



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

DENISE RANSOLIN SORANSO

**ANÁLISE ERGONÔMICA COM ÊNFASE NA TERMOGRAFIA EM UM SISTEMA
DE EXPLORAÇÃO E PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE FLORESTA
TROPICAL**

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2019

DENISE RANSOLIN SORANSO

**ANÁLISE ERGONÔMICA COM ÊNFASE NA TERMOGRAFIA EM UM SISTEMA
DE EXPLORAÇÃO E PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE FLORESTA
TROPICAL**

Tese 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 Doutor em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.
Orientador: Prof. Dr. Luciano José Minette
Coorientadores: Prof. PhD. Amaury Paulo de Souza e Prof. Dr. Márcio Alves Marçal.

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2019

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

S713a Soranso, Denise Ransolin, 1988-
Análise ergonômica com ênfase na termografia em um
sistema de exploração e processamento da madeira de floresta
tropical / Denise Ransolin Soranso. - 2019.
103 f. : il.

Orientador: Luciano José Minette.

Coorientadores: Amaury Paulo de Souza, Márcio Alves
Marçal.

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

1. Manejo Florestal. 2. Condições de trabalho. 3. Ergonomia.
4. Imagens Termográficas. I. Minette, Luciano José. II. Souza,
Amaury Paulo de. III. Marçal, Márcio Alves. IV. Universidade
Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias. V. Título.

CDU: 630*38

**ANÁLISE ERGONÔMICA COM ÊNFASE NA TERMOGRAFIA EM UM
SISTEMA DE EXPLORAÇÃO E PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE
FLORESTA TROPICAL**

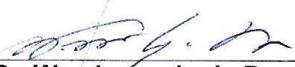
Denise Ransolin Soranso

Tese 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 Doutor em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

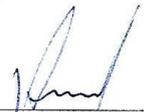
Aprovada em 19 de Fevereiro de 2019.



Prof. Dr. Michel Picanço Oliveira (Examinador externo)
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Wanderson Lyrio Bermudes (Examinador externo)
Instituto Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Amaury Paulo de Souza (Coorientador)
Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Márcio Alves Marçal (Coorientador)
Universidade Federal do dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri



Prof. Dr. Luciano José Minette (Orientador)
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

AGRADEÇO:

Primeiramente a DEUS, que está acima de tudo e graças à sua benção divina foi possível vencer mais essa etapa em minha vida.

Ao meus pais José Francisco Soranso e Salete Ransolin Soranso, que jamais mediram esforços em oferecer uma das coisas mais preciosas dessa vida, o estudo.

Aos meus irmãos Juliana e Márcio pelo apoio e por cuidarem de nossos pais ao longo desses anos em que fiquei distante na busca por uma melhor formação.

Ao meu marido, Frederico Eustáquio Telles Vieira que compartilhou comigo todos os momentos de glória e dificuldades ao longo desses quatro anos de doutorado.

Ao meu orientador Professor Luciano José Minette, um ser humano admirável, por todo apoio na realização dessa pesquisa e pelo aprendizado compartilhado diariamente ao longo desses anos.

Aos meus Coorientadores professores Amaury Paulo de Souza e Márcio Alves Marçal, pelos conselhos e orientações, principalmente nos momentos de dúvidas.

À Universidade Federal do Espírito Santo, juntamente com o Departamento de Ciências Florestais e da Madeira e o Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais pela estrutura, oportunidade e incentivo para realização do doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo financiamento da bolsa (Código de Financiamento 001).

Aos membros do Laboratório de Ergonomia - LABERGO da Universidade Federal do Viçosa, pela receptividade, apoio, compartilhamento de conhecimento e disponibilização de infraestrutura. Agradeço, em especial a Márcia Oliveira, pela sua dedicação e auxílio ao longo desses anos.

Aos responsáveis pelas empresas e os respectivos trabalhadores que foram peças fundamentais para a realização desse trabalho, agradeço pela colaboração e participação.

Ao Professor João Carlos Bouzas Marins e membros do Laboratório de Performance Humana da Universidade Federal de Viçosa pelo compartilhamento de conhecimento e a disponibilização de infraestrutura.

Aos professores do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, em especial, ao professor Nilton Flieder, por todo apoio e colaboração na realização deste trabalho.

Ao amigo Wanderson Lyrio Bermudes, pelo aprendizado e companheirismo ao longo desses longos quatro anos, sua ajuda foi essencial para a realização deste trabalho.

Aos meus sogros, Geraldo e Ezilair, meus cunhados Rodrigo e Luana e minha linda sobrinha, pelo incentivo e apoio ao longo desses anos.

À todos os amigos que durante esses seis anos fiz no Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, em especial, Mariana Duarte, João Gabriel Missia, Brunela Pollastrelli, Saulo Boldrini, Flávio Cipriano, Luciana Ferreira, Pedro Nicó e Glicia Nascimento.

Finalmente, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO GERAL

SORANSO, D. R. **Análise ergonômica com ênfase na termografia em um sistema de exploração e processamento da madeira de floresta tropical**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES. Orientador: Prof. Dr. Luciano José Minette. Coorientadores: Prof. PhD. Amaury Paulo de Souza e Prof. Dr. Márcio Alves Marçal.

Na comercialização da madeira provinda das áreas de manejo florestal, o centro consumidor têm exigido que a matéria-prima comercializada possua certificação florestal como uma garantia de que o produto seja de uma área que atende os requisitos legais de exploração, dentre este, os relacionados à saúde e segurança dos trabalhadores sejam atendidos. Para melhorias nas condições de trabalho é primordial a aplicação da análise ergonômica, com intuito de identificar situações possam causar danos à saúde e integridade física dos trabalhadores, dentre os métodos que pode ser aplicado para alcançar tal finalidade em uma análise ergonômica, cita-se a termografia. Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi realizar a análise ergonômica, com ênfase no uso da termografia, em um sistema de exploração e processamento da madeira de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. Para atingir os objetivos propostos, este estudo foi dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo refere-se a aplicação de uma análise ergonômica nas atividades de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira. Inicialmente foi caracterizado o perfil dos trabalhadores com a aplicação de questionários. Posteriormente feita a avaliação da exposição ocupacional dos trabalhadores ao calor, seguida da análise dos riscos físicos ruído e vibração. Por fim foram avaliadas as condições biomecânica, o risco de lesão por esforços repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho e a carga de trabalho físico. Na análise ergonômica do trabalho verificou-se que os trabalhadores, possuem grau de escolaridade, não são submetidos a treinamento e que as condições de trabalho consistem um cenário favorável para ocorrência de acidentes. A avaliação da exposição ocupacional ao calor e a análise qualitativa do ruído e da vibração demonstraram a necessidade para a adoção de medidas de controle. Com relação ao posto de trabalho, as atividades proporcionaram elevada carga de trabalho físico, alto risco para o desenvolvimento de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho e danos a coluna vertebral, indicando a necessidade para a adoção de medidas

ergonômicas imediatas no trabalho. O segundo capítulo teve como objetivo avaliar as condições da região posterior do tronco de trabalhadores da indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. A avaliação do uso da termografia foi conduzida com a avaliação de nove trabalhadores da indústria de processamento de madeira e oito sujeitos pertencentes a um grupo denominado de “controle”, composto por sujeitos que não desenvolviam atividades fisicamente pesadas. Com o grupo de trabalhadores, as avaliações foram realizadas antes do início da jornada de trabalho na segunda-feira e na sexta-feira, para verificar se o acúmulo de dias trabalhados proporcionaria uma diferenciação nas imagens obtidas. E no grupo controle, essa avaliação foi realizada somente na segunda-feira, a fim de obtenção de um padrão “normal” de temperatura das regiões corporais avaliadas. Os resultados apontaram que os valores de temperatura média dos trabalhadores avaliados na situação I diferiam significativamente em relação a do grupo controle. Na avaliação do acúmulo de dias trabalhados e menor tempo para recuperação em relação ao período de maior tempo para descanso não houve diferenças significativas nos padrões térmicos obtidos. A análise qualitativa evidenciou uma maior amplitude de ocupação de padrões térmicos com temperatura elevada na região corporal de interesse dos trabalhadores em ambas as situações avaliadas. De maneira geral, os resultados indicam a necessidade de um exame apurado, a fim de verificar se o desenvolvimento das operações de processamento de madeira, contribuem para o surgimento de disfunções musculoesqueléticas nos trabalhadores.

Palavras-chave: Manejo florestal, condições de trabalho, ergonomia, imagens termográficas.

GENERAL ABSTRACT

SORANSO, D. R. **Ergonomic analysis with emphasis on thermography in a system of exploration and processing of tropical forest wood.** 2019. Thesis (PhD in Forest Sciences) - Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES. Advisor: Dr. Prof. Luciano José Minette. Coorientators: Prof. PhD. Amaury Paulo de Souza e Prof. Dr. Márcio Alves Marçal

In the commercialization of the wood from the forest management areas, the consumer center has demanded that the raw material sold be forest certified as a guarantee that the product is from an area that meets the legal requirements of exploration, among them, those related to health and safety of workers are met. For the improvement of the working conditions, it is essential to apply the ergonomic analysis, in order to identify situations that can cause damages to the health and physical integrity of the workers, among the methods that can be applied to achieve this purpose in an ergonomic analysis, it is mentioned the thermography. In view of the above, the objective of this research was to perform the ergonomic analysis, with emphasis on the use of thermography, in a system for the exploration and processing of tropical forest wood in the North of the State of Mato Grosso, Brazil. To reach the proposed objectives, this study was divided into two chapters. The first chapter refers to the application of an ergonomic analysis in the activities of logging and the wood processing industry. The profile of the workers was initially characterized with the application of questionnaires. Subsequently the evaluation of the occupational exposure of the workers to the heat, followed by the analysis of the physical risks, noise and vibration. Finally, the biomechanical conditions, the risk of repetitive strain injury, and musculoskeletal disorders related to work and physical workload were evaluated. In the ergonomic analysis of the work it was verified that the workers have a degree of education, are not submitted to training and that the working conditions are a favorable scenario for the occurrence of accidents. The assessment of occupational exposure to heat and the qualitative analysis of noise and vibration demonstrated the need for the donation of control measures. With regard to the job position, the activities provided a high physical workload, high risk for the development of work-related musculoskeletal disorders and spinal injuries, indicating the need for the adoption of immediate ergonomic measures at work. The second chapter aimed to evaluate the conditions of the posterior region of the trunk of workers in the wood

processing industry in tropical forest regions in the North of the State of Mato Grosso, Brazil. The evaluation of the use of thermography was conducted with the evaluation of nine workers from the wood processing industry and eight subjects belonging to a group called "control", composed of subjects who did not develop physically heavy activities. With the group of workers, the evaluations were carried out before the beginning of the working day on Monday and Friday, to verify if the accumulation of days worked would provide a differentiation in the obtained images. And in the control group, this evaluation was performed only on Monday, in order to obtain a "normal" temperature pattern of the body regions evaluated. The results showed that the mean values of the workers evaluated in situation I differed significantly in relation to the control group. In the evaluation of the accumulation of days worked and less time for recovery in relation to the period of longer rest time there were no significant differences in the thermal patterns obtained. The qualitative analysis evidenced a greater range of occupancy of thermal patterns with high temperature in the body region of interest of the workers in both evaluated situations. In general, the results indicate the need for an accurate examination in order to verify if the development of wood processing operations contribute to the appearance of musculoskeletal dysfunctions in workers.

Key words: Forest management, working conditions, ergonomics, thermographic images.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.2 OBJETIVO GERAL.....	14
1.3 FINANCIAMENTO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 EXPLORAÇÃO FLORESTAL E INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MADEIRA EM REGIÕES DE FLORESTA TROPICAL NO BRASIL.....	15
2.2 FATORES ERGONÔMICOS NO SISTEMA DE EXPLORAÇÃO E PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE FLORESTA TROPICAL.....	18
2.2.1 Perfil dos trabalhadores e das condições de trabalho	18
2.2.2 Exposição ocupacional ao calor	19
2.2.3 Ruído	20
2.2.4 Vibração	21
2.2.5 Biomecânica	22
2.2.6 Lesões por esforços repetitivos e distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho (LER/DORT)	22
2.2.7 Carga de trabalho físico.....	23
2.2.8 Termografia	24
3. REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO I – ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO EM UM SISTEMA DE EXPLORAÇÃO E PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE FLORESTA TROPICAL...31	
1 INTRODUÇÃO	34
1.2 OBJETIVOS	35
2 MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	36
2.2 AMOSTRAGEM.....	36
2.3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	37
2.3.1 Exploração Florestal.....	39
2.3.2 Indústria de processamento de madeira.....	39
2.4 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO	41
2.4.1 Perfil dos trabalhadores.....	41
2.4.2 Avaliação da exposição ocupacional ao calor	41
2.4.3 Análise qualitativa dos riscos físicos ruído e vibração	42

2.4.4 Biomecânica	47
2.4.5 Avaliação do risco de lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT)	49
2.4.6 Carga de trabalho físico.....	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
3.1 PERFIL DOS TRABALHADORES E CONDIÇÕES DE TRABALHO	52
3.2 AVALIAÇÃO OCUPACIONAL DA EXPOSIÇÃO AO CALOR	55
3.3 ANÁLISE QUALITATIVA DOS RISCOS FÍSICOS RUÍDO E VIBRAÇÃO.....	57
3.4 AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA	60
3.5 AVALIAÇÃO DO RISCO DE LESÕES POR ESFORÇOS REPETITIVOS/DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO (LER/DORT).....	64
3.6 AVALIAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO FÍSICO	67
4 CONCLUSÕES	69
5. REFERÊNCIAS	70

CAPÍTULO II – USO DA TERMOGRAFIA NA AVALIAÇÃO DA REGIÃO POSTERIOR DO TRONCO DE TRABALHADORES DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MADEIRA EM REGIÕES DE FLORESTA TROPICAL

75	
1 INTRODUÇÃO	79
1.2 OBJETIVOS	80
2 MATERIAL E MÉTODOS	81
2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DAS ATIVIDADES DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MADEIRA	81
2.2 AMOSTRAGEM.....	83
2.3 PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO DAS IMAGENS TERMOGRÁFICAS ..	83
2.4 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	85
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
4. CONCLUSÕES	90
5. REFERÊNCIAS	91
4 CONCLUSÃO GERAL.....	94
5 APÊNDICE	95
6. ANEXOS.....	98

1 INTRODUÇÃO GERAL

A Amazônia brasileira, detentora de uma das maiores florestas tropicais do mundo é alvo constante de desmatamentos ilegais. Por isso, para a exploração dos recursos provindos dessas florestas é necessário que a área seja regulamentada pelo manejo florestal sustentável que tem sua execução técnica normatizada pela Norma de Execução n.º 1, de 24 de abril de 2007 do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente - IBAMA (BRASIL, 2007).

O centro consumidor de madeira provinda dessas áreas está cada vez mais criterioso. O mercado internacional, por exemplo, exige que a matéria-prima comercializada possua certificação florestal como uma garantia de que o produto seja decorrente de uma área de manejo florestal em que a exploração da madeira foi realizada de forma legal.

No processo de certificação florestal, vários são os requisitos a serem atendidos, dentre os quais destaca-se os relacionados a saúde e segurança no trabalho (FOREST STEWARDSHIP COUNCIL, 2012), que são regulamentados pelas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho que estabelecem requisitos mínimos para adequação das condições de trabalho, higiene e conforto dos trabalhadores (BRASIL, 2018a).

Sabe-se que as atividades do setor florestal e madeireiro em regiões tropicais são comumente realizadas em condições térmicas inapropriadas, em virtude do clima quente e úmido, demandando do trabalhador alto dispêndio energético e esforço físico. Os mesmos frequentemente operam e manuseiam máquinas e equipamentos que produzem elevados níveis de ruído e vibração, além de adotarem posturas, que podem ser lesivas ao organismo, dado o levantamento, manuseio e transporte constante de cargas com peso acima dos limites toleráveis (SESSIONS, 2007).

Ao considerar, que para o processo de certificação florestal é primordial que os critérios de saúde e segurança dos trabalhadores sejam atendidos e tendo em vista a necessidade de pesquisas destinadas a avaliar as condições de trabalho no setor madeireiro de floresta tropical, têm-se a importância de realização deste estudo, principalmente para as regiões do Brasil que dependem dessas atividades econômicas.

Uma maneira de contribuir para melhorias nas condições de trabalho é por meio da análise ergonômica e gestão dos riscos no ambiente de trabalho, que tem como objetivo estudar os fatores que afetam o desempenho no sistema produtivo para avaliar as consequências sobre o trabalhador (IIDA; GUIMARÃES 2016).

Sendo assim, se torna necessário ampliar as metodologias de avaliação que consideram tanto as condições ambientais do trabalho, como as fisiológicas do trabalhador, em uma análise ergonômica do trabalho, visando o seu enriquecimento, com intuito de identificar situações possam causar danos à saúde e integridade física dos trabalhadores.

Dentre os métodos, exemplifica-se a termografia, uma técnica utilizada para mensurar a temperatura irradiada da superfície cutânea, bastante difundida em estudos voltados para a área médica, que correlacionam às variações de temperatura na superfície da pele com lesões ou doenças no sistema musculoesquelético do corpo humano (TKÁČOVÁ et al., 2010; MARINS et al., 2014).

A termografia é um método de aplicação simples e sua utilização pode auxiliar na complementação e inovação de estudos com trabalhadores, que em várias situações, exercem atividades de grande esforço físico e exigência muscular. Alguns estudos com termografia foram desenvolvidos com trabalhadores em ambiente laboral (GOLD; CHERNIACK; BUCHHOLZ, 2004; BRIOSCHI; OKIMOTO; VARGAS, 2012). Contudo, a utilização deste método na avaliação de trabalhadores florestais e madeireiros em regiões de floresta tropical ainda não foi verificado

É comum que o trabalhador não tenha a percepção que está sujeito a desenvolver alguma doença relacionada ao desenvolvimento de seu trabalho, ou ainda, perceber os sintomas de dor e desconforto, que pode evoluir para uma quadro de dor e posteriormente afastamento laboral.

Nesse contexto, denota-se a importância de englobar o estudo da termografia na análise ergonômica do trabalho, para estabelecimento de práticas de avaliação que permitam indicar possíveis danos à saúde do trabalhador, com intuito de otimizar os procedimentos de análise, contribuir para a melhoria das condições de trabalho e fornecer subsídios para o desenvolvimento de novas pesquisas nessa área de atuação.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa foi realizar a análise ergonômica, com ênfase no uso da termografia, em um sistema de exploração e processamento da madeira de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil.

1.3 FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Visando a contextualização dessa pesquisa, o referencial teórico foi elaborado com a abordagem de conceitos referentes ao sistema de exploração e processamento da madeira de floresta tropical e os respectivos fatores ergonômicos analisados para essas atividades nessa pesquisa, conforme apresentado com detalhes nos tópicos a seguir.

2.1 EXPLORAÇÃO FLORESTAL E INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MADEIRA EM REGIÕES DE FLORESTA TROPICAL NO BRASIL

No mundo as florestas tropicais ocorrem principalmente em três grandes regiões: Amazônia, África ocidental (Bacia do Congo) e sudeste Asiático. Também há áreas localizadas na América Central, no México e no Caribe e uma pequena mancha na Austrália. Essas florestas têm em comum grande diversidade biológica, biomassa expressiva e se desenvolvem em regiões de clima quente e chuvoso com mais 2.000 milímetros de precipitação pluviométrica por ano (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2014).

Na Amazônia brasileira esse tipo de floresta ocupa uma extensão de cinco milhões de quilômetros quadrados, com aproximadamente 70% deste total cobertos por florestas com potencial para a produção florestal (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2010).

Contudo, a exploração ilegal e de alto impacto na Amazônia fez com que essa floresta fosse alvo de pressões nacionais e internacionais relacionadas à sua conservação. Esse cenário determinou a necessidade da regulamentação da exploração florestal, sendo o manejo de florestas nativas a principal alternativa de produção sustentada (SILVA, 2015).

No Brasil, a exploração dos recursos provindos das florestas tropicais é regulamentada pelo manejo florestal sustentável que tem sua execução técnica normatizada pela Norma de Execução n.º 1, de 24 de abril de 2007 do Instituto

Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), onde estão instituídas as 15 Diretrizes Técnicas para Elaboração dos Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS (BRASIL, 2007), no qual refere-se a Lei Federal 12.651, de 25 de maio de 2012, que rege o novo código florestal (BRASIL, 2012).

O manejo florestal sustentável tem como finalidade a administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços (BRASIL, 2012).

De maneira geral, no manejo florestal as atividades são divididas em três etapas, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Procedimentos de realização das atividades de manejo florestal.

Atividades	Procedimentos
Pré-exploratórias	Delimitação das áreas de corte anual e unidades de trabalho Inventário 100% Corte de cipós Planejamento das atividades de corte Sistema de monitoramento
Exploratórias	Corte direcionado das árvores Arraste das toras Movimentação das toras nos pátios de estocagem Transporte das toras Manutenção das estradas
Pós-exploratórias	Manutenção das trilhas de arraste e pátios de estocagem Avaliação das atividades de exploração/Medidas de proteção à floresta

Fonte: Sabogal et al. (2000).

Na fase pré-exploratórias é realizada a delimitação de talhões e a abertura de trilhas para o inventário das árvores. Também é praticado o corte de cipós com intuito de minimizar os riscos de acidentes em campo e impactos ambientais à floresta remanescente durante a operação de corte florestal. Por meio dos dados de inventário, dentre outras práticas, é possível realizar o planejamento da exploração,

dimensionando da equipe de campo, intensidade de corte, técnicas de exploração e as medidas que necessitam ser tomadas para promover o manejo de impacto reduzido (SILVA, 2015).

A fase exploratória da floresta é considerada como a executiva do manejo florestal, pois nessa etapa são iniciadas as ações necessárias para obtenção e movimentação logística da produção de madeira de uma floresta (EMMERT, 2014). Na etapa exploratória são realizadas as operações de exploração florestal, que iniciam-se com o corte das árvores e são finalizadas com o transporte da madeira em forma de toras até o pátio das serrarias.

O corte de árvores é realizado com motosserra e são aplicadas técnicas que tem como objetivo evitar erros, tais como o corte acima da altura ideal e o destopamento abaixo do ponto recomendado. A ocorrência desses erros causa desperdícios excessivos de madeira, danos desnecessários à floresta, além de uma maior incidência de acidentes de trabalho. Para o corte das árvores deve ser considerado o direcionamento de queda para proteger a regeneração das plantas de valor comercial, facilitar o arraste das toras e garantir maior segurança aos trabalhadores (AMARAL et al., 1998).

A extração das toras do local da queda das árvores até o pátio de estocagem é realizada com um trator *skidder*. Inicialmente o trator ingressa na floresta para a abertura das trilhas de arraste que estão planejadas e alocadas em um mapa de intervenção. Na sequência é realizado o guinchamento da tora, com um cabo de aço e um guincho que estão acoplados ao trator. Por fim a tora é arrastada pelas trilhas até o pátio de estocagem onde irá permanecer até ser conduzida para a indústria (NOGUEIRA et al., 2010; SABOGAL et al., 2000).

Finalizada a fase exploratória, são executadas as atividades pós-exploratórias, que consistem no monitoramento da área de manejo florestal para a manutenção da infraestrutura, do ecossistema e proteção florestal (SILVA, 2015).

Na indústria de processamento de madeira as toras, provindas das áreas de floresta, são armazenadas e desdobradas em madeira serrada, sendo posteriormente estocadas por um determinado período para secagem e expedição (ROCHA, 2002).

