela dedicação, competência, apoio e todo conhecimento compartilhado.

À Universidade Federal do Espírito Santo, juntamente com o Departamento de Ciências Florestais e da Madeira pela estrutura e oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo financiamento da bolsa.

À Jaque, ao grupinho fatos & fotos: Jessica Grama, Aécio, Jaily, Paulo, aos vizis: Aline, Jessica Oliveira, Robert e minha duplinha Pati, por estarem comigo em todos os momentos, por me receberem de braços abertos, pelas

inúmeras risadas, apoio, passeios, companhia nos dias tristes, por vibrarem com minhas conquistas, agradeço a DEUS pela vida e saúde de vocês.

Finalmente, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada.

RESUMO

MENEZES, Rayane Aparecida Silva. **INDICADOR ERGONOMICO EM OPERAÇÕES DE COLHEITA FLORESTAL SEMIMECANIZADA.** 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler. Coorientadores: Prof. Dr. Felipe Martins de Oliveira e Prof. Dra. Carla Krulikowski Rodrigues Pelissari.

Apesar da colheita de madeira mecanizada ser uma estratégia adotada por diversos empreendimentos florestais de grande porte, os pequenos projetos florestais e o alto investimento inicial podem inviabilizar o uso de máquinas e equipamentos modernos, preconizando o trabalho manual e semimecanizado. Contudo, o menor grau de mecanização pode proporcionar alguns malefícios ao conforto e à saúde dos trabalhadores florestais, pois exige muito esforço físico, os expõem a altos riscos de acidentes, as variáveis ambientais podem ultrapassar os limites de tolerância recomendados e, conseqüentemente, pode expor esses trabalhadores a condições inadequadas de trabalho dentro dos aspectos ergonômicos. Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo analisar os aspectos ergonômicos na colheita de madeira semimecanizada, comparando as variáveis de forma integrada e classificando-as de acordo com a urgência de intervenção. O estudo foi conduzido em áreas de fomento florestal com *Eucalyptus spp*, implantados em relevo declivoso, submetidas ao corte raso aos oito anos, localizadas no Sul do Estado do Espírito Santo, Brasil. Foram avaliadas as atividades de corte com motosserra, extração por tombamento manual e empilhamento manual nas margens das estradas. A análise ergonômica ocorreu pela caracterização do perfil dos trabalhadores por meio de entrevistas e, para cada atividade, a carga física e os níveis de exposição dos trabalhadores à vibração de mãos e braços, ao calor, ao ruído e à iluminância foram determinados. A coleta de dados das variáveis ambientais foi realizada por meio da instalação de equipamentos nos trabalhadores, conforme estabelecido nas normas de segurança e saúde do trabalho brasileira, bem como empregou-se métodos específicos citados na literatura. A classificação das variáveis ergonômicas foi realizada segundo o método grau de conformidade e

para facilitar a visualização dos resultados foi empregada a escala de cores. Os resultados caracterizaram o perfil dos trabalhadores florestais envolvidos nas atividades de colheita de madeira como pessoas jovens, com escolaridade a nível médio e experiência média de quatro anos na função, treinados pelos trabalhadores mais experientes, onde não são adotadas práticas ergonômicas antes ou durante a execução do trabalho, apontando a necessidade de intervenções ergonômicas imediatas. As atividades de corte florestal foram as únicas com carga de trabalho físico dentro dos limites recomendados com Carga Cardiovascular de 40% e 34% respectivamente, além disso, os operadores de motosserra encontravam-se expostos à vibração de mãos e braços e ao ruído a níveis acima do limite de tolerância. Por outro lado, a exposição ao calor e à iluminância apresentaram níveis aceitáveis, segundo limites apresentados pelas normas regulamentadoras. A utilização da metodologia dos indicadores ergonômicos permitiu identificar as variáveis ergonômicas com maior potencial de danos à saúde do trabalhador e as atividades mais exigentes na execução das operações de colheita de madeira semimecanizada. Os resultados da classificação da urgência de intervenção apontaram que a exposição ao ruído oriundo do corte florestal para o motosserrista foi a variável prioritária em uma intervenção ergonômica corretiva, com nível de 97,1 e 100,6 dB(A) para a derrubada e o traçamento/desgalhamento respectivamente.

Palavras-chave: Ergonomia e segurança do trabalho; Indicadores ergonômicos; Técnicas e operações florestais.

ABSTRACT

MENEZES, Rayane Aparecida Silva. **ERGONOMIC INDICATOR IN FOREST HARVEST OPERATIONS SEMI-MECHANIZED**. Dissertation (Master of Forest Science) – Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Advisor: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler. Co-advisor: Prof. Dr. Felipe Martins de Oliveira and Prof. Dra. Carla Krulikowski Rodrigues.

Despite the mechanized harvesting of wood being a strategy adopted by several large forestry enterprises, small forestry projects and the high initial investment can make the use of modern machines and equipment unfeasible, advocating manual and semi-mechanized work. However, the lowest degree of mechanization can cause some harm to the comfort and health of forest workers, as it requires a lot of physical effort, exposes them to high risk of accidents, environmental variables can exceed the recommended tolerance limits and, consequently, can expose these workers to inadequate working conditions within the ergonomic aspects. Given the above, this research aimed to analyze the ergonomic aspects of semi-mechanized wood harvesting, comparing the variables in an integrated way and classifying them according to the urgency of intervention. The study was carried out in areas of forestry promotion with *Eucalyptus* spp, implanted in sloping relief, submitted to clear cutting at the age of eight, located in the south of the state of Espírito Santo, Brazil. The activities of cutting with chainsaw, extraction by manual tipping and manual stacking on the sides of the roads were evaluated. The ergonomic analysis was carried out by characterizing the workers' profile through interviews and, for each activity, the physical load and the workers' exposure levels to hand and arm vibration, heat, noise and illuminance were determined. Data collection on environmental variables was performed by installing equipment on workers, as established in Brazilian occupational health and safety standards, as well as using specific methods cited in the literature. The classification of ergonomic variables was performed according to the degree of conformity method and the color scale was used to facilitate the visualization of the results. The results characterized the profile of forest workers involved in wood harvesting activities as young people, with high school education and an average experience of four years in the role,

trained by the most experienced workers, where ergonomic practices are not adopted before or during the execution. of work, pointing out the need for immediate ergonomic interventions. Forestry cutting activities were the only ones with a physical workload within the recommended limits with a Cardiovascular Load of 40% and 34% respectively, in addition, chainsaw operators were exposed to hand and arm vibration and noise at levels above the tolerance limit. On the other hand, exposure to heat and illuminance showed acceptable levels, according to limits presented by regulatory standards. The use of the ergonomic indicators methodology made it possible to identify the ergonomic variables with the greatest potential for harm to workers' health and the most demanding activities in the execution of semi-mechanized wood harvesting operations. The results of the classification of intervention urgency showed that the exposure to noise from forest cutting for the chainsaw operator was the priority variable in a corrective ergonomic intervention, with a level of 97.1 and 100.6 dB(A) for felling and tracing/delimbing respectively.

Keywords: Ergonomics and work safety; Ergonomic indicators; Forestry techniques and operations;

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1	Setor de florestas plantadas.....	17
3.2	Colheita florestal	18
3.2.1	Operações em áreas declivosas.....	19
3.2.2	Corte florestal com motosserra.....	20
3.3	Ergonomia na área florestal	21
3.3.1	Perfil do trabalhador	22
3.3.2	Carga de trabalho físico.....	23
3.3.3	Vibração de mãos e braços	24
3.3.4	Exposição ao calor	25
3.3.5	Ruído.....	26
3.3.6	Iluminância	27
3.4	Indicadores ergonômicos	28
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1	Princípios éticos	31
4.2	Área de estudo.....	31
4.3	Descrição das atividades avaliadas	32
4.4	Avaliações ergonômicas	34
4.5	Variáveis ergonômicas	34
4.6	Avaliações ergonômicas	34
4.6.1	Perfil e Condições de Trabalho.....	35
4.6.2	Carga de trabalho físico.....	35
4.6.3	Vibração de mãos e braços	37
4.6.4	Exposição ao calor	40
4.6.5	Ruído.....	41
4.6.6	Iluminância	43
4.7	Análise da urgência na intervenção ergonômica.....	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1	Número mínimo de amostras	46

5.2	Perfil e condições de trabalho	46
5.3	Avaliação de variáveis ergonômicas na colheita de madeira semimecanizada	48
5.3.1	Carga de trabalho físico.....	48
5.3.2	Vibração de mãos e braços	50
5.3.3	Exposição ao calor	52
5.3.4	Ruído	55
5.3.5	Iluminância	57
5.4	INDICADORES ERGONÔMICOS.....	59
5.4.1	Análise de conformidade ergonômica na colheita de madeira semimecanizada.....	59
5.4.2	Classificação dos Graus de Conformidade pela urgência de intervenção ergonômica.....	60
6	CONCLUSÕES.....	64
7	REFERÊNCIAS	66
8	ANEXOS.....	79

LISTA DE SIGLA

EPI – Equipamento de proteção individual
CCV - Carga cardiovascular
FCL – Frequência cardíaca limite
FCM – Frequência cardíaca máxima
FCR – Frequência cardíaca em repouso
FCT – Frequência cardíaca no trabalho
Tr – Tempo de repouso
IBUTG – Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo
Aren - Aceleração resultante de exposição
NEN - Nível de Exposição Normalizado
C.T.F – Carga de trabalho físico
V. M. B - Vibração de mãos e braços
E. C - Exposição ao calor
V – Grau de Conformidade
TM – Tempo médio
Traç/desgalh - Traçamento e desgalhamento

1 INTRODUÇÃO

Os povoamentos florestais, no Brasil, são responsáveis pela produção de papel, celulose, madeira serrada, carvão vegetal, dentre outros produtos madeireiros, como não madeireiros (IBÁ, 2021). Logo, para manterem-se competitivos, os representantes do setor reúnem esforços para conciliarem crescimento contínuo, viabilidade econômica, alta produtividade, excelência operacional e desenvolvimento sustentável. Portanto, uma gestão eficaz dos recursos florestais desempenha papel importante no desenvolvimento econômico, especialmente na busca para conciliar toda a cadeia produtiva, garantindo a sustentabilidade do negócio florestal.

Dentro do ciclo de produção florestal, a colheita de madeira representa a operação final no processo produtivo e com participação expressiva na composição dos custos finais da madeira posta na indústria (MACHADO, 2008; PEREIRA et al., 2015; SCHETTINO; MINETTE e SOUZA, 2015). Logo, quando realizada a colheita de madeira em projetos de fomento florestal, dentro de propriedades rurais, o que acarreta na fragmentação dos povoamentos e elevados custos com transporte de equipes e máquinas, a mecanização é dificultada, principalmente em áreas declivosas. Ao passo que, é usual que a colheita seja realizada de forma semimecanizada, pelo sistema de toras curtas, onde realiza-se o corte com motosserra e a extração e empilhamento de forma manual. Contudo, em menor grau de mecanização, demandam muito esforço e ultrapassam limites recomendados de segurança, podem expor os operadores a condições inadequadas de trabalho dentro dos aspectos ergonômicos, desde fatores ambientais, como ruído, calor, vibração e iluminância, como também movimentos repetitivos e a adoção de posturas inadequadas (BARBOSA et al., 2014; SORANSO et al., 2021; SCHETTINO et al., 2021). Em razão disso, surge a preocupação com a saúde física dos trabalhadores florestais.

Para isso, a ergonomia como ciência aplicada, estuda os diversos fatores que influenciam o desempenho do sistema produtivo e busca reduzir as consequências nocivas sobre o trabalhador, como a fadiga, o estresse, os erros e os acidentes (IIDA e GUIMARÃES, 2016). Portanto, estudos relacionados às variáveis ergonômicas que interferem na saúde e na segurança do trabalhador

florestal, são imprescindíveis na busca por melhores condições laborais e redução das consequências decorrentes da exposição.

A ergonomia faz uso de diversos métodos utilizados nas avaliações ergonômicas do trabalho, que geralmente, são utilizados de forma pontual, abordando uma ou poucas variáveis específicas, sendo difícil correlacioná-las (OLIVEIRA et al., 2020). Como exemplo, Barbosa et al. (2014), realizaram análise de posturas na colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas. Lacerda et al., (2015) avaliaram o perfil auditivo da exposição ao ruído dos trabalhadores florestais brasileiros. Mendes et al. (2016) analisaram a vibração de mãos e braços na colheita florestal semimecanizada e Billo et al., (2019) estudaram o ruído transmitido aos trabalhadores na colheita florestal semimecanizada em Minas Gerais.

Os trabalhadores, de modo geral, não têm a percepção de que estão passíveis a desenvolverem doenças relacionadas à execução de seu trabalho, pois, muitos dos problemas, não representam um risco imediato à saúde humana (IFTIME, DUMITRASCU e CIOBANU, 2020). Ademais, a falta de estudos que avaliem as condições laborais em que os operadores florestais estão expostos e as correlacionem de forma integrada, facilitando a interpretação dos resultados, são ainda incipientes no Brasil, demonstrando a importância de realização deste trabalho, sobretudo para áreas fomentadas e relevo declivosos.

Visando preencher a lacuna de conhecimento sobre a gestão dos riscos das condições inadequadas de trabalho dentro dos aspectos ergonômicos, nas áreas onde, a inserção de maquinários de grande porte é dificultada ou inviável, este trabalho busca analisar ergonomicamente a colheita de madeira semimecanizada. Assim, comparar as variáveis ergonômicas de forma integrada com sua classificação de acordo com a urgência de intervenção, visando o melhor entendimento e praticidade de aplicação dos resultados das avaliações.

Hipótese

A avaliação ergonômica das operações semimecanizadas de colheita florestal com o uso de um indicador que padroniza os resultados das diversas variáveis ergonômicas em uma única escala de urgência, pode contribuir para tomada de decisão sobre qual variável deve ser uma prioridade no tratamento ergonômico corretivo. As variáveis ergonômicas classificadas em graus de urgência podem ter sua compreensão menos complexa e mais abrangente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os aspectos ergonômicos na colheita de madeira semimecanizada, comparando as variáveis de forma integrada e classificando-as de acordo com a urgência de intervenção.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o perfil dos trabalhadores e as condições de trabalho;
- Avaliar os aspectos ergonômicos: carga de trabalho físico, exposição a vibração, ruído e calor e condições de iluminância; e
- Propor uma metodologia de análise de risco para apoiar a gestão dos riscos ocupacionais nas operações de colheita florestal semimecanizada.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Setor de florestas plantadas

O setor florestal brasileiro tornou-se, nas últimas décadas, um dos mais relevantes no cenário global. A área total de árvores plantadas para fins industriais totalizou aproximadamente 9,55 milhões de hectares em 2020 desse total 7,47 milhões de hectares está destinado ao plantio de eucalipto, 1,7 milhão de hectares com plantios de pinus e 382 mil hectares plantados com outras espécies, entre elas a seringueira, acácia, teca e paricá (IBÁ, 2021). Esse setor supre de forma crescente, a demanda da indústria de celulose e papel e, de outros segmentos importantes tais como a produção de painéis, siderurgia, secagem de grãos e madeira sólida, participando com 1% do PIB Nacional, com receita bruta total de R\$ 116,6 bilhões (IBÁ, 2021).

A representatividade e o crescente papel do setor de florestas plantadas na economia nacional, influencia diretamente cerca de 1000 municípios em 23 estados, sendo responsável por cerca de 513 mil empregos diretos, impactando mais de 3,75 milhões de pessoas direta e indiretamente, gerando emprego e renda, fixando populações no campo e auxiliando na melhoria da qualidade de vida nas áreas rurais, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e a dinamização da economia local.

Com grandes vantagens em relação aos demais países produtores de madeira, tais como, baixo custo de produção, alta produtividade, grande extensão de terras férteis, e condições edafoclimáticas adequadas, o Brasil mostra ser um ambiente privilegiado. As florestas plantadas destacam-se por sua alta produtividade, passando de cerca de $12 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em 1970 (MARTINS, 2016), para valores médios de $35,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em plantios de eucalipto e $31,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para pinus, liderando o ranking global de produtividade (IBÁ, 2020). Diante desse cenário é evidente o potencial de crescimento do setor florestal brasileiro, onde a demanda por madeira continuará crescendo, cabendo ao setor buscar formas de manter a produção contínua e sem causar danos ao meio ambiente (ABAF, 2016).

3.2 Colheita florestal

É definida como um conjunto de operações realizadas no maciço florestal, que visa preparar e transportar a madeira até o seu local de utilização, com técnicas e padrões pré-estabelecidos para transformá-la em produto final (MACHADO et al., 2014). Do ponto de vista técnico-econômico da produção florestal, a colheita se destaca como a atividade mais importante do ciclo, sendo responsável por mais de 50% do custo final da madeira posta na indústria, visto que as fases mais importantes são: corte (derrubada e processamento), extração, empilhamento e carregamento (MACHADO et al., 2014), sendo as etapas de colheita e transporte descritas a seguir:

- Corte: refere-se à primeira fase da colheita da madeira. Portanto, o corte compreende as operações de derrubada, desgalhamento, destopamento, medição, traçamento, descascamento e pré extração.
- Extração: refere-se à movimentação da madeira da área do corte, até os locais de armazenamento provisório (pátio intermediário, carreador ou margem da estrada).
- Empilhamento: trata-se da disposição da madeira de forma organizada na margem da estrada, estaleiro ou pátio.
- Carregamento: é a etapa que consiste na transferência da madeira da margem da estrada, pátio intermediário ou carreador para um veículo que irá realizar o transporte.
- Transporte: é a movimentação da madeira da área de empilhamento até o local de uso final ou de transbordo como um porto ou estação ferroviária.
- Descarregamento: é a remoção da madeira do veículo de transporte e sua acomodação no pátio da indústria ou local de uso final.

O processo de mecanização da colheita florestal vem passando por significativa modernização. No entanto, são diversos fatores que determinam o grau de mecanização, como: os recursos disponíveis, região, tipo de povoamento, condições climáticas, finalidade da madeira, tipo de solo, máquinas, equipamentos disponíveis e condições topográficas, sendo este último, o fator mais limitante da operação (JODŁOWSKI e KALINOWSKI, 2018; ROBERT, 2012).

