

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**ERGONOMIA DO POSTO DE TRABALHO EM MÁQUINAS DE  
COLHEITA DA MADEIRA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ANDERSON DE COSTA PAINI**

**IRATI-PR  
2016**

**ANDERSON DE COSTA PAINI**

**ERGONOMIA DO POSTO DE TRABALHO EM MÁQUINAS DE  
COLHEITA DA MADEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável dos Recursos Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Eduardo da Silva Lopes – UNICENTRO  
Orientador

Prof. Dr. Amaury Paulo de Souza – UFV  
Coorientador

**IRATI-PR  
2016**

Catálogo na Fonte  
Biblioteca da UNICENTRO

P147e PAINI, Anderson de Costa.  
Ergonomia do posto de trabalho em máquinas de colheita de madeira /  
Anderson de Costa Paini. – Irati, PR : [s.n], 2016.  
67 f.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo da Silva Lopes

Coorientador: Prof. Dr. Amaury Paulo de Souza

Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais.  
Área de Concentração em Manejo Sustentável dos Recursos Florestais.  
Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR.

1. Engenharia Florestal – dissertação. 2. Postura – repetitividade. 3. Saúde.  
4. Máquina florestal. I. Lopes, Eduardo da Silva. II. Souza, Amaury Paulo de.  
III. UNICENTRO. IV. UFV – Universidade Federal de Viçosa. V. Título.

CDD 620.82

## TERMO DE APROVAÇÃO

Defesa Nº 96

**Anderson De Costa Paini**

### “Ergonomia do posto de trabalho em máquinas de colheita da madeira”

Dissertação aprovada em 29/08/2016, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:



*Dr. Nilton César Fiedler*  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Primeiro Examinador



*Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert*  
Universidade Federal do Paraná  
Segundo Examinador



*Dr. Erivelton Fontana de Laat*  
Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Terceiro Examinador



*Dr. Eduardo da Silva Lopes*  
Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

Irati - PR  
2016

À Deus que iluminou meu caminho nesta jornada, aos meus pais, minha namorada, meus futuros sogros, amigos, demais familiares e a todos que, direta ou indiretamente contribuíram me incentivando, dando carinho e o total apoio para a execução deste trabalho, dedico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, Pai e Todo Poderoso, que sempre iluminou e privilegiou-me com saúde, dando-me forças para concluir mais uma etapa da vida.

À Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, ao Departamento de Engenharia Florestal por toda a estrutura, aos funcionários e todos os professores pela oportunidade da realização do trabalho, conhecimento e experiências repassadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo para a execução da pesquisa.

Ao Orientador Professor Dr. Eduardo da Silva Lopes, por toda dedicação, atenção conselhos, determinação e orientação neste trabalho, assim como ao Coorientador Professor Dr. Amaury Paulo de Souza pelas importantes contribuições e sua valiosa coorientação.

À empresa pelo interesse, permissão, disposição e oferta da estrutura necessária, com importante contribuição para a realização da pesquisa, assim como aos encarregados e funcionários que de alguma forma auxiliaram ou participaram da pesquisa compartilhando suas rotinas e experiências e às amigas firmadas durante a estadia.

Ao amigo Paulo Cândido da Silva pelo apoio e auxílio na coleta de dados.

À toda minha família, em especial meus pais Pedro Antonio Paini e Assunta Ines De Costa Paini, por darem toda uma base de apoio, confiança e amor, sempre me confortando principalmente nas horas difíceis.

À minha namorada Luana Carolina Bellan Posser, um agradecimento especial por ter vivenciado comigo todos os momentos especiais durante minha graduação e pós-graduação, pelo respeito, carinho, ajuda e apoio sempre quando necessitei, sem nunca desistir de incentivar, tornando minha vida cada dia mais feliz.

Aos meus futuros sogros Arminda Bellan Posser e Aldo Antonio Posser, por todo o apoio e incentivo, confiando-me o respeito e amor pela sua filha.

À minha irmã Adriele De Costa Trevisan, meu cunhado André Buriola Trevisan e minha afilhada Lívia De Costa Trevisan por serem pessoas queridas e especiais.

Aos amigos do laboratório de colheita, ergonomia e transporte florestal, juntamente com os colegas da Pós-Graduação pela amizade, troca de ideias e experiências vividas.

Aos amigos da fundada República Só Caipira pelo carinho, amizade e companheirismo.

A todos, que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização do presente trabalho.

Enfim, à vocês meu singelo e sincero Muito Obrigado.

*“Companhias gastam milhões de dólares por ano na manutenção preventiva de suas máquinas. Não vemos razão para não fazermos o mesmo com nossos funcionários”.*

*(Peter Thigpen)*

## SUMÁRIO

|  |      |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS .....                                 | ix   |
| LISTA DE TABELAS .....                                 | x    |
| LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS .....                 | xi   |
| RESUMO .....   | xii  |
| ABSTRACT .....   | xiii |
| 1. INTRODUÇÃO.....                                     | 1    |
| 2. OBJETIVOS.....                                      | 3    |
| 2.1. Objetivo geral .....                              | 3    |
| 2.2. Objetivos específicos.....                        | 3    |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA .....                         | 4    |
| 3.1. Importância do setor florestal brasileiro .....   | 4    |
| 3.2. Colheita da madeira .....                         | 4    |
| 3.3. Ergonomia .....                                   | 8    |
| 3.3.1. Posto de trabalho .....                         | 8    |
| 3.3.2. Dimensões internas das cabines .....            | 9    |
| 3.3.3. Posturas no trabalho .....                      | 10   |
| 3.3.4. Desconforto postural.....                       | 13   |
| 3.3.5. Movimentos repetitivos das mãos .....           | 15   |
| 3.3.6. Ruído .....                                     | 19   |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS.....                             | 21   |
| 4.1. Área de estudo .....                              | 21   |
| 4.2. População de operadores estudados .....           | 22   |
| 4.3. Caracterização das máquinas estudadas .....       | 23   |
| 4.4. Coleta de dados.....                              | 24   |
| 4.4.1. Análise das dimensões internas das cabines..... | 24   |
| 4.4.2. Análise postural .....                          | 26   |

|  |    |
|--|----|
| 4.4.3. Análise de movimentos repetitivos das mãos..... | 30 |
| 4.4.4. Análise do desconforto postural .....           | 32 |
| 4.4.5. Análise da exposição ocupacional ao ruído.....  | 33 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                        | 36 |
| 5.1. Análise das dimensões internas das cabines.....   | 36 |
| 5.2. Análise postural .....                            | 39 |
| 5.3. Análise de movimentos repetitivos das mãos.....   | 44 |
| 5.4. Análise do desconforto postural .....             | 48 |
| 5.5. Análise da exposição ocupacional ao ruído.....    | 51 |
| 6. CONCLUSÕES .....                                    | 55 |
| 7. RECOMENDAÇÕES.....                                  | 56 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                    | 57 |
| APÊNDICE .....   | 64 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Diagrama do método REBA. ....  | 12 |
| <b>Figura 2.</b> Diagrama do cálculo RULA. ....   | 13 |
| <b>Figura 3.</b> Mapa corporal de Corlett. ....   | 14 |
| <b>Figura 4.</b> Localização do Paraná (a); Localização de Curiúva (b). ....  | 21 |
| <b>Figura 5.</b> Posições do assento do <i>skidder</i> . Posição traseira (a); Posição frontal (b). ....  | 25 |
| <b>Figura 6.</b> Conjunto da câmera utilizada no estudo (a); Local de instalação das câmeras no interior da cabine das máquinas (b). ....                             | 26 |
| <b>Figura 7.</b> Diagrama postural de Corlett. ....   | 32 |
| <b>Figura 8.</b> Dosímetro utilizado na análise da exposição ocupacional ao ruído. ....   | 33 |
| <b>Figura 9.</b> Protetor auditivo tipo concha (a); Protetor auditivo tipo inserção pré-moldado. ....   | 34 |
| <b>Figura 10.</b> Número de movimentos repetitivos por ciclo e minuto realizados pelos operadores. ....   | 44 |
| <b>Figura 11.</b> Número de movimentos repetitivos realizados pelos operadores durante a jornada efetiva de trabalho. ....  | 45 |
| <b>Figura 12.</b> Percepção percentual dos operadores das máquinas florestais em relação ao desconforto postural ou dor na execução do trabalho. ....                 | 48 |
| <b>Figura 13.</b> Escala progressiva de desconforto ou dor nas diferentes partes do corpo humano relatados pelos operadores das máquinas de colheita da madeira. .... | 49 |
| <b>Figura 14.</b> Níveis médios de ruído obtidos no interior dos postos de trabalho das máquinas de colheita da madeira. ....   | 51 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> Determinação da intensidade do esforço realizado.....                           | 17 |
| <b>Tabela 2.</b> Percentual de duração do esforço executado. ....                                | 17 |
| <b>Tabela 3.</b> Frequência do esforço efetuado. ....  | 18 |
| <b>Tabela 4.</b> Postura das mãos e punhos. ....   | 18 |
| <b>Tabela 5.</b> Ritmo e velocidade de trabalho. ....  | 18 |
| <b>Tabela 6.</b> Duração do trabalho.....  | 19 |
| <b>Tabela 7.</b> Características do povoamento florestal estudado.....                           | 21 |
| <b>Tabela 8.</b> Características gerais dos operadores. ....                                     | 22 |
| <b>Tabela 9.</b> Caracterização das máquinas florestais e implementos.....                       | 23 |
| <b>Tabela 10.</b> Diretrizes utilizadas na análise de medição da cabine.....                     | 25 |
| <b>Tabela 11.</b> Classes ergonômicas das dimensões internas da cabine. ....                     | 26 |
| <b>Tabela 12.</b> Angulações dos segmentos corpóreos do grupo A. ....                            | 27 |
| <b>Tabela 13.</b> Escores dos segmentos corpóreos do grupo B.....                                | 27 |
| <b>Tabela 14.</b> Resultados da análise postural pelo método REBA.....                           | 28 |
| <b>Tabela 15.</b> Angulações dos segmentos corpóreos dos grupos A e B.....                       | 28 |
| <b>Tabela 16.</b> Resultados da análise postural pelo método RULA. ....                          | 29 |
| <b>Tabela 17.</b> Elementos parciais do ciclo operacional das máquinas florestais. ....          | 29 |
| <b>Tabela 18.</b> Níveis de atividade das mãos na escala de Latko. ....                          | 30 |
| <b>Tabela 19.</b> Análise com o Método Moore e Garg. ....  | 32 |
| <b>Tabela 20.</b> Dimensões internas das cabines nas máquinas. ....                              | 36 |
| <b>Tabela 21.</b> Classificação ergonômica das dimensões internas do posto de trabalho.....      | 39 |
| <b>Tabela 22.</b> Análise postural do operador do <i>feller-buncher</i> . ....                   | 40 |
| <b>Tabela 23.</b> Análise postural do operador do <i>skidder</i> . ....                          | 41 |
| <b>Tabela 24.</b> Análise postural do operador do processador florestal. ....                    | 42 |
| <b>Tabela 25.</b> Análise postural do operador do carregador florestal.....                      | 43 |
| <b>Tabela 26.</b> Resultados dos fatores de multiplicação pelo método <i>Strain Index</i> . .... | 46 |

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

|                |   |
|----------------|---|
| °C             | Grau Celsius  |
| %              | Porcentagem   |
| Cm             | Centímetro  |
| CONEP          | Comissão Nacional de Ética em Pesquisa              |
| DORT           | Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho |
| EPI            | Equipamento de Proteção Individual                  |
| H              | Hora  |
| Há             | Hectare   |
| IBGE           | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística     |
| IEA            | International Ergonomics Association                |
| Kg             | Quilograma  |
| LER            | Lesões por Esforços Repetitivos                     |
| m <sup>2</sup> | Metro quadrado                                      |
| M              | Metro   |
| Min            | Minuto  |
| Mm             | Milímetro   |
| OMS            | Organização Mundial da Saúde                        |
| NR             | Norma Regulamentadora                               |
| REBA           | Rapid Entire Body Assessment                        |
| RULA           | Rapid Upper Limb Assessment                         |
| TCLE           | Termo de consentimento livre e esclarecimento.      |

## RESUMO

Anderson De Costa Paini. Ergonomia do posto de trabalho em máquinas de colheita da madeira.