Basicamente uma indústria de processamento de madeira é constituída de um local para depósito da matéria-prima (toras), denominado de pátio de toras, um galpão de máquinas, onde são realizadas as etapas de transformação das toras em

madeira serrada e um local de armazenamento do produto final, que normalmente encontra-se ao longo do pátio da indústria (VITAL, 2008).

No galpão de máquinas acontecem a maioria das atividades de uma indústria de processamento de madeira, neste local, é realizado todo o processo de transformação ou desdobro da madeira em formato de toras para madeira serrada (VITAL, 2008).

O desdobro consiste na transformação de uma tora de seção circular em peças de seções retangulares e quadradas (MURARA JUNIOR; ROCHA; TRUGILHO, 2013). Esse processo de conversão das toras em madeira serrada é dividido em desdobro primário e secundário. O desdobro primário acontece no momento em que a tora passa pela serra de fita vertical e é transformada em pranchões, blocos e semi-blocos. Na sequência é efetuado o processamento destas peças em serras circulares, pelas refiladeiras e destopadeiras, constituindo essa etapa no desdobro secundário (DANIELLI, 2013).

Em regiões de floresta tropical no Brasil, basicamente, a metodologia de desdobro aplicada é a convencional. Um sistema de desdobro convencional consiste em desdobrar toras sem classificação e uma definição adequada de um modelo de corte para cada classe diamétrica. A aplicação dessa metodologia, na grande maioria dos casos, proporciona um baixo aproveitamento da tora e uma maior geração de subprodutos, que são considerados resíduos do processo (ROCHA, 2002).

2.2 FATORES ERGONÔMICOS NO SISTEMA DE EXPLORAÇÃO E PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE FLORESTA TROPICAL

2.2.1 Perfil dos trabalhadores e das condições de trabalho

O conhecimento do perfil dos trabalhadores é fundamental para qualquer processo de análise do trabalho, com intuito de melhorar o sistema gestão da empresa, que deve considerar as características e limitações de cada indivíduo.

Informações, sobre hábitos, vícios, escolaridade, treinamento e alimentação, são exemplos que podem auxiliar na proposição dessas melhorias.

A identificação das condições habituais de trabalho, o conhecimento e avaliação das variáveis inerentes ao ser humano são importantes, pois auxiliam no planejamento e aplicação de métodos ergonômicos adequados às atividades, proporcionando condições de melhor desenvolvimento das mesmas e uma maior qualidade de vida a esses indivíduos (COUTO, 2002).

Segundo Silva et al., (2002), o conhecimento do perfil dos trabalhadores no aspecto escolaridade, por exemplo, é um fator que pode influenciar diretamente o aprendizado dos sujeitos quando submetidos a treinamentos. Sendo assim, os treinamentos devem ser pautados de modo que se adaptem a essa característica do indivíduo.

As condições do local de trabalho é uma variável importante no processo produtivo, na qualidade dos serviços prestados e na saúde do trabalhador. Segundo Lida; Guimarães (2016), as condições desfavoráveis no ambiente de trabalho causam desconfortos e implicam no aumento dos riscos de acidentes.

A determinação e análise das fontes de insatisfação dos trabalhadores devem sempre ser levadas em consideração para que a empresa consiga gerar estratégias e tornar o trabalho uma atividade prazerosa que traga satisfação ao trabalhador (FERREIRA, 2006).

2.2.2 Exposição ocupacional ao Calor

A exposição ocupacional ao calor pode ser definida como o conjunto das variáveis térmicas do posto de trabalho que influenciam no organismo do trabalhador. É um fator importante que pode interferir de maneira direta ou indireta na saúde e bem-estar do mesmo (XIMENES, 2014).

Ambientes quentes podem produzir tensões no corpo humano que são demonstradas pelo desconforto ou estresse térmico. No ambiente de trabalho pode ocorrer indisposição e fadiga nos trabalhadores, diminuição da eficiência operacional

e aumento dos riscos de acidentes, em virtude do calor ou da insolação excessiva em uma jornada de trabalho (GRANDJEAN, 1982; FIEDLER et al., 2010).

No Brasil a avaliação da exposição ao calor nos locais de trabalho é realizada seguindo os critérios estabelecidos pelo anexo 3 da Norma Regulamentadora - NR 15 (BRASIL, 2018b), que recomenda o uso do Índice de Bulbo Úmido e o Termômetro de Globo (IBUTG) para avaliar a exposição do trabalhador ao calor. Este método de avaliação funciona como indicador que une vários fatores de sobrecarga térmica, tais como altas temperaturas, calor radiante e alta umidade relativa do ar (COUTO, 2002; FUNDACENTRO, 2017).

Nas regiões de ocorrência de floresta tropical no Brasil, as condições climáticas se caracterizam por elevadas temperatura durante todo o ano. Assim, a realização de atividades em localidades com essa característica climática é mais difícil do que as mesmas atividades realizadas em condições mais amenas, tornando o trabalho insalubre, podendo trazer consequências negativas à saúde do trabalhador (ALMEIDA; VEIGA, 2010).

2.2.3 Ruído

O ruído é um tipo de som que provoca efeitos nocivos ao ser humano, gerando uma sensação auditiva desagradável que influencia na percepção do som desejado (ARAÚJO, 2002).

A exposição a níveis de ruído elevados no ambiente de trabalho pode implicar em perda auditiva do trabalhador. No início, é apenas temporária, mas com o decorrer do tempo pode gerar a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR), tornando-se um dano permanente, causando perturbações na percepção dos trabalhadores a sons e estados de alerta (KROEMER; GRANDJEAN, 2005). Em diversos casos, o trabalhador pode não perceber que está sendo vítima da doença, em virtude do organismo do ser humano ser capaz de adaptar-se às adversidades (ALVES et al., 2006).

Os efeitos nocivos da exposição ao ruído não se restringem somente à perda auditiva, mas podem causar alterações cardiovasculares, psicológicas e respiratórias,

distúrbios do sono, disfunções no sistema imunológico, irritabilidade e fadiga, além de diminuir o desempenho do trabalhador nas suas funções, aumentando a probabilidade de ocorrência de acidentes no trabalho (SILVEIRA et al., 2007; MASSA et al., 2012).

Em estudos realizados no setor florestal e madeireiro, foi observado níveis elevados de exposição ao ruído com potencial de causar danos à saúde dos trabalhadores, exemplificando as pesquisas de Fiedler et al. (2010); Souza et al. (2015); Turcot, et al. (2015).

2.2.4 Vibração

A vibração é um movimento de um corpo em torno de um ponto, podendo ser do tipo senoidal ou irregular (IIDA; GUIMARÃES, 2016). Nos postos de trabalho usualmente a vibração é classificada em duas: vibração de corpo inteiro - VCI e vibração de mãos e braços – VMB (FUNDACENTRO, 2013a; FUNDACENTRO, 2013b).

A VCI ocorre quando o corpo permanece sendo suportado por uma superfície que vibra, sendo produzida de três maneiras: sentado em um assento que vibra, em pé sobre um piso que emite sinais de vibração, ou deitado em uma superfície vibrante. Este tipo de vibração ocorre comumente em todas as formas de transporte (FERNANDES, MORATA, 2002). Já a VMB é produzida em atividades cujos instrumentos de trabalho são máquinas e equipamentos vibratórios manipulados pelas mãos.

O manuseio contínuo dessas máquinas ao longo do tempo pode proporcionar a perda da capacidade manipulativa e o tato das mãos. Nos casos mais graves causados pela exposição de vibrações localizadas, a circulação do sangue nos dedos é afetada, provocando o fenômeno do “dedo-branco”, que permanecem insensíveis e podem sofrer necrose (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

A exposição à vibração de corpo inteiro pode causar sensação de desconforto, influenciar o desempenho e oferecer risco à saúde e segurança do trabalhador (FERNANDES; MORATA, 2002).

2.2.5 Biomecânica

A biomecânica estuda como as leis da física mecânica são aplicadas ao corpo humano. Assim pode-se estimar a tensão que ocorre nos músculos e articulações durante a postura exercida. As articulações devem estar o máximo possível na posição neutra, na qual os músculos e articulações são tensionados ao mínimo (DUL; WEERDMEESTER, 1995).

O ser humano tem grande capacidade de se ajustar às condições em que está exposto. Assim ele pode manusear máquinas, ferramentas e equipamentos mal projetados e suportar posições que são incômodas, mas a produtividade e a saúde nessa situação podem ser prejudicadas (MINETTE, 1996).

Os trabalhadores florestais e da indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical executam suas tarefas rotineiras em um contexto onde, costumam exercer posturas incorretas no levantamento e movimentação de cargas. Segundo Lida, Guimarães (2016), essas posturas incorretas associadas a levantamento e transporte de cargas com peso acima do máximo estipulado, provocam dores, deformam articulações e causam artrites, podendo até mesmo incapacitar o trabalhador.

Os efeitos a longo prazo das posturas inadequadas são abundantes, dentre os quais destaca-se os problemas nas articulações, que comprometem principalmente a coluna vertebral (COUTO, 1996). Tal, condição não afeta somente a saúde do próprio trabalhador, mas também gera graves consequências sociais, como o absenteísmo, a mudança de profissão por incapacidade laboral e gastos previdenciários (MERINO, 1996).

2.2.6 Lesões por esforços repetitivos e distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho (LER/DORT)

Nas últimas décadas há um debate sobre as consequências do trabalho repetitivo no organismo do trabalhador. As LER (lesões por esforço repetitivo) e as

DORT (distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho) tem se tornado comum em ambientes de trabalho contínuo.

Vários são os fatores relacionados ao trabalho que favorecem a ocorrência de LER/DORT, destacando a repetitividade de movimentos, a manutenção de posturas inadequadas, o esforço físico, a invariabilidade de tarefas, a pressão mecânica sobre determinados segmentos do corpo, o trabalho muscular estático, duração da jornada, horários extremos, impactos e vibrações (MERLO et al., 2001; NEGRI et al., 2014).

De forma geral, as LER/DORT são danos decorrentes da utilização excessiva, imposta ao sistema musculoesquelético, e da falta de tempo para recuperação. Os distúrbios osteomusculares ocupacionais mais frequentes são as tendinites (particularmente do ombro, cotovelo e punho), as lombalgias (dores na região lombar) e as mialgias (dores musculares) em diversos locais do corpo (COMISSÃO DE REUMATOLOGIA OCUPACIONAL, 2011).

2.2.7 Carga de trabalho físico

Foi possível observar que a carga de trabalho físico foi o primeiro problema avaliado pela fisiologia do trabalho e continua sendo uma das questões centrais para a maioria dos trabalhadores (IIDA; GUIMARÃES, 2016). Uma maneira de determinar a carga de trabalho física é por intermédio da capacidade aeróbica e dispêndio energético do trabalhador. Quando o dispêndio energético está acima do limite da carga máxima, pode-se afirmar que há sobrecarga física na atividade e o trabalho deve ser reorganizado com pausas calculadas e distribuídas durante a jornada (FIEDLER; VENTUROLI, 2002; SOUZA; MINETTE, 2002).

Outro método aplicado é pela aferição da frequência cardíaca. Na metodologia proposta por Apud (1989) foi estabelecido que o limite de carga máxima no trabalho, com base na carga cardiovascular (CCV), não pode ultrapassar a 40% da Frequência Cardíaca do Trabalho (FCT) em relação à Frequência Cardíaca Máxima utilizável (FCM) para uma jornada de trabalho de oito horas. Quando os valores de carga cardiovascular ultrapassar esse limite, o trabalho deve ser reorganizado e

determinado o tempo de repouso necessário para que os trabalhadores não tenham riscos de desenvolver atividades com sobrecarga física.

2.2.8 Termografia

A termografia consiste em um exame funcional de imagem de grande sensibilidade, rápido, seguro, indolor, sem radiação ionizante, contato ou contraste. Com a utilização de uma câmera especial, capaz de captar radiação infravermelha longa emitida pelo corpo humano, é possível mensurar a temperatura da superfície cutânea (pele) e formar uma imagem com padrões térmicos (CARVALHO et al., 2012).

É técnica multidisciplinar aplicada em diversos campos de pesquisa, que vai desde uma simples medida de temperatura à localização de defeitos em instalações elétricas, por exemplo (BEZERRA, 2007). Na medicina humana, por exemplo, é amplamente aplicada na identificação de regiões do corpo que possam desenvolver dores ou lesões (GOLD et al., 2009; TKÁČOVÁ et al., 2010; BANDEIRA et al., 2012; CHANDLER, 2015).

Tkáčová et al. (2010) explicaram que muitas lesões ou doenças no sistema musculoesquelético do corpo humano são frequentemente associadas a variações de temperatura na superfície da pele, provocadas por inflamações e vasodilatações, por exemplo. Diante disto, aplica-se a termografia por ser uma técnica de menor custo, com eficiência comprovada em vários estudos.

Bandeira et al. (2012) verificaram a viabilidade de aplicação da termografia no diagnóstico de microlesões causadas pelo treinamento físico de atletas de futebol e observaram diferenças de temperatura para os três músculos avaliados em jogadores que desenvolveram sessão de treinamento em maior intensidade. Diante desse resultado, foi concluído que a termografia é uma alternativa viável para esse tipo de avaliação.

Carvalho, Brioschi e Teixeira (2015) aplicaram a termografia para verificar os efeitos térmicos da ozonioterapia (técnica de tratamento médico) em um paciente com quadro de epicondilite lateral direita, com seis meses de duração. Concluiu-se que o

exame de termografia foi uma ferramenta eficaz na detecção das alterações de temperatura no local da inflamação.

A termografia também vem sendo aplicada em estudo voltados para identificação da variação da temperatura da pele em grupos musculares de trabalhadores. Brioschi et al., (2012), por exemplo, aplicaram a termografia no estudo de doenças profissionais no trabalho industrial. Os autores verificaram que durante as horas de trabalho, as temperaturas de superfície foram maiores sobre os músculos extensores e estes diferiram drasticamente da temperatura observada antes do início do trabalho, demonstrando que o trabalho gera diferentes efeitos térmicos sobre a pele humana, fato que reflete nas condições de trabalho fisiológicos e patológicos, contudo podem ser monitorados por imagem infravermelha.

Gold et al., (2004), utilizaram a termografia para caracterizar potenciais diferenças na temperatura cutânea, entre três grupos de trabalhadores (dois grupos com distúrbio osteomuscular na extremidade superior, um grupo controle) de escritório submetidos a um desafio de digitação de 9 minutos. Após a digitação os autores verificaram, por meio do uso da termografia anormalidades na temperatura da pele do grupo de trabalhadores com distúrbio osteomusculares ao longo do desafio de digitação, demonstrando que a termografia foi capaz de distinguir os grupos estudados.

Marçal et al., (2016), avaliaram a aplicabilidade da termografia infravermelha como instrumento na avaliação da sobrecarga músculo esquelética quando comparada a queixa subjetiva de cansaço, dor/desconforto em uma linha de produção de abate de frango. Os respectivos autores, observaram um aumento da temperatura nas partes do corpo analisadas, comprovando que a termografia infravermelha pode ser um bom instrumento para quantificar a sobrecarga musculo esquelética de trabalhadores no desenvolvimento de seu trabalho.

3. REFERÊNCIAS

- ALVES, J. U. et al. Avaliação biomecânica de atividades de produção de mudas de *Eucalyptus ssp.* **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 331-335, maio/jun. 2006.
- AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Floresta para sempre**: um manual para produção de madeira na Amazônia. Belém: Imazon, 1998. 130 p.
- ALMEIDA, R. A. C. S.; VEIGA, M. M. Processo de trabalho rural e EPI's: discussão sobre termorregulação corporal. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, [S.l.], v. 08 n. 02, p. 29-39, 2010.
- APUD, E. **Guide-line on ergonomics studs in forestry**. Genebra: ILO, 1989. 241 p.
- ARAÚJO, S. A. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 47-52, maio 2002.
- BANDEIRA, F. et al. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. São Paulo, v.18, n. 4, p. 246-241, jul./ago. 2012.
- BEZERRA, L. A. **Uso de imagens termográficas em tumores mamários para validação de simulação computacional**. 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2007.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IBAMA). Norma de execução n.º 1, de 24 abril de 2007. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 238, 13 dez, 2007. Seção 1, p. 155-188.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 de maio 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acesso em: 14 novembro 2018a.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 15. **Atividade e operações insalubres** Disponível em: <http://www.mtps.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>. Acesso em: 17 setembro 2018b.
- BRIOSCHI, M. L.; OKIMOTO, M. L. L. R.; VARGAS, J. V.C. The utilization of infrared imaging for occupational disease study in industrial work. **Work**, [S.l.], v. 41, n. 01, p. 503-509, 2012.

CARVALHO, A. R. et al. Variação de temperatura do músculo quadríceps femoral exposto a duas modalidades de crioterapia por meio de termografia. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 109-111, mar./abr. 2012.

CARVALHO, C. F.; BRIOSCHI, M. L.; TEIXEIRA, M. J. Uso da termografia na avaliação da Ozonioterapia como tratamento da epicondilite lateral. **Pan American Journal of Medical Thermology**, [S.l.], v.2, n.2, p. 90-93, 2015.

CHANDLER, G. The use of thermography in elevated body temperature screening. **Pan American Journal of Medical Thermology**, [S.l.], v.2, n.2, p.58-62, 2015.

COMISSÃO DE REUMATOLOGIA OCUPACIONAL. **LER/DORT**. 2011. Disponível em: <http://www.reumatologia.com.br/PDFs/Cartilha%20Ler%20Dort.pdf>. Acesso em: 17 abril 2016.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo, v. 2. 1996. 383 p.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 2002. 202 p.

DANIELLI, F. E. **Modelagem do rendimento no desdobro de toras de *Manilkara* spp. (SAPOTACEAE) em serraria na nova fronteira madeireira do estado de Roraima, Brasil**. 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2013.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. 147 p.

EMMERT, F. **Combinação de dados de campo e métodos computacionais para o planejamento da exploração florestal na Amazônia**. 2014. 190 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2014.

FERNANDES, M.; MORATA, T. C. Estudo dos efeitos auditivos e extra auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. **Revista brasileira de otorrinolaringologia**, São Paulo, v.68, n.5, 705-13, out. 2002.

FERREIRA, P. C. **Avaliação ergonômica de algumas operações florestais no município de Santa Barbara - MG**. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente de Sustentabilidade) – Centro Universitário de Caraatinga, Caraatinga, 2006.

FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F. Avaliação da carga física de trabalho exigida em atividades de fabricação de móveis no Distrito Federal. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 117-122, 2002.

- FIEDLER, N. C., GUIMARÃES, P. P., ALVES, R. T., WANDERLEY, F. B. Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias do sul do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 907-915, 2010.
- FOREST STEWARDSHIP COUNCIL, Princípios e Critérios da FSC para Manejo Florestal FSC-STD-01-001 V5-0 PT-BR. 29 p., 2012.
- FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: NHO 06: **Avaliação da exposição ocupacional ao calor**. São Paulo: Fundacentro, 2017. 48 p.
- FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: NHO 09: **Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro**. São Paulo: Fundacentro, 2013a. 63 p.
- FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: NHO 10: **Avaliação da exposição ocupacional a vibração em mãos e braços**. São Paulo: Fundacentro, 2013b. 53 p.
- GOLD, J. E.; CHERNIACK, M.; BUCHHOLZ, B. Infrared thermography for examination of skin temperature in the dorsal hand of office workers. **European Journal of Applied Physiology**, [S.l.], v. 93, n.1, p. 245-251, 2004.
- GOLD, J. E. et al. Skin temperature in the dorsal hand of office workers and severity of upper extremity musculoskeletal disorders. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, [S.l.], v. 82, p.1281-1292, Nov. 2009.
- GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man, an ergonomic approach**. London: Taylor & Francis, 1982. 379p.
- IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. de M. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016. 850p.
- KROEMER, K. H. E; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005, 327 p.
- MARÇAL, M. A.; SILVA, F. F D.; NETO, L. F. M. Termografia infravermelha: avaliação da sobrecarga músculo esquelética na região lombar e membros inferiores em uma linha de produção. V CONGRESO LATINOAMERICANO Y IV CONGRESO PERUANO DE ERGONOMÍA, 2016, Lima, Peru. **Anais...** Lima, Peru: [s.n.], 2016. p. 01-09.
- MARINS, J. C. B.; FERNANDES, A. A.; MOREIRA, D. G.; SILVA, F. S.; CABRAL, C. A. C.; PIMENTA, E. M.; SILLERO-QUINTANA, M. Thermographic profile of soccer players? lower limbs. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, [S.l.], v. 7, p. 1-6, 2014.
- MASSA, C. G. P. et al. P300 in workers exposed to occupational noise. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, São Paulo, v. 78, n. 6, p. 107-112, 2012.
- MERINO, E. A. D. **Efeitos agudos e crônicos causados pelo manuseio e movimentação de cargas no trabalhador**. 1996. 128 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

MERLO, A. R. C. et al. Trabalho de grupo com portadores de LER/DORT: relato de experiência. **Psicologia: reflexão e crítica**. Porto Alegre, v. 14, n.1, p. 253-258, 2001.

MINETTE, L. J. **Análise dos fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. 1996. 211f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Estimativa do rendimento em madeira serrada de pinus para duas metodologias de desdobro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, p. 556-563, 2013.

NEGRI, J. R.; CERVENY, G. C. O.; MONTEBELO, M. I. L.; TEODORI, R. M. Perfil sociodemográfico e ocupacional de trabalhadores com LER/DORT: estudo epidemiológico. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador, v. 38, n. 3, p. 555-570, 2014.

NOGUEIRA, M. M. et al. **Manual técnico: Procedimentos simplificados em segurança e saúde do trabalho no manejo florestal**. Belém: Instituto Floresta Tropical, 2010. 82 p.

ROCHA, M. P. **Técnicas e planejamento em serrarias**. 5^o tiragem ed. UFPR: Série didática, 2002, 105p.

SABOGAL, C. et al. **Diretrizes técnicas para a exploração de impacto reduzido em operações florestais de terra firme na Amazônia brasileira**. Belem: EMBRAPA – CIFOR, 2000. 24 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Florestas do Brasil em resumo 2010**: dados de 2005-2010. Brasília, DF: SBF, 2010. 156 p.

SESSIONS, J. **Forest road operations in the tropics**. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

SILVA, E. S. **Alocação de pátios de estocagem em planos de manejo na Amazônia por meio de programação matemática**. 2015. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2015.

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**, Viçosa, v. 26, n.6, p. 769-775, 2002.

SILVEIRA, J. C. M. da; FERNANDES, H. C.; RINALDI, P. C. N.; MODOLO, A. J. Níveis de ruído em função do reio de afastamento emitido por diferentes

equipamentos em uma oficina agrícola. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, n.1, p.66-74, 2007.

SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J. **Ergonomia aplicada ao trabalho**. In: Colheita Florestal. Editora: UFV, 2002. Cap. 10. 297p.

SOUZA, A. P.; DUTRA, R. B. C.; MINETTE, L. J.; MARZANO, F. L. C.; SCHETTINO, S. Metas de produção para trabalhadores de corte florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 713-722, 2015.

TKÁČOVÁ, M.; HUDÁK, R.; FOFFOVÁ, P.; ŽIVČÁK, J. An importance of camera – subject distance and angle in musculoskeletal applications of medical thermography. **Acta Electrotechnica et Informatica**, Kosice, v. 10, n. 2, p. 57-60, 2010.

TURCOT, A.; GIRARD, S. A.; COURTEAU, M.; BARIL, J.; LAROCQUE, L. Noise-induced hearing loss and combined noise and vibration exposure. **Occupational Medicine**, [S.l.], v. 65, n. 3, p. 238–244, 2015.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2014.

VITAL, B. R. **Planejamento e operações de serrarias**. 1. ed. Viçosa, 2008, 211p.