Nos locais com declividade superior a 25°, os custos operacionais se tornam bastante elevados, quando comparados aos custos de operações em locais planos (LEITE et al., 2014; LOPES et al., 2016). Nesses locais, o rendimento das operações tende a cair com o aumento da declividade e utilização de equipamentos impróprios. Outro fator a ser ponderado, é o fato de que, em propriedades agrícolas destinadas a diferentes usos, áreas planas por sua vez, em muitas regiões, são mais nobres e, portanto, destinadas à infraestrutura e agricultura, devido ao seu rápido ciclo produtivo, restando assim, áreas de relevo irregular para implantação de povoamentos florestais (CASTRO, 2014).

3.2.1 Operações em áreas declivosas

A declividade do terreno, é uma das variáveis operacionais com alto grau de influência na escolha da mecanização ou não da colheita florestal. Realizar operações com uso de máquinas não adaptadas a área cuja topografia é muito acidentada, potencializam os riscos da atividade (ROBERT e NASCIMENTO, 2012). Mediante a estes entraves, diversos modais de colheita foi introduzido no Brasil. Dentre eles, o corte com motosserra e extração com teleféricos, conhecidos por sistema de cabos aéreos Machado, (2014) ou a extração com o trator florestal arrastador com cabos (Chocker Skidder) (RODRIGUES, 2018).

Grandes empresas do setor florestal utilizam equipamentos sofisticados, com alto grau de mecanização em quase toda a cadeia produtiva. No entanto, para contornar as limitações do relevo, o uso de motosserras em alguma das etapas da colheita florestal ainda é amplamente utilizado, em especial, nas pequenas propriedades, áreas de fomento ou em locais onde as máquinas não conseguem chegar devido aos obstáculos do terreno e proximidade das árvores com linhas de alta tensão (SILVA et al., 2013).

No sistema semimecanizado, os trabalhadores estão expostos constantemente a riscos durante a execução das atividades, devido à grande exigência física requerida e potencializadas pelas condições de declividade acentuada (BARBOSA et al., 2014; ROBERT e NASCIMENTO, 2012). Somado a estes fatores, a motosserra pode apresentar como desvantagens a falta de adequação ou adaptação às condições físicas e posturais dos trabalhadores

(HECK e OLIVEIRA, 2015; MASIOLI et al., 2020; IFTIME, DUMITRASCU e CIOBANU, 2020).

3.2.2 Corte florestal com motosserra

A primeira motosserra que se conhece foi construída em 1916, pelo engenheiro sueco Westfield. Era uma máquina composta essencialmente de duas partes: conjunto motor e conjunto de corte (SANT'ANNA, 2002). Atualmente é amplamente utilizada no meio rural e no setor florestal devido a facilidade de aquisição e o baixo custo quando comparados a métodos mecanizados. Sua utilização de forma incorreta pode ocasionar graves acidentes de trabalho em função da falta de informação, treinamento inadequado dos operadores, não utilização de Equipamentos de Proteção Individual, somados à alta demanda do mercado por madeira (PEREIRA et al., 2012; ARNOLD e PARMIGIANI, 2015).

Na atividade florestal, o corte é a atividades mais perigosa, resultando definitivamente no maior número de acidentes ocorridos, cerca de 31% do total de acidentes. Estas atividades, quando realizadas no sistema semimecanizado aumenta a probabilidade de que ocorra doenças ocupacionais, em decorrência das características e condições da máquina, do tempo de exposição diário, grande exigência física requerida ao trabalhador entre outros fatores (LASCHI et al., 2016).

Diversos autores, como Pignati e Machado, 2005; Silva et al., 2010; Mendes et al., 2016; Neri et al., 2016; Iftime, Dumitrascu e Ciobanu, 2020 apontam fatores negativos associados ao uso de máquinas manuais sobre a saúde dos trabalhadores, incluindo ruído, tensões de vibração, movimentos repetitivos, pó de madeira, gases de exaustão, podendo acarretar em desconforto físico, fadiga, dores de cabeça, perda auditiva temporária e permanente, redução da concentração, além de perturbações do estado de alerta e do sono.

Os riscos relacionados ao uso do motosserra são muitas vezes ignorados ou desconhecidos por aqueles que utilizam a máquina, por isso, pela portaria nº 13 de 24 de outubro de 1994, do setor de Segurança e Saúde no Trabalho do

Ministério do Trabalho e Emprego, incorporou-se no texto da Norma Regulamentadora 12 (NR 12) um anexo que trata das especificações técnicas e de treinamento para os operadores de motosserra (BRASIL, 1994).

De acordo com o anexo V, as motosserras devem possuir obrigatoriamente dispositivos de segurança, tais como: freio manual ou automático de corrente, pino pega-corrente, protetor da mão direita, protetor da mão esquerda e trava de segurança do acelerador. Os manuais de instrução devem informar os níveis de ruído e vibração e o método adotada para a verificação. Deve ainda, possuir advertência sobre o uso inadequado da máquina e os trabalhadores devem usar EPIs (BRASIL, 2020).

A instituição de normas rígidas e claras reduz os erros e a estatística de acidentes que acomete esses trabalhadores, fomentando a inevitabilidade da transformação e do aprimoramento do setor florestal brasileiro (POJE, POTOČNIK e MIHELIC, 2018). A motosserra tem como vantagem o alto rendimento operacional, baixo custo de aquisição, uso multifuncional, elevada produção individual, possibilidade de atuação em qualquer tipo de terreno e menos mão de obra quando comparado com técnicas mais rudimentares (JOURGHOLAMI, MAJNOUNIAN e ZARGHAM, 2013; LIEPINS et al., 2015).

3.3 Ergonomia na área florestal

Para compreender os problemas relacionados ao ambiente de trabalho, pode-se utilizar da ergonomia, conceituada como o estudo da adaptação do trabalho e suas interações com o ser humano (IIDA e GUIMARÃES, 2016; *INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION - IEA*, 2020). Subsequentemente, adequar o planejamento das atividades, garantindo eficiência, qualidade, condições seguras e saudáveis no ambiente de trabalho.

Em 2000, a Associação Internacional de Ergonomia - IEA definiu oficialmente a ergonomia como:

“Disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema. Os ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo

a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.”

A ergonomia pode ser classificada em ergonomia física, no que concerne as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação a atividade física; ergonomia cognitiva, quando refere-se aos processos mentais, tais como, percepção, memória, raciocínio e resposta motora, conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema e ergonomia organizacional, no que refere-se a otimização dos sistemas sócio técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos (IEA, 2020).

Em seus estudos, Fiedler et al. (2010), relatam que as características ergonômicas relacionadas ao ambiente laboral, tais como: temperatura, ruído, vibração, luminosidade, precipitação, características ergonômicas das máquinas e equipamentos, segurança, alimentação e treinamento, são os principais riscos que o trabalhador estava exposto. O estudo ergonômico do trabalho em colheita florestal semimecanizada e posterior adequação, podem levar a condições mais seguras e saudáveis no ambiente de trabalho, haja vista que, inúmeras atividades ainda são executadas com exigência de grandes esforços físicos, acarretando danos à saúde do trabalhador (BARBOSA et al., 2014).

3.3.1 Perfil do trabalhador

O ambiente de trabalho de um operador de motosserra é inerentemente perigoso (LASCHI et al., 2016). Condições desfavoráveis neste ambiente, causam desconfortos e implicam no aumento das ocorrências de acidentes e doenças ocupacionais no decorrer do tempo (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

A identificação do perfil dos colaboradores, das condições habituais de trabalho e avaliação das variáveis inerentes ao ser humano é fundamental para qualquer processo de análise do trabalho. Estudos com essa vertente devem ser levadas em consideração, para que a empresa, consiga realizar mudanças que melhorem significativamente o ambiente laboral, traçar estratégias que tornem a atividade mais segura, com qualidade de vida satisfatória, entendendo também que, a ergonomia deve ser tratada como investimento e não como custo (VASCONCELOS et al., 2019).

Para traçar o perfil dos trabalhadores, analisa-se aspectos relacionados a idade, peso, estatura, escolaridade, experiência na função, entre outras variáveis. Também são obtidas informações relacionadas a satisfação do trabalhador na execução do trabalho, avaliando as condições de trabalho, saúde, segurança e treinamento. Essas características afetam as condições de segurança, saúde, produtividade e a manutenção do sistema ser humano/máquina em funcionamento. Para obter essas informações, autores como Britto et al. (2015) e Schettino et al. (2020), utilizaram em suas pesquisas os questionários, por ser um método fácil e rápido de ser executado.

3.3.2 Carga de trabalho físico

Estudos ergonômicos possibilitam medir índices fisiológicos com o objetivo de determinar o limite da atividade física que um indivíduo pode exercer, determinar a duração da jornada de trabalho e a duração e frequência de pausas. A frequência cardíaca por ser de fácil mensuração, é um excelente indicador da carga de trabalho físico exigida em uma atividade, expressa em batimentos por minuto (bpm), mensurada através da palpação das artérias ou usando medidores eletrônicos. Segundo Apud (1989), com base na frequência cardíaca, pode-se classificar a carga de trabalho físico em classes (Tabela 1), desde muito leve até extremamente pesada.

Nas avaliações de trabalhos que exigem elevado esforço físico, deve ser observado o tipo de tarefa com relação ao desgaste físico requerido, duração do trabalho, condições individuais como estados de saúde e nutricional, as pausas, a postura escolhida e o ambiente físico de trabalho (FIEDLER et al., 2008). O aparecimento de fadiga por sobrecarga física é um sintoma comum ao realizar trabalhos pesados e à medida que aumenta a fadiga, reduz-se o ritmo de trabalho, a atenção e a rapidez de raciocínio, tornando o operador menos produtivo e mais sujeito a erros e acidentes (SILVA, 1999).

Ao avaliar metas de produção para trabalhadores de corte florestal, Souza et al. (2012) constataram que houve uma redução de aproximadamente 18% na capacidade de produção real, considerando as exigências dos principais fatores ergonômicos do trabalho, como vibração, ruído, carga de trabalho, ambiente térmico, repetitividade e biomecânica. Logo, calcular e avaliar a produção com

base em amparo científico, assegura vantagens competitivas às empresas, pois, conhecer os limites físicos da sua mão de obra, possibilita determinar quanto ela pode produzir com segurança. Dessa forma, tais empresas estarão preparadas para atender à demanda, além de reorganizar o trabalho de forma mais eficiente (SOUZA et al., 2015).

3.3.3 Vibração de mãos e braços

A vibração pode ser entendida como mistura de ondas que possuem frequência, direção e intensidade diferentes ou como movimento oscilatório em torno de um ponto fixo, podendo ter padrão regular ou irregular, interferir no desenvolvimento de tarefas, além de causar lesões e doenças. É caracterizada por três variáveis: frequência, intensidade do deslocamento ou aceleração máxima sofrida pelo corpo e direção do movimento (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

Segundo Fernandes e Marota (2002), Dul e Weerdmeester (2012), as vibrações podem ser classificadas em dois tipos: vibração de corpo inteiro e vibração localizada (mãos e braços). A primeira é originada de uma superfície vibratória, cuja qual, o corpo esteja apoiado, a exemplo, tratores, empilhadoras e caminhões, ocorrendo em todas as formas de transporte. Diferente desta, a vibração localizada ocorre quando máquinas vibratórias (furadeiras, motosserras, cortadores de grama, entre outros) são manipulados pelos dedos ou mãos.

Para muitos indivíduos são necessários longos períodos de exposição para considerarem a vibração desconfortável ou inaceitável. A exposição demasiada a vibração pode acarretar problemas de sono, náuseas, perda de equilíbrio (FERNANDES e MORATA, 2002), fadiga, desatenção (FIEDLER et al., 2019) e a síndrome de Raynaud, popularmente conhecida como síndrome dos dedos brancos (IFTIME; DUMITRASCU e CIOBANU, 2020).

A identificação, avaliação e controle da exposição dos trabalhadores às vibrações estão previstas na legislação brasileira, sendo está a Norma de Higiene Ocupacional (NHO 09), referente a exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro (VCI) e a Norma de Higiene Ocupacional (NHO 10) que avalia a exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços (VMB). Essas normas são

indicadas pela Norma Regulamentadora (NR 15) Atividades e Operações Insalubres, em seu Anexo número 8: Vibração (BRASIL, 1978).

Ao avaliar os efeitos auditivos e extra-auditivos dos trabalhadores florestais expostos ao ruído e vibração, Fernandes e Morata (2002), destacaram que grande parte dos trabalhadores tem problemas de tontura, de coluna, de sono, ansiedade, desatenção, formigamento, esbranquiçamento dos dedos e de visão, por consequência da exposição a vibração. No entanto, a maior porcentagem de trabalhadores com sensibilidade auditiva foi relatada no grupo exposto a vibração transmitida por meio das mãos-braços.

3.3.4 Exposição ao calor

O ambiente de trabalho abrange fatores interdependentes que pode influenciar direta ou indiretamente na qualidade de vida e na produtividade dos trabalhadores. O ambiente com temperaturas elevadas, é fonte de tensão no trabalho. Esse desconforto provoca decréscimo no rendimento e aumenta a fadiga, o que leva, muitas vezes, a aumento dos riscos de acidentes (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

No Brasil, os critérios e procedimentos técnicos para avaliação da exposição ocupacional ao calor nos locais de trabalho, tanto para ambientes internos quanto externos, com ou sem carga solar direta, em quaisquer situações de trabalho que possam trazer danos à saúde dos trabalhadores, são baseados na Norma de Higiene Ocupacional - NHO 06 e NR - 15 anexo 3 (BRASIL, 2019; FUNDACENTRO, 2017).

Para avaliação da exposição ocupacional ao calor, as normativas recomendam o uso do Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG), índice que mensura a média ponderada no tempo dos diversos valores de IBUTG obtidos em um intervalo de 60 minutos corridos, levando em consideração a temperatura, velocidade e umidade do ar e calor radiante (FUNDACENTRO, 2018).

Ao avaliarem a colheita florestal em propriedades rurais, Schettino et al., (2021) relataram impacto na produtividade em decorrência de temperaturas

elevadas, além do aumento do risco de agravos à saúde do trabalhador. É importante salientar a importância de estudos relacionados as condições ergonômicas em que os colaboradores florestais estão submetidos, buscando adequar as condições de trabalho e reduzir os riscos laborais.

3.3.5 Ruído

O ruído é definido como mistura complexa de várias vibrações capazes de sensibilizar o ouvido humano ou estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa em execução. É medido em escala logarítmica, em uma unidade chamada decibel (dB). Possui três características principais: a frequência, intensidade e duração (DUL e WEERDMEESTER, 2012; IIDA e GUIMARÃES, 2016).

A exposição a níveis elevados de ruído no trabalho, pode acarretar na Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), cuja característica principal consiste na redução da capacidade auditiva. Em casos mais graves, pode acarretar dano permanente, em razão da longa exposição a ruídos sem a devida proteção (MEIRA et al., 2012). Outros problemas relacionados a níveis inadequados de ruído são: redução no nível de atenção, dificuldades de comunicação, irritação e aumento no tempo de reação frente a estímulos diversos, aumento no número de erros e conseqüentemente, maior possibilidade de acidentes de trabalho (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

De acordo com a Associação Brasileira para Qualidade Acústica (2014) estima-se que, cerca de 10% da população mundial está exposta a níveis de ruído capaz de provocar doenças. A Norma Brasileira que regulamenta as atividades e operações insalubres NR-15, estabelece em seu anexo 1, 85 dB (A) como limite máximo permissível de exposição a ruído contínuo, sem utilização de protetor auditivo para uma jornada de trabalho de oito horas ((BRASIL, 1978).

Ainda sobre as normativas que regulamentam as atividades que expõe o trabalhador ao ruído, temos a NHO – 01, que estabelece os critérios e procedimentos para avaliação da exposição ocupacional ao ruído (FUNDACENTRO, 2001). Para níveis de ruídos acima de 85 dB (A) é necessário a adoção de medidas corretivas, utilização de protetores auditivos, sendo que, a

não utilização destes equipamentos de proteção, acarreta risco grave e eminente de redução da audição e posteriormente surdez.

Em seu estudo sobre o ruído transmitido aos trabalhadores na colheita florestal semimecanizada, Billo et al. (2019), verificaram que todas as operações de corte florestal apresentaram níveis de ruído acima do permitido pela legislação brasileira, expondo os trabalhadores a condições lesivas à saúde auditiva. Resultados semelhantes foram encontrados por Fiedler et al. (2010) e Turcot, et al. (2015). Assim, fica evidente a necessidade de realizar avaliações constantes nas operações de colheita florestal, com objetivo de adequar o ambiente de trabalho a níveis que não causem problemas auditivos aos trabalhadores.

3.3.6 Iluminância

A iluminância é a relação entre o fluxo luminoso que reflete na direção perpendicular a uma superfície e a sua área, ou seja, é a quantidade de luz dentro de um determinado ambiente. O lux (lx) é a unidade para iluminância, sendo mensurado por meio do luxímetro com fotocélula, que capta o fluxo luminoso recebido por uma superfície (CABUS, 1997).

A iluminação do ambiente de trabalho é um dos principais aspectos que envolvem as avaliações ergonômicas. A quantidade de luz influencia diretamente na qualidade dos serviços/produtos, na produtividade da equipe, nos problemas de fadiga visual e principalmente, permite uma percepção rápida de situações de perigo, evitando acidentes de trabalho (FIEDLER et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2021). Em ambiente externo as condições climáticas não podem ser controladas, o trabalhador fica mais susceptível aos intemperes e rapidamente, os limites de tolerância ao calor podem ser agravados, acarretando indisposição e fadiga, reduzindo a produtividade, comprometendo os requisitos de segurança e aumentando as chances de ocorrer acidentes (ROCHA et al., 2012; IFTIME; DUMITRASCU e CIOBANU, 2020).