Com o aumento da mecanização, as operações de colheita da madeira passaram a ser executadas com máquinas modernas, melhorando as condições de trabalho quando comparado aos sistemas manuais. Entretanto, estas máquinas ainda podem oferecer condições ergonômicas desfavoráveis aos operadores em termos das dimensões internas do posto de trabalho, posturas corporais, movimentos repetitivos e emissão de ruído. Em função disso, objetivou-se neste estudo realizar uma análise ergonômica no posto de trabalho de máquinas de colheita da madeira, visando contribuir para a melhoria das condições de conforto, segurança e saúde dos operadores florestais. O estudo foi realizado nas áreas operacionais de colheita da madeira de uma empresa florestal localizada no município de Curiúva, estado do Paraná, em povoamentos de *Pinus taeda* L., e envolvendo 12 operadores das máquinas *feller-buncher*, *skidder*, processador e carregador florestal. A análise ergonômica no posto de trabalho contemplou as dimensões internas das cabines conforme a metodologia de *Skogforsk*, analisando seis parâmetros e enquadrando a cabine nas classes ergonômicas A, B, C, D e 0 (zero). Para a análise postural foram instaladas duas câmeras no interior das máquinas, sendo as filmagens visualizadas com o software *MSShow* e analisadas com a metodologia REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) e RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). A análise de movimentos repetitivos das mãos foi realizada a partir das filmagens dos operadores no posto de trabalho com a utilização da escala de Latko, critério de Silverstein e método SI (*Strain Index*). O desconforto postural foi analisado com o emprego de um mapa de segmentos corporais adaptado de Corlett, por meio de entrevistas individuais aos operadores. Por fim, foi realizada uma análise da exposição ocupacional ao ruído com o uso de um audiodosímetro fixado na zona auditiva dos operadores, sendo os resultados comparados com o Anexo 1 da Norma Regulamentadora N° 15. Os resultados demonstraram uma classificação B para as cabines do *feller-buncher*, processador e carregador florestal e classificação C para o *skidder*. Quanto a análise postural, foram encontradas 7 posturas típicas adotadas pelos operadores em todas as máquinas, sendo a maioria destas posturas apresentando algum risco biomecânico ocasionado pela inclinação do tronco e pescoço, repetitividade de movimentos das mãos e punhos e permanência por longos períodos na posição estática. A escala de Latko classificou os movimentos repetitivos das mãos com escore 8 para o *feller-buncher*, processador e carregador florestal e 6 para o *skidder*, além do critério de Silverstein classificar todas as atividades como altamente repetitivas. O método SI apresentou pontuação de 20,3 para o *feller-buncher*, processador e carregador florestal e 9,0 para o *skidder*, demonstrando alto risco de Lesões por Esforços Repetitivos e/ou Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (LER/DORT). O mapa de segmentos corpóreos indicou desconforto na região dos olhos, mãos, ombros, joelhos e lombar, justificado pelo turno noturno, repetitividade e posturas inadequadas. Para o ruído, foram encontrados níveis 73 dB (A) para o *feller-buncher*, 82 dB (A) para o *skidder*, 68 dB (A) para processador florestal e 83 dB (A) para o carregador florestal, com nível de ação excedido ao recomendado pela legislação brasileira (80 dB (A)) para oito horas de trabalho) para o *skidder* e carregador florestal, sendo recomendado, portanto, o uso de protetores auditivos. Por fim, as condições desfavoráveis no posto de trabalho poderão provocar a adoção de posturas inadequadas com risco de LER/DORT, bem como danos ao sistema auditivo dos operadores florestais.

**Palavras-chave:** Ergonomia; repetitividade; postura; saúde; máquinas florestais.

## ABSTRACT

Anderson de Costa Paini. Workstation ergonomics in timber harvesting machines.

With the increase of mechanization, the timber harvesting operations are now executed with modern machines, improving working conditions when compared to manual systems. However, such machines can still offer unfavorable ergonomic conditions to operators in terms of internal dimensions of the workstation, body postures, repetitive movements and noise emission. Therefore, the objective of this study was to perform an ergonomic analysis in the workstation of timber harvesting machines, in order to contribute to the improvement of the conditions of comfort, safety and health of forest operators. The study was conducted in the operational areas of timber harvesting of a forestry company located in the city of Curiúva, State of Paraná, Brazil, in stands of *Pinus taeda* L., and involving 12 operators of feller-bunchers, skidders, processor and forest loaders. The ergonomic analysis of the job included the internal dimensions of the booths using the *Skogforsk* methodology, analyzing six parameters and framing the cabin in ergonomic classes A, B, C, D and 0 (zero). For postural analysis there were installed two cameras inside the machine, and the shoots were viewed with *MSShow* software and analyzed with the REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) and RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) methodology. The analysis of repetitive hand movements was performed by the movies of the operators in the workstation using the Latko scale, Silverstein's Criteria and SI (*Strain Index*) method. Postural discomfort was analyzed with the use of a map of body segments adapted from Corlett, through individual interviews with operators. Finally, an analysis of the occupational exposure to noise using a set audio-dosimeter installed in the hearing zone of operators, and the results were compared with Annex 1 of Regulatory Standard N° 15. The results showed a classification B for feller-buncher, processor and forest loader cabs and classification C for skidder cab. In the postural analysis there were identified 7 typical postures adopted by the operators in all machines, being the most of these showed some biomechanical risk caused by the inclination of the trunk and neck, repetitiveness of hands and wrists movements and standing for long periods in static position. The Latko scale ranked the repetitive hand movements with a score of 8 to the feller-buncher, processor and forest loader and 6 for the skidder, in addition to the Silverstein's criteria classified all activities as highly repetitive. The SI method presented score 20,3 for the feller-buncher, processor and forest loader and 9,0 for the skidder, showing high risk of Repetitive Strain Injuries and/or Work-Related Musculoskeletal Disorders (RSI/WMSDs). The map of body segments indicated discomfort in the eye, hands, shoulders, knees and lower back regions, justified by the shift of the night, repetitiveness and inadequate postures. For noise levels were found 73 dB (A) for the feller-buncher, 82 dB (A) for the skidder, 68 dB (A) for forest processor and 83 dB (A) for the forest loader, with the action level exceeded the recommended by Brazilian legislation (80 dB (A) for eight hours of work) for the skidder and forest loader, therefore, recommending the use of hearing protectors. Finally, the unfavorable conditions in the workplace may lead to the adoption of inappropriate postures with risk of RSI/WMSDs as well as damage to the auditory system of forest operators.

**Keywords:** Ergonomics; repetitiveness; posture; health; forest machines.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de florestas plantadas apresenta uma notável importância para a sociedade brasileira, contribuindo para a economia, área social e ambiental do país, estando ainda em constante crescimento e expansão. Tal fato deve-se a alguns fatores, como os avanços tecnológicos das máquinas florestais, as pesquisas, as condições edafoclimáticas favoráveis aos plantios, a mão de obra especializada, as terras produtivas e o baixo custo de produção quando comparado com os países desenvolvidos.

Entretanto, apesar do atual crescimento do setor de florestas plantadas, tornam-se necessárias melhorias nas técnicas e procedimentos operacionais, de forma a elevar os níveis de produtividade das operações, o aperfeiçoamento das condições ergonômicas de trabalho em termos de saúde, segurança e a redução dos custos, tornando assim, a produção florestal cada vez mais rentável e sustentável.

E para que isto ocorra, deve ser dada maior atenção à colheita da madeira, pois esta etapa representa elevados custos de produção, sendo ainda influenciada por diversos fatores técnicos, econômicos, ambientais, sociais, ergonômicos e de segurança, que interferem diretamente na execução das operações florestais (LOPES, 2001; MACHADO et al., 2014).

Além disso, é comum ainda observarmos os operadores executando o trabalho em condições ergonômicas inapropriadas, com elevados níveis de ruído e vibração emitidos pelas máquinas, dificuldades de acesso, dimensões inadequadas nos postos de trabalho, falta de visibilidade, etc. Todos estes aspectos poderão ocasionar problemas nas posturas adotadas pelos operadores no decorrer da jornada de trabalho, como desconforto, comprometimento da segurança e saúde dos trabalhadores e consequente redução de produtividade.

Por isso, as análises ergonômicas no posto de trabalho das máquinas florestais por meio do conhecimento das dimensões das cabines, das posturas típicas adotadas pelos operadores, da repetitividade do trabalho, do desconforto postural e da exposição ao ruído, tornam-se de grande importância, subsidiando os gestores na melhoria das condições de trabalho e oferecendo aos trabalhadores maior conforto, segurança e saúde.

Com relação às cabines das máquinas florestais, em sua maioria são projetadas de acordo com as dimensões antropométricas de trabalhadores estrangeiros, não estando muitas vezes adequadas aos operadores brasileiros. Tal situação poderá fazer com que os operadores adotem posturas incorretas no trabalho, onde a manutenção desta condição por longos períodos de tempos, juntamente com movimentos repetitivos das mãos pode ocasionar problemas de

lesões por esforços repetitivos - LER - e/ou distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho - DORT (SILVA et al., 2013).

Quanto ao ruído, este é um agente físico comumente encontrado em postos de trabalho, principalmente na colheita da madeira que emprega máquinas com alta potência. Assim, o ruído inicialmente causa desconforto temporário, mas com a exposição prolongada aos elevados níveis, poderá afetar na redução da capacidade auditiva e na sua atenção na execução do trabalho, além de causar estresse e outros distúrbios ao organismo humano.

Desta forma, tais situações poderão comprometer a qualidade e a segurança no trabalho, causando desconforto e fadiga, elevando os riscos de acidentes, podendo provocar danos à saúde aos operadores, bem como interferir negativamente na produtividade (LOPES e FIEDLER, 2008). Por isso, é imprescindível a utilização da ergonomia como uma ciência que estuda a interação entre o trabalho e o homem, contribuindo na identificação e controle dos riscos aos operadores em seus postos de trabalho.

Diante disso, faz-se necessária a realização de estudos ergonômicos nesta temática, visando oferecer melhorias nas condições laborais, evitando acidentes e afastamentos do trabalho, propiciando maior conforto, segurança, saúde e qualidade de vida aos operadores das máquinas florestais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Realizar uma análise ergonômica no posto de trabalho de máquinas de colheita da madeira, visando subsidiar a melhoria das condições de conforto, segurança e saúde dos operadores florestais.

### **2.2. Objetivos específicos**

- a) Analisar o posto de trabalho em relação às dimensões internas das cabines das máquinas;
- b) Analisar as posturas típicas, os movimentos repetitivos das mãos e o desconforto postural dos operadores florestais na execução da colheita da madeira; e
- c) Determinar os níveis de ruído no interior dos postos de trabalho das máquinas.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. Importância do setor florestal brasileiro**

O setor de florestas plantadas desempenha um papel muito importante para a sociedade brasileira, contribuindo com os aspectos econômico, social e ambiental, gerando ainda diversos produtos, tais como: carvão vegetal, celulose e papel, madeira processada mecanicamente, painéis de madeira, biomassa, dentre outros. Atualmente, a área de florestas plantadas é em torno de 7,7 milhões de hectares, sendo 71,9% de plantios de eucalipto, 20,5% de pinus e 7,6% com plantios de outras espécies (IBÁ, 2015).

Em relação ao aspecto econômico, o setor cresceu 1,7% em 2014, principalmente devido às exportações e ao câmbio com a alta do dólar, sendo 17 vezes maior que o PIB nacional (0,1%). A receita bruta totalizou 60,6 bilhões de reais (1,1% do PIB), gerando arrecadação de 10,2 bilhões em tributos (0,8% da arrecadação nacional). Do ponto de vista social, o setor gerou em torno de 4,2 milhões de empregos diretos, indiretos e empregos resultantes do efeito-renda, com renda gerada na ordem de R\$ 11,6 bilhões (IBÁ, 2015).

Além disso, é importante ressaltar a contribuição do setor em relação ao aspecto ambiental, estocando aproximadamente 1,7 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub>, preservando a natureza e o equilíbrio da biodiversidade, recuperando áreas degradadas e protegendo os regimes hídricos (IBÁ, 2015).

#### **3.2. Colheita da madeira**

A colheita da madeira pode ser definida como um conjunto de operações realizadas no povoamento florestal, com a finalidade de preparar e transportar a madeira até o local de uso, empregando técnicas e padrões estabelecidos, transformando-a em produto final (TANAKA, 1986). Esta etapa inclui as operações de corte (derrubada, desgalhamento, traçamento, descascamento, destopamento e pré-extração); extração e carregamento, sendo esta última etapa considerada como parte integrante do transporte principal (MACHADO et al., 2014).

Para a execução destas operações é necessário um conjunto de atividades integradas que possibilitem o escoamento contínuo da madeira, prevenindo a ocorrência de pontos de estrangulamento para que as máquinas sejam utilizadas ao máximo, sendo assim definido o sistema mecanizado de colheita da madeira (MACHADO, 2014).