XIMENES, V. J. **Influência do ambiente térmico no desempenho cognitivo de trabalhadores do sector elétrico**. 2014. 100f. Dissertação (Mestrado Engenharia Humana) – Universidade do Minho Escola de Engenharia, Azuarém, 2014.

CAPÍTULO I – ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO EM UM SISTEMA DE EXPLORAÇÃO E PROCESSAMENTO DA MADEIRA DE FLORESTA TROPICAL

RESUMO

O trabalho nas atividades que acontecem tanto na floresta, como na indústria de processamento de madeira normalmente são caracterizadas na grande maioria dos casos como pesadas, 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, que tem por objetivo estudar os fatores que afetam o desempenho no sistema produtivo para mitigar as consequências prejudiciais sobre o trabalhador. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar os fatores ergonômicos envolvidos em um sistema de exploração e processamento da madeira de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. Participaram da pesquisa, 17 trabalhadores da atividade de exploração florestal e 40 trabalhadores da indústria de processamento de madeira. Inicialmente foi caracterizado o perfil dos trabalhadores com a aplicação de questionários. Posteriormente foi avaliada a exposição ocupacional dos trabalhadores ao calor e realizou-se uma análise dos riscos físicos, ruído e vibração, tendo como base os requisitos legais estabelecidos nas normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego. Na sequência, foi avaliada as condições biomecânica impostas pela realização do trabalho, o risco de lesão por esforços repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho e a carga de trabalho físico. O perfil dos trabalhadores envolvidos nas atividades de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira, evidenciou que estes possuem baixo grau de escolaridade, não são submetidos a treinamentos sobre a forma de execução segura das atividades e que as condições de trabalho consistem em um cenário favorável para ocorrência de acidentes. A exposição ocupacional ao calor e a análise dos riscos físicos, ruído e vibração demonstraram a necessidade para a adoção de medidas de controle, visto que, os níveis de exposição encontravam-se numa faixa que oferece risco para a saúde dos trabalhadores. Têm-se como conclusão que para as atividades estudadas os fatores ergonômicos proporcionaram elevada carga de trabalho físico, alto risco de desenvolvimento de distúrbios osteomusculares

relacionados ao trabalho e danos a coluna vertebral, sendo necessária a adoção de medidas corretivas e preventivas.

Palavras-chave: trabalho florestal, serraria, ergonomia, doenças do trabalho.

CHAPTER I - ERGONOMIC ANALYSIS OF WORK IN A SYSTEM FOR EXPLORATION AND PROCESSING OF TROPICAL FOREST TIMBER

ABSTRATC

Work in activities that occur both in the forest and in the wood processing industry are usually characterized in the majority of cases as heavy, developed in a scenario unfavorable to the health and physical integrity of workers. One way to contribute to improvements in working conditions is through the application of ergonomic analysis, which aims to study the factors that affect the performance in the productive system to mitigate the harmful consequences on the worker. In this context, the objective of this study was to evaluate the ergonomic factors involved in a system for the exploration and processing of tropical forest wood in the North of the State of Mato Grosso, Brazil. Participated in the survey, 17 forestry workers and 40 workers in the wood processing industry. The profile of the workers was initially characterized with the application of questionnaires. Subsequently, the occupational exposure of the workers to the heat was evaluated and a physical, noise and vibration risk analysis was performed, based on the legal requirements established in the regulatory norms of the Ministry of Labor and Employment. The biomechanical conditions imposed by the work, the risk of repetitive strain injury and musculoskeletal disorders related to work and physical workload were evaluated. The profile of the workers involved in the logging activities and the wood processing industry, evidenced that they have low educational level, are not submitted to training on the safe execution of activities and that the working conditions consist of a scenario favorable for the occurrence of accidents. Occupational exposure to heat and analysis of physical, noise and vibration risks have demonstrated the need for the adoption of control measures, since exposure levels were in a range that poses a risk to workers' health. It is concluded that for the activities studied the ergonomic factors provided a high physical workload, a high risk of developing musculoskeletal disorders related to work and damage to the spine, and it is necessary to adopt corrective and preventive measures.

Keywords: forestry, sawmill, ergonomics, occupational diseases.

1 INTRODUÇÃO

Em regiões de floresta tropical, as atividades do setor madeireiro destacam-se pela sua periculosidade e alta probabilidade para a ocorrência de acidentes. Nesse setor grande parte da mão de obra contratada é tradicionalmente não-legalizada. Desta forma, é comum que a atividade de exploração madeireira na Amazônia tenha ainda um destaque maior na geração de acidentes de trabalho do que reportado por fontes oficiais (NOGUEIRA, 2010).

Mesmo com o surgimento de novas tecnologias, verifica-se que os métodos tradicionais ainda permanecem nesse setor. Na indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical, por exemplo, normalmente, adota-se um sistema de desdobro convencional, caracterizado pela baixa empregabilidade de ferramentas tecnológicas, onde verifica-se que ocorre o contato direto com máquinas providas de serras, que podem proporcionar mutilações como amputações de dedos, mãos e outras partes de membros superiores, evidenciando a necessidade de melhoria dos métodos e técnicas que permanecem ultrapassados.

Nesse contexto, ao considerar que o trabalhador é uma parte vital e sua saúde e bem-estar podem têm grande impacto na qualidade e eficiência do trabalho (GHAFFARIYAN, 2016), se torna essencial adotar medidas que proporcionam um ambiente de trabalho seguro. Para atingir tal objetivo, é indispensável a aplicação da ergonomia, ciência que visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 2018a).

Inúmeros são os fatores que interferem na harmonização da segurança do trabalho, dentre as quais, destaca-se as condições do ambiente de trabalho, onde pode ocorrer níveis elevados de calor, ruído e vibração, adoção de posturas incorretas associado a um trabalho repetitivo ou com carregamento constante de cargas de peso elevado. A soma desses fatores, pode provocar danos à saúde dos trabalhadores, além de implicar na diminuição do rendimento, aumento de erros e conseqüentemente de riscos de acidentes no trabalho (ENEZ; TOPBAS; ACAR, 2014).

Estudos realizados pelo mundo em atividades do setor florestal e madeireiro, apontaram condições de trabalho que proporcionaram danos a saúde e segurança dos trabalhadores (IKI et al., 1989; PYYKKÖ et al., 1989; CHANDRA et al., 2011; TURCOT et al., 2015; GRZYWIŃSKI et al., 2016).

No Brasil, pesquisas relacionadas a este tema em atividades ligadas a colheita e processamento de madeira de florestas plantadas, também demonstram condições ergonômicas desfavorável para saúde e segurança no ambiente de trabalho (SOUZA et al., 2015; SCHETTINO et al. 2016; SCHETTINO et al., 2017; MINETTE et al., 2018; SORANSO et al., 2018). Contudo, mesmo com a diversidade de estudo realizados pelo mundo e até mesmo no Brasil, ainda, denota-se uma carência de estudos ergonômicos voltados para as atividades do setor florestal e madeireiro realizados em regiões de floresta tropical na Amazônia brasileira.

Nesse contexto, fica evidente a necessidade de realização de estudos em ambientes laborais, localizados em regiões tropicais, que sejam fundamentados na aplicação de conhecimento científico, visando contribuir para o desenvolvimento dessas regiões do Brasil, que investem nessa atividade econômica.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os fatores ergonômicos envolvidos em um sistema de exploração e processamento da madeira de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil.

- a) Caracterizar o perfil dos trabalhadores e as condições de trabalho.
- b) Avaliar a exposição ocupacional ao calor.
- c) Analisar qualitativamente os riscos físicos ruído e vibração.
- d) Avaliar as condições biomecânicas impostas ao trabalhador na realização do seu trabalho;
- e) Avaliar os esforços repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT) e;
- f) Determinar a carga de trabalho físico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo de análise ergonômica do trabalho foi submetido e aprovado pelo Conselho de Ética da Universidade Federal do Espírito Santo (CAAE: 57864716.0.0000.5060/ aprovado em 28 de agosto de 2017), conforme parecer consubstanciado (Anexo C), atendo os critérios estabelecidos pela Resolução nº 196/1996 da Comissão de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Inicialmente foram realizadas visitas, de maneira aleatória, a diversas empresas localizadas na região Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil, onde foi feita a explanação da finalidade desta pesquisa, com intuito de convencer os empresários em colaborar com o desenvolvimento deste estudo em seu estabelecimento. Ao final, foi disponibilizado para realização desta pesquisa duas áreas de manejo florestal e quatro indústrias de processamento de madeira (serrarias).

O clima da região é caracterizado como tropical úmido (Aw), com estação chuvosa no verão e seca no inverno, conforme classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 25,6°C, com precipitação média de 2.154 mm/ano (BERNASCONI et al., 2009).

2.2 AMOSTRAGEM

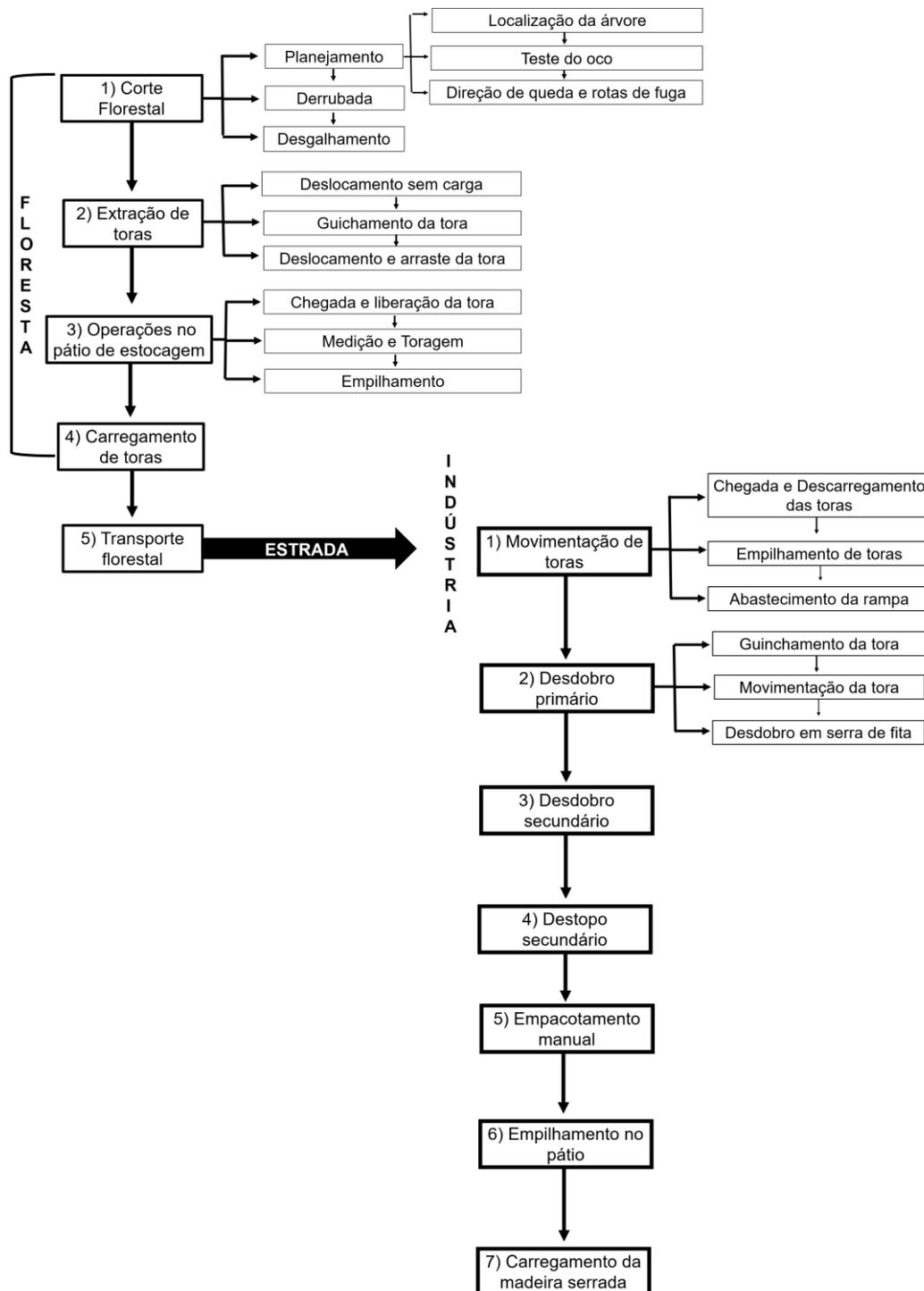
O estudo foi conduzido entre os meses de setembro a novembro de 2017, com a abrangência de 17 trabalhadores da atividade de exploração florestal e 40 trabalhadores da indústria de processamento de madeira, todos do sexo masculino, dando um total de 57 participantes, compreendendo 100% da população das empresas avaliadas. Como critérios de exclusão para participação dessa pesquisa,

não poderiam participar trabalhadores que estavam afastados a mais de 30 dias do trabalho, exercendo a função a menos de um ano e fazendo o uso de medicamentos, contudo, não foi observado nenhuma dessas situações.

2.3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Para realizar a análise ergonômica do trabalho foram consideradas cinco operações florestais e sete operações principais da indústria de processamento de madeira, conforme Figura 1.

Figura 1 – Sequência das operações realizadas na exploração de florestal e na indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical, iniciando com o corte das árvores e finalizando com o carregamento da madeira serrada.



Fonte: o autor.

2.3.1 Exploração florestal

A exploração florestal em áreas de Manejo de Floresta Tropical engloba um conjunto de operações realizadas com o uso de técnicas e máquinas específicas para tal finalidade, conforme etapas ilustradas no Apêndice B. A sequência das operações supracitadas estão descritas a seguir:

1) Corte florestal: compreende as operações de planejamento para o corte, derrubada e desgalhamento das árvores utilizando motosserra. Nessa operação são adotadas técnicas de corte adequadas, aliado ao direcionamento estratégico de quedas das árvores, com objetivo de garantir menor impacto sobre a vegetação, maior rendimento da matéria prima (madeira) e minimizar os riscos de acidentes de trabalho.

2) Extração das toras: compreende as operações de deslocamento sem carga do pátio de estocagem até o local de corte das árvores, guinchamento e arraste da tora do local de corte até o pátio de estocagem. Para a movimentação das toras do local de sua queda até o pátio onde irão permanecer estocadas é utilizado um trator *skidder* ou um trator de esteira.

3) Operações no pátio de estocagem: é o local onde as toras extraídas da floresta pelo arraste irão permanecer estocadas para posterior encaminhamento para indústria. No pátio de estocagem são realizadas as operações de toragem, mensuração do volume e empilhamento das toras.

4) Carregamento das toras: é a operação em que as toras presentes no pátio de estocagem são depositadas na carroceria de caminhões, com auxílio de um trator tipo carregadeira com garfo frontal.

5) Transporte das toras: compreende a operação de condução das toras da área de exploração até o pátio das indústrias com a utilização de caminhões.

2.3.2 Indústria de processamento de madeira

As indústrias de processamento avaliadas realizam o desdobro de toras em madeira serrada, com o uso de técnicas e máquinas específicas para tal finalidade,

conforme etapas ilustradas no Apêndice C. A matéria-prima utilizada na produção é proveniente de áreas de floresta nativa regulamentadas pelo Manejo Florestal. A seguir está a descrição sequenciada das operações realizadas na indústria de processamento da madeira que vai desde a movimentação de toras até o carregamento da madeira serrada.

1) Movimentação de toras: ao chegar na serraria os veículos carregados com toras, são descarregados com auxílio de pá carregadeiras com garfo, operadas por um trabalhador. Na sequência, as toras são empilhadas ao longo do pátio da serraria e, posteriormente encaminhadas até a rampa de abastecimento, onde inicia-se o processo de desdobro das mesmas.

2) Desdobro primário: refere-se ao processo de redução das toras inteiras, através de cortes longitudinais em partes menores que podem ser pranchas, tábuas ou peças de secção retangular ou quadrada. Após o abastecimento da rampa, a tora é guinchada com alavancas para seu giro e fixação ao carro. Em seguida, são movidas pelo carro porta toras até a máquina principal de desdobro, denominada serra de fita vertical simples. Esta operação, normalmente envolve três trabalhadores, sendo um responsável pela operação da serra fita e os outros dois pela fixação da tora no carro porta toras, retirada e disposição das pranchas geradas no desdobro em uma rampa que abastece a próxima operação.

3) Desdobro secundário: corresponde a atividade executada posteriormente ao desdobro principal, tendo como finalidade a redução do tamanho ou definição do dimensionamento final das peças, geradas no desdobro primário

4) Destopo secundário: é realizado com o uso de serras circulares, tem como objetivo regularizar o comprimento final das peças, conforme padrão para venda. Essa tarefa normalmente é desenvolvida por dois trabalhadores, sendo um responsável pela operação da serra circular e o outro pela retirada das peças de madeira e disposição próximo ao local, onde posteriormente é realizado o empilhamento/empacotamento manual por outros trabalhadores.

5) Empilhamento/empacotamento manual: consiste na formação de pilhas de madeira serrada, cujas peças de cada pilha tem a mesma dimensão. Para o desenvolvimento dessa tarefa dois trabalhadores realizam o carregamento manual das peças, segurando cada um em uma das extremidades, e depositam no local onde as pilhas estão sendo formadas.

6) Empilhamento da madeira serrada: consiste na condução das pilhas de madeira serrada formadas de maneira manual pelos trabalhadores até o pátio da indústria, onde irão permanecer estocadas até o carregamento. Essa tarefa é realizada por um trabalhador, que realiza a operação de pá carregadeira com garfo.

7) Carregamento da madeira serrada: consiste na disposição dos pacotes com peças de madeira serrada em veículos destinados ao transporte para o mercado consumidor. Essa tarefa é realizada com auxílio de pá carregadeira com garfo, operadora por um trabalhador específico para executar essa função.

2.4 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

2.4.1 Perfil dos trabalhadores e condições de trabalho

A avaliação qualitativa de caracterização do perfil dos trabalhadores foi realizada na forma de entrevista individual com a aplicação de questionário (Apêndice A), antes do início da jornada de trabalho no período da manhã. O formulário foi organizado de forma clara e objetiva, de modo a permitir que o trabalhador decifrasse de maneira rápida o conteúdo, evitando interpretações duvidosas, com perguntas de cunho pessoal e referente a organização do trabalho,

2.4.2 Avaliação da exposição ocupacional ao calor

Para avaliar a exposição dos trabalhadores ao calor foi utilizado o Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG), que fornece resultados de avaliação do calor no ambiente de trabalho, conforme estabelecido pela Norma Regulamentadora - NR 15 (BRASIL, 2018b).

Na atividade de exploração florestal o termômetro de IBUTG (TGD400, Instrutherm) foi instalado no pátio de estocagem das toras, por ser o local de maior

representatividade das condições térmicas das áreas de manejo a serem avaliadas. E na indústria de processamento de madeira o aparelho permaneceu instalado na edificação onde são realizadas as etapas do desdobro da madeira, por ser o local onde a grande maioria das atividades acontecem.

Com o termômetro ligado, os dados de IBUTG foram registrados e armazenados a cada cinco minutos para obtenção de um valor médio para cada hora da jornada de trabalho. Para a coleta foram seguidos os procedimentos metodológicos estabelecidos pela Norma de Higiene Ocupacional NHO-06 (FUNDACENTRO, 2001a). E o IBUTG foi definido por intermédio da Equação 1 e 2 (BRASIL, 2018b), considerando ambientes externos com carga solar (Equação 1) e ambientes internos sem carga solar (Equação 2).

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

$$\text{IBUTG}=0,7 \times \text{tbn}+0,3 \times \text{tg} \quad (2)$$

Em que:

IBUTG: índice de bulbo úmido e termômetro de globo;

Tbn: temperatura de bulbo natural ou úmido;

Tbs: temperatura de bulbo seco;

Tg: temperatura de globo.

Após coleta, os dados foram analisados em *software* específico para tal finalidade. De posse dos dados, os valores de calor obtidos pelo IBUTG foram equiparados aos limites de tolerância estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR - 15, anexo 03, do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2018a).

2.4.3 Análise qualitativa dos riscos físicos ruído e vibração

Os riscos físicos ruído e vibração presentes nas operações de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira, foram avaliados por meio de

análise qualitativa, com a aplicação de uma Análise de Risco (Anexo A) desenvolvida pela VALE (2010). A análise foi fundamentada em três etapas, conforme critérios estabelecidos na Norma Regulamentadora NR – 09, que trata do Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais (BRASIL, 2018b).

I. Identificação de riscos: consiste em reconhecer e descrever o agente ambiental.

II. Análise de riscos: consiste em compreender a natureza do risco e determinar o seu nível ou concentração.

III. Avaliação do risco: processo de comparar os resultados da análise de riscos, com os critérios legais, recomendados, ou aqueles estabelecidos pela organização, para determinar se sua magnitude é aceitável ou não.

I) Identificação dos Riscos

A identificação dos agentes ruído e vibração foi realizada por meio de observações sistemáticas *in loco* do dia típico de trabalho. Com auxílio de uma câmera fotográfica foi feito o registro das operações, permitindo assim, a identificação da origem ou fonte geradora do risco físicos considerados.

II) Análise dos Riscos

A etapa de análise dos riscos visou compreender:

a) Medidas de controle existentes: para a análise das medidas de controle, inicialmente foi feita a identificação e registro das ações de gerenciamento existentes para controlar, reduzir ou eliminar as possíveis causas relacionadas aos riscos identificados. Dessa forma, foi possível identificar se as medidas de controle existentes, estão sendo aplicadas de maneira correta ou se há falhas no seu emprego.

b) Tempo de exposição do trabalhador: essa análise foi realizada, conforme critérios estabelecidos no Quadro 1. Em função do resultado da duração do tempo de exposição ao agente (risco) ambiental, foi atribuído o valor (índice) de 1 a 5, conforme metodologia proposta pela VALE (2010).

Quadro 1 – Critério para estimar o tempo de exposição aos agentes físicos ruído e vibração.

Índice	Duração por jornada diária (8 horas)
1	< 1 hora/ turno de 8 horas
2	1 a 2 horas/ turno de 8 horas
3	2 a 4 horas/turno de 8 horas
4	4 a 7 horas/turno de 8 horas
5	> 7 horas/turno de 8 horas

Fonte: VALE (2010).

c) Nível ou concentração do risco no ambiente de trabalho: para a determinação do nível ou concentração de exposição ao agente ambiental, foi feita a estimativa qualitativa, conforme estabelecido no Quadro 2.

Quadro 2 – Critério para estimar qualitativamente a concentração ou nível dos agentes físicos ruído e vibração.

Índice	Descrição
1	A exposição ocupacional ao agente não é perceptível qualitativamente
2	O agente é detectado, mas o nível é tolerável aparentando encontrar-se abaixo do Nível de Ação
3	O agente é detectado por causar incômodo aos empregados, mas a exposição aparenta encontrar-se abaixo do LEO*
4	O agente é percebido e sua exposição aparenta encontrar-se acima do LEO.

*LEO: limite de exposição ocupacional. Fonte: VALE (2010).

Os critérios para estimativa da concentração ou nível do agente ambiental foram baseadas nos parâmetros estabelecidos pelas Normas de Higiene Ocupacional - NHO (FUNDACENTRO, 2001b; FUNDACENTRO, 2013a; FUNDACENTRO, 2013b). De acordo com o julgamento adotado foi atribuído ao risco o valor (índice) de 1 a 5, que será referência para o desenvolvimento das demais análises.

d) O perfil da exposição (frequência): o perfil de exposição foi obtido multiplicando-se o índice dado ao tempo de exposição pelo índice dado à concentração-nível, conforme categorias estabelecidas no Quadro 3.