A luz é primordial no local de trabalho, sendo necessário intensidade apropriada, contraste luminoso ajustado, com ausência de brilho que ofusque, sombras e reflexos incômodos (IIDA, 2016). Existe uma carência de normas

brasileiras específicas que regulamente iluminação em ambientes externos. Pode-se tomar como base as diretrizes do (SKOGFORSK, 1999).

Ao avaliar o ambiente de trabalho em marcenarias Fiedler et al., (2010), verificaram níveis baixos de iluminação, sendo necessária adequação, exemplificando a importância do estudo desta variável ergonômica no ambiente de trabalho.

3.4 Indicadores ergonômicos

Na grande maioria dos estudos, os fatores ergonômicos são avaliados individualmente, abordando uma ou poucas variáveis específicas, sendo difícil correlacioná-las ou sem levar em consideração mais variáveis que também possam estar apresentando influência nas condições ergonômicas. A avaliação e comparação simultânea dos diferentes fatores ergonômicos é mais complexo, o que exige, métodos mais aprimorados (OLIVEIRA et al., 2020).

A elaboração de índices tem sido um recurso bastante utilizado como forma de comparação entre variáveis de dimensões diferentes. Tem como característica a capacidade de síntese, a possibilidade de monitorar e comparar mudanças ao longo do tempo (MARZANO; SOUZA e MINETTE, 2017). Existe uma vasta quantidade de métodos utilizados para construção de índices, que variam basicamente em função da natureza das variáveis que se quer mensurar, do grau de precisão desejado e/ou possível e do objetivo ou uso a que se destina o índice.

Os índices podem ser classificados basicamente em dois grupos, os que possuem variação de amplitude fechada e os de amplitude aberta, variação aberta. Índices de amplitude aberta são aqueles que não são delimitados valores limites para o teto e a base, e sua amplitude de variação é teoricamente ilimitada. Índices de amplitude fechada, possuem limites que determinam valores de teto e base para a variação possível (VAITSMAN, 2003).

Ao estudar harvesters e forwarders de diferentes marcas Marzano, Souza e Minette (2017), propuseram um método para determinação de “Índice de Conformidade Ergonômica” (ICE). Então, o ICE é obtido através da média aritmética do ICEp de todos os fatores considerados. Uma comparação dos

aspectos ergonômicos das máquinas florestais é feita através da determinação do ICE de cada máquina e de acordo com o método, as máquinas com maior ICE são superiores do ponto de vista ergonômico. Então, o ICE é obtido através da média aritmética do ICEp de todos os fatores considerados. Uma comparação dos aspectos ergonômicos das máquinas florestais é feita através da determinação do ICE de cada máquina e de acordo com o método, as máquinas com maior ICE são superiores do ponto de vista ergonômico.

Gerasimov e Sokolov (2014), ao realizar avaliação ergonômica e comparação do sistema de colheita de madeira propuseram uma forma de avaliação integrada por meio da “Taxa de Severidade do Trabalho”. Inicialmente, calcula-se o grau de conformidade (V) dos indicadores ergonômicos de acordo com as normas preestabelecidas, conforme citado por Frumkin et al. (1999), de forma a se obter um valor entre 0 e 1 para cada uma das variáveis estudadas, no qual quanto maior o valor, melhor o cumprimento dos padrões e normas vigentes e quanto mais se afaste em direção a 0, pior seriam as condições ergonômicas, em seguida, determina-se a Taxa de Severidade do Trabalho (*Work Severity Rate*).

A taxa de gravidade do trabalho pode, então, ser avaliada de 0 a 6. Um valor mais alto significa severidade mais elevada nas condições de trabalho. Isto permite a comparação direta das condições de trabalho em diferentes locais. Uma taxa de gravidade mais alta representa condições de trabalho mais difíceis, e dependendo do valor, as condições de trabalho foram categorizadas como “confortável”, “relativamente desconfortável”, “extrema” ou “super extrema” (GERASIMOV e SOKOLOV, 2014).

Diferente desses autores que utilizaram aspectos qualitativos e subjetivos em seus estudos, Oliveira et al., (2019) utilizou dados exclusivamente quantitativos para avaliação da urgência na intervenção ergonômica em máquinas de colheita da madeira. Inicialmente calcula-se o grau de conformidade (V) de acordo com Frumkin et al. (1999), das variáveis que possam ser quantificadas direta ou indiretamente. Cada indicador poderá possuir valor entre 0 e 1, onde quanto maior o valor, maior a conformidade ergonômica da

atividade com as efetivas normas e diretrizes. No caso de valores iguais a 1, a variável ergonômica era considerada como conforme, enquanto valores negativos deveriam ser igualados a zero.

Por meio de indicadores, é possível evidenciar de forma sintética uma dada situação observada empiricamente. A classificação em escala de cores, facilita a interpretação dos resultados, a tomada de decisão sobre qual área deve ser priorizada em um tratamento ergonômico, a fim de fornecer máximo conforto, segurança e eficiência, conforme recomendado pela legislação vigente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

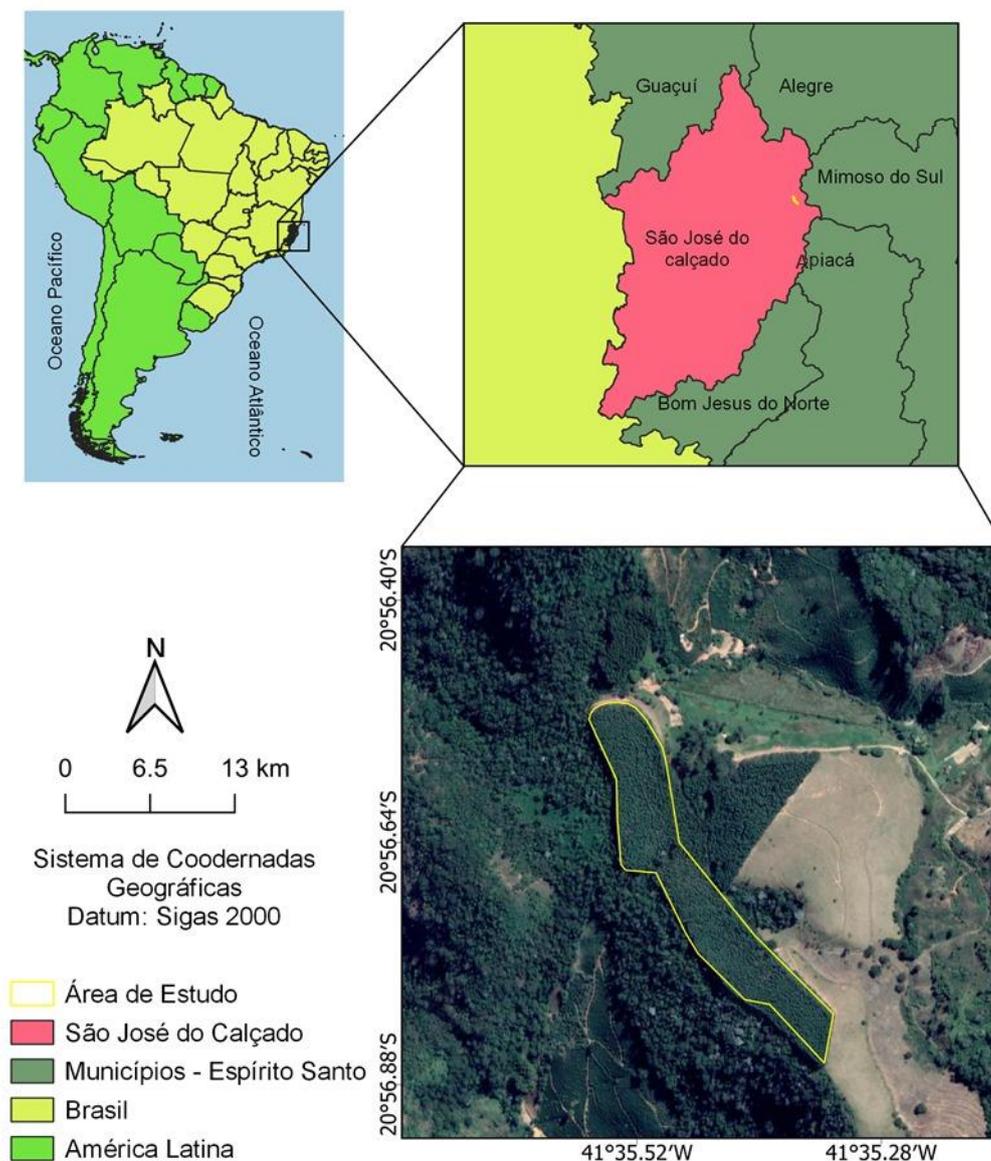
4.1 Princípios éticos

Por se tratar de uma pesquisa que envolve a participação de seres humanos, este estudo foi submetido à análise e posterior aprovação pelo Conselho de Ética da Universidade Federal do Espírito Santo (CAAE: 45525421.1.0000.8151, aprovado em 24 de maio de 2021), conforme parecer consubstanciado número 4.728.519, salvaguardando os direitos dos participantes (Anexo 1).

4.2 Área de estudo

O estudo foi realizado em áreas de fomento florestal localizadas no município de São José do Calçado, região Sul do estado do Espírito Santo (Figura 1), que realizavam a colheita florestal semimecanizada de eucalipto. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2006), esta região se destacava pela topografia com formações montanhosas. O clima da região, segundo Koppen, foi classificado como Cwa (inverno seco e verão chuvoso), com temperatura média do mês mais quente maior ou igual a 22 °C, característico de um clima mesotérmico. A temperatura média anual se encontrava entre 18 e 20 °C, com precipitação média anual de 1.414 mm (CASTRO et al., 2010; PAIVA et al., 2010).

Figura 1 - Localização geográfica do município de São José do Calçado - ES, Brasil.



4.3 Descrição das atividades avaliadas

Este estudo avaliou as atividades de colheita florestal executadas pelo método semimecanizado no sistema de toras curtas. Foram avaliadas as atividades de corte (derrubada, desgalhamento, destopamento e o traçamento), extração de madeira pelo tombamento manual e empilhamento na margem da estrada, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição das atividades de colheita florestal semimecanizada avaliadas em áreas de fomento florestal, São José do Calçado – ES.

Atividade	Descrição	
Corte		<p>Operação de derrubar a árvore. Escolhida a árvore a ser derrubada, o operador realizava um corte e sequencialmente direcionava a queda da árvore.</p>
Desgalhamento/ Destopamento		<p>Operação onde retiravam-se os galhos remanescentes do corte da árvore ao longo do tronco. A operação era finalizada quando a parte não aproveitável do tronco (copa) era removida.</p>
Traçamento		<p>Etapa seguinte ao desgalhamento, onde o operador realizava a medição e o seccionamento do tronco em toras com 2,20 de comprimento. A operação era efetuada até o momento que todo o tronco era separado em toras.</p>
Extração		<p>Direcionamento manual do torete morro abaixo, utilizando apenas a força humana para remover a madeira até a margem da estrada.</p>
Empilhamento		<p>Formação manual de pilhas de toras próximo à estrada, facilitando o carregamento.</p>

4.4 Avaliações ergonômicas

Inicialmente foi realizado um estudo piloto a fim de se determinar o tamanho mínimo de amostras a serem utilizadas para cada variável ergonômica, ao nível de 90% de probabilidade de acerto e erro relativo de 10%, por meio do uso da equação proposta por Barnes (1977), Equação 1.

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{E^2}$$

Em que: n = número mínimo de repetições (amostras) ou pessoal necessário; t = valor de t , para o nível de probabilidade desejado, distribuição t de *Student*; CV = coeficiente de variação, em porcentagem; e , E = Limite de erro admissível, em porcentagem.

4.5 Variáveis ergonômicas

Para diagnosticar as condições ergonômicas atreladas às atividades, foram selecionadas variáveis exclusivamente quantitativas para avaliação da urgência na intervenção ergonômica em máquinas de colheita da madeira:

- Perfil e condições de trabalho de todos os operadores participantes do estudo;
- Carga de trabalho físico dos trabalhadores;
- Vibração de mãos e braços na atividade de corte semimecanizado;
- Exposição ao calor;
- Exposição ao ruído; e
- Exposição a iluminação.

4.6 Avaliações ergonômicas

Inicialmente foi realizado um estudo piloto a fim de se determinar o tamanho mínimo de amostras a serem utilizadas para cada variável ergonômica, ao nível

de 90% de probabilidade de acerto e erro relativo de 10%, por meio do uso da equação proposta por Barnes (1977).

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{E^2}$$

Em que: n = número mínimo de repetições (amostras) ou pessoal necessário; t = valor de t, para o nível de probabilidade desejado, distribuição t de *Student*; CV = coeficiente de variação, em porcentagem; e, E = Limite de erro admissível, em porcentagem.

4.6.1 Perfil e Condições de Trabalho

A caracterização da população estudada foi realizada com a aplicação de um questionário sobre fatores humanos e condições de trabalho, por meio de entrevistas individuais, utilizando o modelo proposto por Soranso (2019), Couto (2002); Silva; Souza e Minette (2002) e adaptado a esta pesquisa. Foram abordados aspectos relacionados a idade, peso, estatura, escolaridade, experiência na função, além de informações relacionadas às condições de trabalho, saúde, segurança e treinamento (Anexo 2).

4.6.2 Carga de trabalho físico

A carga de trabalho físico requerida nas atividades de corte, extração e empilhamento de madeira foi avaliada com uso de um medidor de frequência cardíaca da marca Polar, modelo RS 400, composto por um receptor de pulso e um transmissor (Figura 2). Por meio de uma tira elástica, o transmissor era fixado ao trabalhador na altura do tórax no início das atividades e retirado no final da jornada de trabalho. As frequências emitidas foram capturadas e armazenadas pelo receptor de pulso.

Figura 2 - Cardiófrequencímetro de marca Polar, modelo RS 400 (A) e coleta de dados (B).



Os dados de frequência cardíaca foram processados e, posteriormente, aplicou-se o método proposta por Apud (1989) para determinação da carga de trabalho físico imposta por cada atividade, por meio da carga cardiovascular (CCV) dos trabalhadores. A carga cardiovascular do trabalho correspondia à porcentagem da frequência cardíaca durante o trabalho em relação a frequência cardíaca máxima utilizável, de acordo com a Equação 3:

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} \times 100$$

Em que: CCV = Carga cardiovascular, em %; FCT = Frequência cardíaca média de trabalho, em bpm; FCM = Frequência cardíaca máxima (220 - idade), em bpm; e, FCR = Frequência cardíaca de repouso, em bpm.

Quanto mais complexa a tarefa, mais energia é requerida. De acordo com Apud (1989), a carga cardiovascular do trabalhador para uma jornada de trabalho de 8 horas não deve ultrapassar 40% da frequência cardíaca limite do trabalho. A frequência cardíaca limite em bpm, para a carga cardiovascular de 40%, foi obtida de acordo com a Equação 4:

$$FCL = 0,40 \times (FCM - FCR) + FCR$$

Em que: FCL = frequência cardíaca limite; FCM = frequência cardíaca máxima (220 - idade), em bpm; e, FCR = frequência cardíaca de repouso, em bpm.

Se a frequência cardíaca limite ultrapassasse o valor de 40%, é necessário reorganizar o trabalho e estabelecer os limites aceitáveis para um desempenho contínuo e não prejudicial à saúde dos trabalhadores. O tempo de repouso foi calculado de acordo com a Equação 5:

$$Tr = \frac{Ht (FCT - FCL)}{FCT - FCR}$$

Em que: Tr = tempo de repouso, descanso ou pausas, em minutos; Ht = duração do trabalho, em minutos; FCT = frequência cardíaca média de trabalho, em bpm; FCL = frequência cardíaca limite; e, FCR = frequência cardíaca de repouso, em bpm.

Com base nos resultados, foi classificada a carga de trabalho físico exigida em cada atividade, bem como ajustada a carga de trabalho físico à capacidade dos trabalhadores, segundo o método proposta por Apud (1989), conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação da atividade de acordo com a frequência cardíaca

Frequência Cardíaca (em bpm)	Carga Física de Trabalho
< 75	Muito leve
75-100	Leve
100-125	Moderadamente pesada
125-150	Pesada
150-175	Pesadíssima
> 175	Extremamente pesada

Fonte: Apud (1989).

4.6.3 Vibração de mãos e braços

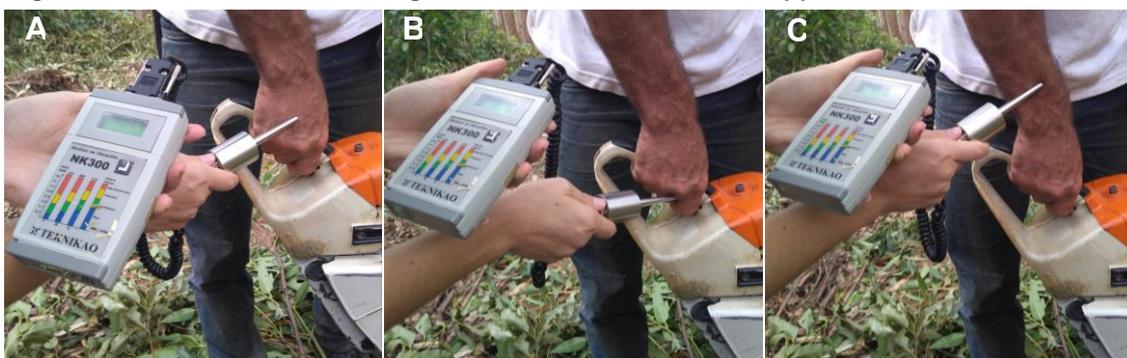
A exposição dos trabalhadores a vibração de mãos e braços foi avaliada por meio do uso de um acelerômetro triaxial (modelo NK 20) e um medidor de vibração (NK 300 da marca TEKNIKAO), conforme Figura 3.

Figura 3 - Acelerômetro e medidor de vibração (A) e coleta de dados (B).