Os sistemas de colheita da madeira são influenciados pelas características do povoamento (espécie, origem, idade, volume individual, diâmetro da madeira, espaçamento,

qualidade do plantio), pelo ambiente físico (tamanho das áreas, topografia, solo, clima) e pelos aspectos operacionais (finalidade da madeira, regime de manejo, tipos de máquinas e equipamentos, nível de treinamento dos operadores, rede viária, logística, etc.) (MALINOVSKI et al., 2014). Além disso, Lopes e Fiedler (2008) destacam que as condições do trabalho são variáveis que influenciam na produtividade do trabalhador, devendo então a ergonomia e a segurança do trabalhador serem consideradas na escolha do sistema de colheita da madeira.

De acordo com a *Food And Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 1978), os sistemas de colheita da madeira podem ser classificados quanto à forma ou estado da madeira na fase de extração e ao grau de mecanização. Quanto à forma da madeira na fase de extração, os sistemas de colheita da madeira são classificados em toras curtas (*Cut-to-length*), toras longas ou fuste (*Tree-length*), árvores inteiras (*Full-tree*), árvores completas (*Whole-tree*) e cavaqueamento (*Chipping*).

Os principais sistemas de colheita da madeira utilizados no Brasil são o sistema de toras curtas e sistema de árvores inteiras, definidos pela FAO (1978):

- **Sistema de toras curtas (*cut-to-length*):** Caracterizado pela realização da derrubada, desgalhamento, destopamento, traçamento, descascamento (opcional) e pré-extração no interior do talhão, sendo a madeira posteriormente extraída na forma de toras até a margem das estradas ou pátio intermediário, com comprimento de até seis metros. Como vantagens deste sistema são citadas o menor impacto ambiental acarretado pela baixa exportação de nutrientes e menor compactação do solo. Como desvantagens citam-se a dificuldade de execução das operações em terrenos com declividades acentuadas e quanto ao aproveitamento da biomassa residual da colheita como fonte energética, além de ocasionar maiores custos operacionais;
- **Sistema de árvores inteiras (*full-tree*):** Neste sistema, as árvores são apenas derrubadas no interior do talhão, sendo posteriormente removidas sem as raízes para a margem do talhão ou pátio intermediário, onde ocorre então o processamento completo (desgalhamento, destopamento, traçamento e empilhamento da madeira). Como vantagens são citadas a maior eficiência em terrenos com topografia plana e desfavorável e em povoamentos com árvores de maior volume individual, a facilidade no aproveitamento da biomassa residual, os menores riscos de incêndios e a facilidade do preparo do solo. Como desvantagens citam-se a necessidade de um planejamento mais elaborado das operações, os maiores danos ao ambiente em termos de

compactação, erosão e exportação de nutrientes devido ao arraste das árvores de forma direta sobre o terreno.

Nos sistemas de colheita da madeira são utilizadas máquinas que chegaram ao mercado nacional em virtude da abertura das importações no início da década de 1990. Estas máquinas propiciaram uma significativa redução na dependência de mão de obra, no aumento da produtividade, na melhor qualidade da operação e do produto final, na maior segurança e ergonomia aos operadores, resultando na redução dos custos e possibilitando condições de trabalho mais satisfatórias quanto aos métodos semimecanizados de colheita (PARISE, 2005; LOPES, 2007; MACHADO et al., 2014).

Como a colheita mecanizada da madeira é uma atividade recente em nosso país, é importante ressaltar que a maioria das máquinas são importadas e adaptadas de outros setores, ocasionando muitas vezes na inadequação destes postos de trabalho às condições antropométricas dos operadores brasileiros. Tais situações podem oferecer condições inseguras de trabalho, provendo maior tempo de adaptação a estas condições e resultando em baixas produtividades e desconforto dos operadores e possíveis danos à saúde (FONTANA e SEIXAS, 2007; LIMA e LEITE, 2014).

Atualmente, as principais máquinas empregadas na colheita da madeira possuem cabines fechadas climatizadas e sistema de amortecimento, sendo que algumas apresentam sistema de nivelamento para trabalho em áreas declivosas e giro da cabine ou do assento para a melhor visibilidade da operação, permitindo a execução do trabalho com maior conforto e segurança. Para Lima e Leite (2014), existe uma gama de máquinas e equipamentos disponíveis com múltiplos propósitos nas diversas atividades da colheita, sendo as principais:

- a) **Harvester:** Trator colhedor ou processador florestal, responsável pela execução das operações simultâneas de derrubada, desgalhamento, traçamento, descascamento e pré-extração por meio do empilhamento da madeira na forma de toras. É composto por uma máquina base, equipada com rodados de esteiras ou pneus, uma grua e um cabeçote com sistema informatizado de mensuração e corte programado para diferentes sortimentos, bem como para realização do descascamento da madeira conforme sua configuração. Dependendo da atividade que executa pode possuir configuração do material rodante com esteira ou pneus, sendo neste último com tração 4x4, 6x6 ou 8x8. A potência do motor varia de 187 a 330 hp, com peso operacional entre 14,9 e 37,7 t e lança hidráulica com alcance entre 8,5 e 11,7 m.;

- b) **Forwarder:** Trator florestal autocarregável, que executa a atividade de extração da madeira na forma de baldeio do interior do talhão até a margem ou pátio intermediário. É dotado de rodados de pneus em eixos *tandem* ou esteiras, com tração 4x4, 6x6 ou 8x8 e chassi articulado. A potência do motor varia entre 155 e 286 hp e peso operacional entre 14,7 e 27,3 t. Esta máquina é equipada com uma plataforma de carga, braço hidráulico articulado e telescópico acoplado a uma garra que realiza o carregamento e descarregamento da madeira, com alcance entre 6,9 e 10,0 m, capacidade de abertura da garra entre 0,35 e 1,00 m<sup>2</sup> e capacidade de carga entre 12,0 e 20,0 t;
- c) **Feller-buncher:** Trator florestal derrubador-acumulador, com cabeçote que executa a derrubada, o acúmulo e empilhamento das árvores, sendo que os implementos de corte podem ser de sabre, tesoura ou disco. É composto por uma máquina base equipada com rodados de esteiras ou pneus, possuindo uma lança hidráulica e um cabeçote com disco denteado, responsável pelo corte das árvores para posterior arraste e processamento. A potência varia entre 211 e 330 hp, peso operacional entre 16,3 e 37,7 t e alcance máximo da lança hidráulica entre 8,1 e 8,8 m;
- d) **Skidder:** Trator florestal responsável pela extração da madeira na forma de arraste de feixes de árvores do interior para a margem do talhão ou pátio intermediário. É composto por uma máquina equipada com rodados de esteiras, semi-esteiras ou pneus, chassi articulado e tração 4x4 ou 6x6. Na parte frontal apresenta uma lâmina que auxilia na organização dos feixes ou pilhas de fustes e na limpeza de vias de acesso. Os três tipos de *skidders* são: cabo (*chocker skidder*), garra (*grapple skidder*) ou garra invertida (*clambunk skidder*). A potência varia entre 119 e 260 hp, peso operacional entre 16,1 e 22,4 t e área da garra entre 1,00 e 3,50 m<sup>2</sup>;
- e) **Carregador florestal:** Trator florestal responsável pela realização do carregamento da madeira para os veículos de transporte principal nas margens das estradas. Normalmente são utilizadas escavadeiras hidráulicas adaptadas com garra, embora atualmente o mercado venha substituindo por máquinas construídas exclusivamente para o carregamento da madeira, com maior capacidade de carga e alcance de grua, giro contínuo e elevação da cabine, propiciando maior produtividade, segurança e conforto aos operadores no trabalho. A máquina base pode ser composta de pneus, muito utilizada em pátios de madeira ou esteiras, utilizada nas áreas de colheita da madeira. Possui peso operacional variando entre 12,5 e 34,5 t, motor com potência entre 157 e

188 hp, lança hidráulica com alcance médio de 10 m e área da garra entre 0,18 a 1,70 m<sup>2</sup>.

### **3.3. Ergonomia**

Devido ao rápido processo de industrialização em todos os países do mundo, juntamente com a emergência econômica das empresas, os trabalhadores estão sempre expostos a riscos ocupacionais, oferecendo por vezes baixa segurança e condições desfavoráveis à saúde (VIEIRA, 2000).

Assim surge a ergonomia, sendo uma ciência que estuda as interações entre o homem e o trabalho, visando a identificação de possíveis problemas e a busca por melhorias para o bem-estar do ser humano e no desempenho global do sistema (IEA, 2016).

Para Couto (2002), a ergonomia é um trabalho multidisciplinar apoiado sobre um grupo de ciências e tecnologias que procuram adaptar as condições do trabalho às peculiaridades do homem. Assim, esta ciência beneficia a qualidade de vida do trabalhador por meio de modificações nos métodos de trabalho, melhorando o bem-estar, o conforto e a segurança do homem, e conseqüentemente contribuindo para o aumento da produtividade no trabalho (ALVES, 2001). Portanto, a ergonomia possui uma importante aplicação no projeto de máquinas, equipamentos e sistemas de trabalho (DUL e WEERDMEESTER, 2012).

#### **3.3.1. Posto de trabalho**

O posto de trabalho pode ser definido como uma unidade produtiva que envolve o ser humano, o ambiente e a máquina ou equipamento utilizado na execução de uma atividade, sendo que o último deve ser bem projetado com formas, dimensões e *layouts* que permitam um trabalho eficiente (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

De acordo com Fontana e Seixas (2007), na colheita da madeira mecanizada, o posto de trabalho refere-se à cabine das máquinas florestais, destacando a sua relevância na aplicação de critérios ergonômicos que proporcionem uma adequada adaptação dos componentes do sistema homem-máquina.

Gerasimov e Sokolov (2009) destacam que, apesar do trabalho na colheita da madeira ser altamente mecanizado e haver um amplo desenvolvimento de cabines, alguns problemas do ponto de vista ergonômico ainda persistem. Corroborando com os autores anteriores, Souza et al. (2015) dizem que muitas destas máquinas são disponibilizadas ao mercado por parte dos fabricantes sem a preocupação em relação a alguns itens, como: níveis de ruído, vibração,

acesso ao posto de trabalho, acesso aos comandos, iluminação, climatização, esforços físicos, posturas e execução de movimentos repetitivos no decorrer do trabalho, sendo que tais elementos devem ser analisados para evitar prejuízos ao conforto, segurança e saúde dos operadores.

Para Souza e Robert (2012), máquinas “*purpose built*” são projetadas especificamente para as operações de colheita da madeira, como o *harvester* e o *forwarder*, demonstrando uma significativa evolução na tecnologia aplicada à ergonomia quando comparado com máquinas não adaptadas a estas operações. Assim, torna-se relevante o estudo do posto de trabalho nas máquinas florestais, assegurando as condições de conforto, segurança e saúde dos operadores.

### **3.3.2. Dimensões internas das cabines**

Segundo Fontana (2005) os projetos das máquinas florestais são baseados na antropometria da população estrangeira, sendo muitas vezes, inadequados à realidade dos operadores brasileiros. Desta forma, Brito (2007) afirma que o posto de trabalho das máquinas deve possuir dimensões internas suficientes que permitam o operador sentar confortavelmente e com segurança, adotando posturas corretas em relação ao uso das articulações e musculatura e executando o trabalho com comodidade.

Para que isto ocorra, o Instituto Sueco *Skogforsk* (1999) preconiza que as dimensões internas da cabine devem atender aos requisitos do operador, proporcionando boa visibilidade da operação, com os controles ao seu alcance e espaço suficiente para a cabeça, braços, joelhos e pés, evitando o contato acidental destes membros com as superfícies internas das máquinas durante solavancos provindos da operação. Na posição sentada, o operador deverá ser capaz de esticar as pernas completamente, além de regular ou girar o assento quando esta função existir, bem como deve haver um local acessível para depósito de pertences pessoais.

Desta forma, é notória a importância do enfoque quanto às dimensões internas das cabines nas máquinas de colheita da madeira. Assim, Iida e Guimarães (2016) afirmam que o projeto ergonômico do posto de trabalho deve permitir que os operadores com diferentes medidas antropométricas possam realizar o trabalho normalmente, adotando posturas corretas e com a realização dos movimentos corporais necessários, assegurando o bem-estar, conforto, segurança e saúde.

Dentre alguns estudos relacionados às dimensões internas das cabines nas máquinas florestais, cita-se Silva et al. (2003), que avaliaram um *feller-buncher* utilizado na colheita de eucalipto segundo os parâmetros do manual “*Ergonomic Guidelines for Forest Machines*”, de

*Skogforsk* (1999). De acordo com as observações, cada parâmetro foi enquadrado em classes A, B, C, D ou 0 (zero), sendo A para as melhores condições de trabalho e 0 para as mais desfavoráveis. O resultado mostrou uma classificação para a cabine na classe D, onde foi verificada também a necessidade de ajustes nas condições do espaço de trabalho ao operador brasileiro.