Quadro 3 – Critério para definir o perfil de exposição (frequência).

Resultado da multiplicação (Índice da Concentração-nível) x (Índice do Tempo de Exposição)		Categoria do perfil de exposição
Faixas	1 a 3	2 – Remota
	4 a 7	3 – Pouco Provável
	8 a 11	5 – Ocasional
	12 a 16	8 – Provável
	17 a 20	13 – Frequente

Fonte: VALE (2010).

e) Efeitos à saúde do trabalho: foram categorizados em função da severidade dos danos provocados em decorrência dos efeitos provocados pelo agente ao organismo das pessoas expostas (Quadro 4).

Quadro 4 – Critério para categorizar os efeitos à saúde do trabalho.

Categoria	Categoria dos efeitos à saúde
Leve (2)	Efeitos reversíveis pouco preocupantes ou sem efeitos
Moderada (4)	Efeitos reversíveis preocupantes
Grave (8)	Efeitos reversíveis severos
Crítica (16)	Efeitos irreversíveis
Catastrófica (32)	Risco de vida ou doença/lesão incapacitantes

Fonte: VALE (2010).

III) Avaliação Dos Riscos

As evidências de risco mostradas na classificação do tempo de exposição, junto com os níveis de concentração-nível foram simplificadas na forma de índices do perfil de exposição, assim como os efeitos à saúde foram também graduados de acordo com o potencial de dano ao organismo humano, conforme proposta pela NBR ISO 31010/2012.

Com base nessa sistemática, a avaliação da exposição ocupacional ao risco foi categorizada pela aplicação da “Matriz de Graduação da Exposição Ocupacional ou Matriz de Risco”, a partir da multiplicação do índice atribuído ao perfil da exposição pela categoria (grau) dos efeitos à saúde (Figura 2).

Figura 2 – Matriz de risco para determinação do nível do risco no ambiente de trabalho.

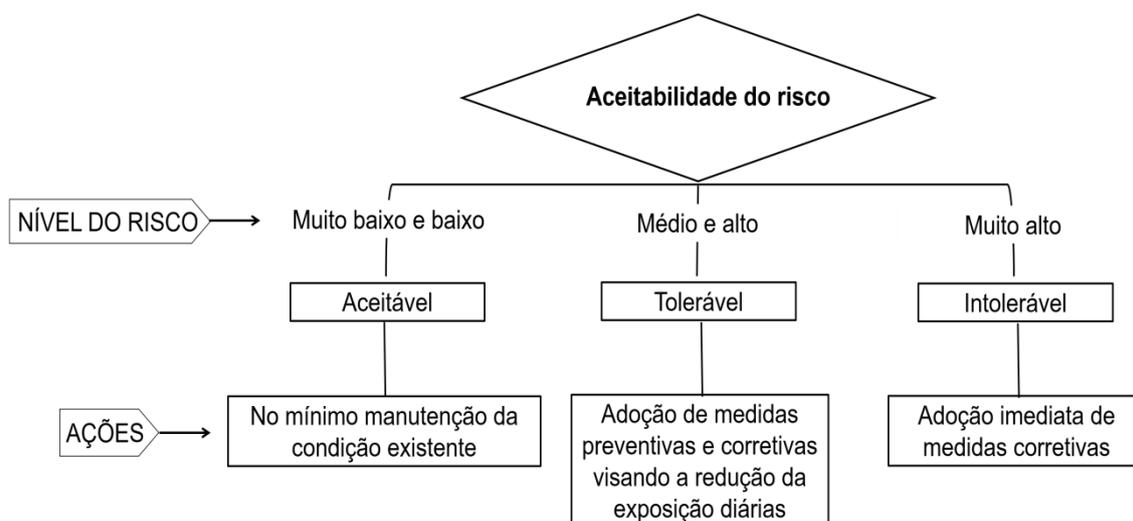
MATRIZ DE RISCOS		FREQUÊNCIA					
		PESOS	2	3	5	8	13
SEVERIDADE	PESOS		REMOTA	POUCO PROVÁVEL	OCASIONAL	PROVÁVEL	FREQÜENTE
	32	CATASTRÓFICA	64	96	160	256	416
	16	CRÍTICA	32	48	80	128	208
	8	GRAVE	16	24	40	64	104
	4	MODERADA	8	12	20	32	52
	2	LEVE	4	6	10	16	26

Nível de Risco
Muito Alto (>160)
Alto (80 a 128)
Médio (26 a 64)
Baixo (10 a 24)
Muito Baixo (4 a 8)

Fonte: NBR ISO 31010/2012.

Os resultados da multiplicação do índice do perfil de exposição pelo grau de efeitos à saúde foram interpretados em função do nível como muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, conforme demonstrado na legenda da Figura 2. Posteriormente, de posse dessa informação foi feita a avaliação da aceitabilidade do risco (Figura 3), conforme proposta pelas Normas de Higiene Ocupacional (FUNDACENTRO, 2018), adaptado pelo autor.

Figura 3 – Aceitabilidade do risco e prioridade de ações, baseado nos critérios estabelecidos nas Normas de Higiene Ocupacional (NHO).



Fonte: FUNDACENTRO (2018), adaptado pelo autor.

As recomendações ou sugestões são realizadas em função do resultado obtido na avaliação do risco de exposição:

- Risco muito baixo e baixo: a condição é aceitável não sendo necessária adotar medidas de controle;
- Risco médio e alto: a condição é tolerável, será necessário a adoção de medidas preventivas e corretivas para redução da exposição diária;
- Risco muito alto: a condição é intolerável, devendo ser adotadas medidas corretivas imediatamente.

A partir da avaliação qualitativa dos riscos ambientais foi possível verificar a necessidade de avaliações qualitativas e ainda, analisar como está o desempenho das condições de controle existentes nas atividades avaliadas.

2.4.4 Biomecânica

Para a avaliação biomecânica dos trabalhadores da exploração florestal e da indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical, foi empregada a metodologia desenvolvida pela Universidade de Michigan, que consiste na obtenção

de registros fotográficos para análise no *software* 3DSSPP 6.0.6 (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2014).

A análise biomecânica foi realizada por meio da avaliação das posturas adotadas pelos trabalhadores nas operações envolvendo o carregamento manual de cargas. Foram coletadas informações de massa corporal e estatura da população amostrada, sendo estas auto relatadas pelos próprios trabalhadores. Os valores dessas variáveis foi realizado o cálculo do percentil 5%, 50% e 95% com intuito de realizar a análise considerando os diferentes padrões antropométricos da população de trabalhadores avaliada na exploração florestal e na indústria de processamento de madeira.

Tabela 1 – Percentis 5%, 50% e 95% das variáveis antropométricas, massa corporal e estatura, dos trabalhadores da exploração florestal e da indústria de processamento de madeira e respectivo peso médio da carga transportada em cada uma das operações consideradas para avaliação biomecânica.

Operação	Massa corporal (kg)			Estatura (cm)		
	P5%*	P50%	P95%	P5%	P50%	P95%
Exploração Florestal						
Corte Florestal						
Pátio de estocagem - toragem	56	72	92	160	174	183
Indústria de processamento de madeira						
Desdobro primário						
Desdobro secundário						
Destopo secundário	57	65	80	160	170	184
Empilhamento manual						

*P5%; P50% e P95% = Percentil, dado pela equação: Percentil= $\bar{x} \pm k * s$, onde: x: média da variável; k: coeficiente para cálculo de percentil e s: desvio padrão. Fonte: ao autor.

Posteriormente, os registros fotográficos foram inseridos no *software* 3DSSPP 6.0.6, onde foi, estabelecido os ângulos das articulações corporais adotadas em cada postura avaliada. Por fim foram inseridos os dados de percentis 5%, 50% e 95% correspondentes a massa corporal e estatura da população amostrada e a força requerida no manuseio das cargas.

De posse dos resultados da análise biomecânica foi possível prever a força de compressão na região lombar da coluna do trabalhador, especificamente no disco

entre as vértebras L₅ e S₁ e indicar se esta força está abaixo ou acima da carga limite recomendada, de 3426 N. As análises indicaram para cada articulação do corpo (pulso, cotovelos, ombros, tronco, coxofemorais, joelhos e tornozelos) a predição do percentagem de pessoas capazes de exercer o manuseio da carga com a força requerida, sem causar danos às articulações do corpo.

2.4.5 Avaliação do risco de lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT)

A avaliação qualitativa dos movimentos repetitivos foi realizada empregando-se a metodologia de avaliação simplificada do fator biomecânico no risco para distúrbios músculoesqueléticos de membros superiores relacionados ao trabalho, proposta por Couto (2002).

Essa metodologia foi baseada na aplicação de um questionário (Anexo B) composto por questões relacionadas ao desenvolvimento do trabalho. Para cada pergunta o trabalhador entrevistado respondeu apenas “sim” ou “não”, as respostas que não implicarem em riscos ergonômicos aos trabalhadores foram atribuídas um (1) ponto. Ao se computar a pontuação de cada questionário foi extraída uma média contemplando todos os questionários, que posteriormente foram interpretados, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 – Interpretação para o risco de LER/DORT de acordo com o valor obtido na aplicação do questionário

Escore médio	Nível de risco
Acima de 22 pontos	Ausência de riscos
Entre 19 e 22 pontos	Pouco significativo
Entre 15 e 18 pontos	Significância moderada
Entre 11 e 14 pontos	Significativo
Abaixo de 11 pontos	Muito significativo

Fonte: Couto (2002).

2.4.6 Carga de trabalho físico

A carga física de trabalho foi avaliada pelo método de monitoramento da frequência cardíaca dos trabalhadores ao longo da jornada de trabalho. Foi obtida por intermédio do medidor de frequência cardíaca *GARMIM* (modelo 305 Forerunner) que é formado por um receptor digital de pulso, uma correia elástica com sensores transmissores de dados de frequência cardíaca, um receptor GPS na unidade de pulso, além do *software* para análise dos dados (*GARMIM Training Center*).

O aparelho foi fixado na altura do tórax do trabalhador, com uma correia elástica que emite sinais de frequência, captados e armazenados pelo receptor de pulso em intervalos de tempo. Ao término da coleta de dados, que ocorreu durante toda a jornada de trabalho, os medidores foram descarregados em um microcomputador para posterior análise em *software* específico.

Com a obtenção dos dados, foi aplicada a metodologia proposta por Apud (1989), que consiste no cálculo da carga cardiovascular no trabalho, que corresponde à percentagem da frequência cardíaca do trabalho em relação à frequência cardíaca máxima utilizável. Para uma jornada de 8 horas a carga cardiovascular do trabalhador não deve ultrapassar 40% da frequência cardíaca do trabalho.

A carga cardiovascular e os tempos de descanso são determinados utilizando-se as Equações 3, 4 e 5 a seguir:

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} \times 100 \quad (3)$$

$$FCL = 0,40 \times (FCM - FCR) + FCR \quad (4)$$

$$Tr = \frac{Ht(FCT - FCL)}{(FCT - FCR)} \quad (5)$$

Em que:

CCV - carga cardiovascular, em %;

FCT - frequência cardíaca média de trabalho;

FCM - frequência cardíaca máxima (220 - idade);

FCR - frequência cardíaca de repouso;

FCL - frequência cardíaca limite;

Tr - tempo de repouso, descanso ou pausas, em minutos; e

Ht - duração do trabalho, em minutos.

A partir da frequência cardíaca, foi classificada a carga de trabalho, de acordo com metodologia proposta por Apud (1989), conforme Quadro 6.

Quadro 6 – Classificação da frequência cardíaca média e a caracterização do trabalho.

	Nº de batimentos/ minutos (bpm)	Caracterização do trabalho
Frequência cardíaca média de trabalho	< 75	Muito leve
	75 a 100	Leve
	100 a 125	Moderadamente pesado
	125 a 150	Pesado
	150 a 175	Pesadíssimo
	> 175	Extremamente pesado

Fonte: Apud (1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PERFIL DOS TRABALHADORES E CONDIÇÕES DE TRABALHO

Na Tabela 2 estão descritos os dados referente as características antropométricas dos trabalhadores avaliados na exploração florestal e na indústria de processamento de madeira em regiões de florestal tropical no Norte do Estado de Mato Grosso.

Tabela 2 – Valores médios dos dados antropométricos dos trabalhadores avaliados nas atividades de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira em regiões de florestal tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil.

Identificação	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (m)	IMC*
Exploração Florestal	42 (30 - 63)**	74 (50 - 95)	1,72 (1,60 - 1,84)	25 (18,11 – 29,7)
Indústria de Processamento	39 (21 - 58)	67 (55 - 83)	1,70 (1,55 - 1,86)	23,19 (18,94 – 28,72)
Total	40 ±10,60	70 ±10,87	1,71 ±0,08	23,19 ±2,57

*IMC = Índice de massa corporal médio obtido pela fórmula: $IMC = \text{Peso}/\text{Altura}^2$.

**Valores entre parêntese refere-se aos valores mínimos e máximos de cada variável.

A média geral de idade dos trabalhadores é de 40 anos, sendo a estatura e massa corporal média de 1,71 m e 70 kg, respectivamente. Do total, 93,5% afirmou possuir lateralidade destra e 6,5% canhota. Quanto ao estado civil, a grande maioria dos entrevistados é casado, representando 74,5% dos entrevistados. Com relação ao índice de massa corporal (IMC), apesar de não haver um acompanhamento nutricional dos trabalhadores, 74% dos avaliados encontram-se dentro de uma faixa estimada como ideal, conforme recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS), que considera baixo peso, $IMC < 18,5$; adequado, $18,5 \leq IMC < 25$; e sobrepeso, $IMC \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$ (BRASIL, 2018d). Esse resultado, provavelmente associa-se ao elevado gasto energético das atividades por eles realizadas, visto que, são de grande exigência física.

O grau de escolaridade encontrado foi baixo, já que a maioria (51,6%) não concluiu o ensino fundamental e apenas 35,5% concluíram o ensino médio, estando

o restante entre os que finalizaram o ensino fundamental, mas não o ensino médio. De maneira geral, a baixa escolaridade, é um fator que pode influenciar diretamente o aprendizado dos sujeitos quando submetidos a treinamentos e, dificultar no processo de percepção quanto aos riscos existentes no ambiente de trabalho (SILVA et al., 2002; SOBIERAY et al., 2007).

Quanto ao tempo de deslocamento, as áreas de manejo florestal, onde são realizadas as atividades de exploração, estão localizadas a uma distância considerável das cidades em que os trabalhadores residem, por esse motivo os mesmos deslocam-se até o local de trabalho e permanecem alojados durante toda a semana (segunda-feira à sexta-feira). Por outro lado, os trabalhadores da indústria de processamento de madeira levam em média seis minutos no percurso casa *versus* trabalho. E normalmente em ambas as atividades as folgas acontecem aos sábados, domingos e feriados.

A jornada de trabalho nas situações avaliadas tem duração média de nove horas, com exceção de uma das indústrias de processamento que é de 10 horas. As atividades são iniciadas logo no começo da manhã (entre 6:00 e 7:00 horas) e por volta das 8:45 horas é feita uma pausa para lanche. No caso dos trabalhadores das áreas de exploração florestal esse lanche é feito pelo cozinheiro do alojamento e os trabalhadores da indústria de processamento, trazem de casa. O horário de almoço têm duração de aproximadamente uma hora e meia (11:30 as 13:00 horas), sendo que na atividade de exploração florestal as refeições são realizadas nos alojamentos e na indústria de processamento de madeira os trabalhadores costumam ir para sua casa para realiza-la.

Com relação ao tempo na função, todos os trabalhadores da exploração florestal avaliados estão a mais de 10 anos prestando serviços relacionados a essa atividade. E na indústria de processamento de madeira esse tempo varia entre um a 20 anos, onde a maioria (64%) está a pelo menos cinco anos na função.

Como o desenvolvimento da maioria das atividades avaliadas requer a utilização de máquinas de alto risco, é de extrema importância a realização de treinamentos para execução do trabalho com maior segurança e qualidade, conforme estabelecido nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (BRASIL, 2018e). No entanto, essa não foi a situação observada, pois nenhum trabalhador relatou que tenha recebido qualquer tipo de treinamento.

Além disso, o uso de dispositivos de segurança, como o equipamento de proteção individual (EPI) não é comum na maioria das atividades avaliadas. Apesar desse cenário favorável para ocorrência de acidentes, foi verificado que apenas três trabalhadores relataram que tenham sofrido acidente de trabalho relacionado a essas atividades laborais.

De acordo com o preconiza a legislação brasileira, a realização de treinamentos e a utilização de dispositivos de segurança fazem parte de medidas preventivas e corretivas a fim de minimizar a probabilidade de exposição dos trabalhadores a riscos no ambiente de trabalho. Quando essas medidas não são consideradas em um processo de trabalho pode haver prejuízos à saúde dos trabalhadores e, conseqüentemente, perdas econômicas para a empresa (BRASIL, 2018e, FUNDACENTRO, 2018).

Segundo Thelin (2002), o treinamento é provavelmente a chave para a prevenção de acidentes no trabalho, uma vez que o conhecimento é um pré-requisito para o entendimento das regulamentações e a necessidade de organização na obtenção de informações sobre soluções técnicas adequadas.

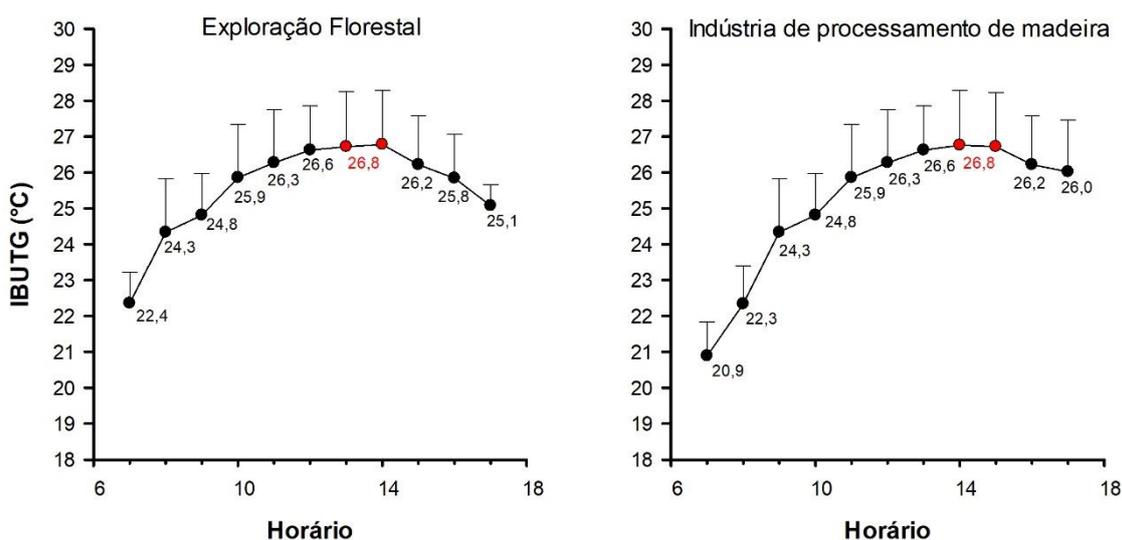
Com relação as condições de trabalho, destaca-se as más condições das máquinas e equipamentos, principalmente, na IPM, onde verificou-se a ausência de proteção adequada, conforme estabelecido na Norma Regulamentadora – NR 12, que trata de segurança em máquinas e equipamentos (BRASIL, 2018f). Assim, além da evidente exposição a níveis consideráveis de ruído e vibração, as condições das máquinas e equipamentos oferecem elevado risco para ocorrência de acidentes.

Outro ponto, que ainda merece destaque é a metodologia de desdobro aplicada nas IPM avaliadas. Normalmente, trata-se de um sistema de desdobro convencional onde ocorre o contato com máquinas providas de serras, que podem proporcionar mutilações como amputações de dedos, mãos e outras partes de membros superiores, evidenciando a necessidade de melhoria dos métodos e técnicas que permanecem ultrapassados, mesmo com o surgimento de novas tecnologias.

3.2 AVALIAÇÃO OCUPACIONAL DA EXPOSIÇÃO AO CALOR

Na Figura 6 estão os valores médios de índice de bulbo úmido e termômetro de globo (IBUTG) obtidos em cada hora da jornada de trabalho nas atividades de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira, ambas localizadas em regiões de florestal tropical no Norte do Estado de Mato Grosso. Na Figura 6, as indicações em vermelho, correspondem a valores acima do limite de tolerância, conforme NR 15.

Figura 6 – Índice de bulbo úmido e termômetro de globo (IBUTG), obtidos no mês de setembro, para cada hora de avaliação (07h às 17h) durante a jornada de trabalho nas atividades de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira, localizadas em regiões de florestal tropical no Norte do Estado de Mato Grosso.



Fonte: ao autor.

A NR 15 estabelece que o limite de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente, com períodos de descanso no próprio local de trabalho, para atividades classificadas como moderada, conforme características das avaliadas neste trabalho, é de 26,7 °C.

Ao considerar o limite de tolerância e analisar os 60 minutos de condição mais extrema (de 13:00 a 14:00 horas na exploração florestal e de 14:00 a 15:00 horas na indústria de processamento de madeira) de exposição ao calor durante a jornada de trabalho, verificou-se que o limite de tolerância foi ultrapassado em ambas atividades

avaliadas. Ou seja, nesses horários foi evidente a ocorrência de sobrecarga térmica com a caracterização da insalubridade nas atividades avaliadas, preconizando a necessidade para adoção de medidas corretivas e preventivas.

As medidas preventivas visam minimizar a probabilidade de exposições ocupacionais ao calor, devendo incluir, monitoramento periódico e controle médico da exposição, disponibilização de água e sais minerais, treinamento e informação aos trabalhadores; permissão para interromper o trabalho quando identificar condições de risco à sua saúde. Já, as medidas corretivas visam reduzir a exposição a valores abaixo do limite de tolerância considerado, as quais pode-se destacar, a modificação do processo, utilização de barreiras refletoras ou absorventes, adequação da ventilação, introdução de pausas, disponibilização de locais climatizados ou termicamente mais amenos (FUNDACENTRO, 2001a).

É importante atentar-se, que em algumas horas da avaliação o limite de tolerância (26,7°C) não é ultrapassado, porém, os valores de IBUTG encontram-se dentro de uma faixa que requer atenção, pois os valores estão numa margem de proximidade alta com o estabelecido pela normatização para caracterizar a atividade como insalubre, em função da exposição a este agente ambiental.

Salienta-se que os danos à saúde do trabalhador decorrentes da exposição ao calor, não advém somente quando o limite de tolerância é ultrapassado. Essa é uma condição que irá variar de indivíduo para indivíduo, por esse motivo, é imprescindível que as empresas atendam aos requisitos estabelecidos na NR 7 e tenham implementado o Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO), para acompanhar a saúde dos trabalhadores ao longo de sua vida laboral (Brasil, 2018g).

Estudos demonstram que, a exposição ao calor implica em reações fisiológicas como aumento da taxa metabólica, da temperatura corporal e das reações físicas (AHASAN; MOHIUDDIN; FARUQUEE, 2002). Nos trabalhadores essa sensação pode ser refletiva por meio de indisposição e fadiga e assim, contribuir para a diminuição da eficiência operacional e aumento dos riscos de acidentes (GRANDJEAN, 1982; FIEDLER et al., 2010).

3.3 ANÁLISE QUALITATIVA DOS RISCOS FÍSICOS RUÍDO E VIBRAÇÃO

Na Tabela 3 está a análise de risco aplicada para os agentes físicos ruído e vibração. Os resultados demonstram que nas operações avaliadas o risco foi caracterizado como tolerável ou intolerável. Ou seja, os resultados indicaram a necessidade de implantação de medidas preventivas e corretivas para preservação da saúde dos trabalhadores expostos.