Os níveis de vibração foram coletados de acordo com os três eixos ortogonais da mão direita dos trabalhadores (eixo “xx” – através da palma da mão; eixo “yy” - através dos nós dos dedos; eixo “zz” – paralelo aos ossos do braço), de acordo com a Figura 4. As medições foram feitas encostando o aparelho sequencialmente ao longo de cada um dos três eixos, seguindo condições de operação semelhantes para todas as três medições de acordo com o método estabelecida pela NHO-10 (FUNDACENTRO, 2013).

Figura 4 - Coordenadas ortogonais. A: eixo xx; B: eixo yy; e, C: eixo zz.



Para a coleta dos dados, posicionou-se o acelerômetro triaxial sequencialmente ao longo de cada um dos três eixos das mãos do operador. Após a coleta, foi determinada a aceleração resultante à exposição normalizada (aren) a que os operadores estavam expostos e os resultados comparados aos valores recomendados pela NHO-10 da FUNDACENTRO, indicada pela Norma

Regulamentadora NR15 - Atividades e Operações Insalubres, em seu Anexo nº 8: Vibração.

O sensor posicionado nos eixos x, y, z dos operadores fornecia a aceleração média de cada eixo da vibração. A partir desta, foi calculada a aceleração média resultante (amr) ($m\ s^{-2}$), que correspondia à raiz quadrada das acelerações médias nos eixos X, Y, Z de acordo com a Equação 6:

$$amr = \sqrt{(f_x \times am_x)^2 + (f_y \times am_y)^2 + (f_z \times am_z)^2}$$

Em que: am = Aceleração média nos eixos x, y e z; f = fator de multiplicação em função do eixo considerado ($f = 1$ para os três eixos).

O cálculo de amr dá base para que se possa calcular o valor de aceleração média de exposição parcial ($amep$) ($m\ s^{-2}$), correspondente a vibração que o operador está submetido num intervalo de tempo de acordo com a Equação 7:

$$amep = \frac{1}{S} \times \sum_{K=1}^S am_{x,y,z}$$

Em que: am = aceleração média resultante nos eixos x, y e z; e, s = números de amostras mensuradas.

De posse do valor de $amep$, pode-se calcular a aceleração resultante de exposição parcial ($arep$) ($m\ s^{-2}$), que corresponde à raiz quadrada da aceleração média ao quadrado a qual estava exposto o operador de acordo com a Equação 8:

$$arep = \sqrt{amep_{ix}^2 + amep_{iy}^2 + amep_{iz}^2}$$

Em que: $amep$ = aceleração média de exposição parcial.

Os valores de $arep$ permitem que sejam realizados os cálculos para a determinação da aceleração resultante de exposição (are) ($m\ s^{-2}$) ocupacional diária, considerando os três eixos ortogonais, de acordo com a Equação 9:

$$are = \sqrt{\frac{1}{T} \times \sum_{i=1}^m n_i \times arep^2 \times T_i}$$

Em que: arep = 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; e, T = Tempo de duração diária de trabalho.

Por fim, de posse dos valores de are, foi calculado o valor da aceleração resultante de exposição normalizada (aren) ($m s^{-2}$) que corresponde à aceleração resultante de exposição (are) convertida para uma jornada diária padrão de 8 horas, de acordo com a Equação 10:

$$aren = are \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

Em que: are = aceleração resultante de exposição; T_0 = Tempo de exposição do operador a vibração; e T = Tempo da jornada de trabalho.

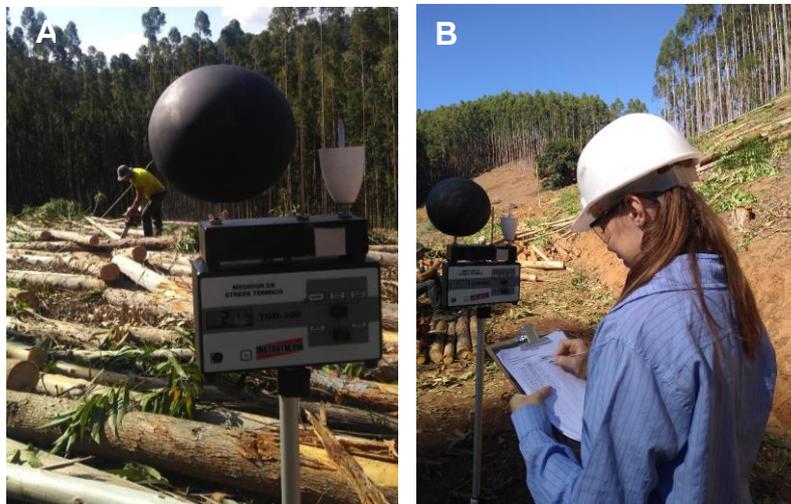
Após o processamento dos dados, os resultados foram comparados com o limite de exposição ou o nível de ação definidos pela NHO 10 para o julgamento e a tomada de decisão. O nível de ação de aren é de $2,5 m s^{-2}$ e o limite máximo é de $5,0 m s^{-2}$.

4.6.4 Exposição ao calor

Para avaliar as condições térmicas do trabalho foi utilizado o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG. Foi utilizado o termômetro da marca Instrutherm, modelo TGD-200 Figura 5, que fornece resultados de avaliação do calor no ambiente de trabalho, conforme estabelecido pela Norma Regulamentadora - NR 15 e NHO 06 da FUNDACENTRO. O termômetro IBUTG foi posicionado a altura média de 1,70 m no local de maior representatividade das condições térmicas. As aferições foram realizadas nos meses de maio a julho correspondendo as estações do outono e inverno respectivamente em

intervalos de 30 minutos, cobrindo o período mais crítico do ciclo de exposição dos operadores, sem precipitações durante a coleta.

Figura 5 - IBUTG instalado no campo (A) e coleta de dados (B).



O IBUTG foi calculado de acordo com a Equação 11 que considera ambiente externo com incidência de luz solar.

$$IBTUG=0,7\times tbn+0,1 \times tbs+0,2 \times tg$$

Em que: tbn = Temperatura de bulbo úmido natural; tbs = Temperatura de bulbo seco; e, tg = Temperatura de globo

De posse dos valores de IBUTG calculados para os trabalhadores, estes foram comparados aos valores máximos permitidos pela legislação, seguindo o disposto no anexo 03 da NR 15 de acordo com o tipo de atividade (BRASIL, 2018).

4.6.5 Ruído

O ruído foi medido com uso de um decibelímetro digital MSL-1301 MINIPA Figura 6. O aparelho foi ajustado para ruído contínuo em circuito de resposta lenta (*slow*) e então captado o som por meio do seu microfone, em conformidade com as normas regulamentadoras NHO 01 e NR 15 (FUNDACENTRO, 2001; BRASIL, 1978).

Figura 6 - Decibelímetro digital (A) e coleta de dados (B).



Foram realizadas mensurações pontuais em intervalos de 15 segundos durante um ciclo de trabalho que corresponde a aproximadamente 15 minutos, as doses de ruído recebidas foram mensuradas por meio da leitura do valor apresentado pelo instrumento de medição e posteriormente utilizadas no cálculo do Nível de Exposição Normalizado, seguindo as especificações metodológicas da NHO-01, FUNDACENTRO (2001) e de acordo de acordo com a Equação 11 e 12:

$$NEN = NM + 10 \log \frac{T_E}{480}$$

Em que: NEN = Nível de Exposição Normalizado; NM = Nível médio representativo da exposição do trabalho avaliado; e, T_E = tem de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho.

$$NM = 10 \log \left[\frac{1}{n} (n_1 \times 10^{0,1NM_1} + n_2 \times 10^{0,1NM_2} + \dots + n_i \times 10^{0,1NM_i} + \dots + n_n \times 10^{0,1NM_n}) \right]$$

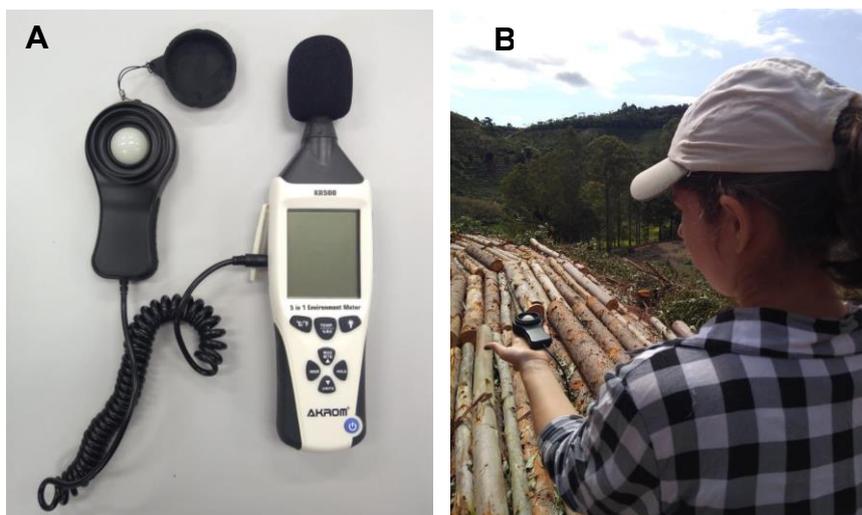
Em que: NM = Nível médio representativo da exposição do trabalho avaliado; n_i = número de leituras obtidas para um mesmo número médio parcial assumido - NM_i ; n = número total de leituras = $n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_n$; e, NM_i = iésimo número médio de pressão sonora assumido, em dB(A).

Após os cálculos, os resultados foram comparados com a NHO-01 que estabelece como limite máximo de exposição o valor de 85 dB(A) para uma jornada de trabalho de oito horas diárias, sem a utilização de protetor auditivo.

4.6.6 Iluminância

A iluminância foi mensurada com auxílio do medidor de ambiente multiparâmetro (luxímetro) de marca Akrom, modelo KR500 Figura 7. As leituras foram realizadas a cada 30 minutos, com o aparelho posicionado horizontalmente no plano da tarefa visual (região próxima aos trabalhadores) e sensor a aproximadamente 20 cm acima do nível do solo de acordo com as recomendações da NHO-01.

Figura 7 - Medidor de ambiente multiparâmetro KS500 AKROM (A) e coleta de dados (B).



Devido a carência de normas que estabeleçam limites de iluminamento máximo para ambientes externos, foi tomado como base para comparação a NHO-01 que se refere a avaliação dos níveis de iluminamento mínimo em ambientes internos. Segundo a norma, caso uma tarefa específica não esteja presente, o valor de iluminância mínima exigida deverá ser obtida por associação com tarefa similar. Realizadas as leituras, os resultados foram comparados com o valor mínimo de 1.000 lux, visto ser o valor mínimo recomendado para que os operadores desempenhem tarefas de precisão de maneira eficiente, com segurança e conforto durante o período de trabalho (FUNDACENTRO, 2018).

4.7 Análise da urgência na intervenção ergonômica

Inicialmente, calcula-se o grau de conformidade (V) dos indicadores ergonômicos de acordo com as normas preestabelecidas, conforme citado por Frumkin et al. (1999), de forma a se obter um valor entre 0 e 1 para cada uma das variáveis estudadas. O grau de conformidade pode ser calculado de acordo com as seguintes fórmulas:

$$V=1-0,69 \times \left(\frac{X}{X_{\max}}\right)^4$$

se as normas determinam um valor máximo possível.

$$V=1-0,69 \times \left(\frac{X_{\min}}{X}\right)^4$$

se as normas determinam um valor mínimo possível.

$$V=1-0,69 \times \left(\frac{X-0,5 \times (X_{\max}+X_{\min})}{0,5 \times (X_{\max}+X_{\min})}\right)$$

se as normas determinam um intervalo de conformidade possível.

Em que: V = Grau de conformidade; x = Valor da variável ergonômica medida; e xmin e xmax = Possível valor mínimo e máximo de acordo com as normas.

Através do grau de conformidade (V) estabelecido segundo Frumkin et al. (1999) foi possível padronizar os resultados das variáveis ergonômicas avaliadas neste estudo. Os limites críticos considerados para o cálculo dos indicadores ergonômicos estão mostrados na Tabela 3, sendo estabelecidos de acordo com seu respectivo método ou norma.

Tabela 3 - Limites utilizados no cálculo do Indicador Ergonômico.

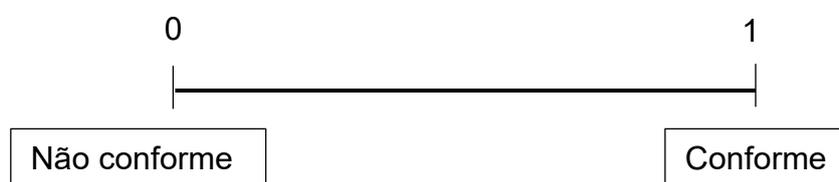
Variáveis	Tipo do Limite	Valor	Método ou Norma
C. F. T	Máximo	40% da frequência limite	Apud (1989)
V. M. B	Máximo	5,0 m s ⁻²	NR 15
E. C	Máximo	IBUTG = 30	NR 15

Ruído	Máximo	85 db(A)	NR 15
Iluminância	Mínimo	1000 lux	NHO - 01

C.F.T = Carga física de trabalho; V.M.B = Vibração de mãos e braços; e, E.C = Exposição ao calor.

Conforme a Figura 8, cada indicador possui um valor entre 0 e 1, onde quanto maior o valor, maior a conformidade ergonômica da atividade com as efetivas normas e diretrizes. No caso de valor maior ou igual a 1, a variável ergonômica é considerada como conforme, enquanto valores negativos são iguais a zero de acordo com a escala de Conformidades.

Figura 8 – Escala do Indicador de Conformidade.



Fonte: Adaptado de Frumkin et al. (1999).

Para facilitar a identificação visual, os resultados são apresentados em uma escala de cores (Oliveira et al., 2020) que representa a necessidade de intervenção ergonômica. As quatro categorias estão dispostas na Tabela 5. A classificação “sem necessidade” pode ser representada pela cor verde, a “pouco urgente” pela amarela, a “muito urgente” pela laranja e a “emergência” pela vermelha.

Tabela 5 - Urgência de necessidade de intervenção de acordo com o Grau de Conformidade (V) e sua classificação em cores.

Índice Obtido	Necessidade de Intervenção Ergonômica	Cor Associada
1,0	Sem necessidade	Verde
0,9	Pouco urgente	Amarelo
0,8 a 0,6	Urgente	Laranja
Menor que 0,6	Emergência	Vermelho

Fonte: Oliveira et al. (2020).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Número mínimo de amostras

Para as atividades avaliadas, foram coletadas amostras-piloto de carga de trabalho físico, vibração de mãos e braços, calor, ruído e iluminância. Para o conforto térmico e iluminância, os dados foram coletados das 9 às 15 h com intervalo de 30 minutos, durante 8 dias. Para a avaliação de carga de trabalho físico, vibração e ruído as amostras variaram de acordo com a atividade, então foi calculado um valor médio, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Número mínimo de amostras para as variáveis estudadas.

Variáveis ergonômicas	Nº de amostras coletadas	Nº mínimo médio de amostras
C. T. F	22	4
V. M. B	22	18
E. C	104	4
Ruído	22	2
Iluminância	104	97

5.2 Perfil e condições de trabalho

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados referentes ao perfil e às condições de trabalho da população pesquisada, sendo esta composta por três trabalhadores florestais, o trabalhador 1: líder era o mais experiente, responsável por realizar o treinamento dos novos funcionários e realizava a função de motosserrista, o trabalhador 2: ajudante/líder realizava a função de motosserrista e ajudante na extração, o trabalhador 3: ajudante era encarregado apenas de extrair a madeira, todos eram do sexo masculino que atuavam nas atividades de corte, extração e empilhamento de madeira. A participação dos trabalhadores no estudo foi de forma voluntária, onde todos receberam esclarecimentos sobre os objetivos e os métodos do estudo.

Tabela 7 - Perfil e condições de trabalho dos da população pesquisada.

Características	Trabalhadores			Média
	1: líder	2: líder/ajudante	3: ajudante	
Idade (anos)	38	31	22	30
Massa corporal (kg)	73	75	69	72,3
Estatura	1,68	1,75	1,67	1,7
IMC (Kg/m ²)	25,8	24,4	24,7	24,9

IMC = Índice de Massa Corporal.

A média geral de idade dos trabalhadores que atuavam nas atividades estudadas foi de 30 anos, sendo a estatura e massa corporal média de 1,7 m e 72,3 kg, respectivamente. O IMC médio foi de 24,9, estando dentro do ideal de acordo com Organização Mundial da Saúde (OMS). Tal resultado pode ser justificado por ser uma tendência dos trabalhadores florestais, ocasionada principalmente pelo elevado gasto energético das atividades por eles realizadas, visto que, são de grande exigência física.

Com relação à escolaridade, a maioria dos trabalhadores concluíram o ensino fundamental (2) e apenas (1) não concluiu, trabalhador esse de menor cargo (ajudante). Todos os trabalhadores eram destros e estavam trabalhando na função há mais de quatro anos. Tais resultados se mostraram importantes para a criação de programas de treinamento e desenvolvimento de ferramentas adaptadas às necessidades de cada trabalhador.

Quanto ao tempo de deslocamento até os talhões florestais, os trabalhadores usavam os veículos próprios, sendo, na maioria das vezes motos e durava em média 30 minutos, pois eram afastados das cidades e em locais de difícil acesso. A jornada diária de trabalho dos operadores tem duração média de 8 horas, com 44 horas semanais, sendo 4 horas trabalhadas nos sábados. Apenas o líder dos operadores (motosserista) relatou ter realizado algum tipo de treinamento por instituições para exercer a função, o restante não, sendo treinados pelo trabalhador mais experiente. Não houve relatos de execução de práticas ergonômicas antes ou durante o trabalho. Trabalho pesado, aliado a falta de treinamento e ausência de práticas ergonômicas corrobora para graves problemas de saúde.