Minette et al. (2007a) realizaram uma análise com base nas diretrizes ergonômicas de *Skogforsk* (1999), classificando as dimensões internas da cabine de um *skidder* na extração da madeira de eucalipto como C. Estes autores constataram ainda a necessidade de ajustes nas condições do espaço de trabalho aos operadores brasileiros, que também foi corroborado por Brito (2007) analisando diferentes modelos de *feller-bunchers*.

Fernandes et al. (2011a) avaliaram ergonomicamente a cabine de um *feller-buncher* quanto algumas variáveis de acordo com as diretrizes de *Skogforsk*, além de realizaram a antropometria dos operadores e concluíram que a máquina analisada apresentou dimensões fora das ideais aos operadores no Brasil.

### **3.3.3. Posturas no trabalho**

Uma análise postural é o estudo do posicionamento relativo de partes do corpo, como a cabeça, os troncos e os membros no espaço, sendo que uma boa postura é importante para a execução do trabalho com maior conforto e sem estresse (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

A postura adotada pelos operadores florestais é a sentada, que segundo Iida e Guimarães (2016) exige uma atividade muscular constante do dorso e ventre, onde o peso do corpo é suportado pela pele que recobre o osso ísquio nas nádegas, devendo, portanto, o assento permitir mudanças posturais frequentes com a finalidade de retardar o surgimento da fadiga.

Desta forma, a biomecânica ocupacional estuda como o homem e o trabalho interagem, sob o ponto de vista dos movimentos músculos-esqueléticos envolvidos e as suas consequências. A biomecânica também se preocupa em estudar as posturas típicas adotadas pelos trabalhadores durante a execução do seu trabalho, bem como a aplicação de forças (VANÍCOLA et al., 2004).

Para Alves (2001), a análise biomecânica é realizada com o intuito de reduzir ou eliminar os problemas relacionados às posturas inadequadas ou pelo manuseio excessivo de cargas, reduzindo o desperdício energético e contribuindo para melhores condições de segurança e saúde dos trabalhadores.

Thun et al. (2011) afirmam que um aspecto importante a ser considerado no projeto de postos de trabalho é a postura corporal que o trabalhador deve manter durante a execução do

trabalho. Tal afirmação aparece especificamente no projeto das cabines de máquinas, de forma que o operador não necessite realizar esforços excessivos.

Os projetos inadequados de máquinas e assentos obrigam o operador a executar posturas forçadas e inadequadas, que se mantidas por um longo tempo podem ocasionar tensões musculares, fadiga e dores fortes naquele conjunto de músculos acionados na manutenção dessas posturas (ALVES, 2001).

Além disso, as posturas inadequadas podem ser relacionadas à posição de como o trabalho está sendo executado (estático ou dinâmico). Neste aspecto, Luvizotto et al. (2016), dizem que o trabalho estático é aquele que exige a contração contínua de alguns músculos para manter uma determinada posição, enquanto que o trabalho dinâmico permite relaxamentos e contrações alternadas dos músculos.

O trabalho estático é altamente fatigante e deve ser evitado, devendo o operador mudar a postura no decorrer do trabalho. Além disso, destaca-se a possibilidade de melhorar o posicionamento de peças e ferramentas ou providenciar apoio para as partes do corpo, além de conceber pausas de recuperação de curta duração e com maior frequência, permitindo relaxamento dos músculos e redução da fadiga (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

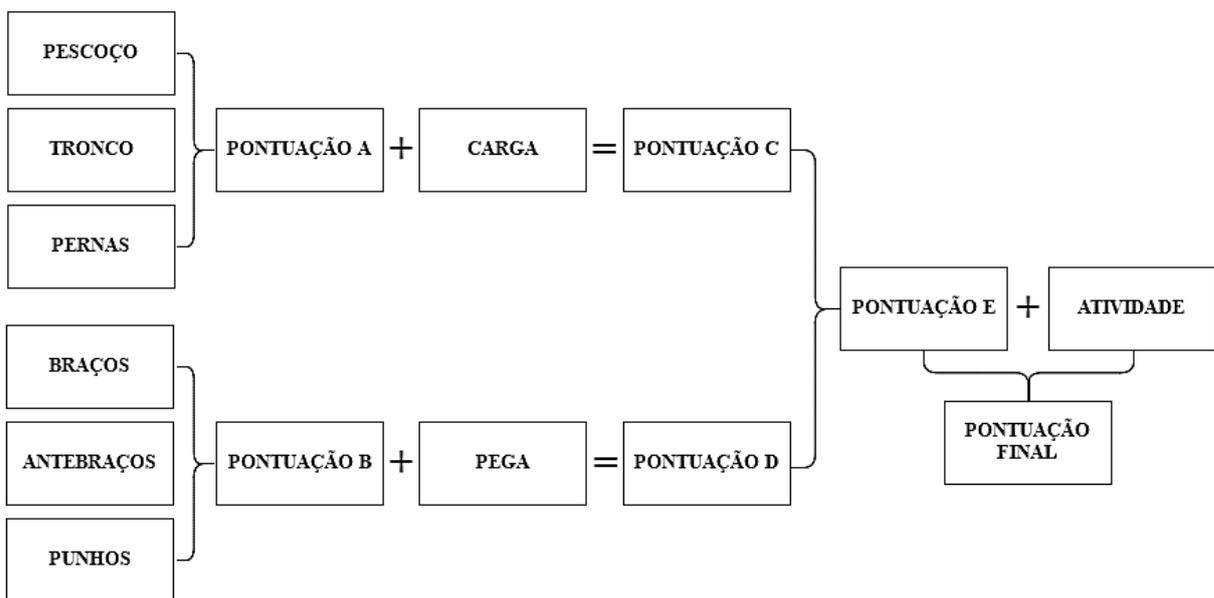
Tratando-se da postura de trabalho dos operadores florestais, Gerasimov e Sokolov (2009) afirmam que esta é considerada uma das características mais críticas que influenciam o desempenho do operador. Assim, caso os postos de trabalho não estejam adequados às condições dos trabalhadores e posturas inadequadas forem adotadas, poderá ocorrer dores e lesões na coluna vertebral, decorrentes ao fato do operador permanecer muito tempo na mesma postura. Pode também ocorrer dores lombares causadas pela torção da coluna, com possibilidade de incapacitar o trabalhador (COUTO, 2002).

Além dos problemas relacionados à adoção de posturas inadequadas, há ainda a possibilidade da ocorrência de LER/DORT. Tais problemas, muitas vezes, ocorrem devido aos movimentos repetitivos, às posturas inadequadas e ao levantamento de cargas acima do limite, sendo tais situações causadoras de afastamentos prolongados do trabalho e do sofrimento humano (FERREIRA, 2006). Assim, a avaliação dos riscos posturais pode ser realizada com as técnicas REBA e RULA, enquanto que as dores e desconforto podem ser avaliadas com o Mapa Corporal de Corlett.

O método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*), desenvolvido por Hignett e McAtamney (2000) é uma avaliação postural semiquantitativa, derivado dos métodos RULA, OWAS (*OVAKO Working Posture Analysing System*) que identifica e avalia as posturas no trabalho e NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) que identifica os

riscos de lombalgia associados à carga física a que o trabalhador está submetido. Esta metodologia permite avaliar posturas imprevisíveis levando em consideração a atividade muscular estática adotada pelo corpo humano, as angulações dos movimentos, as cargas manuseadas, a repetitividade no trabalho e a qualidade da pega executada pelo trabalhador.

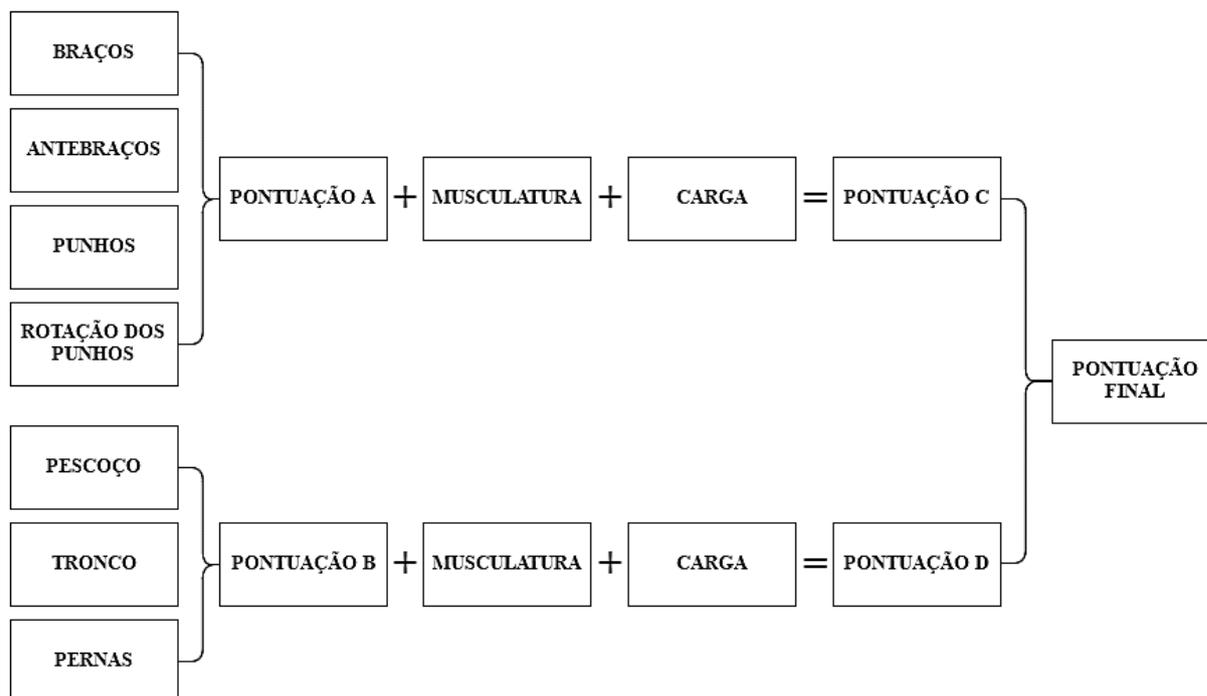
Neste método, o corpo humano é segmentado em dois grupos de membros, sendo o grupo A composto pelo pescoço, tronco e pernas, enquanto o grupo B é composto pelos braços, antebraços e punhos, onde a pontuação final do método é obtida após o cruzamento destes fatores, conforme ilustrado pela Figura 1.



**Figura 1.** Diagrama do método REBA.

Fonte: Adaptado de HIGNETT e MCATAMNEY (2000).

O método RULA (*Rapid Upper-Limb Assessment*), desenvolvido por McAtamney e Corlett (1993) possui foco na avaliação da sobrecarga nos membros superiores. Este avalia o trabalho muscular de forma estática por meio de diagramas, sendo realizada a identificação das angulações nos diferentes membros do corpo, além de incluir a análise da repetitividade e do manuseio de cargas. Semelhante ao método REBA, o método RULA também segmenta o corpo humano em dois grupos de membros, onde o grupo A é composto pelos braços, antebraços, punhos e a rotação dos mesmos, enquanto que o grupo B é composto pelo pescoço, tronco e pernas, conforme apresentado na Figura 2.



**Figura 2.** Diagrama do cálculo RULA.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

Domingo et al. (2015) utilizando os métodos RULA e REBA, constataram diversas posturas lesivas nos trabalhadores da construção civil nas Filipinas, enquanto Yoon et al. (2016) utilizaram o método REBA na identificação da rotação do corpo de trabalhadores na linha de montagem de veículos automotores, classificando os postos de trabalho com alta exigência física, propondo um modelo de rotação de tarefas com base no uso sucessivo da mesma região corporal.

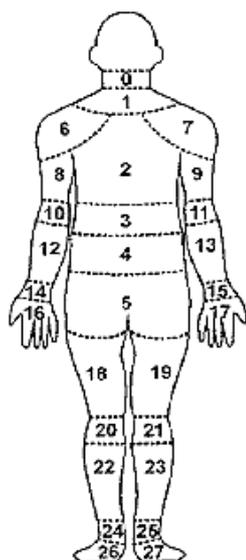
### 3.3.4. Desconforto postural

A dor muscular pode ser ocasionada pelos trabalhos estáticos, pois prejudicam a circulação sanguínea nos vasos capilares, podendo resultar em microtraumas das fibras musculares (IIDA e GUIMARÃES, 2016). Ainda segundo os mesmos autores, as dores musculares podem ocorrer com a adoção de posturas inadequadas e a torção da coluna, onde com a persistência das dores pode provocar câibras acompanhadas de espasmos e fraquezas, devido a tarefas repetitivas por exemplo.