A condição com maior probabilidade de danos à saúde, foi verificada na exposição dos trabalhadores da indústria de processamento de madeira ao ruído, nas operações relacionadas principalmente com as etapas de desdobro de toras, onde o risco foi categorizado como intolerável, determinando-se que haja uma intervenção imediata para minimização dos danos causado pelo agente.

Com relação a exposição a vibração, o risco foi maior nas operações com motosserra na exploração florestal. Neste caso, foi possível analisar de maneira qualitativa que limite de exposição ocupacional (LEO), quando a máquina encontrava-se em operação, estaria sendo ultrapassado, representando riscos à saúde e segurança dos trabalhadores. Nas demais operações, o risco foi identificado como médio, levando em consideração que a exposição encontrava-se acima do limite de ação, conforme análise qualitativa.

Tabela 3 – Análise de risco aplicada na avaliação da exposição dos trabalhadores das atividades de exploração florestal (EF) e da indústria de processamento de madeira (IPM) aos riscos físico ruído e vibração.

Atividade	Operação de exposição	Medidas de Controle Existentes	Tempo de Exposição*	Concentração ou Nível	Perfil do GHE	Efeitos à Saúde	Resultado da Matriz	
							Categorização da Exposição	Aceitabilidade do risco
EF	Corte	Uso de EPI ^R	R** 4	4	8	16	Alto	Tolerável ^{R/V}
			V** 4	4	8	8	Alto	
	Extração	Não	R 4	4	8	16	Alto	Tolerável ^{R/V}
			V 4	3	8	4	Médio	
	Operações de pátio - Toragem	Uso de EPI ^R	R 4	4	8	16	Alto	Tolerável ^{R/V}
			V 4	4	8	8	Alto	
	Carregamento	Não	R 4	4	8	16	Alto	Tolerável ^{R/V}
			V 4	3	8	4	Médio	
	Transporte	Não	R 4	4	8	16	Alto	Tolerável ^{R/V}
			V 4	3	8	4	Médio	
IPM	Movimentação de toras	Não	R 4	4	8	16	Alto	Tolerável ^{R/V}
			V 4	3	8	4	Médio	
	Desdobro primário	Uso de EPI ^R	R 5	4	13	16	Muito alto	Intolerável
			V 4	3	8	4	Médio	
	Desdobro secundário	Uso de EPI ^R	R 5	4	13	16	Muito alto	Intolerável
			V 4	3	8	4	Médio	
	Destopo secundário	Uso de EPI ^R	R 5	4	13	16	Muito alto	Intolerável
			V 4	3	8	4	Médio	
	Empacotamento manual	Uso de EPI ^R	R 5	4	13	16	Muito alto	Intolerável
			V 4	3	8	4	Médio	
	Carregamento da madeira processada	Não	R 4	4	8	16	Alto	Tolerável ^{R/V}
			V 4	3	8	4	Médio	

*Tempo de exposição: <12,5% da jornada de trabalho (1); 12,5% a 25% da jornada de trabalho (2); 25% a 50% da jornada de trabalho (3); 50% a 87,5% da jornada de trabalho (4) e >87,5% da jornada de trabalho (5).

*Concentração ou nível: não perceptível (1); abaixo do nível de ação (2); abaixo do limite de tolerância (3), acima do limite de tolerância (4).

*Perfil do Grupo Homogêneo de exposição – GHE: remota (2); pouco provável (3); ocasional (5); provável (8) e frequente (13).

*Efeito a saúde: leve (2); moderada (4); grave (5); crítica (16) e catastrófica (32).

**R = indicação do resultado atribuído para o agente ambiental ruído e V = indicação do resultado atribuído para o agente ambiental vibração.

Fonte: o autor.

Na atividade de exploração florestal o fator que contribuiu para que os riscos não tenham-se categorizado como intolerável, foi o tempo de exposição. Na realização das operações que constituem essa atividade, verificou-se que a exposição aos agentes é intermitente, ou seja, não ocorre de maneira contínua como observado na indústria de processamento de madeira.

O operador de motosserra, por exemplo, permanece efetivamente exposto ao ruído e a vibração em média um pouco mais que 50% do total de duração da jornada de trabalho, pois no restante desse tempo o mesmo realiza deslocamentos para a localização de árvores para corte e efetua a afiação e lubrificação dos dispositivos da motosserra, não sendo verificado durante esse período a geração dos agentes avaliados a níveis perceptíveis qualitativamente. Situação similar de ciclos de trabalho intermitente, também foi observada para as demais operações da exploração floresta (extração, carregamento e transporte).

Quanto as medidas de controle existentes, verificou-se apenas a utilização de EPI, para proteção da exposição ocupacional ao ruído. Porém, foi averiguado que a sua utilização não é constante e em certos casos os EPI's, encontram-se em condições inapropriadas de uso, reduzindo a sua eficácia.

Um dos principais danos à saúde dos trabalhadores relacionado a exposição contínua ao ruído elevado é perda auditiva ocupacional, além de outros efeitos que incluem, zumbido, dificuldade em compreender a fala em ruído de fundo e incapacidade de localizar fontes de som (KROEMER; GRANDJEAN, 2005; SILVEIRA et al., 2007; TAK; DAVIS; CALVERT, 2009; MASSA et al., 2012).

Estudos têm apontado que há uma maior probabilidade de perda auditiva em trabalhadores expostos ao ruído e a vibração de maneira conjunta. Pyykkö, et al. (1989), verificaram em um estudo com 199 trabalhadores florestais finlandeses que o envelhecimento foi o principal fator de risco, seguido pela exposição ao ruído ocupacional e pela presença da vibração na realização do trabalho. Nos estudos, realizados por Iki, et al. (1989) e Turcot, et al. (2015), foi verificado maiores alterações auditivas ao longo do tempo entre os trabalhadores florestais que também sofreram da doença dos dedos brancos induzida pela vibração de mãos e braços.

Os prejuízos relacionados a perda auditiva, além de trazer dificuldades na comunicação, que podem, por sua vez, gerar estresse, ansiedade, irritabilidade, diminuição da autoestima, isolamento social, e perda de produtividade, também

prejudicam o desempenho das atividades de vida diária, resultando em custos para o indivíduo, família, empresa e sociedade (ARAÚJO, 2002).

Assim, a potencialização da perda auditiva verificada em trabalhadores que atuam expostos a esses dois agentes ambientais é fator preocupante, principalmente, nas situações em que não são adotadas medidas de controle, conforme observado neste trabalho.

Contudo, a vibração não contribui somente para a perda auditiva, pode proporcionar diversos agravos a saúde do trabalhador, como o aparecimento da síndrome dos dedos brancos causados pela exposição de vibrações localizadas (mãos e braços), provocar sensação de desconforto e mal humor, influenciar o desempenho, gerar degeneração precoce da região lombar e hérnia de disco, provenientes da exposição à vibração de corpo inteiro (FERNANDES; MORATA, 2002; FEYZI; JAFARI; AHMAD, 2018).

3.4 AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA

Na Tabela 4 estão os resultados das análises das forças aplicadas no disco L₅-S₁ da coluna vertebral dos trabalhadores avaliados nas operações de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira, considerando o percentil 5%, 50% e 95% da população amostrada.

Com exceção da operação de descarregamento manual de madeira serrada, foi observado que nas demais o risco de lesão no disco L₅-S₁ da coluna vertebral tendeu a aumentar do percentil 5% para o percentil 95%. Ou seja, quanto a maior diversificação antropométrica dos indivíduos, aumentando-se o risco de lesão, principalmente, quando não há adaptação das condições do ambiente do trabalho às características dos trabalhadores, conforme observado neste estudo.

Tabela 4 – Resultado da avaliação biomecânica das operações da exploração florestal e da indústria de processamento de madeira.

Operação principal	Detalhamento da operação	Postura típica	Força de compressão no disco L ₅ -S ₁ (N)		
			P 5%*	P 50%	P 95%
Corte Florestal	Derrubada		2688	3413	4253 ^{CRL}
	Desgalhamento		2722	3502 ^{CRL}	4400 ^{CRL}
Pátio de estocagem	Toragem		2786	3592 ^{CRL}	4520 ^{CRL}
Desdobro Primário	Retirada da prancha de madeira após passagem em serra de fita		4470 ^{CRL}	4827 ^{CRL}	5391 ^{CRL}
	Disposição da prancha de madeira para desdobro secundário		2798	3056	3488 ^{CRL}
Desdobro Secundário	Carregamento da prancha para bancada da serra circular		3025	3308	3770 ^{CRL}
	Condução da prancha de madeira para passagem na serra circular		3036	3253	3598 ^{CRL}
Destopo Secundário	Carregamento das peças de madeira para destopo secundário		2109	2283	2569
Empilhamento Manual	Carregamento manual da madeira serrada		5084 ^{CRL}	5659 ^{CRL}	6651 ^{CRL}
	Descarregamento manual da madeira serrada		2147	2009	1609

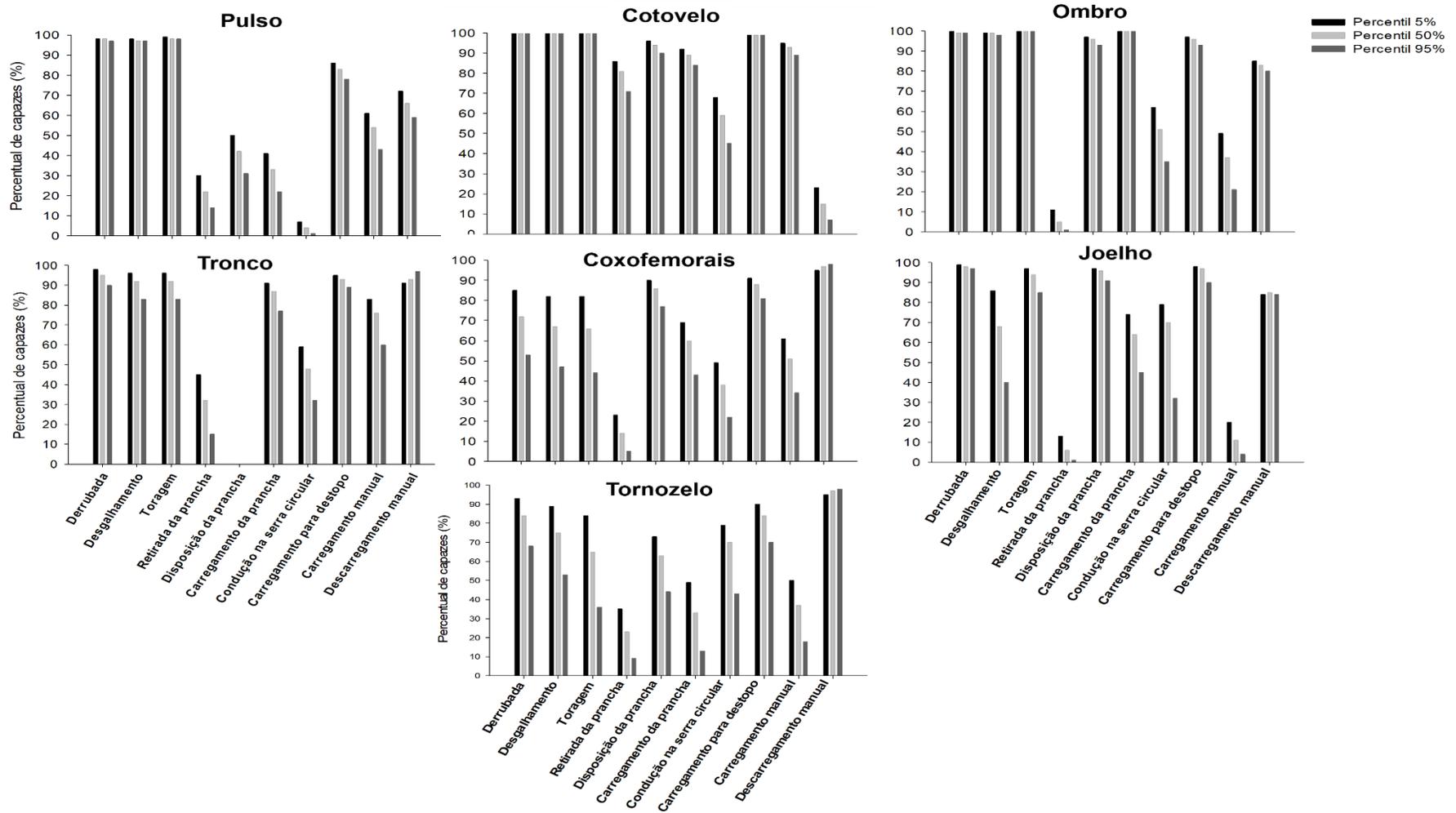
*P5% = percentil 5%; P50%= percentil 50% e P95% = percentil 95%. ^{CRL} = com risco de lesão. Fonte o autor.

Os elevados valores de força de compressão no disco L₅-S₁ são decorrentes das particularidades das atividades, que submetem os indivíduos a trabalhos resultantes de um modelo biomecânico que requer a adoção de posturas atípicas, repetitividade de movimentos, como dobrar, ajoelhar e reassumir uma postura ereta, associada ao manuseio de carga com elevado esforço físico (ENEZ; TOPBAS; ACAR, 2014).

De acordo com Mascarenhas, Fernandes, (2014), este tipo de ritmo de trabalho excedem a capacidades psicofisiológicas dos indivíduos, deixando-os susceptíveis para o desenvolvimento de doenças relacionadas ao trabalho. Uma maneira de contribuir para melhoria das condições de trabalho, nas atividades de carregamento manual, onde a carga é totalmente suportada pelo trabalhador, é a associação de métodos mecanizados no desenvolvimento da operação, a fim de preservar a saúde dos indivíduos.

Na Figura 7 está o resultado de percentual de capazes das articulações corporais em função do percentil (P5%, P50% e P95%) e das operações de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira consideradas na avaliação biomecânica.

Figura 7 – Resultado do percentual de capazes nas articulações corporais em função do percentil (P5%, P50% e P95%) e das operações de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira consideradas na avaliação biomecânica. Fonte: ao autor.



Ao analisar o risco de lesão nas articulações para as diferentes operações avaliadas, verificou-se que o percentual de capazes foi menor nas operações relacionadas com o desdobro primário, desdobro secundário e carregamento manual de madeira serrada, demonstrando a necessidade de intervenções na maneira como a operação é executada, visando a melhoria ergonômica do trabalho.

Houve redução no percentual de capazes do percentil 5% para o percentil 95%, ou seja, conforme maior diversificação das características antropométricas da população amostrada, maiores são as diferenças entre os indivíduos, resultando em uma diminuição no percentual de pessoas capazes de desenvolver determinada atividade sem o risco para desenvolvimento de lesão nos seguimentos corporais considerados.

Numa visão geral, em todos os seguimentos corporais avaliados foi verificado um baixo percentual de capazes, em pelo menos uma operação da indústria de processamento. Já nas operações de exploração florestal, o percentual de capazes tendeu a ser menor nos seguimentos corporais relacionados aos membros inferiores.

Apesar do alto percentual de capazes verificado nos membros superiores, para as operações de exploração florestal, é importante relatar que as posturas avaliadas nessa atividade são de trabalhadores que realizam essa operação com motosserra. Onde, costumam permanecer expostos a vibrações de mãos e braços, sendo esta, uma variável não considerada na análise biomecânica, mas que pode exercer grande influência no risco para o desenvolvimento de lesões, principalmente, nas regiões do corpo diretamente expostas.

Grzywiński, et al. (2016), relataram que o trabalho feito pelos trabalhadores madeireiros os expõe a vários fatores de risco e destacam que a exposição a vibrações transmitidas à mão, com o uso de motosserra, por exemplo, é um fator agravante que contribui para o desenvolvimento de problemas musculoesqueléticos, principalmente, nos membros superiores que estão em direto contato com o agente e na região inferior das costas.

Diante dessas evidências, pode-se aferir que o conjunto de fatores que os trabalhadores estão expostos precisam ser controlados no ambiente de trabalho, associado a uma adequação ergonômica das tarefas, afim de minimizar os efeitos sobre a saúde.

3.5 AVALIAÇÃO DO RISCO DE LESÕES POR ESFORÇOS REPETITIVOS/DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO (LER/DORT)

Os resultados da avaliação do risco de desenvolvimento de LER/DORT para as atividades desenvolvidas na exploração florestal e na indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical localizadas no Norte do Estado de Mato Grosso, estão na Tabela 5, conforme metodologia proposta por Couto (2002).

Tabela 5 – Resultados da avaliação do risco de LER/DORT nas operações desenvolvidas nas atividades de exploração florestal (EF) e da indústria de processamento de madeira (IPM) em regiões de floresta tropical, Mato Grosso, Brasil.

Atividade	Operação	Escore médio	Nível de risco
EF	Corte Florestal	10	Altíssimo
	Extração de toras	14	Alto
	Toragem	10	Altíssimo
	Carregamento	15	Moderado
	Transporte	16	Moderado
IPM	Movimentação de toras	15	Moderado
	Desdobro primário	09	Altíssimo
	Desdobro secundário	09	Altíssimo
	Destopo secundário	09	Altíssimo
	Empacotamento manual	07	Altíssimo
	Empilhamento da madeira serrada	15	Moderado
	Carregamento da madeira serrada	15	Moderado

Fonte: o autor.

Nos resultados obtidos, é evidenciado que o nível de risco para o desenvolvimento de LER/DORT em trabalhadores que realizam atividades na exploração florestal e na indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical é expressivo. Na maioria das atividades o risco avaliado qualitativamente demonstra-se de maneira significativamente moderado a altíssimo.

Nas situações de trabalho avaliados, verificou-se que a adoção constante de posturas inadequadas, associada a utilização e operação inapropriada de equipamento e máquinas, pode ocasionar o surgimento de sintomas de LER/DORT. Mascarenhas, Fernandes, (2014), explicaram que indivíduos submetidos a trabalhos resultantes de um modelo biomecânico de trabalho que requer a adoção de posturas atípicas, repetitividade de movimentos e manuseio de carga com elevado esforço físico, podem proporcionar o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos, visto que, este tipo de ritmo de trabalho excedem a capacidades psicofisiológicas dos indivíduos.

Chandra et al., (2011), investigaram as prováveis causas de prevalência de distúrbios musculoesqueléticos em 110 trabalhadores de serraria na Índia, desse total 90 relataram desconfortos musculoesquelético envolvendo principalmente a região lombar (100%), pescoço (95,96%), punho (87,78%) e ombro (84,44%).

Alguns estudos, demonstraram que a exposição a vibração é um fator contribui para o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos nos membros superiores. Bovenzi, et al. (1991), por exemplo, realizaram um estudo epidemiológico e clínico dos distúrbios musculoesqueléticos do pescoço e dos membros superiores com 65 operadores florestais expostos à vibração usando motosserras e 31 sujeitos controle que não estavam expostos à vibração, no respectivo estudo, os autores concluíram que o estresse vibratório é um importante contribuinte para o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos em trabalhadores que usam ferramentas vibratórias manuais.

Nesse contexto, a abordagem preventiva é a forma recomenda para lidar com essa situação e deve conter aspectos multifatoriais relacionados ao ambiente de trabalho, uma vez que estas afecções costumam estar associados a riscos ergonômicos tais como movimentos repetitivos, força e posturas inadequadas. Assim, a realização de diagnóstico e tratamento adequado é essencial para a resolução das LER/ DORT e, conseqüentemente, retorno ao trabalho (RUMAQUELLA; SANTOS FILHO, 2010; FERNANDES; FERNADES, 2011).

3.6 AVALIAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO FÍSICO

Os resultados da avaliação da carga física de trabalho, sua classificação e as recomendação de tempo de repouso para cada hora da jornada de trabalho estão na Tabela 6.

Tabela 6 – Carga cardiovascular (CCV), frequência cardíaca máxima (FCM), frequência cardíaca limite (FCL), classificação da atividade e tempo de repouso (TR) recomendado para cada hora da jornada de trabalho nas atividades de exploração florestal (EF) e da indústria de processamento de madeira (IPM) em regiões de floresta tropical, Mato Grosso, Brasil.

Atividade	Operação	CCV (%)	FCM (bpm)	FCL (bpm)	Classificação da atividade	TR ¹ (minutos)
EF	Corte Florestal	57	179	117	Pesada	18
	Extração de toras	33	183	121	Mod. pesada	0
	Op. do pátio de estocagem ²	58	183	122	Pesada	19
	Carregamento	34	181	121	Mod. pesada	0
	Transporte florestal	34	158	105	Leve	0
IPM	Movimentação de toras	25	194	129	Mod. Pesada	0
	Desdobro primário	53	183	120	Pesada	15
	Desdobro secundário	47	184	125	Pesada	10
	Destopo secundário	41	187	121	Mod. pesada	01
	Empilhamento manual	44	184	121	Pesada	06
	Empilhamento da madeira	25	194	129	Mod. Pesada	0

¹TR = tempo de repouso recomendado para cada ciclo de 60 minutos (minutos trabalhados/minutos de descanso por hora trabalhada).

²Op. do pátio de estocagem= operações do pátio de estocagem; Mod. Pesada= moderadamente pesada. Fonte: o autor.

Na avaliação da carga de trabalho físico, foi verificado que a grande maioria das operações foi classificada como moderadamente pesada e pesada, com exceção do transporte florestal que foi classificado como atividade leve. Tal, fato está relacionado com o consumo de energia elevado entre os trabalhadores, devido à grande demanda física das tarefas, como levantar e carregar cargas pesadas, a repetição frequente, bem como a exposição a fatores ambientais, como calor extremo, ruído e vibração.

O trabalho com altas demandas energéticas pode levar à fadiga mental e física, problemas de saúde, lesões e diminuição do desempenho no trabalho. Em um estudo com 251 pessoas trabalhando no processamento de madeira conduzido no Estado de Maine, EUA, Holcroft; Punnett (2009) determinaram, por meio de análises multivariadas, que as variáveis associadas ao risco de lesão foram uma alta carga física e incapacidade de descansar. Segundo Gallis (2006), esses fatores podem aumentar o estresse mental, a carga muscular e a pressão sobre os sistemas de locomotivas para, finalmente, resultar em distúrbios musculoesqueléticos e acidentes ocupacionais.

Por esse motivo, as pausas são necessárias para o restabelecimento do trabalhador e redução dos efeitos prejudiciais à saúde, fazendo com que este possa readquirir a energia perdida com o desgaste procedente da atividade realizada e permitir um regresso ao trabalho com maior eficiência e produtividade (FIEDLER et al., 2015). Além disso, os períodos de descanso auxiliam na prevenção de doenças ocupacionais, tais como: LER, DORT, estresse, entre outras, fazendo com que a qualidade de vida de trabalhadores seja melhorada (MESQUITA; TEIXEIRA, 2011).

4 CONCLUSÕES

O perfil dos trabalhadores envolvidos nas atividades de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira localizadas em regiões de florestal tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, demonstrou que estes atuam nesse setor a mais de cinco anos, possuem grau de escolaridade, não são submetidos a treinamentos e que as condições de trabalho consistem um cenário favorável para ocorrência de acidentes.

A avaliação da exposição ocupacional ao calor demonstraram a necessidade para a adoção de medidas de corretivas, visto que, a exposição a este agente se caracteriza como insalubre, com potencial para causar danos à saúde dos trabalhadores.

A análise qualitativa do ruído e da vibração evidenciou a necessidade para adoção de medidas de controle para preservação da saúde dos trabalhadores expostos, pois os riscos em diversas operações foi categorizado como intolerável.