Por fim, todos os trabalhadores consideraram as tarefas repetitivas e relataram sentir algum tipo de desconforto no final do dia, como: zumbido e dores na costa e pernas. Autores como Fiedler et al (2001); Guimarães et al (2013); Souza et al (2015); Heck e Oliveira (2015); Britto et al (2015) em seus estudos relataram algum tipo de dor ou desconforto nos trabalhadores envolvidos em atividades florestais. Algumas ações como a reorganização do trabalho, treinamentos para a realização de posturas adequadas para executar o trabalho e uso de EPI's podem ser realizadas para minimizar o impacto que a tarefa exige.

5.3 Avaliação de variáveis ergonômicas na colheita de madeira semimecanizada

5.3.1 Carga de trabalho físico

Na Tabela 8 são apresentados os resultados referentes a avaliação da carga de trabalho físico, sua classificação e as recomendações de tempo de repouso para cada hora da jornada de trabalho nas atividades de derrubada, traçamento, desgalhamento, extração e empilhamento de madeira.

Tabela 8 - Carga de trabalho físico exigido nas atividades de corte, tombamento e empilhamento de madeira.

	Corte Florestal		Extração Florestal	
	Derrubada	Traçamento/ desgalhamento	Tombamento	Empilhamento
TM (min)	61	168	150	180
FCR (bpm)	78	78	81	81
FCT (bpm)	121	114	127	148
FCM (bpm)	186	186	194	194
CCV (%)	40	34	41	60
FCL (bpm)	121	121	126	126
TR (minh ⁻¹)	--	--	3	27
Classificação do trabalho	MP	MP	P	Ps

Em que: TM = Tempo médio demandado no trabalho; FCR = frequência cardíaca média em repouso; FCT = frequência cardíaca média em operação; FCM = frequência cardíaca máxima (220 – idade); CCV - carga cardiovascular; FCL = frequência cardíaca limite; TR = tempo de repouso; MP = trabalho moderadamente pesado; P = Pesado; e, Ps = Pesadíssimo.

Nas atividades traçamento e desgalhamento não foram verificadas sobrecarga física, pois a FCT foi 114 bpm e a CCV foi de 34%, ou seja, abaixo do limite de 126 bpm e 40% de CCV, conforme proposto por Apud (1989). Contudo, a atividade denominada de “derrubada” foi classificada como moderadamente pesada, pois a FCT foi de 121 bpm e a CCV de 40%.

Para ambas as atividades, os resultados podem estar relacionados ao fato de que é gasto um tempo maior em deslocamento, espera pela melhor condição

de derrubada da árvore, pausas para afiação da corrente e abastecimento, contribuindo de forma significativa para a recuperação e a reabilitação do organismo, evitando a ocorrência de sobrecarga física. Entretanto, para essas atividades anteriormente mencionadas, necessita-se constante monitoramento e avaliação, pois as condições de trabalho em um futuro próximo, pode acarretar sobrecarga física, prejudicando a saúde dos trabalhadores.

Por outro lado, a atividade “empilhamento de torete” apresentou a maior exigência física dos trabalhadores, com FCT de 148 bpm e CCV de 60%, necessitando o estabelecimento de pausas de recuperação adicional de 27 minutos por hora trabalhada. A atividade de extração de madeira também excedeu o limite recomendado de CCV, apresentando FCT de 128 bpm e CCV de 41% necessitando do estabelecimento de pausas de recuperação adicional de 3 minutos por hora trabalhada.

Uma possível causa da maior exigência física destas atividades (extração e empilhamento) é a maior eficiência operacional do trabalho, com os trabalhadores usando um menor tempo para a realização de pausas de recuperação, pois não é necessário parar para afiação da corrente, abastecimento e manutenção das máquinas. Outro fator que deve ser ponderado é o maior desgaste físico dos trabalhadores devido ao grande esforço para a execução das tarefas, como levantar e carregar cargas pesadas (toretas), a repetição frequente, bem como a exposição a fatores ambientais.

Estes resultados condizem com os encontrados por Schettino et al. (2021) que analisou 267 trabalhadores florestais em propriedades rurais em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais e observaram carga física de trabalho muito alta, ultrapassando os limites de carga cardiovascular e aumentando a necessidade de reorganização do trabalho. Outros autores como Souza et al. (2015); Schettino et al, (2016); Nascimento, Emmert e Higuchi (2018) observaram que os trabalhadores florestais estavam expostos a sobrecarga física, corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa.

O trabalho florestal realizado de forma manual e semimecanizado é desgastante e pesado, sendo considerado como uma das mais difíceis

ocupações, onde a maior parte das atividades podem ser classificadas como moderadamente pesadas a pesadas, com exceção dos trabalhos em viveiros de mudas (ÇALISKAN e ÇAGLAR, 2010). A frequência cardíaca não deve exceder a 110 bpm em uma jornada padrão de trabalho de oito horas. Trabalhadores quando expostos a limite superior a este podem ter a integridade de sua saúde comprometida Couto (2002), ficando susceptíveis a fadiga mental e física, lesões, tonteira, vertigem, lombalgias, com menor eficiência no trabalho, aumentando a probabilidade de erros e acidentes (BARBOSA et al., 2014; LOPES, BRITTO e RODRIGUES, 2018).

Face aos resultados encontrados, exceto para as atividades de derrubada e traçamento/desgalhamento, é necessário realizar a reestruturação das atividades, com a adoção de pausas programadas mais frequentes e menores para o reestabelecimento do trabalhador e a manutenção do ritmo de trabalho. Essa estrutura de micropausa foi definida por Couto (2002), representando um auxílio ao mecanismo fisiológico de compensação e recuperação do trabalhador que possibilita a irrigação dos músculos utilizados na atividade, levando nutrição para os tecidos que estão sendo solicitados, evitando a fadiga. Outras estratégias devem ser utilizadas simultaneamente, como ingestão de maiores volumes de líquidos, consumos periódicos de alimentos energéticos durante o trabalho e uso de bonés e camisas para proteção contra as intempéries (WÄSTERLUND, CHASELING e BURSTRÖM, 2004; SILVA FILHO, 2015).

5.3.2 Vibração de mãos e braços

Os valores médios de vibração em relação à aceleração média e à dose diária (8 h) obtidos na análise de risco dos operadores de motosserra estão apresentados na Tabela 10. De acordo com os resultados, os operadores estavam expostos a um nível de vibração de $4,4 \text{ m s}^{-2}$ para a atividade de derrubada e $6,4 \text{ m s}^{-2}$ para a atividade de traçamento/desgalhamento, verificando que as atividades proporcionaram níveis de vibração acima do limite aceitável e do limite máximo recomendado para o trabalho, classificando o risco como exposição e fadiga respectivamente para as atividades.

Tabela 9 - Classificação da exposição dos operadores de motosserra à vibração de mãos e braços para o corte florestal.

Atividade	Coordenadas	Arep (m s⁻²)	Aren (m s⁻²)	Classificação
Derrubada	x y z	12,5	4,4	Exposição
Traçamento/ Desgalhamento	x y z	10,8	6,4	Fadiga

Em que: Arep = aceleração resultante de exposição parcial; e, Aren = aceleração resultante à exposição normalizada.

É possível observar que nenhuma das atividades se adequaram ao nível de ação de aren de até 2,5 m s⁻², conforme proposto pela NHO-10 da FUNDACENTRO, sendo a derrubada a atividade com menor valor (4,4 m s⁻²). Logo, é preciso alertar que apesar do nível encontrado não ultrapassar o limite máximo de 5 m s⁻², ele foi superior ao nível de ação (2,5 m s⁻²), requerendo atenção e medidas preventivas para evitar danos futuros.

Em contrapartida, a condição com maior probabilidade de danos à saúde foi verificada na operação de traçamento/desgalhamento, com Aren de 6,4 m s⁻², estando, portanto, acima do limite de exposição máxima diária com risco iminente de danos à saúde e segurança dos trabalhadores. O fato dessa etapa ser a que apresenta maior vibração, pode ser explicado pelo fato do motosserrista passar um tempo muito maior nas atividades de processamento do que derrubada e maior frequência do contato do sabre com as árvores, estando a motosserra em aceleração máxima. Em contrapartida, na atividade de derrubada o operador gasta grande parte do tempo realizando deslocamentos para a localização e derrubada das árvores, afiação da corrente, lubrificação e outras manutenções permanecendo a motosserra em aceleração menor.

De acordo com os resultados, observa-se a necessidade de adoção de medidas preventivas e corretivas imediatas para redução dos níveis de vibração no ambiente de trabalho. Souza et al. (2015) avaliando as metas de produção para trabalhadores de corte florestal encontraram valores de aceleração resultante de exposição normalizada (aren) igual a 5,8 m s⁻² para a mão direita e 5,61 m s⁻² para a mão esquerda, observando a não conformidade com a legislação nesta atividade, sendo determinado que o tempo máximo de operação da motosserra não deveria ultrapassar 50% da jornada de trabalho. Outros

autores como Masioli et al. (2020) e Iftime, Dumitrascu e Ciobanu (2020) relataram a não conformidade com os limites estabelecidos pela legislação referente a exposição dos operadores a vibração de mãos e braços, corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Ao estabelecer limites de tolerância para exposição a níveis de vibração, a legislação busca oferecer um ambiente de trabalho dentro de limites aceitáveis, uma vez que a exposição pode estar associada a uma ampla variedade de doenças, representando um risco significativo em muitos setores industriais. Na colheita florestal, os elevados níveis de exposição à vibração de mãos e braços podem acarretar estresse físico, dormência transitória, efeitos osteoarticulares, dor lombar e ciática, síndrome dos dedos brancos, influenciar o desempenho do operador, principalmente em atividades com alta demanda de precisão, e gerar degeneração precoce da região lombar (ALMEIDA, ABRAHÃO e TERESO, 2015; PALMER e BOVENZI, 2015; SOUZA et al., 2015; PROTO e ZIMBALATTI, 2015; IFTIME, DUMITRASCU e CIOBANU, 2020).

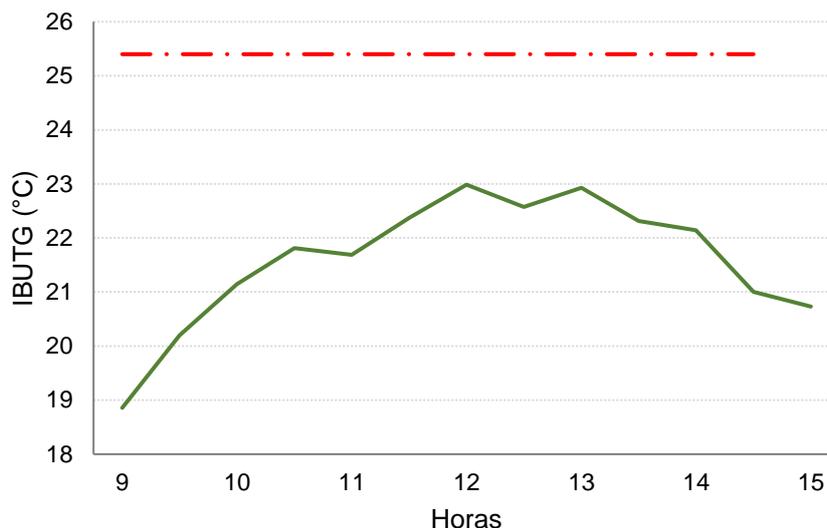
Para minimizar a exposição dos trabalhadores à vibração, inicialmente devem ser realizadas intervenções direto na fonte, novos projetos de máquinas que emitam quantidades mínimas de vibração. Para tanto, estas soluções são onerosas e dependentes de estudos e empresas terceiras. Outra estratégia para reduzir a exposição dos trabalhadores à vibração está associada a reorganização do trabalho com pausas programadas, rodízio de funções ou redução de jornada de trabalho, realizar manutenção frequente dos equipamentos, substituição de peças com elevado desgaste e uso de equipamento de proteção individual como luvas apropriadas.

5.3.3 Exposição ao calor

A NHO 06 preconiza que o limite de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente, com períodos de descanso no próprio local de trabalho, para atividade pesada, ou seja, trabalho de pé, em movimento, de levantar, empurrar ou arrastar pesos, é de 25,4°C. Acima deste índice, os trabalhadores estão expostos a riscos à saúde e perda de concentração nas atividades desempenhadas, necessitando de pausas para o descanso para amenizar este problema. Os valores médios de Índice de Bulbo Úmido e

Termômetro de Globo (IBUTG) estão apresentados no Figura 9. O índice médio registrado no início da jornada de trabalho foi de 18,9 °C, com aumento até às 12h, onde apresentou pico de 23°C e em seguida apresentou declínio gradual até às 15 h, chegando a 20,7°C.

Figura 9 - IBUTG ao longo da jornada de trabalho nas atividades semimecanizadas de colheita de madeira.



Comparando os valores obtidos aos padrões estabelecidos pela NHO 06 da FUNDACENTRO, observa-se que a área se encontra conforme, não havendo necessidades de medidas de correção ou mitigação com relação ao fator ambiental. Nascimento e Cataia (2017) também observaram conformidade a legislação ao avaliar o IBUTG para todas as ocupações envolvidas na colheita florestal também na estação do inverno no município de Tunas do Paraná.

Os resultados obtidos nesta pesquisa expressaram apenas as condições climáticas durante as estações do outono e inverno. Logo, recomenda-se realizar novos estudos com medições constantes durante todo o ano abrangendo outras estações como a primavera e o verão, onde o calor e a umidade são mais intensos. Como a temperatura e umidade aumentam significativamente nestas estações, ondas de calor severas são comuns, isso enfatiza a necessidade de avaliações mais preventivas e preditivas do estresse por calor nos locais de trabalho (GAO et al., 2018).

O risco de exposição ao estresse térmico aumenta quando o corpo retém mais calor do que pode liberar (SHAKERIAN et al., 2021). Estudos demonstram que a exposição ao calor implica em reações fisiológicas como doença renal ou lesão renal aguda, aumento da densidade urinária e da taxa metabólica, indisposição, fadiga, diminuição da concentração e desconforto e assim, contribui para a diminuição da eficiência operacional e aumento dos riscos de acidentes (FIEDLER et al., 2007; FIEDLER et al., 2010; LUNDGREN; KUKLANE e VENUGOPAL, 2014, FLOURIS et al., 2018; SCHETTINO et al., 2018).

Ao avaliar sobrecarga térmica em áreas de colheita florestal com madeira danificada pelo vento, Schettino et al. (2018) observaram que os valores para o ambiente térmico extrapolam os limites legais. Outros autores como Fiedler et al. (2007); Schettino et al. (2011); Lundgren; Kuklane e Venugopal. (2014); Schettino et al., (2021) também observaram inconformidade a legislação ao avaliar a exposição ao calor nas atividades florestais, não sendo permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle.

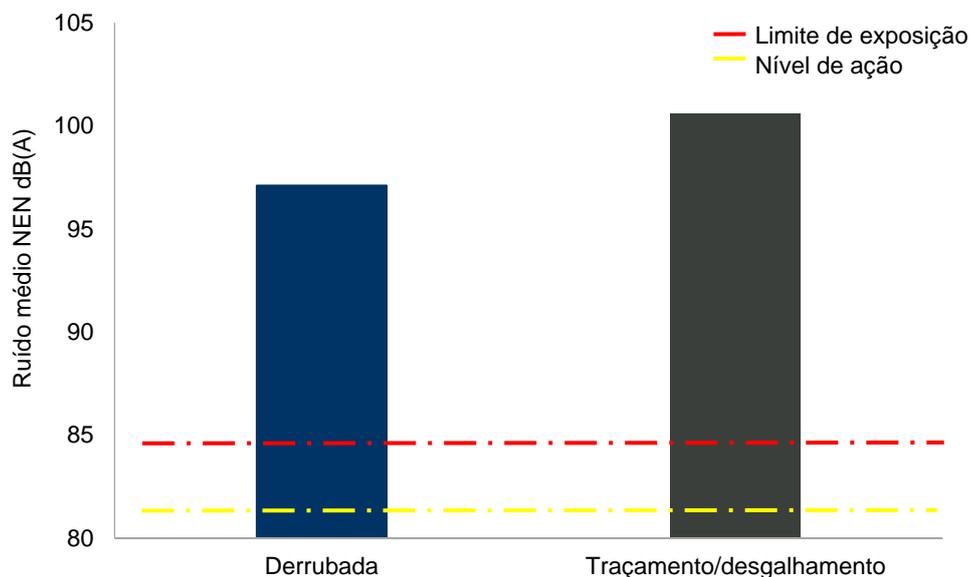
A zona ideal de conforto térmico de trabalho deve variar entre 20 a 24 °C para que o trabalho possa ser realizado de forma contínua e sem prejuízos a saúde do trabalhador (IIDA, 2016). Salienta-se que os danos à saúde do trabalhador decorrentes da exposição ao calor, não advém somente quando o limite de tolerância é ultrapassado, deve ser levado em consideração características do local de trabalho, clima, tempo de experiência na função, propriedades da roupa e características fisiológicas do trabalhador, necessitando estudos mais aprofundados (GAO et al., 2018).

A exposição ao calor é uma questão importante de segurança e produtividade, podendo acarretar até mesmo em fatalidade. Quando ocorre sobrecarga térmica, torna-se necessário a redução do tempo de permanência do trabalhador no local de trabalho, ajuste da carga de trabalho, adequação das funções e pausas frequentes em um local mais fresco como preconiza a NR 24 com fins de hidratação e descanso para reestabelecimento do organismo (COUTO, 2002; TUSTIN et al., 2018; BRASIL, 2019).

5.3.4 Ruído

Os valores médios de ruído obtidos foram de 97,1 dB(A) para a derrubada e 100,6 dB(A) para o traçamento/desgalhamento Figura 10.

Figura 10 - Ruído médio ao longo da jornada de trabalho nas atividades semimecanizadas do corte florestal.



As medições realizadas durante as operações mostram que a motosserra produz ruído médio superior ao limite de tolerância de 85 dB(A), conforme preconiza a NHO 01 para o valor de NEN. Para estar em conformidade com a legislação, o tempo máximo permissível de exposição desses operadores ao ruído, sem o uso de protetor auditivo, é de 30 min para a derrubada e aproximadamente 15 min para o traçamento/desgalhamento.