Os traumas musculares podem ser caracterizados como DORT, provocados pela não compatibilidade entre as exigências do trabalho e a capacidade física do trabalhador. O trauma por esforço excessivo pode ocorrer durante a execução de atividades físicas no trabalho, como em tarefas muito repetitivas com pausas insuficientes para recuperação da fadiga e execução de

movimentos inadequados do corpo, originando então a LER/DORT (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

Assim, é importante analisar o desconforto postural do trabalhador, podendo ser realizada por meio do mapa de regiões corpóreas com a aplicação de um questionário. Esta metodologia foi publicada inicialmente por Corlett e Bishop (1976), sendo o corpo segmentado em 12 regiões, porém, posteriormente sofreu alterações por Corlett (1995), dividindo então o corpo em 28 segmentos (Figura 3).



**Figura 3.** Mapa corporal de Corlett.  
Fonte: CORLETT (1995).

Esta metodologia de análise do desconforto postural pode ser empregada com ou sem o uso de softwares específicos, demonstrando sua vantagem em alguns tipos de pesquisa e simplicidade na aplicação, sem a necessidade de interrupção do trabalho. Entretanto, como é baseada somente pela colaboração do trabalhador entrevistado, o mesmo pode vir a omitir ou amplificar determinada reclamação (MAIA, 2008).

Alguns estudos foram desenvolvidos visando a análise do desconforto postural, com destaque para Sullman e Byers (2000), que avaliaram o desconforto nas diferentes partes do corpo de trabalhadores florestais na atividade de plantio manual, onde o cotovelo direito, as costas, as pernas, os tornozelos e a parte inferior dos pés apresentaram desconforto moderado, enquanto o quadril apresentou desconforto considerado como severo.

Massad et al. (2011) avaliando o desconforto postural em trabalhadores de um viveiro de produção de mudas clonais de eucalipto, identificaram dores e desconfortos nas regiões do pescoço, ombros, braço direito, costas-inferior, bacia, coxas, pernas, tornozelos e pés com classificação na intensidade desconfortável.

Klemba et al. (2011) realizaram o levantamento das condições de trabalho na atividade de colheita madeira com operadores de motosserra e tratoristas com uso da metodologia de Corlett. Os autores constataram que, nos operadores de motosserra, as queixas relatadas foram nas regiões das costas-inferior, punhos, pescoço e coxas, justificadas pela postura de trabalho e o peso da motosserra. Para os tratoristas, as maiores reclamações foram nas regiões das costas-inferior, pernas e pescoço, causadas pelas condições de conservação do assento, do relevo e da operação.

Britto (2012) por sua vez realizou uma avaliação de fatores ergonômicos em atividades de implantação florestal, envolvendo o plantio manual com aplicação de hidrogel, adubação de base, aplicação de herbicida e roçada semimecanizada. Na avaliação do desconforto postural por meio do mapa de Corlett, os autores verificaram que as regiões mais problemáticas foram os ombros e as pernas, justificado pelo peso transportado e as distâncias percorridas pelos trabalhadores em locais de difícil acesso.

Rodrigues et al. (2015) identificaram queixas de desconforto postural para trabalhadores florestais nas atividades de roçada pelo método químico e semimecanizado, verificando que em ambas as atividades foram relatados desconforto nos ombros direito e nas pernas, sem diferença significativa entre as atividades. Entretanto, houve diferenças significativas entre as atividades para os membros: pescoço, ombro, braço, punho e coxa do lado esquerdo, e mãos direita e esquerda, com maior desconforto relatado na roçada semimecanizada, ocasionado pelas posturas adotadas e o design da ferramenta.

Destaca-se ainda o trabalho desenvolvido por Pauluk e Michaloski (2016), que realizaram uma avaliação ergonômica das posturas de tratoristas a execução do preparo de solo. Os autores constataram que as regiões apontadas com maior desconforto foram as pernas, coxas, pescoço, quadril e região das costas devido às posturas adotadas, o ritmo do trabalho e o projeto inadequado do posto de trabalho.

### **3.3.5. Movimentos repetitivos das mãos**

Os movimentos repetitivos das mãos estão ligados à ocorrência de LER/DORT, caracterizados como transtornos dolorosos e prejudiciais causados pela ocorrência da utilização de forma contínua e excessiva de uma parte do sistema musculoesquelético, sem as devidas pausas para recuperação (BRASIL, 2012). Esta patologia se deve essencialmente à modernização do trabalho, elevando a execução das tarefas manuais repetitivas, principalmente nos membros superiores, ombros e região cervical (LUVIZOTTO et al., 2016).

A LER/DORT é caracterizada pela ocorrência de vários sintomas, podendo ser simultâneos ou não, de aparecimento insidioso e geralmente de ocorrência nos membros superiores, com surgimento de dor, sensação de peso e fadiga (BRASIL, 2012). Moraes (2011) afirma que entre as diversas doenças encontradas no mundo atual de trabalho, destaca-se o aumento da LER/DORT, atingindo principalmente trabalhadores expostos a uma alta carga de atividades repetitivas, provocando sequelas irreversíveis ou até mesmo a invalidez permanente.

Por sua vez, Oliveira (2010) diz que a LER/DORT são representadas pela tendinite, tenossinovite, bursite, lombalgia, cervicalgia e outras geradas por esforços repetitivos cumulativos, que podem provocar desgaste nas estruturas musculoesqueléticas, acarretando em distúrbios crônicos, sendo responsáveis por em torno de 50% das doenças ligadas ao trabalho. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS, 2014), aproximadamente 3,5 milhões de trabalhadores brasileiros confirmaram o diagnóstico de LER/DORT.

De acordo com Estivalet (2004), a mecanização contribuiu para tornar o trabalho mais leve, porém aumentou o ritmo e a concentração das forças aplicadas em algumas partes do corpo, como os punhos e as mãos. Tais movimentos são simples, mas executados muitas vezes no decorrer do dia e com pouco ou nenhum tempo para pausas ou descanso, podendo provocar o surgimento de LER/DORT. Para PHAIRAH et al. (2016), os operadores de máquinas florestais ainda enfrentam distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT), apesar da mecanização extensiva e a modernização dos sistemas de colheita.

Fagundes et al. (1998) afirmam que a grande repetitividade dos movimentos de extensão (elevação da mão em direção ao punho) e supinação (rotação do punho da esquerda para direita) dos punhos pelos operadores florestais, pode provocar a síndrome da dor regional, que é caracterizada pela incapacidade funcional, limitando as habilidades do trabalho com as mãos.

Assim, na colheita mecanizada da madeira é comum os operadores no manuseio das máquinas realizarem muitos movimentos repetitivos, resultando em elevadas exigências das articulações dos punhos, além da manutenção de posturas assimétricas por períodos prolongados e com ritmo de trabalho acelerado (SILVA et al., 2014). Tais situações poderão causar desordens musculoesqueléticas e desgaste aos ligamentos e tendões, o que pode gerar desconfortos e até afastamentos dos operadores florestais do trabalho (SILVA et al., 2013).

Desta forma, é importante que essa questão seja analisada, podendo ser realizada com o uso da ferramenta SI - *Strain Index* (Índice de Esforço), desenvolvida por Moore e Garg (1995), que é uma metodologia semiquantitativa, possibilitando a identificação e checagem de riscos de LER/DORT em membros superiores distais (mãos).

Os seis fatores analisados pelo método são descritos a seguir (MOORE e GARG, 1995):

- **Fator Intensidade do Esforço (FIT):** Este fator é indicado com base na observação do pesquisador ou do entrevistado e, portanto, subjetivo, com o auxílio da escala de CR 10 de Borg, conforme visualizado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Determinação da intensidade do esforço realizado.

| Critérios de Classificação | % da força máxima | Escala de Borg | Esforço percebido                                | Fator de multiplicação |
|----------------------------|-------------------|----------------|--|------------------------|
| Leve                       | < 10              | ≤ 2            | pouco perceptível ou esforço relaxado            | 1                      |
| Pouco difícil              | 10 a 29           | 3              | esforço perceptível ou definido                  | 3                      |
| Difícil                    | 30 a 49           | 4 a 5          | esforço óbvio, expressão facial inalterada       | 6                      |
| Muito difícil              | 50 a 79           | 6 a 7          | esforço substancial, mudança na expressão facial | 9                      |
| Próximo ao máximo          | ≥ 80              | < 7            | utiliza ombro ou tronco para gerar força         | 13                     |

Fonte: Adaptado de MOORE e GARG (1995).

- **Fator Duração do Esforço (FDE):** A duração do esforço reflete na percentagem de tempo que o esforço é aplicado em relação ao ciclo de trabalho, ou seja, o tempo efetivo do ciclo em que se executa o esforço. A percentagem da duração do esforço é calculada pela relação entre o tempo médio da duração do esforço pelo tempo médio da duração dos ciclos, conforme apresentado na equação a seguir e os fatores de multiplicação são apresentados na Tabela 2.

$$\text{duração do esforço (\%)} = \frac{\text{duração média dos esforços por ciclo (s)}}{\text{duração média dos ciclos (s)}} \times 100$$

**Tabela 2.** Percentual de duração do esforço executado.

| % duração do esforço | Fator de multiplicação |
|----------------------|------------------------|
| ≤ 10                 | 0,50                   |
| 10 a 29              | 1,00                   |
| 30 a 49              | 1,50                   |
| 50 a 79              | 2,00                   |
| ≥ 80                 | 3,00                   |

Fonte: Adaptado de MOORE e GARG (1995).

- **Fator Frequência do Esforço (FFE):** Este fator é definido pelo número de esforços realizados por minuto, sendo um importante indicador da repetitividade. O cálculo é realizado pela relação entre a contagem do número de esforços que ocorrem por ciclo, como apresentado na equação a seguir, com o fator de multiplicação expresso na Tabela 3.

$$\text{Frequência de esforços (n/min)} = \frac{\text{número de esforços médios por ciclo (n)}}{\text{média da duração dos ciclos (min)}}$$

**Tabela 3.** Frequência do esforço efetuado.

| Esforços/minuto | Fator de multiplicação |
|-----------------|------------------------|
| ≤ 4             | 0,50                   |
| 4 a 8           | 1,00                   |
| 9 a 14          | 1,50                   |
| 15 a 19         | 2,00                   |
| ≥ 20            | 3,00                   |

Fonte: Adaptado de MOORE e GARG (1995).

- **Fator Postura da Mão e Punho (FPMP):** As posturas das mãos e punhos são analisadas subjetivamente ou por meio da análise das angulações dos punhos durante a execução da tarefa e classificadas com auxílio da Tabela 4.

**Tabela 4.** Postura das mãos e punhos.

| Critérios de Classificação | Ângulo de extensão (graus) | Ângulo de flexão | Ângulo de desvio ulnar ou radial | Postura percebida    | Fator de multiplicação |
|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Muito boa                  | 0 a 10                     | 0 a 5            | 0 a 10                           | perfeitamente neutra | 1,00                   |
| Boa                        | 11 a 25                    | 6 a 15           | 11 a 15                          | quase neutra         | 1,00                   |
| Razoável                   | 26 a 40                    | 16 a 30          | 16 a 20                          | não neutra           | 1,50                   |
| Ruim                       | 41 a 55                    | 31 a 50          | 21 a 25                          | desvio acentuado     | 2,00                   |
| Muito ruim                 | > 60                       | > 50             | > 25                             | próximo ao extremo   | 3,00                   |

Fonte: Adaptado de MOORE e GARG (1995).

- **Fator Ritmo de Trabalho (FRT):** O ritmo ou velocidade de trabalho é determinado subjetivamente de acordo com os critérios apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Ritmo e velocidade de trabalho.

| Critérios de Classificação | Ritmo (%) | Ritmo percebido                   | Fator de multiplicação |
|----------------------------|-----------|-----------------------------------|------------------------|
| Muito baixo                | < 80      | extremamente relaxado             | 1,00                   |
| Baixo                      | 81 a 90   | no próprio tempo                  | 1,00                   |
| Razoável                   | 91 a 100  | velocidade de movimento normal    | 1,00                   |
| Rápido                     | 101 a 115 | apressado, porém acompanha        | 1,50                   |
| Muito rápido               | > 115     | apressado e incapaz de acompanhar | 2,00                   |

Fonte: Adaptado de MOORE e GARG (1995).

- **Fator Duração do Trabalho (FDT):** A duração da jornada de trabalho representa a totalidade de tempo, expresso em horas, em que é executado o trabalho diariamente, com o fator de multiplicação obtido através da Tabela 6.