Com relação ao posto de trabalho, as atividades desenvolvidas pelos trabalhadores proporcionaram elevada carga de trabalho físico, alto risco para o desenvolvimento de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho e danos a coluna vertebral, indicando a necessidade para a adoção de medidas ergonômicas imediatas no trabalho.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR ISO 31010**. Gestão de riscos — Técnicas para o processo de avaliação de riscos, 2012. p. 96.

AHASAN, R.; MOHIUDDIN, G.; FARUQUEE, S. M. Strenuous tasks in a hot climate – a case study. **Work Study**, [S.l.], v. 51, n. 4, p. 175-181, 2002.

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

ARAÚJO, S. A. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 47-52, 2002.

BERNASCONI, P.; SANTOS, R. R.; MICOL, L.; RODRIGUES, J. A. **Avaliação Ambiental Integrada**: Território Portal da Amazônia. Alta Floresta: ICV, 2009. 108p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 196, de 10 de outubro de 1996**. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, Diário Oficial da União, 16 out. 1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 17. **Ergonomia** Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/nr-17-atualizada-2018.pdf>. Acesso em: 15 setembro 2018a.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 15. **Atividade e operações insalubres** Disponível em: <http://www.mtps.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>. Acesso em: 15 setembro 2018b.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 09. **Programa de prevenção de riscos ambientais**. Disponível em: <http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-09atualizada2014III.pdf>. Acesso em: 15 setembro 2018c.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. IMC em adultos. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/component/content/article/804-imc/40509-imc-em-adultos>. Acesso em: 24 outubro 2018d.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em: <http://www.trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acesso em: 15 setembro 2018e.

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://www.trabalho.gov.br/images//Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>. Acesso em: 23 outubro 2018f.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 07. **Programa de controle médico de saúde ocupacional**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR7.pdf>. Acesso em: 23 outubro 2018g.

BOVENZI, M.; ZADINI, A.; FRANZINELLI, A.; BORGOGNI, F. Occupational musculoskeletal disorders in the neck and upper limbs of forestry workers exposed to hand-arm vibration. **Journal Ergonomics**, [S.l.], v. 34, n. 5, p. 547-562, 1991.

CHANDRA, A. M.; GHOSH, S.; BARMAN, S.; DEV, S.; GANGOPADHYAY, S. An ergonomic study on musculoskeletal health hazards among sawmill Workers of West Bengal, India. **Journal of Human Ergology**, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2011.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 2002. 202 p.

ENEZ, F.; TOPBAS, M.; ACAR, H. H. An evaluation of the occupational accidents among logging workers within the boundaries of Trabzon Forestry Directorate, Turkey. **International Journal of Industrial Ergonomics**, [S.l.], v.44, n. 5, p. 621-628, 2014.

FEYZI, M.; JAFARI, A.; AHMAD, H. The Effect of Operation and Engine Speed on Chainsaw Vibration. **Journal of Agricultural Machinery**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 263-277, 2018.

FERNANDES, M.; MORATA, T. C. Estudo dos efeitos auditivos e extra auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. **Revista brasileira de otorrinolaringologia**, São Paulo, v.68, n.5, 705-13, out. 2002.

FERNADES, E. H.; FERNADES, J. H. M. Síndrome dolorosa miofascial em trabalhadores com LER/DORT. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, São Paulo, v. 9, n.1, p. 39-44, 2011.

FIEDLER, N. C., GUIMARÃES, P. P., ALVES, R. T., WANDERLEY, F. B. Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias do sul do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 907-915, 2010.

FIEDLER, N.C.; ALEXANDRE FILHO, P.C.R.T.; GONÇALVES, S.B.; CARMO, F.C.A.; LACHINI, E. Análise biomecânica da carga e descarga manual de madeira de eucalipto. **Nativa**, Sinop, v.3, n.3, p.179-184, 2015.

FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: NHO 06: **Avaliação da exposição ocupacional ao calor**. São Paulo: Fundacentro, 2001a. 46 p.

FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: NHO 01: **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. São Paulo: Fundacentro, 2001b. 40 p.

FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: NHO 09: **Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro**. São Paulo: Fundacentro, 2013a. 63 p.

FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: NHO 10: **Avaliação da exposição ocupacional a vibração em mãos e braços**. São Paulo: Fundacentro, 2013b. 53 p.

FUNDACENTRO. Normas de higiene ocupacional. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional>. Acesso em: 15 setembro 2018.

GALLIS, G. Work-related prevalence of musculoskeletal symptoms among Greek forest workers. **International Journal of Industrial Ergonomics**, [S.l.], v. 36, p. 731–736, 2006.

GHAFFARIYAN, M. R. Analysis of forestry work accidents in five Australian forest companies for the period 2004 to 2014. **Journal of Forest Science**, [S.l.], v. 62, n. 12, p. 545–552, 2016.

GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man, an ergonomic approach**. London: Taylor & Francis, 1982. 379p.

GRZYWIŃSKI, W.; WANDYCZ, A.; TOMCZAK, A.; JELONEK, T. The prevalence of self-reported musculoskeletal symptoms among loggers in Poland. **International Journal of Industrial Ergonomics**, [S.l.], v. 52, p. 12-17, 2016.

HOLCROFT, C. A.; PUNNETT, L. Work environment risk factors for injuries in wood processing. **Journal of Safety Research**, [S.l.], v. 40, p. 247-255, 2009.

IKI, M.; KURUMATANI, N.; SATOH, M.; MATSUURA, F.; ARAI, T.; OGATA, A.; MORIYAMA, T. Hearing of forest workers with vibration-induced white finger: a fiveyear follow-up. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, [S.l.], v. 61, n. 7, p. 437-442, 1989.

KROEMER, K. H. E; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: Adaptando o trabalho ao homem. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005, 327 p.

MASCARENHAS, A. L. M; FERNANDES, R. C. P. Aptidão física e trabalho físico pesado: como interagem para a ocorrência de distúrbio musculoesquelético?. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 10, p. 2187-2198, 2014.

MASSA, C. G. P. et al. P300 in workers exposed to occupational noise. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, São Paulo, v. 78, n. 6, p. 107-112, Nov./Dec. 2012.

MESQUITA, J. A.; TEIXEIRA, C. S. A ginástica laboral em frigoríficos: revisão da literatura. **Revista de Educação Física**, São Paulo, v. 2, n. 2, p.67-85, 2011.

MINETTE, L. J.; SCHETTINO, S.; SOUZA, A. P.; SORANSO, D. R.; BARBOSA, V. A. Avaliação da carga de trabalho físico e do risco de LER/DORT em trabalhadores da colheita em área com madeira danificada pelo vento. **Nativa**, Sinop, v. 6, p. 66-72, 2018.

NOGUEIRA, M. M. et al. **Manual técnico**: Procedimentos simplificados em segurança e saúde do trabalho no manejo florestal. Belém: Instituto Floresta Tropical, 2010. 82 p.

PYYKKÖ, I.; KOSKIMIES, K.; STARCK, J.; PEKKARINEN, J. FÄRKILÄ, M. INABA, R. Risk factors in the genesis of sensorineural hearing loss in Finnish forestry workers. **British Journal of Industrial Medicine**, [S.l.], v. 46, p. 439-446, 1989.

RUMAQUELLA, M. R.; SANTOS FILHO, A. G. dos. Postura de trabalho relacionada com as dores na coluna vertebral em trabalhadores de uma indústria de Alimentos: estudo de caso. **Educação Gráfica**, Bauru, v. 14, p. 90-101, 2010.

SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. L.; SOUZA, A. P. Avaliação ergonômica do processo de mensuração florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, p. 575-586, 2016.

SCHETTINO, S.; CAMPOS, J. C. C.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. Work precariousness: ergonomic risks to operators of machines adapted for forest harvesting. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 41, p. 1-9, 2017.

SILVEIRA, J. C. M. da; FERNANDES, H. C.; RINALDI, P. C. N.; MODOLO, A. J. Níveis de ruído em função do reio de afastamento emitido por diferentes equipamentos em uma oficina agrícola. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, n.1, p.66-74, jan./mar. 2007.

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**, Viçosa, v. 26, n.6, p. 769-775, 2002.

SOBIERAY, T. N. C.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; LAMBER, J. A. Um estudo sobre o uso de equipamentos de proteção coletiva como prevenção de acidentes em indústrias madeireiras de Mato Grosso. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 18, p. 268-282, 2007.

SOUZA, A. P.; DUTRA, R. B. C.; MINETTE, L. J.; MARZANO, F. L. C.; SCHETTINO, S. Metas de produção para trabalhadores de corte florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 713-722, 2015.

SORANSO, D. R.; MINETTE, L. J.; SCHETTINO, S.; MINETTI, D.; SOUZA, A. P. Avaliação ergonômica das operações florestais de roçada e desgalhamento

semimecanizado. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 26, p. 343-351, 2018.

TAK, S.; DAVIS, R. R.; CALVERT, G. M. Exposure to hazardous workplace noise and use of hearing protection devices among US workers – NHANES, 1999 – 2004. **American Journal of Industrial Medicine**, [S.l.], v. 52, n. 5, p. 358–371, 2009.

THELIN, A. Fatal accidents in Swedish farming and forestry, 1988–1997. **Safety Science**, [S.l.], v. 40, n. 6, p. 501-517, 2002.

TURCOT, A.; GIRARD, S. A.; COURTEAU, M.; BARIL, J.; LAROCQUE, L. Noise-induced hearing loss and combined noise and vibration exposure. **Occupational Medicine**, [S.l.], v. 65, n. 3, p. 238–244, 2015.

UNIVERSITY OF MICHIGAN. **3D static strenght prediction program, version 5.0.3 – user’s manual**. Michigan: Universidade de Michigan, Centro de Ergonomia, 2014. 81 p.

VALE, S.A. **Instrução para gerenciamento de higiene ocupacional**. N. INS-0055, 2010. 13p.

CAPÍTULO II – USO DA TERMOGRAFIA NA AVALIAÇÃO DA REGIÃO POSTERIOR DO TRONCO DE TRABALHADORES DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MADEIRA EM REGIÕES DE FLORESTA TROPICAL

RESUMO

Os trabalhadores da indústria de processamento de madeira costumam exercer atividades fisicamente pesadas e de grande exigência física, fato que favorece o surgimento de processos inflamatórios, que podem propiciar a ocorrência de regiões de calor, assim sendo possível, avaliar o nível inflamatório por meio de gradientes de temperatura. Diante do exposto, objetivou-se avaliar as condições da região posterior do tronco de trabalhadores da indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. O estudo foi conduzido com a avaliação de nove trabalhadores de uma indústria processamento de madeira localizada em regiões de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, e oito sujeitos pertencentes a um grupo denominado de “controle”, constituído de pessoas que habitualmente não desenvolvem atividades fisicamente pesadas. Com os trabalhadores, as avaliações foram realizadas antes do início da jornada de trabalho na segunda-feira e na sexta-feira, para verificar se o acúmulo de dias trabalhados proporcionaria uma diferenciação nas imagens obtidas. E no grupo controle, essa avaliação foi realizada somente na segunda-feira, a fim de obtenção de um padrão “normal” de temperatura das regiões corporais avaliadas. As imagens térmicas foram coletadas em uma sala climatizada com condições controladas, onde os participantes permaneceram com a parte superior do corpo desnuda para aclimação. Para obtenção das imagens térmicas, foi utilizado o Termovisor FLUKE (modelo TI 400) e para análise foi utilizado o software *SmartView* para demarcação das regiões corporais de interesse (RCI) lombar e cervical. Os dados de temperatura das RCI foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, e quando considerados com distribuição normal foi aplicado o teste t pareado de *Student* para a comparação entre as médias de temperatura das RCI dos trabalhadores avaliados na situação I *versus* grupo controle e para comparação entre as médias de temperatura das RCI dos trabalhadores avaliados na situação I *versus* situação II. Os resultados apontaram que os valores de temperatura média das RCI dos trabalhadores avaliados na situação I

diferiam significativamente em relação a do grupo controle. Nos trabalhadores a temperatura média da pele foi de $32,7 \pm 1,08$ °C e $32,20 \pm 0,70$ °C e no grupo controle foi de $30,40 \pm 0,9$ °C e $30,11 \pm 0,8$ °C na região escapular e lombar, respectivamente. Não avaliação do acúmulo de dias trabalhados e menor tempo para recuperação em relação ao período de maior tempo para descanso não houve diferenças significativas nos padrões térmicos obtidos. A análise qualitativa evidenciou uma maior amplitude de ocupação de padrões térmicos com temperatura elevada na região corporal de interesse dos trabalhadores em ambas as situações avaliadas. De maneira geral, os resultados indicam a necessidade de um exame apurado, a fim de verificar se o desenvolvimento das operações de processamento de madeira, contribuem para o surgimento de disfunções musculoesqueléticas nos trabalhadores.

Palavras-chave: padrões térmicos, doenças do trabalho, desdobro de toras.

CHAPTER II - USE OF THERMOGRAPHY IN THE EVALUATION OF THE BACK REGION OF THE TRUNK OF WORKERS OF THE WOOD PROCESSING INDUSTRY IN TROPICAL FOREST REGIONS

ABSTRATC

Workers in the wood processing industry usually engage in physically demanding and physically demanding activities, a fact that favors the emergence of ergonomic problems and factors that lead to musculoskeletal disorders. Inflammatory processes can promote the occurrence of heat regions due to the increase of the local metabolism, thus, it is possible to evaluate the inflammatory level by means of temperature gradients. In view of the above, this study aimed to evaluate the use of thermography in the determination of the musculoskeletal overload of workers in the wood processing industry in tropical forest regions in the North of the State of Mato Grosso, Brazil. The study was conducted with the evaluation of nine workers from a wood processing industry located in tropical forest regions in the north of the State of Mato Grosso, and eight subjects belonging to a group called "control", consisting of people who do not usually develop activities. In the group of workers, the evaluations were carried out before the beginning of the working day on Monday and Friday to verify if the accumulation of days worked would provide a differentiation in the obtained images. And in the control group, this evaluation was performed only on Monday, in order to obtain a "normal" standard of temperature of the body regions evaluated. The thermal images were collected in a suitably equipped room with cooling air conditioner. At this location, participants remained with their upper body bare for acclimatization. To obtain the thermal images, the FLUKE Thermovisor (TI 400 model) was used and for analysis the SmartView software was used to demarcate the lumbar and cervical regions of interest (RCI). The RCI temperature data were submitted to the Shapiro-Wilk normality test, and when considered with normal distribution the Student's paired t-test was applied to compare the RCI temperature averages of the workers evaluated in the I versus the control group and to compare the average RCI temperature of the workers evaluated in situation I versus situation II. The results showed that the mean temperature values of the RCI of the workers evaluated in situation I differed significantly in relation to the control group. In the workers the mean skin temperature

was 32.7 ± 1.08 ° C and 32.20 ± 0.70 ° C and in the control group it was $30,40 \pm 0,9$ ° C and $30,11 \pm 0,8$ ° C in the scapular and lumbar region, respectively. No evaluation of the accumulation of days worked and less time for recovery in relation to the period of longer rest period did not show significant differences in the thermal patterns obtained. The qualitative analysis evidenced a greater range of occupancy of thermal patterns with high temperature in the body region of interest of the workers in both evaluated situations. In general, the results indicate the need for an accurate examination in order to verify if the development of wood processing operations contribute to the appearance of musculoskeletal dysfunctions in workers.

Keywords: thermal patterns, work diseases, log splitting.

1 INTRODUÇÃO

As atividades da indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical no Brasil, são altamente dependentes da mão de obra humana para sua realização. Os trabalhadores, inseridos nesse contexto, atuam expostos as condições climáticas adversas, exercem atividades fisicamente pesadas e de grande exigência física, fato que favorece o surgimento de problemas ergonômicos que podem proporcionar ocorrência de distúrbios musculoesqueléticos.

Para minimizar os impactos a saúde dos trabalhadores, é importante que as empresas do setor invistam em saúde e segurança do trabalho. Porém, na grande maioria dos casos, estas deixam de realizar esse tipo de investimento, principalmente pelos custos envolvidos e pela falta de consciência que a ocorrência de acidentes do trabalho pode levar a perdas econômicas consideráveis (GASS, DEXHEIMER, LAWISCH, 2017)

No Brasil, a evolução da dor para o estado crônico, principalmente na região da coluna vertebral, são uma das principais causas de incapacidade temporária ou definitiva para o trabalho, sendo a última responsável em levar os trabalhadores a recorrer ao sistema previdenciário, solicitando aposentaria por invalidez (MERLO et al., 2003; BRASIL, 2015; PAULA et al., 20016, FUNDACENTRO, 2018).

Esse cenário representa um importante problema de saúde pública com a geração de elevados custos aos sistemas de saúde e previdenciário federal (SÁ, et al. 2009), como também, para o empresário do setor que tende a pagar cada vez mais impostos com o afastamento precoce desses trabalhadores. Sendo assim, a busca por ferramentas eficazes de avaliação de trabalhadores submetidos a essas condições são cada vez mais necessárias. Sabe-se que sintomas de dor procedentes de lesão desencadeiam processos inflamatórios que podem propiciar a ocorrência de regiões de calor em decorrência do aumento do metabolismo local. Dessa forma, é possível avaliar o nível inflamatório por meio de gradientes de temperatura (BRIOSCHI et al., 2007; MACHADO, et al. 2009).

Na área médica, a avaliação de respostas fisiológicas associadas à temperatura da pele, com objetivo de identificar regiões do corpo com lesões, são realizadas com o uso da termografia. Este, é um método não invasivo utilizado para

registrar gradientes e padrões térmicos corporais, por meio de imagens termográficas, que auxiliam no reconhecimento precoce do início de um processo inflamatório, que ainda não apresentou sinais e sintomas clássicos, atuando, de forma preventiva (BRIOSCHI et al., 2007; GOLD et al., 2009; TKÁČOVÁ et al., 2010; BANDEIRA et al., 2012; CHANDLER, 2015; MARINS et al., 2015).

A termografia também vem sendo aplicada em estudos voltados para identificação da variação da temperatura da pele em grupos musculares de trabalhadores ao longo do desenvolvimento de sua atividade laboral (GOLD; CHERNIACK; BUCHHOLZ, 2004; BRIOSCHI; OKIMOTO; VARGAS, 2012). Contudo, a utilização deste método na avaliação de trabalhadores do setor madeireiro em regiões de floresta tropical ainda não foi verificado, demonstrando a inovação para realização desta pesquisa

Nesse contexto, a busca por ferramentas de avaliação de trabalhadores submetidos a condições de trabalho adversas, como é o caso dos trabalhadores da indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical, são cada vez mais necessárias para o reconhecimento de patologias que possam comprometer a sua saúde e integridade física, além de auxiliar no estabelecimento de adequados programas de recuperação de pessoas que ainda possuem uma longa vida laboral.

1.2 OBJETIVOS

Avaliar as condições da região posterior do tronco de trabalhadores da indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil.

Têm-se como objetivos específicos:

- a) Comparar as temperaturas das regiões corporais de interesse dos trabalhadores com o grupo controle.
- b) Avaliar a influência do acúmulo de dias de trabalho e o menor tempo de recuperação no aumento da temperatura das regiões corporais de interesse.
- c) Avaliar qualitativamente as imagens termográficas das regiões corporais de interesse dos trabalhadores e do grupo controle.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa sobre o uso da termografia foi submetida e aprovada pelo Conselho de Ética da Universidade Federal do Espírito Santo (CAAE: 57864716.0.0000.5060/ aprovado em 28 de agosto de 2017), conforme parecer consubstanciado (Anexo C), atendo os critérios estabelecidos pela Resolução nº 196/1996 da Comissão de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde.

2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DAS ATIVIDADES DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MADEIRA

Essa pesquisa foi desenvolvida em delineamento experimental inteiramente casualizado com trabalhadores de uma indústria de processamento de madeira localizada em regiões de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso.

A indústria de processamento avaliada realizou o desdobro de toras em madeira serrada, com o uso de técnicas e máquinas específicas para tal finalidade, conforme etapas ilustradas no Apêndice C. A matéria-prima utilizada na produção é proveniente de áreas de floresta nativa regulamentadas pelo Manejo Florestal, transportadas por meio de veículos próprios e terceirizados. A seguir está a descrição sequenciada das operações realizadas na indústria de processamento da madeira que vai desde a chegada das toras até o carregamento da madeira serrada.

1) Descarregamento de toras: ao chegar na indústria de processamento de madeira os veículos carregados com toras, são descarregados com auxílio de pá carregadeiras com garfo, operadas por um trabalhador.

2) Empilhamento das toras: na sequência, as toras são empilhadas ao longo do pátio da serraria.

3) Abastecimento da rampa: posterior ao empilhamento, as toras são encaminhadas até o local denominado rampa de abastecimento, para que seja iniciado o seu processamento.

4) Desdobro primário: refere-se ao processo de redução das toras inteiras, através de cortes longitudinais em partes menores que podem ser pranchas, tábuas ou peças de secção retangular ou quadrada. Após o abastecimento da rampa, a tora é guinchada com alavancas para seu giro e fixação ao carro. Em seguida, são movidas pelo carro porta toras até a máquina principal de desdobro, denominada serra de fita vertical simples. Esta operação, normalmente envolve três trabalhadores, sendo um responsável pela operação da serra fita e os outros dois pela fixação da tora no carro porta toras, retirada e disposição das pranchas geradas no processamento em uma rampa que abastece o processamento secundário.

5) Desdobro secundário: corresponde a atividade executada posteriormente ao desdobro principal, tendo como finalidade a redução do tamanho ou definição do dimensionamento final das peças. As pranchas geradas no processamento primário

6) Destopo secundário: é realizado com o uso de serras circulares, tem como objetivo regularizar o comprimento final das peças, conforme padrão para venda. Essa tarefa normalmente é desenvolvida por dois trabalhadores, sendo um responsável pela operação da serra circular e o outro pela retirada das peças de madeira e disposição próximo ao local, onde posteriormente é realizado o empilhamento/empacotamento manual por outros trabalhadores.

7) Empilhamento/empacotamento manual: consiste na formação de pilhas de madeira serrada, cujas peças de cada pilha tem a mesma dimensão. Para o desenvolvimento dessa tarefa dois trabalhadores realizam o carregamento manual das peças, segurando cada um em uma das extremidades, e depositam no local onde as pilhas estão sendo formadas.

8) Empilhamento da madeira serrada: consiste na condução das pilhas de madeira serrada formadas de maneira manual pelos trabalhadores até o pátio da indústria, onde irão permanecer estocadas até o carregamento. Essa tarefa é realizada por um trabalhador, que realiza a operação de pá carregadeira com garfo.

9) Carregamento da madeira serrada: consiste na disposição dos pacotes com peças de madeira serrada em veículos destinados ao transporte para o mercado consumidor. Essa tarefa é realizada com auxílio de pá carregadeira com garfo, operadora por um trabalhador específico para executar essa função.

2.2 AMOSTRAGEM

O estudo foi conduzido com a avaliação de nove trabalhadores de uma indústria processamento de madeira localizada em regiões de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, e oito sujeitos pertencentes a um grupo denominado de “controle”, constituído de pessoas que trabalham em setores administrativos de uma universidade e habitualmente não desenvolvem atividades fisicamente pesadas, com intuito de comparar os dados obtidos na análise termográfica desse grupo com o dos trabalhadores.

Essa comparação foi fundamentada na hipótese de que os dados obtidos do grupo controle forneceriam o padrão “normal” de temperatura nas regiões corporais avaliadas. Como critérios de exclusão para participação desse estudo, não poderiam participar indivíduos que estavam afastados a mais de 30 dias do trabalho, exercendo a função a menos de um ano, fazendo o uso de medicamentos, diagnosticados com alguma lesão e consumidores frequentes de bebidas alcoólicas. Na Tabela 1 estão as características antropométricas dos sujeitos avaliados.