As determinações feitas para o fator de risco de ruído revelam valores que excedem, em todos os casos, aos limites máximos permitidos pela legislação. No entanto, a condição com maior probabilidade de danos à saúde dos trabalhadores foi verificada na atividade de traçamento/desgalhamento 100,6 dB(A). Esse resultado pode ser explicado pelo menor tempo gasto com deslocamento e maior tempo realizando o corte propriamente dito, expondo o operador a um tempo maior ao ruído máximo emitido pelo motosserra. Tal resultado indicou a necessidade de intervenções imediatas para minimização dos danos causados a saúde dos trabalhadores.

Já na atividade de derrubada foi obtido ruído médio de 97,1 dB(A), que diferente da atividade de traçamento/desgalhamento, nessa, era consumido um maior tempo com deslocamento, agachamento e espera pela melhor condição do vento para a derrubada da árvore, ou seja, condições essas que a motosserra está com aceleração reduzida. Outro ponto a ser considerado é o fato de que sempre antes de iniciar a atividade existia o cuidado da manutenção do motosserra mantendo o sabre sempre afiado, diminuindo com isso o atrito entre os dentes do sabre e as árvores. No traçamento/desgalhamento o sabre também é afiado, porém como o tempo de duração da atividade é maior em comparação com a derrubada, o tempo entre as pausas são mais distantes, ocorrendo um desgaste maior da corrente e o atrito acaba aumentando.

Ao avaliar uma amostra de 107 operadores de motosserra expostos a fatores de risco ocupacionais e incidência de doenças profissionais específicas da área florestal, Iftime, Dumitrascu e Ciobanu (2020), observaram ultrapassagem do limite legal de exposição ao ruído. Assim, segundo os autores, a atividade de colheita florestal era realizada em condições ambientais severas com exposição a altos níveis de ruído. A inconformidade com a legislação e sintomas de doenças relacionadas ao uso de motosserras em florestas, em especial relacionados a elevados valores de ruído, também foram relatados em muitos outros estudos (DUARTE et al., 2015; SOUZA et al., 2015; NASCIMENTO e CATAI, 2017; SCHETTINO et al., 2021).

A exposição demasiada ao ruído pode ocasionar desde irritações, zumbidos, alterações cardiovasculares, psicológicas e respiratórias, distúrbios do sono, irritabilidade, fadiga e dificuldades para reconhecer a fala. Ademais, pode ocasionar a redução do desempenho dos trabalhadores em suas funções, aumentando a probabilidade de acidentes de trabalho, lesões irreversíveis no aparelho auditivo do trabalhador, principalmente a surdez definitiva (NEITZEL e YOST, 2002; BATISTA et al., 2014; DUARTE et al., 2015; FONSECA et al., 2015).

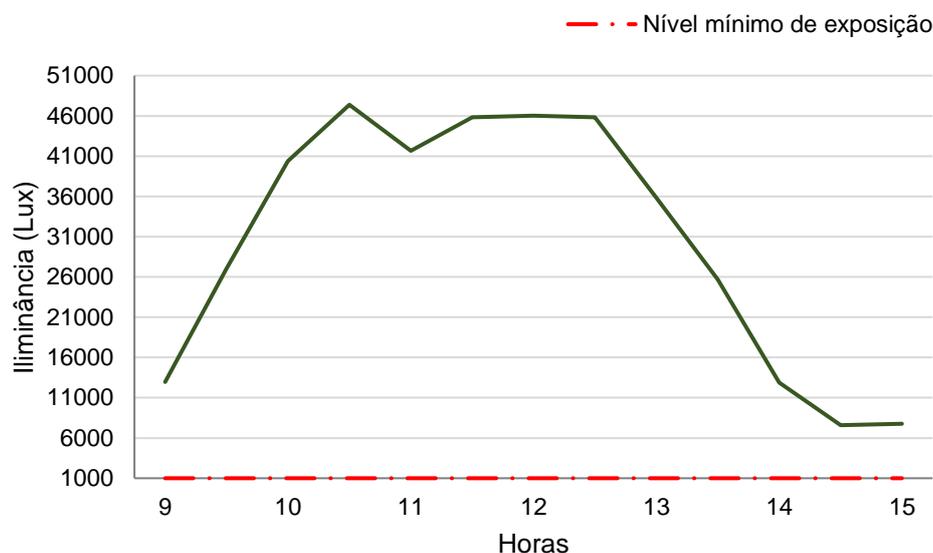
Trabalhadores florestais que utilizam a motosserra estão susceptíveis ao agente de risco ruído. No entanto, esse fator de risco ocupacional, é subestimado pelos trabalhadores, uma vez que não representa prejuízo imediato para a saúde

humana (IFTIME, DUMITRASCU e CIOBANU, 2020). Para mitigar os danos acarretados pelo ruído, especialmente em níveis de frequência mais altos, é necessário que todos os trabalhadores utilizem correntemente protetores auditivos durante toda jornada de trabalho, manutenção periódica das máquinas, readequação do trabalho com adoção de rodízio de funções e, quando possível, substituição das máquinas velhas e defeituosas.

5.3.5 Iluminância

Os valores médios de iluminância estão apresentados no Figura 11. A iluminância média registrada no início da jornada de trabalho foi de 12.946 Lux, com crescimento até às 10h30, onde apresentou pico de 47.383 Lux. Após esse momento, houve leve declínio, mantendo-se com valores elevados até 12h30, em seguida, apresentou declínio gradual até às 15 h, chegando a 7.776 Lux.

Figura 11 - Iluminância média calculada para as atividades avaliadas



Os dados de iluminância foram mensurados na região próxima dos trabalhadores no momento da execução da operação. As atividades são desenvolvidas em ambiente externo, expondo os trabalhadores grande parte do tempo aos raios solares, ficando protegidos apenas pelas copas das árvores em algumas horas do dia. Observa-se que a média de iluminância em todos os horários avaliados ao longo do dia foram satisfatórios, apresentando valores

muito superiores a 1.000 lux, nível mínimo de iluminamento mínimos para trabalho de precisão exigidos pela NHO-01, não havendo necessidades de medidas de correção ou mitigação com relação ao fator ambiental.

O nível mínimo de iluminamento varia em função do tipo de ambiente, tarefa ou atividade (FUNDACENTRO, 2018). Ao ter estudado iluminância durante todas as estações do ano para operadores de motosserra, tombadores/empilhadores de toras, Jesus (2018) observou que a iluminância estava acima dos 1.000 lux indicados para atividades que envolvam alta precisão. Outros autores como Fiedler et al (2007) e Maziero (2021) também observaram que a iluminância estava acima dos níveis mínimos aceitáveis para a atividade.

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. A partir de 1.000 Lux, o aumento da iluminância não provoca melhoras sensíveis no rendimento e a fadiga visual começa a aumentar, dessa forma, recomenda-se uso de barreiras físicas contra os raios solares (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

Os danos causados por esta exposição dependem do tempo de exposição, do nível de exposição e se utilizam os equipamentos de proteção fornecidos no trabalho. Em níveis de iluminância acima de 1.000 Lux, recomenda-se que o trabalhador use óculos escuros para reduzir a intensidade dos raios U.V e proteger a visão. Outra alternativa é realizar o rearranjo do trabalho, de forma a diminuir o tempo de exposição direta ao excesso de luminosidade, com alternância de funções ou de locais mais ou menos expostos, utilizar bonés com proteção de pescoço, camisas de manga longa, filtros solares e medidas especiais que protejam os trabalhadores contra a insolação excessiva, o calor, o frio, a umidade e os ventos como preconiza a NR21 (BRASIL, 1999).

5.4 INDICADORES ERGONÔMICOS

5.4.1 Análise de conformidade ergonômica na colheita de madeira semimecanizada

A avaliação dos Graus de Conformidade (V) calculados para as atividades de derrubada, traçamento/desgalhamento, extração e empilhamento de madeira estão mostrados na Tabela 12. Com base na classificação é importante ressaltar que quanto maior o grau de conformidade, melhores são as condições de trabalho, ou seja, quanto mais próximo de 1, melhor.

Tabela 12 - Graus de Conformidade (V) calculados para as atividades de colheita florestal.

Atividade	Carga de trabalho físico	Vibração de mãos e braços	Exposição ao Calor	Ruído	Iluminância
Derrubada	0,3	0,6	0,8	0,0	1,0
Taç/desgalh.	0,6	0,0	0,8	0,0	1,0
Extração	0,2	na	0,8	na	1,0
Empilhamento	0,0	na	0,8	na	1,0

na: não avaliados.

A determinação do grau de conformidade (V) permitiu uma comparação entre as atividades de corte e extração florestal analisadas. A variável ruído, sem protetor auditivo, foi a que apresentou grau de conformidade de 0,0 para todas as atividades avaliadas, seguido da vibração de mãos e braços e carga de trabalho físico, com grau de conformidade entre 0,0 e 0,6 e 0,2 e 0,6, respectivamente. Os valores encontrados para ruído indicam que a variável estava acima do limite de exposição permitido pela legislação brasileira. Tais valores caracterizaram situações extremas, onde o limite permitido foi ultrapassado com elevada severidade.

Para a variável vibração de mãos e braços, a atividade de traçamento/desgalhamento foi a que apresentou maior quantidade de inadequações do ponto de vista ergonômico, com grau de conformidade (V) = 0,0. Em menor grau de severidade, mas ainda consideradas não conformes a

vibração na atividade de derrubada apesar de estar acima do limite aceitável de $2,2 \text{ m s}^{-2}$, a mesma encontra-se abaixo do limite máximo recomendado de 5 m s^{-2} , com grau de conformidade de 0,6.

A carga de trabalho físico aos quais os trabalhadores foram expostos na atividade de traçamento/desgalhamento foi classificada com $V = 0,6$, indicando atenção quanto ao desgaste físico dos trabalhadores. Carga de trabalho acima dos limites toleráveis definidos em legislação, resulta em desconforto, necessitando reorganizar o trabalho e estabelecer pausas de recuperação. Em seguida, a carga de trabalho físico nas atividades de derrubada, extração e empilhamento obtiveram V igual a 0,3, 0,2 e 0,0 respectivamente, estando abaixo do ideal e necessitando de medidas corretivas imediatas.

A iluminância foi a única variável ergonômica que obteve grau de conformidade com $V = 1,0$ em decorrência das atividades serem desenvolvidas em ambiente externo e no período diurno, expondo os trabalhadores grande parte do tempo aos raios solares. No entanto, esta mesma condição de trabalho analisada pela ótica da exposição ao calor pode afetar os trabalhadores, em especial em dias de calor intenso, explicando o $V = 0,8$ encontrado neste estudo.

Cada variável ergonômica tem suas características específicas e medi-las isoladamente pode ser positivo, mas não é o suficiente. Assim, um método de avaliação que possibilite a normalização dos valores em escalas compatíveis e a tomada de decisão com base na análise e comparação conjunta das variáveis, torna-se mais eficaz. Os resultados mostram uma eficiência do método grau de conformidade por levar em consideração variáveis diferentes, bem como um grande número de medições e assim possibilitar a comparação entre as diferentes atividades realizadas na colheita e entre variáveis mais ou menos conformes de forma simples e prática.

5.4.2 Classificação dos Graus de Conformidade pela urgência de intervenção ergonômica

Cada categoria do grau de conformidade tem uma descrição abrangente de 0 a 1. No entanto, para simplificar as afirmações e facilitar a compreensão, as categorias numéricas do trabalho foram transferidas para as cores de acordo com a urgência de intervenção ergonômica, sendo a cor verde “sem necessidade” de intervenção, amarelo “pouco urgente”, a laranja “urgente” e a cor vermelha “emergente” conforme mostrados na Tabela 13.

Tabela 13. Classificação de necessidade de intervenção ergonômica por cores.

Atividade	Carga de trabalho físico	Vibração de mãos e braços	Exposição ao Calor	Ruído	Iluminância
Derrubada	0,3	0,6	0,8	0,0	1,0
Taç/desgalh	0,6	0,0	0,8	0,0	1,0
Extração	0,2	na	0,8	na	1,0
Empilhamento	0,0	na	0,8	na	1,0

na = não avaliado; verde = sem necessidade; amarelo = pouco urgente; laranja = urgente; e vermelho = emergência.

Ao ter analisado a carga de trabalho físico das atividades de corte e extração florestal, cabe destaque para a atividade de traçamento/desgalhamento, sendo a única que não foi classificada com emergência de intervenção ergonômica, seguida da vibração de mãos e braços na atividade de derrubada e a exposição ao calor, ambas classificadas com urgência. Mesmo não tendo apresentado emergência extrema, as variáveis citadas devem ser acompanhadas cuidadosamente, a fim de evitar que os operadores tenham uma redução na produtividade e no desempenho, bem como reduzir os riscos de sobrecarga física, fadiga e outras doenças ocupacionais.

O ruído apresentou destaque negativo para ambas as atividades avaliadas, classificado com vermelha, ou seja, emergência para intervenção ergonômica corretiva. A vibração de mãos e braços na atividade de traçamento/desgalhamento e a carga de trabalho físico nas atividades de derrubada, extração e empilhamento, também foram classificadas como emergenciais em medidas corretivas. Tais classificações indicam necessidade imediata de medidas corretivas visando à proteção à saúde e segurança laboral dos trabalhadores. Por outro lado, a variável iluminância foi a única classificada com a cor verde, ou seja, conforme segundo o método Grau de Conformidade e

consequentemente não necessita de medidas corretivas, porém recomenda-se o monitoramento frequente, para garantir o padrão conformidade dentro dos aspectos ergonômicos.

Operadores de máquinas florestais permanecem expostos a condições adversas, como ruído, vibração e ambiente térmico desfavorável durante todo o dia de trabalho (MASIOLI et al.,2020). Iftime, Dumitrascu e Ciobanu (2020), Schettino et al. (2021), Oliveira et al. (2021) e Veiga et al. (2021) relataram desconformidade ergonômica avaliando estas variáveis individualmente. Na literatura, Marzano, Souza e Minette (2017), propuseram uma metodologia para determinação de Índice de Conformidade Ergonômica para máquinas florestais (harvester e forwarder) e obtiveram sucesso, pois o índice permitiu o estabelecimento de uma comparação entre elas. Os autores verificaram condições extremas de trabalho, especialmente para a variável ruído que mais afetou o desempenho ergonômico dos harvesters.

Diferente destes autores, Oliveira et al. (2020), ao avaliar um método integrado para máquinas de colheita de madeira, propôs uma classificação mais aprofundada, pois assim que as variáveis ergonômicas foram avaliadas, estas puderam ser dispostas em uma escala de avaliação e classificadas em diferentes graus de urgência de intervenção ergonômica, facilitando a interpretação dos resultados. No estudo, o skidder foi a máquina de colheita de madeira com o pior desempenho ergonômicos devido às vibrações causadas pelos solavancos, o ruído emitido pela máquina, a visibilidade prejudicada e a postura inadequada, necessitando de urgência nas medidas corretivas.

Com o índice de conformidade não é difícil comparar duas atividades diferentes de trabalho ou duas variáveis ergonômicas distintas, uma vez que a normalização visa a obtenção de escalas comparáveis de valores de critérios, estando as variáveis na mesma unidade de medida. Quando duas atividades de colheita são comparadas, em primeiro lugar, as atividades com a menor índice de conformidade de trabalho são identificadas e assim, mais fácil e mais assertiva a decisão de qual das atividades deverá ser a variável prioritária para uma intervenção dentro dos aspectos ergonômicos. Em posse dos resultados, é necessário realizar manutenção dos equipamentos, reorganizar o trabalho, com

o estabelecimento de micropausas, e capacitar os trabalhadores, garantindo melhores condições de saúde e segurança.

6 CONCLUSÕES

- O perfil dos trabalhadores florestais envolvidos nas atividades de colheita florestal localizados na região sul do estado do Espírito Santo foi caracterizado como jovem, com escolaridade de nível fundamental, que trabalha nesse setor há mais de quatro anos, treinados pelo trabalhador mais experiente e sem adoção de práticas ergonômicas antes ou durante a execução do trabalho;
- As condições de trabalho foram caracterizadas como pesado, com tarefas repetitivas e com ausência de práticas ergonômicas. A jornada diária de trabalho dos operadores tem duração média de 8 horas, eles deslocavam-se para o trabalho com veículos próprios com duração média 30 minutos, pois os talhões florestais eram afastados das cidades e em locais de difícil acesso;
- Os maiores valores de carga de trabalho físico dos operadores florestais foram verificados nas atividades de extração e empilhamento de madeira, causados possivelmente pelo elevado esforço físico exigido para levantar e arrastar os toretes de madeira, demonstrando que estas atividades expõe os trabalhadores a sobrecargas, favorecendo o surgimento de doenças ocupacionais;
- Para a vibração de mãos e braços, tanto a derrubada quanto o traçamento/desgalhamento mostraram desconformidade com os limites recomendados, necessitando de adoção de medidas de controle para preservação da saúde dos trabalhadores expostos;
- A variável ruído encontrou-se em desconformidade com a legislação para as atividades de corte florestal, principalmente devido à falta de manutenção periódica das máquinas e uso de protetores auditivos necessitando de intervenções imediatas para a minimização dos danos causados à saúde dos trabalhadores;
- As variáveis exposição ao calor e a iluminância apresentaram níveis aceitáveis pelas normas regulamentadoras, não sendo necessária a adoção de medidas corretivas;

- A utilização dos indicadores ergonômicos permitiu identificar as variáveis ergonômicas que necessitem de intervenções urgentes e as atividades mais exigentes na execução das operações de colheita de madeira semimecanizada;
- A classificação dos resultados em cores possibilitou uma melhor interpretação dos indicadores ergonômicos, identificando as variáveis prioritárias para intervenção ergonômica corretiva;
- A classificação da urgência de intervenção indicou que o ruído foi a variável prioritária em uma intervenção ergonômica corretiva, devido aos elevados valores observado em todas as atividades de corte, necessitando de maior atenção por parte dos fabricantes e ergonomistas, readequação do trabalho com adoção de rodízio de funções e, quando possível, substituição das máquinas velhas e defeituosas.