**Tabela 6.** Duração do trabalho.

| Duração (horas/dia) | Fator de multiplicação |
|---------------------|------------------------|
| ≤ 1                 | 0,25                   |
| 1 a 2               | 0,50                   |
| 2 a 4               | 0,75                   |
| 4 a 8               | 1,00                   |
| ≥ 8                 | 1,50                   |

Fonte: Adaptado de MOORE e GARG (1995).

Para a obtenção do resultado final pelo método, todos os fatores analisados devem ser multiplicados, gerando então o número SI, com sua interpretação baseada na pontuação.

### 3.3.6. Ruído

O ruído pode ser conceituado como um som desagradável, provocado por uma propagação de um movimento vibratório, ou seja, energia transmitida pela colisão das moléculas entre si e de forma sucessiva e um meio material elástico (WEBSTER et al., 2000). Para Iida e Guimarães (2016) o ruído é um estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa que se está executando no momento.

O ruído é uma mistura complexa de diversas vibrações, sendo mensurado em uma escala logarítmica conhecida como decibel (dB) (IIDA e GUIMARÃES, 2016). De acordo com o Anexo 1 da Norma Regulamentadora N° 15 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1978a), o ruído pode ser classificado em dois tipos, sendo eles:

- **Ruído de impacto:** é aquele que apresenta picos de energia acústica com duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo;
- **Ruído contínuo ou intermitente:** é o ruído que não está classificado como ruído de impacto ou impulsivo;

O nível máximo de exposição ocupacional diária ao ruído, para uma jornada de trabalho de oito horas, sem uso de protetor auditivo é igual a 85 dB (A). Com base neste valor, a cada 5 dB (A) (incremento de duplicação) de elevação do ruído, o tempo de exposição é reduzido pela metade (BRASIL, 1978a).

A exposição a níveis de ruído acima de 115 dB (A) não é permitida para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos, podendo oferecer risco grave e iminente (BRASIL, 1978a). O nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído é de 80 dB (A) ou o valor da dose de ruído superior a 50% (BRASIL, 1978b)

Quanto aos efeitos do ruído sobre o organismo, Santos et al. (2014) afirmam que elevados níveis podem ocasionar a redução ou até a perda de audição do trabalhador, reduzindo o conforto e o rendimento do conjunto homem-máquina. Iida e Guimarães (2016) afirmam que os ruídos intensos situados acima de 90 dB dificultam a comunicação e a concentração na execução das tarefas, favorecendo os aborrecimentos e o aparecimento de cefaleias.

Saliba (2014) também destaca outros fatores extra-auditivos provocados pela exposição continuada ao ruído, como irritabilidade, ansiedade, nervosismo, vertigens, aumento da frequência e profundidade respiratória, aceleração do pulso, elevação da pressão arterial, contração dos vasos sanguíneos, insônia, redução da libido, aumento do tônus muscular, dificuldade do repouso do corpo, espasmos musculares, entre outros.

Diante destes problemas é importante prover um local de trabalho com ruído abaixo do nível de ação, onde primeiramente devem ser adotadas medidas preventivas em relação ao ambiente, visando eliminar ou atenuar o ruído na fonte, com tratamento acústico das superfícies da máquina ou substituição de peças danificadas. Quando isso não for possível, é necessário isolar a fonte através da distância do próprio local ou empregar materiais que absorvam o ruído por meio de manutenção da máquina ou equipamento (FERNANDES, 2002; SALIBA, 2014).

Outra forma de reduzir o tempo de exposição do trabalhador ao ruído é a reorganização ergonômica do trabalho. Caso não possa ser atendido nenhum dos passos citados, ou caso o ruído seja elevado, como última medida deve ser realizada a proteção do trabalhador com equipamentos de proteção individual (medida corretiva) e aplicação de exames médicos a cada período de tempo (WEBSTER et al., 2000; SALIBA, 2014).

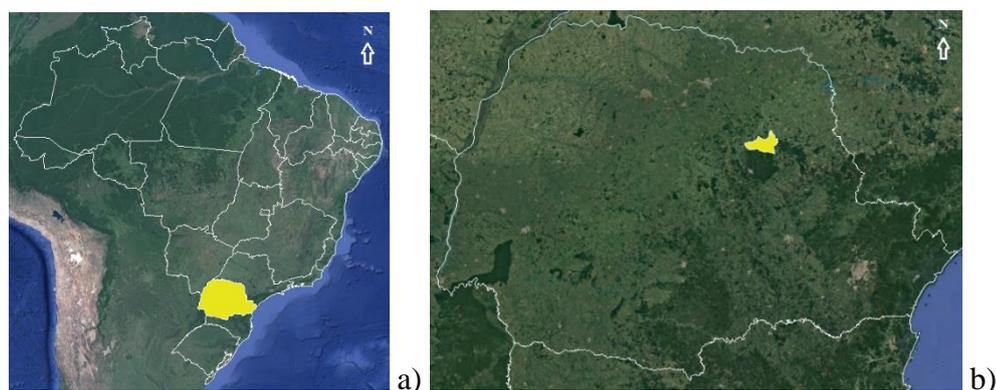
Minette et al. (2007b) realizaram um estudo em três empresas florestais, onde foram avaliados os níveis de exposição ao ruído, luz e calor em 13 máquinas de colheita. Quanto ao ruído encontrado na primeira empresa, duas máquinas avaliadas emitiram o mesmo nível de ruído. Na segunda empresa, as três máquinas avaliadas apresentaram nível de ruído abaixo do limite recomendado pela NR-15, enquanto que na terceira empresa todas as máquinas apresentaram níveis de ruído superior ao permitido pela legislação brasileira.

Fernandes et al. (2011b) analisando o ruído no interior das cabines de três modelos diferentes de *feller-bunchers* encontrou níveis inferiores ao limite de 85 dB (A) para oito horas de exposição diária estabelecido pela NR-15, para todas as etapas do ciclo operacional de colheita. Já Rocha et al. (2012) realizaram uma avaliação do nível de satisfação de trabalhadores florestais que executavam a colheita florestal mecanizada em uma empresa produtora de celulose solúvel, sendo o ruído no *skidder* avaliado com o grau de satisfação de 50%, evidenciando um médio conforto para este parâmetro.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada nas áreas operacionais de colheita da madeira em uma empresa florestal localizada no município de Curiúva (Figura 4), mesorregião Centro Oriental do estado Paraná, Brasil, entre as coordenadas geográficas de latitude 24°01'57''S e longitude 50°27'30''W e altitude média de 776 m (IBGE, 2016).



**Figura 4.** Localização do Paraná (a); Localização de Curiúva (b).

Fonte: Adaptado de GOOGLE, 2016.

O clima predominante na região de estudo, conforme a classificação climática de Köppen-Geiger é o Cfa, com temperatura média anual de 19 °C e precipitação média anual de 1.455 mm (ALVARES et al., 2013). Os solos da região apresentam predominância de Cambissolos associados com Argissolos e Latossolos e em pequenas proporções Neossolos, com textura argilosa, média-argilosa e predominância arenosa, enquanto o relevo apresenta grande diversificação, com áreas desde planas a forte onduladas (0 a 45%) (ITCG, 2008).

A empresa atua na produção de painéis MDF (*Medium Density Fiberboard*), PBO (*Particle Board*), pisos laminados e MSD (Madeira Seca e Direta), além da comercialização da madeira na forma de toras. O povoamento florestal onde foi desenvolvida a pesquisa situa-se a 10 km da sede da empresa, cujas características são apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7.** Características do povoamento florestal estudado.

| Característica  | Dados          |
|---|----------------|
| Espécie   | Pinus taeda L. |
| Regime de manejo  | Corte raso     |
| Idade de corte (anos)   | 16 a 17        |
| Espaçamento (m)   | 3 x 2          |
| Volume médio individual das árvores (m <sup>3</sup> )                       | 0,50           |
| Incremento médio anual (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> ) | 27,3           |
| Produtividade (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )                            | 448,4          |

## 4.2. População de operadores estudados

Em função do módulo de colheita da madeira na área de estudo possuir um baixo número de operadores, optou-se pelo estudo do censo com a finalidade de captar uma maior variabilidade destes indivíduos. Deste modo, para realização das análises ergonômicas no posto de trabalho, a população estudada foi composta por operadores florestais com experiência e capacitados para a execução do trabalho.

Assim, para a análise postural e de movimentos repetitivos foi estudado apenas um operador por máquina, perfazendo um total de quatro operadores, enquanto na análise de desconforto postural e ruído foram estudados todos os 12 operadores, cujas características são apresentadas na Tabela 8.

**Tabela 8.** Características gerais dos operadores.

| Característica   | <i>Feller-buncher</i> |               | <i>Skidder</i> |               | Processador Florestal |               | Carregador Florestal |               |
|--|-----------------------|---------------|----------------|---------------|-----------------------|---------------|----------------------|---------------|
|  | Média                 | Desvio Padrão | Média          | Desvio Padrão | Média                 | Desvio Padrão | Média                | Desvio Padrão |
| Sexo (% masculino)   | 100                   | ----          | 100            | ----          | 100                   | ----          | 100                  | ----          |
| Idade (anos)   | 47,3                  | ± 10,0        | 44,0           | ± 8,0         | 42,0                  | ± 8,0         | 39,3                 | ± 4,5         |
| Estatura (m)   | 1,75                  | ± 0,07        | 1,70           | ± 0,05        | 1,72                  | ± 0,08        | 1,69                 | ± 0,02        |
| Massa corporal (kg)  | 90,1                  | ± 9,9         | 90,2           | ± 7,4         | 84,0                  | ± 7,0         | 94,3                 | ± 6,1         |
| Escolaridade (% ensino médio completo)                         | 100,0                 | ----          | 66,6           | ----          | 66,6                  | ----          | 0,0                  | ----          |
| Origem (% urbana)  | 100,0                 | ----          | 100,0          | ----          | 100,0                 | ----          | 100,0                | ----          |
| Destreza manual (% destros)                                    | 100,0                 | ----          | 100,0          | ----          | 100,0                 | ----          | 100,0                | ----          |
| Tempo de experiência com máquinas (anos)                       | 20,3                  | ± 5,2         | 21,7           | ± 11,1        | 8,0                   | ± 1,4         | 16,7                 | ± 6,2         |
| Tempo de experiência na máquina que trabalha atualmente (anos) | 7,3                   | ± 3,1         | 6,3            | ± 2,9         | 3,3                   | ± 1,2         | 11,3                 | ± 6,2         |

Por se tratar de uma pesquisa que envolve seres humanos, previamente a coleta dos dados foi submetida à análise do Comitê de Ética em Pesquisa (COMEP) da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), sob o parecer número 1.093.333, em 02/06/2015.

Todos os trabalhadores tiveram participação voluntária e receberam esclarecimentos quanto à metodologia e os objetivos da pesquisa, tomando ciência a respeito do uso das imagens e dos dados por meio da leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(TCLE), conforme o Apêndice I, em atendimento à Resolução N° 466/2012 CNS/MS da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), do Ministério da Saúde (BRASIL, 2013).

### 4.3. Caracterização das máquinas estudadas

O sistema de colheita da madeira utilizado pela empresa foi o de árvores inteiras (*full tree*), contemplado o *feller-buncher*, o *skidder*, o processador e o carregador florestal, sendo estas máquinas e implementos caracterizados na Tabela 9.