Tabela 1 – Valores médios das variáveis antropométricas do grupo controle e dos trabalhadores da indústria de processamento de madeira localizada em regiões de floresta tropical no Estado de Mato Grosso, Brasil.

Identificação	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (m)	IMC*
Grupo controle	43 (23 - 66)	73 (62 - 84)	1,72 (1,63 - 1,82)	23,9 (19,6 – 28,0)
Trabalhadores	39 (21 - 58)**	65,4 (60 - 76)	1,73 (1,67 - 1,84)	21,8 (20,7 – 24,8)

*IMC = Índice de massa corporal médio obtido pela fórmula: $IMC = \text{Peso}/\text{Altura}^2$.

**Valores entre parêntese refere-se aos valores mínimos e máximos de cada variável.

2.3 PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO DAS IMAGENS TERMOGRÁFICAS

Os participantes (trabalhadores e grupo controle), foram previamente instruídos a não consumir bebidas alcoólicas e cafeína, não utilizar nenhum tipo de hidratante

corporal e não praticar exercícios físicos vigorosos por um período mínimo de 24 horas antecedente a avaliação.

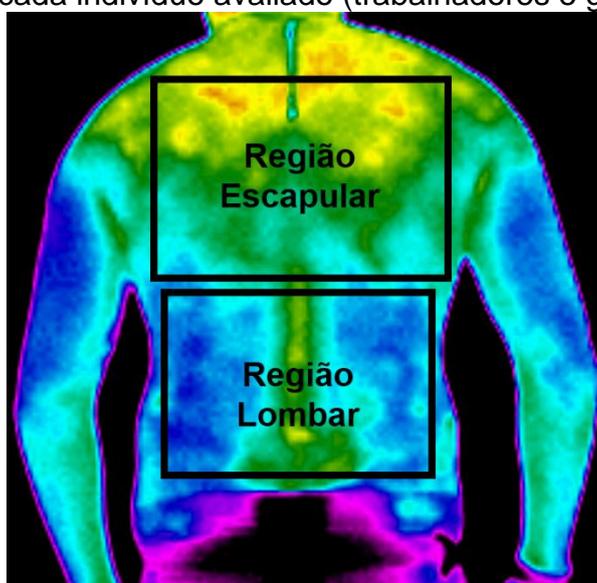
A coleta das imagens termográficas foi realizada em duas situações distintas, sempre no período da manhã (entre as 6:30 a 8:30 horas), conforme descrição abaixo:

I. Antes do início da jornada de trabalho na segunda-feira: condição que considerou o dia em que o trabalhador retorna para o trabalho, depois de um período maior que 48 horas de descanso.

II. Antes do início da jornada de trabalho na sexta-feira: condição que considerou o acúmulo de dias trabalhados (segunda-feira a sexta-feira) e o menor tempo de descanso, que foi de aproximadamente 12 horas.

Com os trabalhadores, as avaliações foram realizadas nesses dois momentos distintos, para verificar se o acúmulo de dias trabalhados proporcionaria uma diferenciação nas imagens obtidas. E no grupo controle, essa avaliação foi realizada somente na segunda-feira, a fim de obtenção de um padrão “normal” de temperatura nas regiões corporais de interesse (RCI) avaliadas, conforme Figura 1.

Figura 1 – Regiões corporais de interesse (RCI), lombar e escapular, selecionadas na posição posterior de cada indivíduo avaliado (trabalhadores e grupo controle).



Fonte: o autor.

As imagens termográficas foram coletadas em uma sala devidamente equipada com condicionador de ar de resfriamento. Neste local, os participantes permaneceram com a parte superior do corpo desnuda (região anterior e posterior das mãos

antebraços e braços, região abdominal, torácica cervical e lombar), para aclimação por um período de 15 minutos com condições de temperatura variando entre 22°C a 23°C, umidade relativa do ar em torno de 50% e velocidade do ar inferior a 0,2 m/s (MARINS et al., 2014a; FERNÁNDEZ-CUEVAS et al., 2015; MARÇAL et al., 2016; COSTA et al., 2018).

Os trabalhadores foram posicionados longe de qualquer fonte de radiação infravermelha ou fluxo de ar. A câmera foi ligada 30 minutos antes do teste para permitir a estabilização do sensor seguindo as orientações do fabricante e as imagens foram capturadas perpendicularmente as regiões corporais de interesse - RCI.

Para obtenção das imagens térmicas, foi utilizado o Termovisor (FLUKE, modelo TI 400) com resolução 320 x 240 pixels, precisão de ± 2 °C e faixa de temperatura de objeto de -25 °C a +105 °C. As imagens termográficas obtidas foram analisadas no software *SmartView* (versão 3.1), por meio da demarcação das RCI (lombar e cervical). O valor de emissividade adotado para a pele humana foi de 0,98 e a temperatura refletida foi fixada em 22°C na câmera térmica.

2.4 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

A análise das imagens considerou valores médios de temperatura das RCI selecionadas (análise quantitativa) quanto a análise visual dos os pontos de calor visíveis no termograma (análise qualitativa). Os dados de temperatura das RCI foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, e quando considerados com distribuição normal foi aplicado o teste t pareado de *Student* para a comparação entre as médias de temperatura das RCI dos trabalhadores avaliados na situação I (maior período de descanso > 48 horas) *versus* grupo controle (“padrão normal”) e para comparação entre as médias de temperatura das RCI dos trabalhadores avaliados na situação I (maior período de descanso > 48 horas) *versus* situação II (acúmulo de dias trabalhados e menor período de descanso ~12 horas).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios e máximos aferidos pela avaliação de imagens termográficas nas RCI (lombar e escapular) dos trabalhadores e do grupo controle (GCI) estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de temperatura média e máxima da pele das regiões corporais de interesse (RCI) dos trabalhadores (n=09) avaliados na situação 1 (TSI) e situação 2 (TSII) e grupo controle (n=08).

RCI		Temperatura °C		
		TSI	TSII	Grupo controle
Escapular	Média	32,70 Aa*	32,40 a	30,40 B
	DP	±1,08	±0,90	±0,90
	Máxima	34,2	33,9	32,11
Lombar	Média	32,20 Aa	32,00 a	30,11 B
	DP	±0,70	±0,90	±0,80
	Máxima	34,3	34,3	32,33

*Média de uma mesma linha seguida pela mesma letra maiúscula em negrito não diferem entre si ($p < 0,001$). Média de uma mesma linha seguida pela mesma letra minúscula não diferem entre si ($p < 0,001$).

Os valores de temperatura média das RCI (lombar e escapular) dos trabalhadores avaliados na situação I diferiam significativamente em relação a do grupo controle. Nos trabalhadores a temperatura média da pele foi de $32,7 \pm 1,08$ °C e $32,20 \pm 0,70$ °C e no grupo controle foi de $30,40 \pm 0,9$ °C e $30,11 \pm 0,8$ °C na região escapular e lombar, respectivamente. Percebe-se que no grupo controle os valores de temperatura foram menores em relação aos valores observados no grupo de trabalhadores (TSI), sendo essa diferença média de até $2,09$ °C na região lombar e $2,3$ °C na região escapular.

Em um estudo realizado por Niu et al., (2001), em Taiwan com 57 indivíduos saudáveis com idade variando entre 24 a 80 anos, foi verificado uma temperatura média de $30,4 \pm 0,7$ °C na região da lombar e $30,8 \pm 0,7$ °C na região da escapular. Os respectivos valores, assemelham-se com os valores encontrados para o grupo controle neste trabalho, considerado como o padrão “normal” para referência.

Por outro lado, no estudo realizado com uma população de homens jovens brasileiros de idade média de $21,3 \pm 2,19$ anos, Marins et al., (2014b), encontraram uma temperatura média de $31,56 \pm 1,0$ na região da lombar e $32,14 \pm 0,9$ °C na

região superior do tronco, valores inferiores aos reportados nos trabalhadores deste estudo. Isto indica claramente que ocorre uma tendência de que nas RCI (lombar e escapular) possa existir uma sobrecarga desse conjunto musculoesquelético.

De acordo Gallis, (2006), existem muitos fatores combinados que podem causar sobrecarga musculoesqueléticas. Os sintomas podem ser influenciados por técnicas e organização do trabalho, características individuais e fatores psicossociais. Mascarenhas; Fernandes, (2014) explicaram que indivíduos submetidos a trabalhos resultantes de um modelo biomecânico de trabalho que requer a adoção de posturas atípicas, repetitividade de movimentos e manuseio de carga com elevado esforço físico, podem proporcionar o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos, visto que, este tipo de ritmo de trabalho excedem a capacidades psicofisiológicas dos indivíduos.

Nesse estudo, diversos foram os fatores identificados no desempenho das tarefas exercidas pelos trabalhadores, que podem contribuir para a sobrecarga musculoesquelética. Dentre as quais destacam-se, o levantamento constante e repetitivo de cargas pesadas, jornadas de trabalho longas com duração de até 10 horas e condições inadequadas do ambiente e posto de trabalho, que não levam em consideração os princípios ergonômicos estabelecidos na normatização brasileira para preservação da saúde do trabalhador.

Tais evidencias assemelham-se as indicadas por Chandra et al., (2011), no estudo, onde os respectivos autores investigaram as prováveis causais de prevalência de distúrbios musculoesqueléticos em trabalhadores de uma serraria na Índia, sendo verificado que a repetitividade no trabalho, o manuseio de carga pesada e a postura desconfortável seriam os possíveis fatores causadores do desenvolvimento de sintomas de desconforto musculoesqueléticos.

Segundo Riihimäki, (1991); Veiersted; Westgaard, (1993), ocupações com posturas estáticas e trabalhos repetitivos estão relacionados a queixas de dores no pescoço e ombros, enquanto que problemas na região lombar são frequentemente associados a trabalho físico pesado com levantamento de cargas.

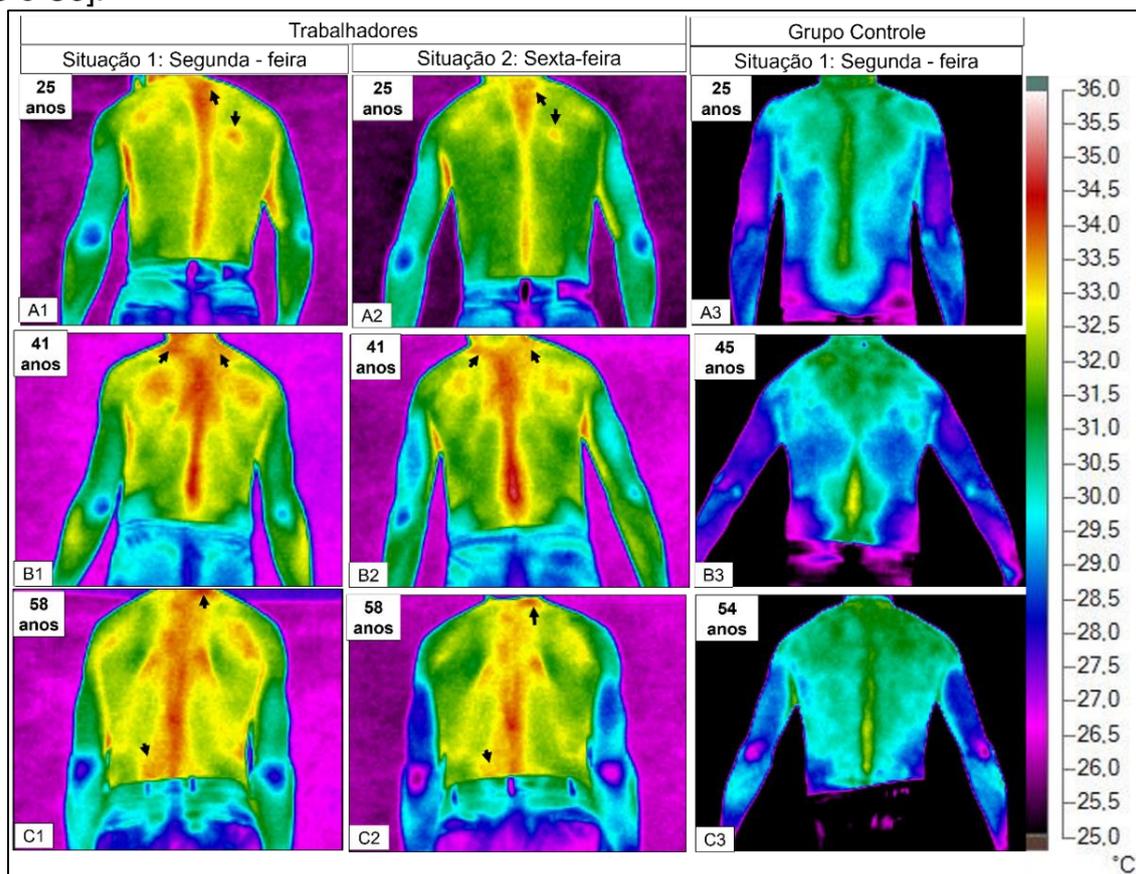
Com relação as situações em que foram realizadas as avaliações nos trabalhadores, verificou-se que não houve diferença significativa entre os valores de temperatura média das RCI avaliadas em função do acúmulo de dias trabalhados e o

maior tempo considerado para descanso (TSI: tempo de descanso < 48 horas; TSII: acúmulo de dias trabalhados, com tempo de descanso de ~12 horas).

Nessa situação, pode-se considerar que este seja necessário o estabelecimento de uma avaliação, considerando, um tempo muito maior para uma possível recuperação muscular. Ou então, que este padrão térmico seja resultado de uma sobrecarga musculoesquelética que encontra-se em estágio crônico.

Na figura 2, está uma sequência de três imagens para análise qualitativa. As duas primeiras referem-se as imagens obtidas dos trabalhadores na situação I e II, e a última pertence ao grupo controle, considerada como a imagem que exibe o “padrão normal”.

Figura 2 – Comparação de imagem térmica dos trabalhadores avaliados na situação I (descanso <48 horas) [A1, B1 e C1] e situação II (descanso de ~12 horas associado ao acúmulo de dias trabalhados) [A2, B2 e C2] e grupo controle (padrão normal) [A3, B3 e C3].



Fonte: o autor.

Na avaliação visual (qualitativa), nota-se elevados valores de temperatura, independente do grupo avaliado, localizados na região correspondente a coluna

vertebral. Essa é uma verificação normal, visto que, esta é uma das estruturas ósseas mais vulneráveis do organismo humano (IIDA, GUIMARÃES, 2016), pois à solicitamos a todo momento, fazendo com que a sua característica de sustentação se reduza ao longo dos anos.

No entanto, destaca-se que no grupo de trabalhadores, os valores de temperatura máxima e sua amplitude de ocupação na região da coluna vertebral foram maiores em relação ao grupo controle, possivelmente explicada pela maior solicitação dessa parte do corpo, em virtude, das características peculiares das atividades por eles realizadas.

Verificou-se que houve uma prevalência do padrão térmico entre as imagens obtidas dos trabalhadores nas situações de avaliação I e II (I: segunda-feira e II: sexta-feira). Ou seja, os locais de maior ocorrência de temperatura máxima das RCI avaliadas foram as mesma em ambas as situações avaliadas. Nas imagens A1, A2, B1, B2, C1 e C2 da Figura 5, as setas indicam alguns locais onde as temperaturas mantiveram-se elevadas.

Embora a análise termográfica realizada, não possa fornecer resultados definitivos, estes, auxiliam no fornecimento de indícios para realização de um diagnóstico mais apurado em trabalhadores que desenvolvam atividades com características de elevada carga física, conforme evidenciando na atividade da indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical.

4. CONCLUSÕES

A diferença significativa entre a temperatura média das regiões corporais de interesse dos trabalhadores e grupo controle, forneceram indícios para a investigação de uma possível sobrecarga musculoesquelética relacionada ao trabalho.

O acúmulo de dias trabalhados associado há um menor tempo para recuperação musculoesquelética, não proporcionaram padrões térmicos com diferenças significativas em relação a avaliação dos trabalhadores após um período maior de descanso.

A análise qualitativa evidenciou uma maior amplitude de ocupação de padrões térmicos com temperatura elevada na região corporal de interesse dos trabalhadores em ambas as situações avaliadas.

De maneira geral, os resultados indicam a necessidade de um exame apurado, a fim de verificar se o desenvolvimento das operações de processamento de madeira, contribuem para o surgimento de disfunções musculoesqueléticas nos trabalhadores.

5. REFERÊNCIAS

BANDEIRA, F. et al. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. São Paulo, v.18, n. 4, p. 246-241, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 196, de 10 de outubro de 1996**. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, Diário Oficial da União, 16 out. 1996.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Casos de LER e DORT ainda preocupam**. Brasília: MTPS, 2015.

BRIOSCHI, M. L., MEHL, A., OLIVEIRA, A. G. N., FREITAS, M. A. S., MACEDO, J. F., MATIAS, J. E. F., MACEDO, R. A. C. Exame de termometria cutânea infravermelha na avaliação do pé diabético. **Revista Médica do Paraná**. Curitiba, v. 1, n. 65, p.33-41, 2007.

BRIOSCHI, M. L.; OKIMOTO, M. L. L. R.; VARGAS, J. V.C. The utilization of infrared imaging for occupational disease study in industrial work. **Work**, [S.l.], v. 41, n. 01, p. 503-509, 2012.

CHANDLER, G. The use of thermography in elevated body temperature screening. **Pan American Journal of Medical Thermology**. [S.l.], v.2, n.2, p.58-62, 2015.

CHANDRA, A. M.; GHOSH, S.; BARMAN, S.; DEV, S.; GANGOPADHYAY, S. An ergonomic study on musculoskeletal health hazards among sawmill Workers of West Bengal, India. **Journal of Human Ergology**, [S.l.], v. 40, n. 1, p. 1-10, 2011.

COSTA, C. M. A., MOREIRA, D. G., SILLERO-QUINTANA, M., BRITO, C. J., PUSSIELDI, G. A., FERNANDES, A. A., CANO, S. P., MARINS, J. C. B. Daily rhythm of skin temperature of women evaluated by infrared thermal imaging. **Journal of Thermal Biology**, [S.l.], v. 72, p. 1-9, 2018.

FERNADEZ-CUEVAS, I., MARINS, J. C. B., LASTRAS, J. A., GOMEZ-CARMONA, P., CANO, S. P., GARCIA-CONCEPCION, M. A., SILLERO-QUINTANA, M. Classification of factors influencing the use of Infrared Thermography in humans: a review. **Infrared Physics & Technology**, [S.l.], v. 71, p. 28-55, 2015.

FUNDACENTRO. **LER/DORT atinge 3,5 milhões de trabalhadores**. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/noticias/detalhe-da-noticia/2016/2/pesquisadores-da-fundacentro-comentam-sobre-a-lerdort>. Acesso em: 23 outubro 2018.

GALLIS, G. Work-related prevalence of musculoskeletal symptoms among Greek forest workers. **International Journal of Industrial Ergonomics**, [S.l.], v. 36, p. 731–736, 2006.

GASS, E. C. Z., DEXHEIMER, G. M., LAWISCH, G. K. S. Perfil dos beneficiários do Instituto Nacional do Seguro Social aposentados por invalidez no Estado do Rio Grande do Sul no período de 2010 a 2015. **Cadernos de Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 278-285, 2017.

GOLD, J. E.; CHERNIACK, M.; BUCHHOLZ, B. Infrared thermography for examination of skin temperature in the dorsal hand of office workers. **European Journal of Applied Physiology**, [S.l.], v. 93, n.1, p. 245-251, 2004.

GOLD, J. E. et al. Skin temperature in the dorsal hand of office workers and severity of upper extremity musculoskeletal disorders. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, [S.l.], v. 82, p.1281-1292, 2009.

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

MACHADO, M., ANTUNES, W. D., TAMY ALM, AZEVEDO PG, BARRETO JG, HACKNEY AC. Effect of a single dose of caffeine supplementation and intermittent-interval exercise on muscle damage markers in soccer players. **Journal of Exercise Science & Fitness**, [S.l.], v. 7, n.2, p. 91-97, 2009.

MARÇAL, M. A.; SILVA, F. F D.; NETO, L. F. M. Termografia infravermelha: avaliação da sobrecarga músculo esquelética na região lombar e membros inferiores em uma linha de produção. V CONGRESO LATINOAMERICANO Y IV CONGRESO PERUANO DE ERGONOMÍA, 2016, Lima, Peru. **Anais...** Lima, Peru: [s.n.], 2016. p. 01-09.

MARINS, J. C. B.; FERNANDES, A. A.; MOREIRA, D. G.; SILVA, F. S.; CABRAL, C. A. C.; PIMENTA, E. M.; SILLERO-QUINTANA, M. Thermographic profile of soccer players? lower limbs. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, [S.l.], v. 7, p. 1-6, 2014a.

MARINS, J. C. B.; FERNANDES, A. A.; CANO, S. P.; MOREIRA, D. G.; SILVA, F. S.; COSTA, C. M. A.; FERNADEZ-CUEVAS, I.; SILLERO-QUINTANA, M. Thermal body patterns for healthy Brazilian adults (male and female). **Journal of Thermal Biology**, [S.l.], v. 42, p. 1–8, 2014b.

MARINS, J.C.B., FERNANDEZ-CUEVAS, I., ARNAIZ-LASTRAS, J., FERNANDES, A. A., SILLERO - QUINTANA, M. Aplicaciones de la termografía infrarroja en el deporte. Una revisión. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el deporte**, [S.l.], v. 15, n. 60, p. 805-824, 2015.

MASCARENHAS, A. L. M, FERNANDES, R. C. P. Aptidão física e trabalho físico pesado: como interagem para a ocorrência de distúrbio musculoesquelético?. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 10, p. 2187-2198, 2014.

MERLO, A. R. C., et al. O trabalho entre prazer, sofrimento e adoecimento: a realidade dos portadores de lesões por esforços repetitivos. **Psicologia & Sociedade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 15, p.117-136, 2003.

NIU, H. H.; LUI, P. W.; HU, J. S.; TING, C. K.; YIN, Y. C.; LO, Y. L.; LUI, L.; LEE, T.Y. Thermal symmetry of skin temperature: data of normal subjects in Taiwan **Chinese Medical Journal**, Taipé, v. 64, n. 8, p. 459-468, 2001.

PAULA, E. A.; BUSCHINELLI, J. T.; MAENO, M.; COSTA, R. F. Qualidade de vida de trabalhadores com LER/DORT e lombalgia ocupacional atendidos no Cerest de Guarulhos, São Paulo. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 41, n. 19, p. 1-11, 2016.

RIIHIMÄKI, H. Low-back pain, its origin and risk indicators. **Scandinavian Journal of Work Environment and Health**, [S.l.], v. 17, n. 2, p. 81-90, 1991.

TKÁČOVÁ, M., et al. An importance of camera – subject distance and angle in musculoskeletal applications of medical thermography. **Acta Electrotechnica et Informatica**, Kosice, v. 10, n. 2, p. 57-60, June 2010.

VEIERSTED, K. B.; WESTGAARD, R. H. Development of trapezius myalgia among female workers performing light manual work. **Scandinavian Journal of Work Environment and Health**, [S.l.], v. 19, n. 4, p. 277-283, 1993.

4 CONCLUSÃO GERAL

A análise ergonômica do trabalho nas atividades de exploração florestal e da indústria de processamento de madeira localizadas em regiões de floresta tropical, demonstrou a necessidade para reorganização do trabalho com a adoção de medidas ergonômicas imediatas. Os diversos fatores ergonômicos observados no ambiente de trabalho das atividades avaliadas, evidenciaram que os danos à saúde e a integridade física dos trabalhadores, tendem a ser potencializadas em virtude da ação conjunta destes.