7 REFERÊNCIAS

ABAF - **Anuário brasileiro da silvicultura 2016**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz – RS. 2016. 56 p. Disponível em:<<http://www.abaf.org.br/wp-content/uploads/2016/04/anuario-de-silvicultura-2016.pdf>>. Acesso em: 20 agosto 2020.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro, RJ, p. 1-13, 2013.

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**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2015. DOI: 10.1590/01047760201521011446.

APUD, E. **Guide-line on ergonomics studs in forestry**. Genebra: ILO, 1989. 241p.

ARNOLD, D.; PARMIGIANI, J. P. Um estudo de retrocesso de motosserra. **Forest Products Journal**. v. 65, ed. 5-6, p. 232–238. 2015. DOI: 10.13073/FPJ-D-14-00096.

Associação Brasileira para Qualidade acústica – ProAcústica. **Organização Mundial da Saúde considera a poluição sonora, um problema de saúde pública**. São Paulo – SP. 2014. Disponível em:<<http://www.proacustica.org.br/publicacoes/artigos-sobre-acustica-e-temas-relacionados/oms-considera-poluicao-sonora-problema-de-saude-ublica.html>>. Acesso em: 30 set. 2020.

BARBOSA, R. P; FIEDLER, N. C.; CARMO, F. C.; MINETTE, L. J.; SILVA, E. N. Análise de posturas na colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas. **Revista Árvore**, v. 38, p. 733-738, 2014. DOI:10.1590/S0100-67622014000400016.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. 6 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.

BATISTA, J. V.; SAMPAIO, O. B.; SILVA, F. F. Effects of climate and environmental factors on the health of forest workers. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 7, ed. 2, p. 359-390, 2014.

BILLO, D.; MENDES, L.; NASCIMENTO, G.; FIEDLER, N., BERUDE, L. Analysis of Noise Transmitted to Workers in Motor-Manual Forest Harvesting in Minas Gerais State. **Floresta e Ambiente**, v. 26, 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 012.** Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Disponível em: <<http://https://www.gov.br/trabalho/pt-br>>. Acesso em: 29 nov. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 15 - Atividades e Operações Insalubres. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 21 – Trabalhos a Céu Aberto.** Portaria MTE n.º 2.037 de 15 de dezembro de 1999. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-21.pdf>>. Acesso em: 04 fev. de 2020.

BRASIL. Portaria SSST nº 13 de 24/10/1994. Disponível em:<https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-13-1994_180709.html>. Acesso em: 11 nov. 2020.

BRITTO, P. C.; LOPES, E. D. S.; DRINKO, C. H. F.; GONÇALVES, S. B. Fatores humanos e condições de trabalho em atividades de implantação e manutenção florestal. **Floresta e ambiente**, v. 22, p. 503-511, 2015. DOI: 10.1590/2179-8087.053113.

CABUS, R. C. Análise do desempenho luminoso de sistemas de iluminação zenital em função da distribuição de iluminância. 1997. 193 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1997.

ÇALISKAN, E.; ÇAGLAR, S. Uma avaliação da carga de trabalho fisiológica dos trabalhadores florestais em operações de corte. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 35, p. 5651-5658, 2013.

CASTRO, F. D. S.; PEZZOPANE, J. R.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. E. Uso de imagens de radar na espacialização da temperatura do ar. **Revista Idesia**. v. 28, n. 3, p. 69–79. 2010.

CASTRO, G. Colheita Complicada. **Revista Cultivar Máquinas**. Ed. 139. 2014. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/acervo/439>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições**. Belo Horizonte, MG: ERGO, 2002.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte. Ergo Editora, v.1, 1995.

COUTO, H. A. Índice TOR-TOM: indicador ergonômico da eficácia de pausas e outros mecanismos de regulação. Belo Horizonte, 2006.

DUARTE, A. S. M.; NG, R. T. Y.; CARVALHO, G. M. D.; GUIMARÃES, A. C.; PINHEIRO, L. A. M.; COSTA, E. A. D.; GUSMÃO, R. J. High levels of sound pressure: acoustic reflex thresholds and auditory complaints of workers with noise exposure. **Brazilian journal of otorhinolaryngology**, v. 81, p. 374-383, 2015. DOI: 10.1016/j.bjorl.2014.07.017.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. Editora Blucher, 2012.

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

FIEDLER, N. C. Colheita e transporte em áreas declivosas. **Revista Opiniões**. 2012.

FIEDLER, N. C.; GUIMARÃES, P. P.; ALVES, R. T.; WANDERLEY, F. B. Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias no sul do Espírito Santo. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 907-915, 2010.

FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. D. L.; GATTO, A. C.; LOPES, E. S.; OLIVEIRA, J. D. S. Avaliação das condições do ambiente de trabalho em atividades de poda de árvores. **Cerne**, v. 13, n. 1, p. 19-24, 2007.

FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MINETTI, L. J.; VALE, A. T. Diagnóstico de fatores humanos e condições de trabalho em marcenarias do Distrito Federal. **Revista Floresta**, v. 31, n. 1/2, p. 105-113, 2001. DOI: 10.5380/rf.v31i12.2335.

FLOURIS, A. D.; DINAS, P. C.; IOANNOU, L. G.; NYBO, L.; HAVENITH, G.; KENNY G. P.; KJELLSTROM, T. Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. **Lancet Planet Health**. 2018. DOI: 10.1016 / S2542-5196 (18) 30237-7.

FONSECA, A.; AGHAZADEH, F.; HOOP, C.; IKUMA, L. AL-QAISI, S. Effect of noise emitted by forestry equipment on workers' hearing capacity. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 46, p. 105-112, 2015. DOI: 10.1016/j.ergon.2014.05.001.

FRUMKIN, A. A.; ZINCHENKO, T. P.; VINOKUROV, L. V. **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (Methods and means of ergonomics during design)**. Transport University: Saint-Petersburg, 1999, 178 p.

FUNDACENTRO - FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. **Norma de Higiene Ocupacional NHO 10** - Procedimento Técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional a Vibração de mãos e braços. São Paulo: Fundacentro, 2013, 64 p.

FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat e Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de higiene ocupacional: NHO 06**: Avaliação da exposição ocupacional ao calor. 2. ed. São Paulo: Fundacentro, 2017. 48 p.

FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat e Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de higiene ocupacional: NHO 11**: Avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho. São Paulo: Fundacentro, 2018.

FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat e Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de higiene ocupacional: NHO 01**: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. São Paulo: Fundacentro, 2001.

GAO, C.; KUKLANE, K.; ÖSTERGREN, P. O.; KJELLSTROM, T. Occupational heat stress assessment and protective strategies in the context of climate change. **International journal of biometeorology**. p. 359-71, 2018. DOI: 10.1007/s00484-017-1352-y.

GERASIMOV, Y.; SOKOLOV, A. Ergonomic evaluation and comparison of wood harvesting systems in Northwest Russia. **Applied ergonomics**, v. 45, n. 2, p. 318-338, 2014.

GUIMARÃES, P. P.; FIEDLER, N. C.; SOUZA LIMA, J. S.; LEITE, Â. M. P.; PELISSARI, A. L. Fatores humanos e condições de trabalho das atividades em uma fábrica de ferramentas. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 49-55, 2013. DOI: 10.31413/nativa.v1i1.1336.

HECK, S. J; OLIVEIRA, L. P. Avaliação da segurança e saúde no trabalho de operadores de motosserra na região dos Campos Gerais no estado do Paraná-Brasil. **Revista ESPACIOS**, v. 36, n. 8, p. 11, 2015.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2021**. Brasília: DF.: Disponível em:< <https://www.iba.org/publicacoes> >. Acesso em: 26 jan. 2022.

IFTIME, M. D.; DUMITRASCU, A. E.; CIOBANU, V. D. Chainsaw operators' exposure to occupational risk factors and incidence of professional diseases specific to the forestry field. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, p. 1-12, 2020. DOI: DOI:10.1080/10803548.2019.1703336.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016. 850 p.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. Definition and Domains of Ergonomics. **What is ergonomics?** Disponível em:< <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>>. Acesso em: 27 set. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 5349-1:2001. Mechanical vibration – Measurement and evaluation to human exposure to hand-transmitted vibration – Part 1: General requirements. 2001.

JESUS, A. T. ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICOS NA COLHEITA FLORESTAL NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Monografia** - Centro de Ciências Florestais e da Madeira. Universidade Federal do Espírito Santo, JERÔNIMO Monteiro. 2018.

JODŁOWSKI, K.; KALINOWSKI, M. Current possibilities of mechanized logging in mountain areas. v. 79, n. 4, p. 365-375, 2018. DOI: 10.2478/frp-2018-0037

JOURGHOLAMI, M.; MAJNOUNIAN, B.; ZARGHAM, N. Performance, capability and costs of motor-manual tree felling in Hyrcanian hardwood forest. **Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering**, v. 34, n. 2, p. 283-293, 2013.

LACERDA, A.; QUINTILIANO, J.; LOBATO, D.; GONÇALVES, C.; MARQUES, J. Hearing profile of Brazilian forestry workers' noise exposure. **International archives of otorhinolaryngology**, v. 19, n. 1, p. 22-29, 2015.

LASCHI, A.; MARCHI, E.; FODERI, C.; NERI, F. Identifying causes, dynamics and consequences of work accidents in forest operations in an alpine context. **Safety science**, v. 89, p. 28-35, 2016.

LEITE, E. D. S.; MINETTE, L. J.; FERNANDES, H. C.; SOUZA, A. P. D.; AMARAL, E. J. D.; LACERDA, E. D. G. Desempenho do harvester na colheita de eucalipto em diferentes espaçamentos e declividades. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, 2014.

LIEPINS, K.; LAZDINS, A.; LIEPINS, J.; PRINDULIS, U. Productivity and cost-effectiveness of mechanized and motor-manual harvesting of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench): a Case Study in Latvia. **Small-scale forestry**, v. 14, n. 4, p. 493-506, 2015.

LOPES, E. D.; BRITTO, P. C.; RODRIGUES, C. K. Postural discomfort in manual operations of forest planting. **Floresta e Ambiente**, v. 26. 2018. DOI: 10.1590/2179-8087.003017.

LOPES, E. S.; TONHATO, L.; RODRIGUES, C. K.; SERPE, E. L. Declividade do terreno e distância de extração na produtividade do forwarder com guincho de tração auxiliar. **Nativa**, v. 4, n. 6, p. 347-352, 2016. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n06a01.

LUNDGREN, K.; KUKLANE, K.; VENUGOPAL, V. Occupational heat stress and associated productivity loss estimation using the PHS model (ISO 7933): a case study from workplaces in Chennai, India. **Global health action**, v. 7, p.25283, 2014. Doi: 10.3402/gha.v7.25283.

MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 2a ed. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2008.

MACHADO, C.C.; SILVA, E.N.; PEREIRA, R.S. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C.C. **Colheita florestal**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2014. 543 p.

MARTINS, C. Setor de florestas plantadas fortalece-se no agronegócio nacional. **O Papel**, v. 10, n. 1, p. 38-45, 2016.

MARZANO, F. L. D. C.; SOUZA, A. P. D.; MINETTE, L. J. Proposal for an ergonomic conformity index for evaluation of *harvesters* and *forwarders*. **Revista Árvore**, v. 41, n. 4, 2017.

MASIOLI, W.; FIEDLER, N. C.; SILVA LOPES, E.; OLIVEIRA, F. M. Exposição de trabalhadores a ruído e vibração em atividades de colheita florestal semimecanizada. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 40, 2020. DOI: 10.4336/2020.pfb.40e201901703.

MAZIERO, R. Perfil dos trabalhadores florestais e condições ergonômicas do trabalho em atividades de produção de eucalipto. **RETEC-Revista de Tecnologias**, v. 14, n. 1, p. 67-80, 2021.

MEIRA, T. C.; FERRITE, S.; CAVANCANTE, F.; CORRÊA, M. J. M. Exposição ao ruído ocupacional: reflexões a partir do campo da Saúde do Trabalhador. **InterfacEHS**, v. 7, n. 3, p. 26-45, 2012.

MENDES, L. T.; FIEDLER, N. C.; BERUDE, L. C.; CARMO, F. C. D. A.; JUVANHOL, R. S.; NOGUEIRA, D. F. B. Análise da Vibração Mão-Braço na Colheita Florestal Semimecanizada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 15, n. 1, p. 35-38, 2019.

MINISTERIO DA SAÚDE. **Perda auditiva induzida por Ruído**. 2006. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_perda_auditiva.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2020.

NASCIMENTO, K. A. O.; CATAI, R. E. Dimensionamento e classificação de riscos da colheita florestal em relevo declivoso. **Biofix Scientific Journal**, 2, p. 28-33, 2017. DOI: [dx.doi.org/10.5380/biofix.v2i0.56343](https://doi.org/10.5380/biofix.v2i0.56343).

NASCIMENTO, K. A. O.; EMMERT, F.; HIGUCHI, N. Frequência cardíaca para estimativas da carga física de trabalho na exploração florestal. **Biofix Scientific Journal**, v. 3, n. 1, p. 210-215, 2018. DOI: [dx.doi.org/10.5380/biofix.v3i1.58654](https://doi.org/10.5380/biofix.v3i1.58654).

NEITZEL, R.; YOST, M. Task-based assessment of occupational vibration and noise exposures in forestry workers. **AIHA journal**, v. 63, n. 5, p. 617-627, 2002. DOI: 10.1080/15428110208984748.

NERI, F.; FODERI, C.; LASCHI, A.; FABIANO, F.; CAMBI, M.; SCIARRA, G.; MARCHI, E. Analysis of dust exposure during chainsaw forest operations. **iForest-Biogeosciences and Forestry**, v. 10, n. 1, p. 341, 2017.

OLIVEIRA, F. M. **Método integrado para avaliação ergonômica de máquinas na colheita de madeira**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, 2019.

OLIVEIRA, F. M.; LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C.; KOEHLER, H. S. Indicator for urgency assessment in ergonomic intervention of wood harvesting machines. **Revista Árvore**, v. 44, 2020. DOI:10.1590/1806-908820200000028.

OLIVEIRA, N. K. A.; NIRO, H., DEARMOND, D.; GONÇALVES, R. R. C.; EDUARDO, A. J.; FIDALGO, C. J. P. Environmental Thermal Conditions Related to Performance, Dynamics and Safety of Logging in the Brazilian Amazon. **Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering**, v. 42, n. 3, p. 419-435, 2021. DOI: 10.5552/crojfe.2021.

PAIVA, Y. G.; SILVA, K. R.; PEZZOPANE, J. E. M.; ALMEIDA, A. Q.; CECÍLIO, R. A. Delimitação de sítios florestais e análise dos fragmentos pertencentes na bacia do rio Itapemirim. **Revista Idesia**, v. 28, n. 1, p. 17-22, 2010.

PALMER, K. T.; BOVENZI, M. Rheumatic effects of vibration at work. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology**, v. 29, n. 3, p. 424-439, 2015. Doi: 10.1016/j.berh.2015.05.001.

PEREIRA, A. L. N.; LOPES, E. D. S.; DIAS, A. N. Análise técnica e de custo do feller buncher e skidder na colheita de madeira em diferentes produtividades do povoamento. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 981-989, 2015. DOI: 10.5902/1980509820659.

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

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H. Riscos e agravos à saúde e à vida dos trabalhadores das indústrias madeireiras de Mato Grosso. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, p. 961-973, 2005.

POJE, A.; POTOČNIK, I.; MIHELIC, M. Comparison of electric and petrol chainsaws in terms of efficiency and safety when used in young spruce stands in small-scale private forests. **Small-scale forestry**, v. 17, n. 3, p. 411-422, 2018.

PROTO, A. R.; ZIMBALATTI, G. Risk assessment of repetitive movements in olive growing: analysis of annual exposure level assessment models with the OCRA checklist. **Journal of Agricultural Safety and Health**, v. 21, n. 4, p. 241-253, 2015. DOI: 10.13031 / jash.21.10884.

ROBERT, R. C. G.; NASCIMENTO, K. A. O. **Guia Prático de Operações Florestais na Colheita de Madeira**. Pró Reitoria de Extensão e Cultura, UFPR. Curitiba, p. 112, 2012.

RODRIGUES, C. K. **Colheita e transporte florestal**. Curitiba, ed. 1, p. 68, 2018.

ROLKE, R.; ROLKE, S.; VOGT, T.; BIRKLEIN, F.; GEBER, C.; TREEDE, R. D.; VOELTER-MAHLKNECHT, S. Hand-arm vibration syndrome: clinical characteristics, conventional electrophysiology and quantitative sensory testing. **Clinical Neurophysiology**, v. 124, n. 8, p. 1680-1688, 2013. DOI: 10.1016/j.clinph.2013.01.025.

SANT'ANNA, C. M. Corte florestal. In: Machado, C.C. (Ed). Colheita florestal, Viçosa, Minas Gerais. p. 55-88. 2002.

SCHETTINO, S.; AZEVEDO, P. T. O.; CAÇADOR, S. S.; MINETTE, L. J., GUIMARÃES, N. V. Estudo comparativo dos índices de qualidade de vida no trabalho florestal em atividades com e sem mecanização. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 16, n. 1, p. 20-26, 2020.

SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J.; LIMA, R. C. A.; NASCIMENTO, G. S. P.; CAÇADOR, S. S.; VIEIRA, M. P. L. Forest harvesting in rural properties: Risks and worsening to the worker's health under the ergonomics approach. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 82, p. 103087, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103087>.

SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. L.; SOUZA, A. P. Avaliação ergonômica do processo de mensuração florestal. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p. 575-586. DOI: [dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n111.04](https://doi.org/10.18671/scifor.v44n111.04).

SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. CORRELAÇÃO ENTRE VOLUMETRIA DE FLORESTAS DE EUCALIPTO E PRODUTIVIDADE E CUSTOS DE MÁQUINAS DE COLHEITA DE MADEIRA¹. **Revista Árvore**, v. 39, p. 935-942, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000500016.