**Tabela 9.** Caracterização das máquinas florestais e implementos.

| Atividade/Máquina  | Especificação Técnica   |
|--|---|
| <p>Corte com <i>Feller-buncher</i></p>           | <p><b>Máquina-base:</b> Marca <i>Tigercat</i>, modelo L870 C, motor <i>Cummins</i> QSL9 Tier III (diesel), potência nominal de 300 hp / 224 kW, peso operacional de 35,6 t (sem cabeçote), material rodante de esteiras com nivelamento com dimensões de 0,61 m de largura por 4,75 m de comprimento.</p> <p><b>Implemento:</b> Cabeçote marca <i>Tigercat</i>, modelo ST 5702, peso operacional de 2,69 t, diâmetro máximo de corte de 585 mm, área útil de corte de 0,5 m<sup>2</sup>, capacidade de carga 3,2 t, diâmetro do disco de 1,45 m, velocidade do disco de 1150 rpm com 18 dentes de corte.</p> <p><b>Horímetro:</b> 10.300 h.</p> |
| <p>Extração com <i>Skidder</i></p>              | <p><b>Máquina:</b> Marca <i>Tigercat</i>, modelo 635D, motor <i>Cummins</i> QSB6.7 Tier III (diesel), potência nominal de 260 hp / 194 kW, peso operacional de 21,4 t, rodados de pneus (dianteiros de 30,5Lx32,26 e traseiros de 28Lx26,16), tração 6 x 6 e garra com área útil de 1,95 m<sup>2</sup>.</p> <p><b>Horímetro:</b> 14.100 h.</p>  |
| <p>Processamento com Processador Florestal</p>  | <p><b>Máquina-base:</b> Marca <i>John Deere</i>, modelo 2154D, motor <i>John Deere</i> 6068H Tier III (diesel), potência nominal de 164 hp / 122 kW, peso operacional de 27,9 t (sem cabeçote), material rodante de esteiras com dimensões de 0,70 m de largura por 4,45 m de comprimento e distância entre rodados de 1,92 m.</p> <p><b>Implemento:</b> Cabeçote marca <i>Waratah</i>, modelo HTH616C, peso operacional de 1,8 t, abertura máxima do rolo de alimentação de 68 cm, diâmetro máximo de corte de 55 cm, com quatro facas de desganhamento.</p> <p><b>Horímetro:</b> 4.200 h.</p>   |
| <p>Carregamento com Carregador Florestal</p>    | <p><b>Máquina-base:</b> Marca <i>Caterpillar</i>, modelo 312D2 L, motor <i>Caterpillar</i> 3054C ACERT (diesel), potência nominal de 94 hp / 70 kW, peso operacional de 13,6 t (sem garra), material rodante de esteiras reforçadas com dimensões de 0,77 m de largura por 3,49 m de comprimento e distância entre rodados de 1,99 m.</p> <p><b>Implemento:</b> Garra da marca <i>Timber Forest</i> com capacidade de área útil de 0,8 m<sup>2</sup>.</p> <p><b>Horímetro:</b> 5.000 h.</p>   |

Para a execução das operações de colheita da madeira, o *feller-buncher* realizava a derrubada e o empilhamento das árvores na forma de feixes no interior do talhão, sendo posteriormente extraídos por arraste pelo *skidder* do interior até a margem dos talhões. Na sequência, o processador florestal executava o processamento (desgalhamento, traçamento, destopamento e empilhamento) das toras na em diferentes sortimentos (comprimentos e diâmetros), de acordo com a finalidade do consumidor final. Por fim, o carregador florestal realizava o carregamento das toras nos veículos para transporte final até o mercado consumidor.

#### **4.4. Coleta de dados**

A jornada de trabalho adotada pela empresa era de três turnos de oito horas, de segunda-feira à sábado com revezamento semanal, onde a cada nova semana ocorria a rotatividade de operadores, de modo que em três semanas estes haviam trabalhado em todos os turnos. Desta forma, a coleta de dados nesta pesquisa foi realizada no período de junho a agosto de 2015, no turno das 8 às 16 h.

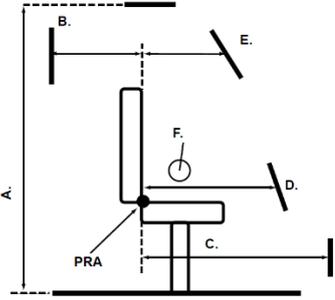
A análise ergonômica do posto de trabalho contemplou as dimensões internas das cabines, as posturas típicas e movimentos repetitivos adotados pelos operadores, a percepção dos operadores em relação ao desconforto postural e o nível de ruído nos postos de trabalho nas máquinas aos quais os operadores estavam expostos.

##### **4.4.1. Análise das dimensões internas das cabines**

As dimensões internas das cabines das máquinas florestais foram mensuradas conforme a metodologia “*Ergonomic guidelines for forest machines*”, proposta pelo Instituto Sueco *Skogforsk* (1999) e elaborada especificamente para as máquinas florestais.

As dimensões internas das cabines foram mensuradas com auxílio de uma trena, obtendo-se os valores em relação ao ponto de referência do assento (PRA - SRP “*seat reference point*”), situado na interseção entre o assento e o encosto, conforme proposto por *Skogforsk* (1999) (Tabela 10). Desta forma, os dados foram coletados em duas diferentes situações, com o assento posicionado próximo e distante em relação ao painel frontal das máquinas.

**Tabela 10.** Diretrizes utilizadas na análise de medição da cabine.

| Dimensões internas da cabine  | Diretriz   | Dimensão recomendada (cm) |
|---|--|---------------------------|
|  | A. Altura livre  | 180                       |
|   | B. Assento na posição traseira                           | 55 <sup>1</sup>           |
|   | C. Espaço para pernas e pés, medido na ponta dos pés     | 115                       |
|   | D. Assento na posição frontal em meia altura             | 70                        |
|   | E. Assento na posição frontal na altura da cabeça        | 50                        |
|   | F. Largura da cabine medida na altura do apoio de braços | 100 <sup>2</sup>          |

<sup>1</sup> 70 cm são necessários para um assento que inclina para a frente e para trás; <sup>2</sup> Para máquinas florestais em que há a rotação do assento para a operação na posição frontal e traseira são necessários 65 cm de distância até o PRA; PRA: Ponto de referência do assento.

Fonte: Adaptado de SKOGFORSK (1999).

Dentre as máquinas florestais, somente o *skidder* foi analisado em duas posições de trabalho, pois o assento possuía função giratória de 100 graus, permitindo a execução da operação em dois sentidos (Figura 5). Portanto, a mensuração das dimensões internas da cabine ocorreu com o banco situado na posição frontal, com o operador sentado com visão para a lâmina e executando a atividade viagem carregado, enquanto que a posição traseira foi utilizada quando o operador estava sentado com visão para as garras e realizando a atividade de viagem vazia, manobras para carregamento e descarregamento.



**Figura 5.** Posições do assento do *skidder*. Posição traseira (a); Posição frontal (b).

Em seguida, os dados obtidos foram comparados com os limites propostos pelo Instituto Sueco, de modo a verificar se as dimensões internas das cabines estavam de acordo com aquelas recomendadas pelo próprio Instituto. Por fim, estas cabines foram enquadradas em classes

ergonômicas denominadas A, B, C, D e 0 (zero), onde A apresentava as melhores condições, enquanto 0 (zero) as mais desfavoráveis, como descrito na Tabela 11.

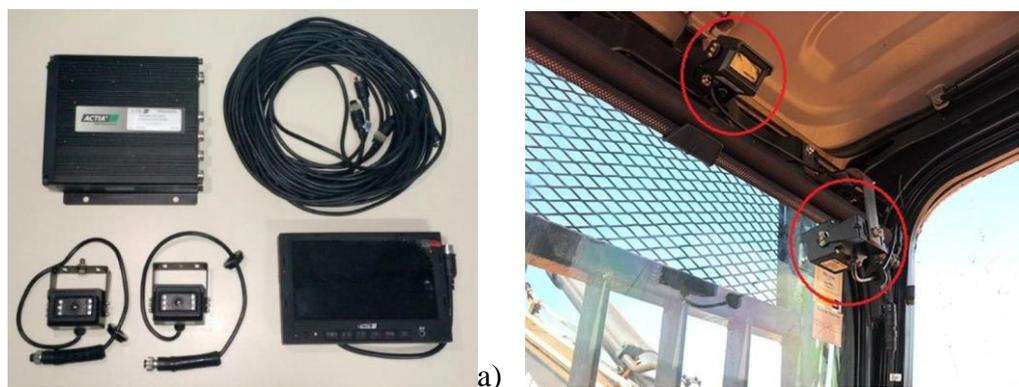
**Tabela 11.** Classes ergonômicas das dimensões internas da cabine.

| Classe | Condições da Cabine   |
|--------|---|
| A      | As dimensões são atendidas                                      |
| B      | Pequenos desvios nas dimensões de comprimento e na altura livre |
| C      | Desvios moderados   |
| D      | Desvios significantes   |
| 0      | Ergonomicamente inaceitável                                     |

Fonte: Adaptado de SKOGFORSK (1999).

#### 4.4.2. Análise postural

As posturas típicas adotadas pelos operadores no posto de trabalho foram identificadas por meio de filmagens realizadas durante a jornada de trabalho, utilizando duas câmeras tipo DVR, marca ACTIA, equipadas com uma unidade gravadora com quatro canais e cartões de memória e instaladas no interior das cabines das máquinas (Figura 6).



**Figura 6.** Conjunto da câmera utilizada no estudo (a); Local de instalação das câmeras no interior da cabine das máquinas (b).

Para o *feller-buncher*, processador e carregador florestal, uma câmera foi fixada orientada para o interior da cabine, captando assim as posturas típicas adotadas pelos operadores durante o trabalho e outra câmara voltada para o exterior, com objetivo de captar a operação propriamente dita e identificar o tempo efetivo da adoção em cada postura típica. Para o *skidder*, como o operador executava o giro do assento assumindo duas posições de trabalho, as duas câmeras foram instaladas orientadas somente para o interior da cabine.

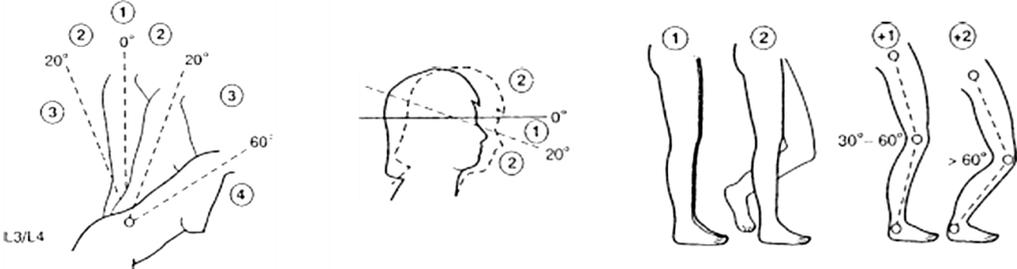
Posteriormente à obtenção das filmagens, utilizou-se o *software MShow* em laboratório para identificação e “congelamento” das imagens nas posturas típicas, sendo selecionados 20 ciclos operacionais para todas as máquinas florestais.

Na sequência, foram utilizados os métodos REBA e RULA para a análise das posturas típicas adotadas pelos operadores. Para o método REBA, os escores de cada postura típica foram encontradas com o auxílio das Tabelas 12 e 13, referentes às angulações dos segmentos corpóreos dos grupos A (tronco, pescoço e pernas) e B (braços, antebraços e punhos) respectivamente.

**Tabela 12.** Angulações dos segmentos corpóreos do grupo A.

| Escores | Tronco                                  | Pescoço                     | Pernas                                      |
|---------|---|-----------------------------|---|
| 1       | Ereto                                   | 0 a 20° de flexão           | Suporte nas duas pernas, andando ou sentado |
| 2       | 20° de flexão a 20° de extensão         | > 20° de flexão ou extensão | Suporte em uma perna                        |
| 3       | 20 a 60° de flexão ou > 20° de extensão |                             |   |
| 4       | > 60° de flexão                         |                             |   |

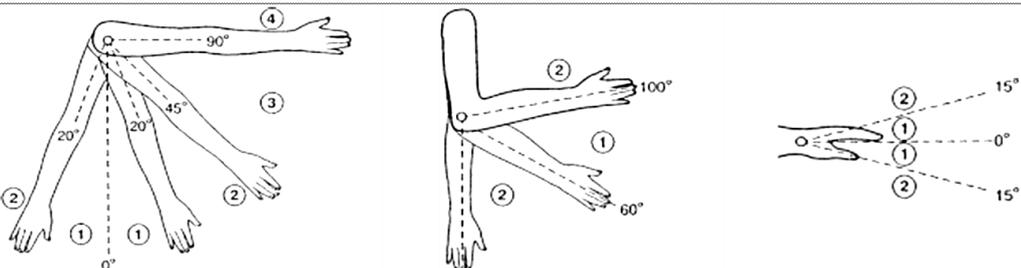
| Posturas  | Ajustes   |
|---|---|
|  | <p>+ 1 tronco rotacionado ou inclinado para o lado</p> <p>+ 1 pescoço rotacionado ou inclinado para o lado</p> <p>+ 1 flexão dos joelhos de 30 a 60°</p> <p>+ 1 flexão dos joelhos &gt; 60°</p> |

Fonte: Adaptado de HIGNETT e MCATAMNEY (2000).

**Tabela 13.** Escores dos segmentos corpóreos do grupo B.

| Escores | Braço                                      | Antebraço                           | Punho                                |
|---------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1       | 20° de flexão a 20° de extensão            | 60 a 100° de flexão                 | 15° de flexão a 15° de extensão      |
| 2       | > 20° de extensão ou de 20 a 45° de flexão | < 60° de flexão ou > 100° de flexão | > 15° de flexão ou > 15° de extensão |
| 3       | 45 a 90° de flexão                         |                                     |                                      |
| 4       | > 90° de flexão                            |                                     |                                      |

| Posturas   | Ajustes   |
|--|---|
|  | <p>+ 1 se há rotação ou abdução</p> <p>+ 1 elevação do ombro</p> <p>- 1 braço apoiado</p> <p>+ 1 se há torção ou desvio lateral</p> |

Fonte: Adaptado de HIGNETT e MCATAMNEY (2000).