O uso da termografia na avaliação das condições da região posterior do tronco de trabalhadores da indústria de processamento de madeira em regiões de floresta tropical, evidenciou uma diferença de temperatura entre as regiões corporais de interesse (lombar e escapular) dos trabalhadores em relação ao grupo controle, ou seja, existe uma sobrecarga musculoesquelética indicando a necessidade de um diagnóstico apurado.

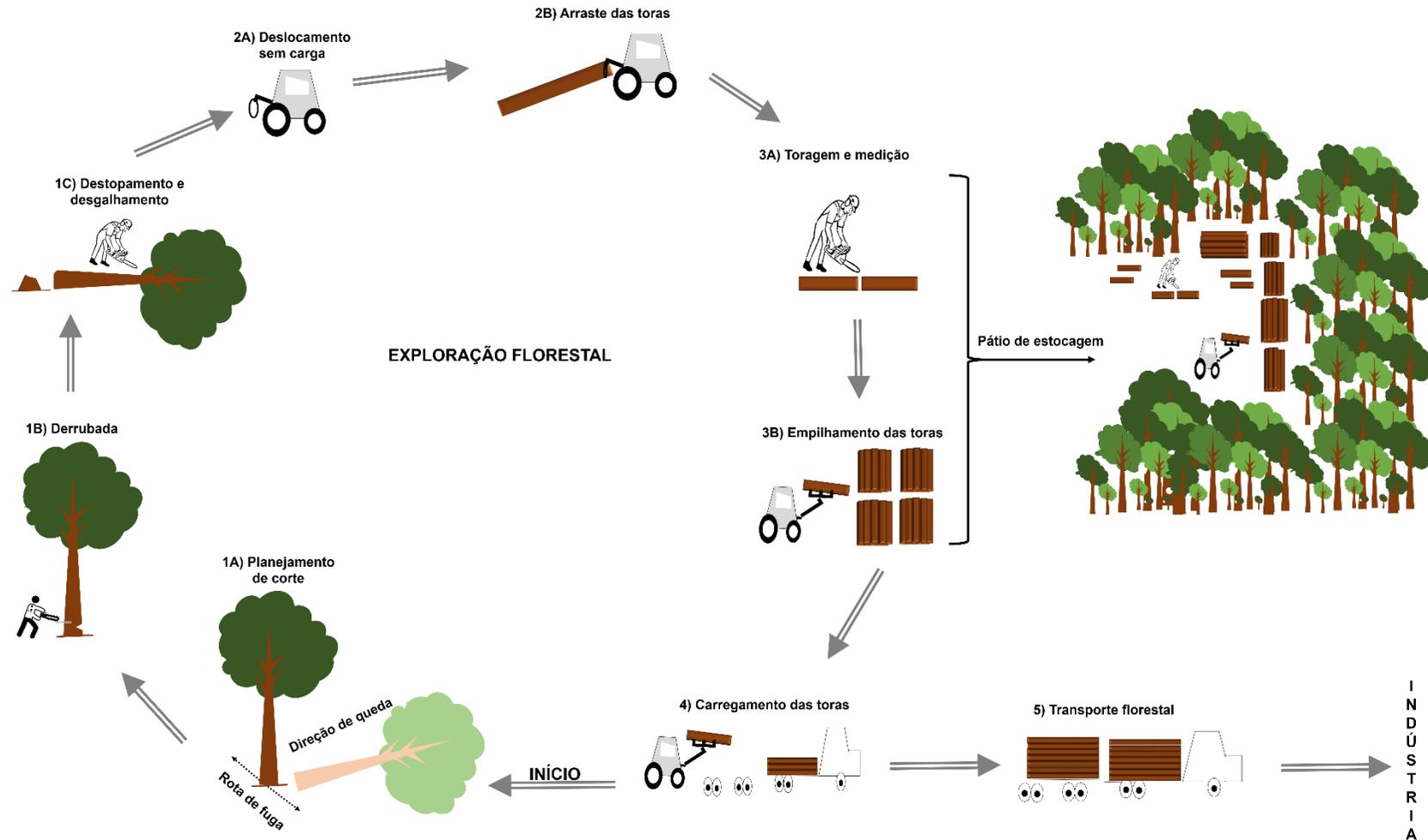
Na aplicação da termografia, em função do tempo de recuperação associado ao acúmulo de dias trabalhados, não houve ação significativa do tempo na temperatura da pele dos trabalhadores. Diante deste resultado, sugere-se para novos estudos, a avaliação com o estabelecimento de períodos maiores de descanso, possivelmente, após um período de férias, afim de verificar se este fator pode exercer influência nos padrões térmicos a serem obtidos e, conseqüentemente, na recuperação da sobrecarga de trabalho, ou então, se a situação refere-se ao desenvolvimento de uma sobrecarga em estágio crônico.

5 APÊNDICE

Apêndice A – Questionário para caracterização do perfil dos trabalhadores e das condições de trabalho.

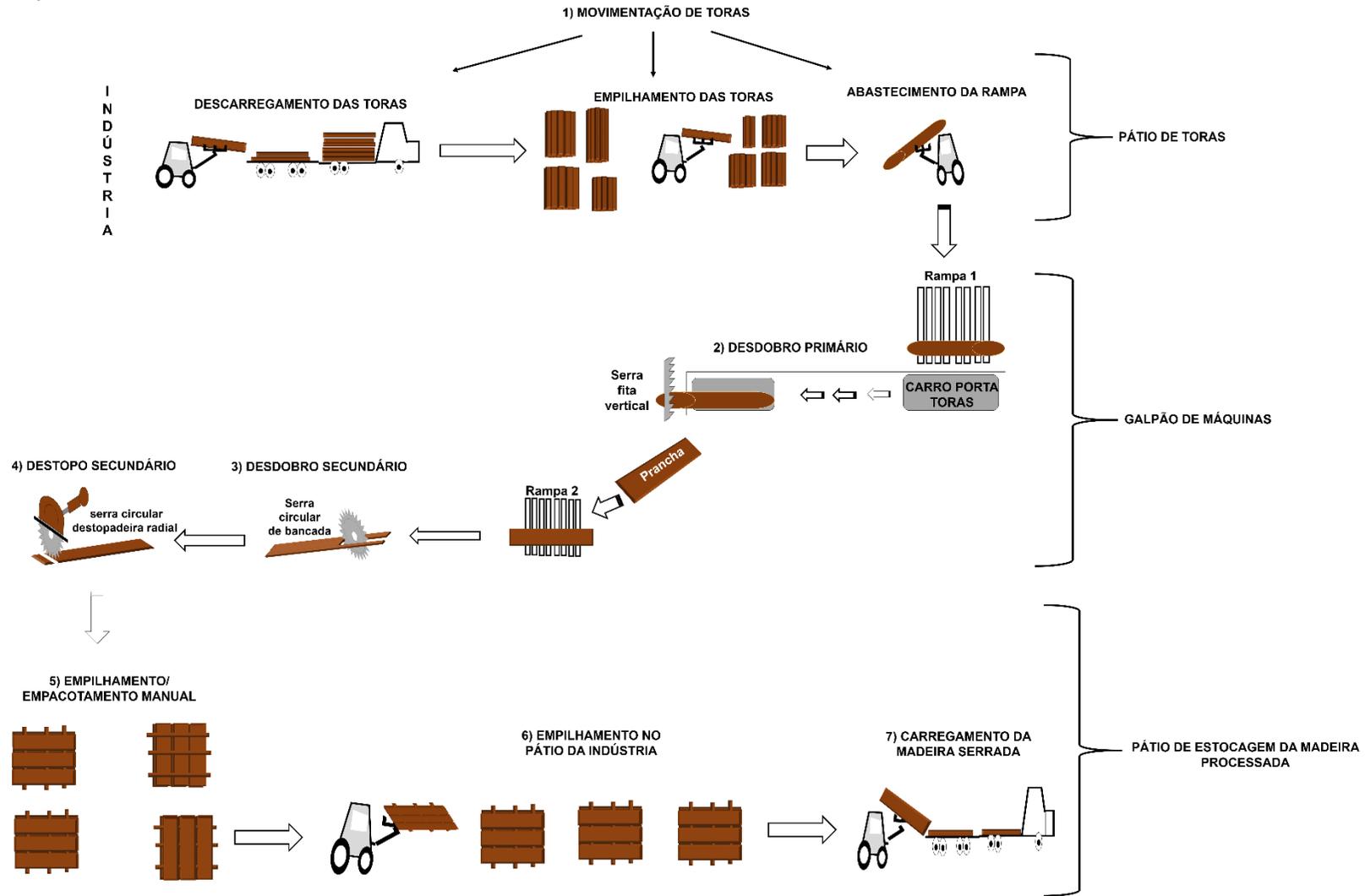
Questionário			
1-Dados do trabalhador			
Atividade:			
1.1 Nome:			
1.2 Idade: anos		1.3 Sexo:	
1.4 Estado civil:	1.5 Peso: Kg	1.6 Estatura: cm	
1.7 Escolaridade: () Não alfabetizado () semi alfabetizado () ensino fundamental incompleto () ensino fundamental completo () ensino médio incompleto () ensino médio completo () ensino profissionalizante / técnico () ensino superior incompleto () ensino superior completo			
1.8 Tempo de trabalho na função: () menos que 6 meses () 6 meses -1 ano () 1 – 3 anos () 3 -5 anos () mais de 5 anos			
Destreza: () canhoto () destro () ambidestro			
2 – Organização do trabalho			
2.1 Qual o tempo gasto para chegar até o local de trabalho? Partindo de sua casa: min partindo do ponto da empresa min			
2.2 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			
2.5 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			
2.6 O Ritmo de trabalho é ajustado ou definido por quem? () pelo trabalhador () pela equipe de trabalhadores () pelo encarregado			
2.7 Considera o ritmo de trabalho: () extremamente pesado () medianamente pesado () leve			
2.8 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			
2.9 Qual a duração da jornada de trabalho? Horas			

Apêndice B – Sequência das operações realizadas na exploração em áreas de manejo florestal, Mato Grosso, Brasil.



Legenda: Corte das árvores (1A, 1B, 1C), extração das toras (2A e 2B), operações de pátio de estocagem (3A e 3B), carregamento (4) e transporte florestal (5). Fonte: o autor

Apêndice C – Sequência das operações realizadas na indústria de processamento de madeira provenientes de áreas de manejo de floresta tropical, Mato Grosso, Brasil. Fonte: o autor



6. ANEXOS

Anexo A – Formulário com instruções para preenchimento da análise preliminar de risco aplicada na avaliação dos agentes ambientais ruído e vibração.

Instrução para preenchimento do formulário		
CABEÇALHO:		
1a. Coluna: AGENTE AMBIENTAL		
Esta coluna deve conter os agentes ambientais identificados conforme a atividade desempenhada. E devem ser especificados.		
Exemplos de agentes:		
Ruído contínuo		
Ruído de impacto		
Calor		
Frio		
Vibrações de corpo inteiro		
Vibrações de braço-mão		
Radiações ionizantes/radiações não ionizantes;		
2a. Coluna: FONTE		
Descrever a origem da geração do agente ambiental (ex. compressor, britador, caldeiras, marieta, caminhão fora de estrada, classificador em espiral, correia transportadora, sonda de perfuração etc.).		
3a. Coluna: MEDIDAS DE CONTROLE EXISTENTES		
Identificar e registrar as ações de gerenciamento existentes para controlar, reduzir ou eliminar as possíveis causas relacionadas aos aspectos identificados. Exemplos:		
- Utilização de abafador de ruído;		
- Enclausuramento de máquina ruidosa;		
- Sistema de ventilação;		
4a. Coluna: TEMPO DE EXPOSIÇÃO		
Duração efetiva da exposição ao agente ambiental. Considerar tempo médio, em condições regulares de operação, com base no seguinte critério, anotando na planilha o índice correspondente:		
Quadro 2 da Instrução – Critério para estimar o tempo de exposição		
	Duração Total da Exposição	
ÍNDICE	% jornada de trabalho	Duração por jornada diária (8h) ou jornada semanal (40h) de trabalho
1	< 12.5 %	< 1 hr/ turno de 8h ou < 5 horas/semana
2	12.5-25 %	1 a 2 hrs/ turno de 8h ou 5 a 10 horas/ semana
3	25-50 %	2 a 4 hrs/ turno de 8 horas ou 10 a 20 horas/ semana
4	50-87.5 %	4 a 7 hrs/ turno de 8 horas ou 20 a 35 horas/ semana
5	> 87.5 %	> 7 hrs/ turno de 8 horas ou > 35 horas/semana
5a. Coluna: CONCENTRAÇÃO-NÍVEL		

Estimativa qualitativa da concentração ou nível de exposição, tendo como base no critério demonstrado no quadro abaixo.

Quadro 1 da Instrução – Critério para estimar qualitativamente a concentração ou nível

ÍNDICE	DESCRIÇÃO
1	A exposição ocupacional ao agente não é perceptível qualitativamente
2	O agente é detectado, mas o nível é tolerável aparentando estar abaixo do Nível de Ação
3	O agente é detectado por causar incômodo aos empregados mas a exposição aparenta estar abaixo do LEO
4	O agente é percebido e sua exposição aparenta estar acima do LEO. Há reclamações dos empregados e casos reportados de pessoas com mal-estar, etc - Ou quando não é possível estimar o nível de exposição, ou seja, nível de exposição incerto

6a. Coluna: PERFIL DO GHE

O Perfil do GHE é definido por categorias e é obtido multiplicando-se o índice dado ao tempo de exposição pelo índice dado à concentração-nível, obedecendo-se ao seguinte critério:

Quadro 3 da Instrução – Critério para definir o Perfil de Exposição

RESULTADO DA MULTIPLICAÇÃO	CATEGORIA DO PERFIL DE EXPOSIÇÃO
(Índice da Concentração-nível) x (Índice do Tempo de Exposição)	
Faixas	
1 a 3	2 – Remota
4 a 7	3 – Pouco Provável
8 a 11	5 – Ocasional
12 a 16	8 - Provável
17 a 20	13 - Frequente

7a. Coluna: EFEITOS À SAÚDE

Os efeitos a saúde são categorizados em função da severidade dos danos provocados em decorrência dos efeitos provocados pelo agente ao organismo das pessoas expostas.

Quadro 4 da Instrução – Critério para categorizar os efeitos à saúde

Categoria	CATEGORIA DOS EFEITOS À SAÚDE
LEVE (2)	Efeitos reversíveis pouco preocupantes ou sem efeitos adversos conhecidos
MODERADA (4)	Efeitos reversíveis preocupantes
GRAVE (8)	Efeitos reversíveis severos
CRÍTICA (16)	Efeitos irreversíveis
CATASTRÓFICA (32)	Risco de vida ou doença/lesão incapacitantes

8a Coluna: CATEGORIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

Os resultados da multiplicação do índice do Perfil de Exposição pelo Grau de Efeitos à Saúde calculados conforme Matriz de Riscos

9a Coluna: RECOMENDAÇÕES / SUGESTÕES

As recomendações ou sugestões são realizadas em função do resultado obtido na análise do risco de exposição. Tais recomendações podem contemplar um estudo mais apurado, incluindo medições das concentrações ou níveis para planejamento das avaliações quantitativas, realização de treinamento para os trabalhadores sobre os riscos de exposição e proposição de medidas de controle.

Anexo B – Questionário proposto por Couto (2002), para avaliação da exposição ao risco de LER/DORT.

PERGUNTAS	Pontos
1. Sobrecarga Física	
1.1- O trabalho pode ser feito sem que haja contato da mão ou do punho ou dos tecidos moles com alguma quina viva de objeto ou ferramenta? Não(0) Sim(1)	
1.2- O trabalho exige o uso de ferramentas vibratórias? Sim(0) Não(1)	
1.3 - O trabalho é feito em condições ambientais de frio excessivo? Sim(0) Não(1)	
1.4 - A tarefa pode ser feita sem a necessidade do uso de luvas? Não(0) Sim(1)	
1.5 - Entre um ciclo e outro há a possibilidade de um pequeno descanso? Ou há pausa bem definida de cerca de 5 a 10 minutos por hora? Não(0) Sim(1)	
2. Força com as Mãos	
2.1 - Aparentemente as mãos fazem pouca força? Não(0) Sim(1)	
2.2 - A posição de pinça (pulpar, lateral ou palmar) é utilizada para fazer força? Sim (0) Não (1) - Quando usados para apertar botões, teclas ou componentes, para montar ou inserir, ou para exercer compressão digital, a força de compressão exercida pelos dedos ou pela mão é pequena? Não (0) Sim ou não se aplica (1)	
2.4 - O esforço manual detectado é feito durante mais que 10% do ciclo ou é repetido mais que 8 vezes por minuto? Sim(0) Não(1)	
3. Postura no Trabalho	
3.1 - Há algum esforço estático da mão ou do antebraço na realização do trabalho? Sim(0) Não(1)	
3.2 - Há algum esforço estático do braço ou do pescoço na realização do trabalho? Sim(0) Não(1)	
3.3 - O trabalho pode ser feito sem extensão ou flexão forçadas do punho? Não(0) Sim(1)	
3.4 - O trabalho pode ser feito sem desvio lateral forçado do punho? Não(0) Sim(1)	
3.5 - Há abdução do braço acima de 45 graus ou elevação dos braços acima do nível dos ombros como rotina na execução da tarefa? Sim(0) Não(1)	
3.6 - Existem outras posturas forçadas dos membros superiores? Sim (0) Não (1)	
3.7 - O trabalhador tem flexibilidade na sua postura durante a jornada? Não(0) Sim(1)	
4. Posto de Trabalho	
O posto de trabalho permite flexibilidade no posicionamento das ferramentas, dispositivos e componentes, incluindo inclinação dos objetos quando isto for necessário? Não(0) Sim(1) Desnecessária a flexibilidade de que trata este item (1)	
4.2 - A altura do posto de trabalho é regulável? Não(0) Sim(1)	
5. Repetitividade e Organização do Trabalho	
5.1 - O ciclo de trabalho é maior que 30 segundos? Não (0) Sim (1) Não há ciclos (1)	
5.2 - No caso de ciclo maior que 30 segundos, há diferentes padrões de movimentos (de forma que nenhum elemento da tarefa ocupe mais que 50% do ciclo)? Não (0) Sim (1) Ciclo <30 segundos (0) Não há ciclos (1)	
5.3 - Há rodízio (revezamento) nas tarefas? Não(0) Sim(1) Desnecessário o revezamento (1)	
5.4 - Percebe-se sinais de estar o trabalhador com o tempo apertado para realizar sua tarefa? Sim(0) Não(1)	
5.5 - A mesma tarefa é feita por um mesmo trabalhador durante mais que 4 horas por dia? Sim(0) Não(1)	
6. Ferramenta de Trabalho	
6.1 - Para esforços em prensão: - O diâmetro da manopla da ferramenta tem entre 20 e 25 mm (mulheres) ou entre 25 e 35 mm (homens)? Para esforços em pinça: O cabo não é muito fino nem muito grosso e permite boa estabilidade da pega? Não(0) Sim(1) Não há ferramenta (1)	
6.2 - A ferramenta pesa menos de 1 kg ou, no caso de pesar mais de 1 kg, encontra-se suspensa por dispositivo capaz de reduzir o esforço humano? Não(0) Sim(1)	
Total de pontos	

Anexo C – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), emitido pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) em 28 de agosto de 2017.

UFES - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO ESPÍRITO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE ERGONÔMICA E USO DA TERMOGRAFIA EM TRABALHADORES NA COLHEITA DE FLORESTA TROPICAL

Pesquisador: Luciano José Minette

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 57864716.0.0000.5060

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.243.537

Apresentação do Projeto:

Projeto de tese apresentado ao PPG em Ciências Florestais UFES, obtenção do Título de Doutor em Ciências Florestais, na Área de Concentração Recursos Florestais. A primeira etapa da pesquisa consiste em realizar a caracterização do perfil dos trabalhadores e das condições de trabalho pela aplicação de um questionário sem identificação individual. A segunda etapa consiste em realizar a análise dos fatores ergonômicos do trabalho (calor, ruído, vibração, carga de trabalho físico, biomecânica e risco de lesão por esforços repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho). A terceira etapa consiste no uso da termografia no reconhecimento de padrões térmicos (temperatura) no corpo do trabalhador. Utilizada uma câmera específica que tem a função de capturar imagens que indicam variação de temperatura do corpo. Ao longo da jornada de trabalho são obtidas imagens dos trabalhadores que posteriormente são processadas em programas computacionais. As imagens somente serão utilizadas como fonte de dados para o programa computacional de avaliação de temperatura, o qual gera além dos resultados numéricos de temperatura, figuras esquemáticas e ilustrativas dos trabalhadores desenvolvendo suas atividades. Para a realização das três etapas acima descritas serão necessários cinco dias para avaliar um grupo de cinco trabalhadores, de um total de 60 trabalhadores. Dessa forma, serão necessários 60 dias para avaliar os trabalhadores voluntários da pesquisa. A pesquisa será realizada em áreas de

Endereço: Av. Marechal Campos 1468

Bairro: S/N

UF: ES

Telefone: (27)3335-7211

Município: VITORIA

CEP: 29.040-091

E-mail: cep.ufes@hotmail.com

UFES - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO ESPÍRITO



Continuação do Parecer: 2.243.537

manejo de floresta tropical, localizadas no Norte do Estado de Mato Grosso.

Objetivo da Pesquisa:

Realizar análise ergonômica e avaliar o uso da termografia na determinação das condições de trabalho na colheita de floresta tropical no Norte do Estado de Mato Grosso, Brasil.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e Benefícios atendem a resolução em vigor

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Relevante pois pode determinar pela análise ergonômica e aplicação da termografia as condições de trabalho na colheita de floresta tropical, contribuindo para diminuição das ocorrências de acidentes/doenças relacionadas ao trabalho, garantindo a otimização do processo produtivo e melhoria da qualidade final dos serviços e produtos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de Rosto assinada pelo Diretor CCAE - UFES

Anexados Questionários da pesquisa

Cronograma de atividades com datas adequadas após aprovação do projeto pelo CEP

Orçamento detalhado e custeio do pesquisador

TCLE de acordo com a resolução

Autorização da Secretaria de Estado do Meio Ambiente Mato Grosso ao proprietário rural a realizar o manejo florestal, conforme dispõe Lei Complementar nº 38/1995 e o Decreto 138/2015

Recomendações:

-

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_734919.pdf	27/07/2017 14:19:02		Aceito

Endereço: Av. Marechal Campos 1468

Bairro: S/N

CEP: 29.040-091

UF: ES

Município: VITORIA

Telefone: (27)3335-7211

E-mail: cep.ufes@hotmail.com

UFES - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO ESPÍRITO



Continuação do Parecer: 2.243.537

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_1.pdf	27/07/2017 14:09:56	Denise Ransolin Soranso	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Denise_Comite_de_etica_2.pdf	27/07/2017 14:09:11	Denise Ransolin Soranso	Aceito
Outros	Cadastro_empreendimento.pdf	27/07/2017 14:04:41	Denise Ransolin Soranso	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Resposta_pendencia.pdf	27/07/2017 14:03:16	Denise Ransolin Soranso	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_1_Denise.pdf	27/07/2017 14:02:35	Denise Ransolin Soranso	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VITORIA, 28 de Agosto de 2017

Assinado por:

**Maria Helena Monteiro de Barros Miotto
(Coordenador)**

Endereço: Av. Marechal Campos 1468

Bairro: S/N

CEP: 29.040-091

UF: ES **Município:** VITORIA

Telefone: (27)3335-7211

E-mail: cep.ufes@hotmail.com