SCHETTINO, S.; MORAES, A. C.; MINETTE, L. J. Avaliação dos riscos ocupacionais aos trabalhadores da colheita florestal mecanizada. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**. v. 7, n. 4, p. 412-419, 2019. DOI: 10.31413/nativa.v7i4.7218.

SHAKERIAN, S.; HABIBNEZHAD, M.; OJHA, A.; LEE, G.; LIU, Y.; JEBELLI, H.; LEE, S. Assessing occupational risk of heat stress at construction: a worker-centric wearable sensor-based approach. **Safety science**, v. 142, p. 105395, 2021. DOI: 10.1016/j.ssci.2021.105395.

SILVA FILHO, J. N.; ARAÚJO, T. K. C.; YAMAHIRA, C.; ALMEIDA ARAÚJO, B. C. Necessidades da reidratação para a saúde do trabalhador: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 9, n. 54, p. 578-586, 2015.

SILVA, E. P.; COTTA, R. M. M.; DE SOUZA, A. P.; JOSÉ, L. Diagnóstico das condições de saúde de trabalhadores envolvidos na atividade em extração manual de madeira. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 561-565, 2010.

SILVA, E. P.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; MARÇAL, M. A.; SANCHES, A. L. P. Fatores Organizacionais e psicossociais associados ao risco de LER/DORT em operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 889-895, 2013.

SILVA, K. R.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J. Avaliação do perfil de trabalhadores e das condições de trabalho em marcenarias no município de Viçosa – MG. **Revista Árvore**, v. 26, n.6, p. 769-775, 2002. DOI: 10.1590/S0100-67622002000600013.

SKOGFORSK – THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN. **Ergonomic guidelines for forest machines**. Uppsala: Swedish National Institute for Working Life, 1999. 86 p.

SORANSO, D. R. Análise ergonômica com ênfase na termográfica em um sistema de exploração e processamento da madeira de Floresta Tropical. 2019. 103 f. **Tese** (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2019.

SORANSO, D. R.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; NASCIMENTO, G. S. P.; LIMA, R. C. A.; BERMUDEZ, W. L.; LEME, M. P. Análise Biomecânica da operação de corte florestal em áreas de floresta tropical, Mato Grosso, Brasil. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 7, n. 2, p. 13754-13760, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n2-137.

SOUZA, A. P. D.; DUTRA, R. B. C.; MINETTE, L. J.; MARZANO, F. L. D. C.; SCHETTINO, S. Metas de produção para trabalhadores de corte florestal. **Revista Árvore**, v. 39, p. 713-722, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000400014.

SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; SANCHES, A. L. P.; DA SILVA, E. P.; RODRIGUES, V. A. J.; OLIVEIRA, L. A. Ergonomic factors and production target evaluation in eucalyptus timber harvesting operations in mountainous terrains. **Work**, v. 41, n. Supplement 1, p. 4957-4962, 2012.

TURCOT, A.; GIRARD, S. A.; COURTEAU, M.; BARIL, J.; LAROCQUE, L. Noiseinduced hearing loss and combined noise and vibration exposure. **Occupational Medicine**, [S.l.], v. 65, n. 3, p. 238–244, 2015. DOI: 10.1093/occmed/kqu214.

TUSTIN, A. W.; LAMSON, G. E.; JACKLITSCH, B. L.; THOMAS, R. J.; ARBURY, S. B.; CANNON, D. L.; GONZALES, R. G.; HODGSON, M. J. Evaluation of occupational exposure limits for heat stress in outdoor workers - United States, 2011 - 2016. **Morbidity and Mortality Weekly Report**. p. 733–737. 2018. Doi: 10.15585%2Fmmwr.mm6726a1.

VAITSMAN, J.; FARIAS, L. O.; MATTOS, A. M.; CAMPOS FILHO, A. C. Metodologia de elaboração do índice de percepções organizacionais. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 6, p. 1631-1643, 2003.

VASCONCELOS, G. B. T.; NASCIMENTO, G. S. P.; LIMA, R. C. A.; VIEIRA, M. P. L.; SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J. Evaluation of Quality of Life and Ergonomic Risks in Workers of the Furniture Sector in Southeastern Brazil. **Journal of Scientific Research and Reports**, p. 1-10, 2019.

VEIGA, R. K.; GONTIJO, L. A.; MASIERO, F. C.; VENTURI, J. Análise e distribuição espacial do ruído no posto de trabalho do operador e nas proximidades de máquinas agrícolas e florestais. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 43-65, 2021. DOI: 10.5902/1980509816116.

WÄSTERLUND, D. S.; CHASELING, J.; BURSTRÖM, L. The effect of fluid consumption on the forest workers' performance strategy. **Applied Ergonomics**, v. 35, n. 1, p. 29-36, 2004. DOI: 10.1016/j.apergo.2003.09.002.

8 ANEXOS

Anexo 1 - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ÍNDICE DE CONFORMIDADE E CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM A URGÊNCIA DE INTERVENÇÃO ERGONOMICA EM OPERAÇÕES DE COLHEITA DE MADEIRA SEMIMECANIZADA

Pesquisador: NILTON CESAR FIEDLER

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 45525421.1.0000.8151

Instituição Proponente: Centro de Ciências Agrárias e Engenharias

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.728.519

Apresentação do Projeto:

O trabalho nas atividades que acontecem tanto na floresta, como na indústria de processamento de madeira, normalmente são caracterizadas como pesadas. Nestes ambientes as atividades são desenvolvidas em um cenário nada favorável para a saúde e integridade física dos trabalhadores. Uma forma de contribuir para melhorias nas condições de trabalho é pela aplicação da análise ergonômica. Esta pesquisa será conduzida em áreas operacionais de fomento florestal e plantio independentes de eucalipto em municípios do sul e região serrana do Espírito Santo, sendo avaliadas a colheita florestal no sistema semimecanizado (corte, desgalhamento, traçamento, tombamento e empilhamento na margem da estrada). Serão avaliados 6 trabalhadores da área.

A caracterização dos trabalhadores e das condições de trabalho será realizada através de questionários. A primeira etapa da pesquisa consiste em realizar a caracterização do perfil dos trabalhadores e das condições de trabalho. A segunda etapa consiste em realizar a análise dos fatores ergonômicos do trabalho (carga de trabalho físico, vibração de mãos e braços, exposição ao calor, ruído e iluminância), os instrumentos de coleta de dados serão instalados e avaliados de acordo com as recomendações das normas regulamentadoras. A terceira etapa consiste na padronização dos resultados das avaliações ergonômicas por meio da adaptação do método do Grau de Conformidade (V) e proposição de uma classificação de urgência ergonômica em uma escala de cores. Também será feito o reconhecimento de padrões térmicos (temperatura) no corpo

Endereço: Alto Universitário, s/n, Guararema

Bairro: CENTRO

UF: ES

Município: ALEGRE

CEP: 29.500-000

Telefone: (28)3552-8771

E-mail: cep.alegre.ufes@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.728.519

do trabalhador através de termográfica, utilizando uma câmera específica que capta imagens do corpo, indicando a variação de temperatura. Os pesquisadores esclarecem que as imagens somente serão utilizadas como fonte de dados para programas computacionais de avaliação de temperatura. Os pesquisadores propõem que a partir desta pesquisa, será possível obter uma visão mais aprofundada das condições de trabalho e dos riscos laborais em que os colaboradores estão expostos, possibilitando melhor interpretação dos indicadores ergonômicos, facilitando a identificação das variáveis prioritárias para uma intervenção ergonômica corretiva.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com o pesquisador responsável, os objetivos gerais da pesquisa, destacados na plataforma Brasil são: "Analisar ergonomicamente a colheita de madeira semimecanizada, correlacionando as variáveis ergonômicas de forma integrada com sua classificação de acordo com a urgência de intervenção, visando o melhor entendimento e praticidade de aplicação dos resultados das avaliações."

Como objetivo secundário são listados: "Caracterizar o perfil dos trabalhadores e as condições de trabalho; Avaliar ergonomicamente a carga de trabalho físico dos operadores florestais e o ambiente de trabalho (Vibração de mãos e braços, exposição ao calor, ruído e iluminância); Aplicar um indicador ergonômico com classificação de acordo com a urgência de intervenção em operações de colheita da madeira semimecanizada, visando à identificação das variáveis prioritárias na intervenção ergonômica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com o pesquisador responsável os riscos e benefícios da pesquisa listados na plataforma Brasil, são:

"Riscos: Esta pesquisa tem como risco, identificar e expor os participantes, constrangimento durante preenchimento de informações do questionário caso tenham dúvidas, desconforto ao utilizar os equipamentos ergonômicos e redução do ritmo do trabalho. Para reduzir os riscos de constrangimentos, os pesquisadores irão acompanhar e explicar todos os itens antecipadamente, sanando dúvidas e deixando claro todos os pontos. No intuito de reduzir os riscos de identificação dos participantes através das fotos e filmagens, as mesmas serão tiradas sempre que possível em ângulos que não mostre o rosto, sendo garantida a confidencialidade e sigilo das informações, ou seja, o nome do trabalhador ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma o

Endereço: Alto Universitário, s/n, Guararema
Bairro: CENTRO **CEP:** 29.500-000
UF: ES **Município:** ALEGRE
Telefone: (28)3552-8771 **E-mail:** cep.alegre.ufes@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.728.519

identificar, será mantido em sigilo.”

Benefícios:

“Esta pesquisa tem potencial para melhorar a qualidade de vida do trabalhadores no ambiente de trabalho e no dia a dia, pois permitirá que identifiquem as variáveis prioritárias para as intervenção ergonômica, identificar os pontos de maior e menor risco, instrução dos funcionários quanto ao uso dos Equipamentos de proteção individual - EPI's, prevenção de doenças ocupacionais, redução nas ausências e afastamentos, consequentemente redução de gastos com afastamentos e internações, melhora na produtividade e melhora na qualidade de vida pessoal”

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

É um projeto com condições de realização claramente definido em termos metodológicos e logísticos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de rosto: apresentada e adequada.
- Projeto detalhado: apresentado e adequado.
- TCLE: apresentado e adequado.
- Termo de anuência da instituição onde a pesquisa será realizada: apresentado e adequado
- Cronograma: apresentado e adequado.
- Orçamento: apresentado e adequado.

Recomendações:

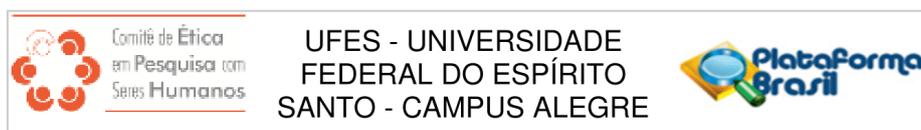
Ler a Resolução 466/12 e adequar os documentos do protocolo de pesquisa.

Sempre que realizar as alterações solicitadas, se atentar para o fato de que todas as informações devem estar em consonância em todos os documentos. Portanto, ao corrigir, por exemplo, os riscos da pesquisa no TCLE, o mesmo deve ser feito no campo “riscos” da Plataforma Brasil e o mesmo deve ser feito no projeto detalhado.

Adequar a data de início no cronograma de execução.

Sugere-se consultar o modelo de TCLE disponível na página do CEP/Alegre/UFES: <http://www.cef.ufes.br>

Endereço: Alto Universitário, s/n, Guararema
Bairro: CENTRO **CEP:** 29.500-000
UF: ES **Município:** ALEGRE
Telefone: (28)3552-8771 **E-mail:** cep.alegre.ufes@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.728.519

alegre.ufes.br/cep/orientacoes/protocolo .

O CEP Alegre-UFES manteve o calendário de reuniões e segue avaliando os protocolos de pesquisa, realizando as reuniões de forma virtual, respeitando a suspensão das atividades presenciais determinada pela Resolução nº 4/2020-CUn, alterada pela Resolução nº 7/2020-CUn. Considerando a pandemia da Covid-19, o CEP recomenda que as equipes de pesquisadores e os participantes das pesquisas não sejam expostos a situações de risco para a saúde. Todas as recomendações das autoridades de saúde, dos centros responsáveis pelas pesquisas e do município onde a pesquisa será realizada deverão ser seguidas, buscando evitar a disseminação do vírus e o contágio da população. Os cronogramas propostos devem considerar a situação de pandemia e serem reestruturados no intuito de favorecer o isolamento social e, conseqüentemente, a segurança da população. Caso haja necessidade de alterações nos protocolos de pesquisa em razão dessa situação excepcional, as modificações devem ser enviadas, como emendas, ao CEP. Os pesquisadores devem atender às orientações da CONEP para condução de pesquisas durante a pandemia provocada pelo coronavírus SARS-COV-2 (COVID-19) disponíveis em <https://drive.google.com/file/d/1apmEkc-0fe8AYwt37oQAIx90plvOja3Z/view>

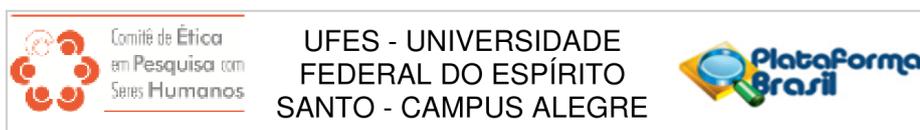
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

1. O CEP/Alegre/UFES deverá ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo.
2. Caso a pesquisa seja suspensa ou encerrada antes do previsto, o CEP/Alegre/UFES deverá ser comunicado, estando os motivos expressos no relatório final a ser apresentado.
3. O TCLE deverá ser obtido em duas vias, uma ficará com o pesquisador e a outra com o sujeito de pesquisa.
4. Em conformidade com a Carta Circular nº.003/2011 CONEP/CNS, faz-se obrigatório a rubrica em todas as páginas do TCLE pelos participantes de pesquisa ou seu responsável e pelo pesquisador.
5. Em muitos estudos, para que os benefícios aos participantes sejam efetivos, posteriormente à realização da pesquisa, é de grande importância o pesquisador retornar à Instituição onde foi realizada a pesquisa e apresentar os resultados e conclusões.

Endereço: Alto Universitário, s/n, Guararema	CEP: 29.500-000
Bairro: CENTRO	
UF: ES	Município: ALEGRE
Telefone: (28)3552-8771	E-mail: cep.alegre.ufes@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.728.519

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1689862.pdf	07/05/2021 08:45:36		Aceito
Outros	TermoDeAnuencia.pdf	07/05/2021 08:40:39	Rayane Aparecida Silva Menezes	Aceito
Outros	QuestionarioPerfilCondicoesDeTrabalho.pdf	02/05/2021 10:19:54	Rayane Aparecida Silva Menezes	Aceito
Outros	CartaResposta.pdf	02/05/2021 10:18:09	Rayane Aparecida Silva Menezes	Aceito
Outros	CurriculoLattes.pdf	02/05/2021 10:17:41	Rayane Aparecida Silva Menezes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TermoDeConsentimentoLivreEsclarecido.pdf	02/05/2021 10:16:45	Rayane Aparecida Silva Menezes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado.pdf	02/05/2021 10:15:44	Rayane Aparecida Silva Menezes	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	02/05/2021 10:14:48	Rayane Aparecida Silva Menezes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ALEGRE, 24 de Maio de 2021

Assinado por:
ANA CLAUDIA HEBLING MEIRA
 (Coordenador(a))

Endereço: Alto Universitário, s/n, Guararema
Bairro: CENTRO **CEP:** 29.500-000
UF: ES **Município:** ALEGRE
Telefone: (28)3552-8771 **E-mail:** cep.alegre.ufes@gmail.com

Anexo 2 - Questionário para caracterização do perfil dos trabalhadores e das condições de trabalho

1-Dados do trabalhador			
Nome do trabalhador:			
Atividade executada:			
Idade:	anos	Altura	m Peso kg Gênero:
Escolaridade: () Não alfabetizado () Ensino fundamental incompleto () Ensino fundamental completo () Ensino médio incompleto () Ensino médio completo () Ensino Superior			
Tempo de trabalho na função: () menos de 6 meses () menos de 1 ano () de 1 a 2 anos () de 2 a 3 anos () de 3 a 4 anos () mais de 4 anos			
Destreza: () Destro () Canhoto () Ambidestro			
Tipo de vínculo: () efetivo			
2 – Organização do trabalho			
Qual o tempo gasto para chegar até o local de trabalho? Partindo de sua casa: min Partindo do ponto da empresa: min			
São executadas práticas ergonômicas antes ou durante a execução do trabalho? () sim () não () diálogo diário de segurança () ginástica laboral () análise prevencionista de risco () outros. Se outros, quais?			
Houve treinamento para a função exercida? () Sim () Não () Antes de começar atuar na função () Depois de um certo tempo que exercia a função			
Quem realizou o treinamento? () Encarregado da empresa () Técnico de segurança () Profissional externo			
Recebe alguma orientação sobre o trabalho a ser executado? () Sim () Não			
Quem passa a orientação? () Encarregado () Técnico de segurança () Outros			
Você considera a tarefa repetitiva? () Sim () Não Se sim, quanto? () extremamente () muito () regular () pouco			
O Ritmo de trabalho é ajustado ou definido por quem? () Pelo trabalhador () Pela equipe de trabalhadores () Pelo encarregado			
Considera o ritmo de trabalho: () Extremamente pesado () Medianamente pesado () Leve			
Quem realiza a supervisão dos trabalhos? () Encarregado () Auxiliar de encarregado () Técnico de segurança			
Existe a execução regular de descanso durante a execução do trabalho? () sim () não. Se sim, quanto tempo: () 10min/50 min trabalho () 15min/45 min trabalho () 20min/40 min trabalho			
Há na atividade algum tipo de rodízio entre os trabalhadores? () sim () não. Se sim, de quanto em quanto tempo?			

<input type="checkbox"/> a cada 30 min <input type="checkbox"/> a cada 60 min <input type="checkbox"/> a cada 120 min <input type="checkbox"/> a cada dia
Qual a duração da jornada de trabalho? Horas
Você recebe algum adicional por produtividade?
<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não. Se sim, quanto a mais recebe? R\$
Há limite de pagamento por produção?
<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Se sim, qual o limite?