Deste modo, a pontuação obtida foi acrescida com a carga manuseada, a qualidade da pega e as condições da atividade (repetitividade e manutenção das posturas estáticas), obtendo-se então o escore final e os níveis de ação a partir da Tabela 14, que permitiu verificar a intervenção necessária para cada postura.

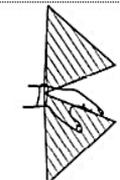
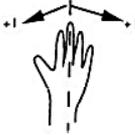
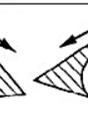
**Tabela 14.** Resultados da análise postural pelo método REBA.

| Pontuação | Nível de ação | Risco          | Ação (providência)                                    |
|-----------|---------------|----------------|---|
| 1         | 0             | Insignificante | Postura aceitável, não há necessidade de providências |
| 2 ou 3    | 1             | Baixo          | Pode haver necessidade de providências                |
| 4 a 7     | 2             | Médio          | Há a necessidade de providências                      |
| 8 a 10    | 3             | Alto           | Há a necessidade de providências rapidamente          |
| 11 a 15   | 4             | Muito alto     | Há a necessidade de providências imediatamente        |

Fonte: Adaptado de HIGNETT e MCATAMNEY (2000).

Para o método RULA, foram obtidas as pontuações para cada segmento corpóreo dos grupos A (braços, antebraços, punhos e rotação dos punhos) e B (pescoço, tronco e pernas) com a utilização da Tabela 15.

**Tabela 15.** Angulações dos segmentos corpóreos dos grupos A e B.

| Escores           | 1  | 2   | 3  | 4  | Ajustes  |  |
|-------------------|--|---|--|--|--|--|
| <b>Braços</b>     | <br>20° de extensão a 20° de flexão                        | <br>> 20° de extensão   | <br>20 a 45° de flexão           | <br>> 45 a 90° de flexão | <br>≥ 90° de flexão | + 1 ombro elevado<br>+ 1 braço abduzido<br>- 1 braço apoiado |
| <b>Antebraços</b> | <br>60 a 100° de flexão                                   | <br>< 60° de flexão ou > 100° de flexão                            |                               |  | + 1 Antebraço cruza o plano sagital<br>+ 1 Antebraço rotacionado externo ao tronco                     |  |
| <b>Punhos</b>     | <br>0° Neutro ou meia inclinação de pronação ou supinação | <br>15° de flexão a 15° de extensão ou total pronação ou supinação | <br>≥ 15° de flexão ou extensão |                       | + 1 Desvio ulnar ou radial   |  |
| <b>Pescoço</b>    | <br>0° a 10° de flexão                                    | <br>10 a 20° de flexão   | <br>> 20° de flexão             | <br>Em extensão        | + 1 pescoço torcido ou rotacionado<br>+ 1 pescoço inclinado lateralmente                               |  |
| <b>Tronco</b>     | <br>0° ou bem apoiado quando sentado                      | <br>0 a 20° de flexão  | <br>0 a 20° de flexão           | <br>> 60° de flexão    | + 1 tronco torcido ou rotacionado<br>+ 1 tronco inclinado lateralmente                                 |  |
| <b>Pernas</b>     | Pernas e pés bem apoiados e equilibrados   |   | Pernas e pés não estão corretamente apoiados e equilibrados  |  |  |  |

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

Após a obtenção dos escores para cada grupo dos segmentos corpóreos, foram acrescidas as pontuações referentes ao uso da musculatura e da carga manuseada, resultando no escore final e nos níveis de ação presentes na Tabela 16, possibilitando checar a intervenção necessária para cada postura típica.

**Tabela 16.** Resultados da análise postural pelo método RULA.

| Pontuação | Nível de ação | Ação (providência)   |
|-----------|---------------|--|
| 1 ou 2    | 1             | Postura aceitável se não for mantida ou repetida por longos períodos |
| 3 ou 4    | 2             | Necessárias mais investigações e possível necessidade de mudanças    |
| 5 ou 6    | 3             | Necessárias investigações e mudanças rapidamente                     |
| 7 ou mais | 4             | Necessárias investigações e mudanças imediatas                       |

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

Além da análise postural, foi realizado o estudo de tempos e movimentos para as atividades de corte, extração, processamento e carregamento da madeira, com a finalidade de relacionar o tempo consumido em cada postura típica adotada pelos operadores, sendo o ciclo operacional dividido em elementos parciais, conforme descrito na Tabela 17.

**Tabela 17.** Elementos parciais do ciclo operacional das máquinas florestais.

| Máquinas              | Elementos Parciais               | Descrição   |
|-----------------------|----------------------------------|---|
| <i>Feller-buncher</i> | Busca e Corte (BC)               | Início do giro da máquina e deslocamento em busca da primeira árvore, com finalização quando a última árvore foi cortada e os braços de acúmulo ficaram completamente fechados.         |
|                       | Deslocamento e Empilhamento (DE) | Início do deslocamento para empilhamento, finalizando quando todo o feixe foi depositado sobre o terreno.   |
| <i>Skidder</i>        | Viagem Vazio (VV)                | Início do deslocamento da máquina da margem do talhão, finalizando quando a mesma posicionou-se próximo ao primeiro feixe de árvores a ser arrastado.                                   |
|                       | Manobras e Carregamento (MC)     | Início da manobra para carregamento, finalizando quando o feixe de árvores estava suspenso e pronto para o arraste.   |
|                       | Viagem Carregado (VC)            | Início do deslocamento da máquina com a carga parcialmente suspensa, finalizando com a chegada na margem da estrada.  |
|                       | Descarregamento e Manobras (DM)  | Início do descarregamento do feixe nas pilhas de árvores, finalizando com a manobra para o início do próximo ciclo operacional.   |
| Processador Florestal | Busca (BU)                       | Início do giro da máquina em busca da árvore, finalizando quando a árvore estava sobre a pilha de toras para ser processada.  |
|                       | Processamento (PR)               | Início do acionamento da serra, incluindo o desgalhamento, traçamento e destopamento, finalizando com o empilhamento da última tora sobre a pilha.                                      |
| Carregador Florestal  | Carregamento da Garra (CG)       | Início do giro da máquina em busca das toras, incluindo o carregamento da garra e acomodação da carga, finalizando quando a garra encontrava-se carregada.                              |
|                       | Descarregamento da Garra (DG)    | Início do giro da máquina com a garra carregada em direção ao veículo de transporte, incluindo o descarregamento e acomodação da carga, finalizando quando a garra encontrava-se vazia. |

Desta maneira, foram utilizados formulários de campo, prancheta e cronômetro centesimal, sendo utilizado o método de cronometragem de tempos contínuos, sendo as leituras realizadas ao final de cada elemento parcial (BARNES, 1977).

#### 4.4.3. Análise de movimentos repetitivos das mãos

As operações de colheita da madeira requerem que os operadores executem diversos movimentos com as mãos e punhos no manuseio dos *joysticks*. Por isso, foi realizada uma análise de movimentos repetitivos executados durante os ciclos de trabalho, permitindo a verificação de possíveis riscos de LER/DORT.

Desta maneira, foram utilizadas as filmagens dos ciclos operacionais com a realização da cronometragem dos tempos consumidos e a contagem do número aproximado de movimentos repetitivos em cada ciclo operacional, sendo extrapolados posteriormente por minuto e para a jornada efetiva de trabalho.

Para as análises dos riscos de LER/DORT nos membros superiores foram utilizados a escala de Latko et al. (1999), o critério de Silverstein (1985 *apud* COUTO, 2000) e o método *Strain Index* (SI) de Moore e Garg (1995).

A metodologia desenvolvida por Latko et al. (1997) foi utilizada para análise do nível de repetitividade das tarefas baseada na observação da execução do trabalho manual. Esta escala análoga-visual é numerada de 0 a 10, contemplando a dinâmica dos movimentos e os tempos de pausas, sendo dividida em três níveis de atividade das mãos, como: baixo, médio e alto, conforme especificado na Tabela 18.

**Tabela 18.** Níveis de atividade das mãos na escala de Latko.

| Nível | Atividades das mãos  |
|-------|--|
| Baixo | 0 Mãos paradas/inertes a maior parte do tempo; sem esforço regular                 |
|       | 2 Consistente, pausas longas visíveis; movimentos muito lentos                     |
| Médio | 4 Movimento lento constante; pausas pequenas frequentes                            |
|       | 6 Movimento/esforço constante; pausas não frequentes                               |
| Alto  | 8 Movimento rápido constante ou esforço contínuo; pausas não frequentes            |
|       | 10 Movimento rápido constante ou esforço contínuo; dificuldade em manter/conservar |

Fonte: Adaptado de LATKO et al. (1997).

Em relação à metodologia desenvolvida por Silverstein (1985 *apud* COUTO, 2000), considerou-se a ocorrência da repetitividade quando há a execução de movimentos idênticos realizados acima de duas a quatro vezes por minuto, ou ainda, quando da realização de ciclos de trabalho com duração inferior a trinta segundos. Além disso, este critério considera que a

atividade possa ser altamente repetitiva quando um mesmo elemento de trabalho abrange mais que 50% do ciclo.

Foi utilizada também a metodologia de *Strain Index* (SI) (MOORE e GARG., 1995) que é utilizada para a identificação e checagem dos riscos de LER/DORT em membros superiores distais (mãos), sendo uma metodologia semiquantitativa para análise dos postos de trabalhos. Este método analisou seis fatores, sendo cada fator dividido em cinco níveis e cujos resultados foram obtidos após a multiplicação dos fatores descritos a seguir:

- **Fator Intensidade do Esforço (FIT):** foi indicado com base na observação do pesquisador com o auxílio da escala de CR 10 de Borg;
- **Fator Duração do Esforço (FDE):** foi necessária a utilização das filmagens, sendo selecionados e analisados 10 ciclos para todas as máquinas florestais;
- **Fator Frequência do Esforço (FFE):** foi definido pela contagem do número de ações técnicas realizadas pelas mãos em cada ciclo de trabalho e posteriormente extrapolados por minuto;
- **Fator Postura da Mão e Punho (FPMP):** foi analisada as posturas das mãos e punhos subjetivamente com base nas filmagens;
- **Fator Ritmo de Trabalho (FRT):** foi definido subjetivamente com base na observação das filmagens; e
- **Fator Duração do Trabalho (FDT):** foi definido pela duração da jornada de trabalho por meio das informações obtidas junto à empresa.

Após a obtenção do valor numérico para cada fator, estes foram multiplicados por meio da seguinte equação:

$$SI = FIT \times FDE \times FFE \times FPMP \times FRT \times FDT$$

Desta forma foi obtido o número SI, que permitiu analisar os postos de trabalho e verificar quais os parâmetros necessitavam de maior atenção, identificando o risco de desenvolvimento de DORT para os operadores em cada atividade, conforme a interpretação presente na tabela 19.

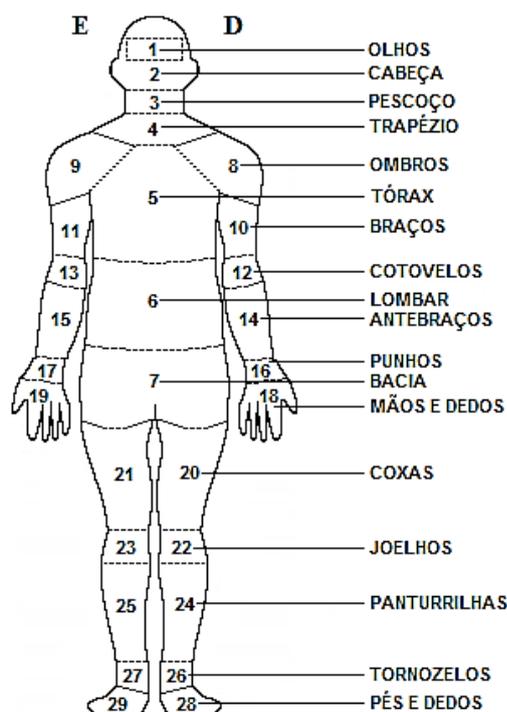
**Tabela 19.** Análise com o Método Moore e Garg.

| Pontuação | Significado   |
|-----------|---|
| < 3       | Seguro - provável ausência de riscos de DORT        |
| 3 a 5     | Incerto - riscos de DORT eventualmente valorizáveis |
| 5 a 7     | Algum risco - tarefa associada a DORT               |
| > 7       | Alto risco - tarefas com elevado risco de DORT      |

Fonte: Adaptado de MOORE e GARG (1995).

#### 4.4.4. Análise do desconforto postural

Para a análise do desconforto postural foi utilizado um mapa de segmentos corpóreos adaptado de Corlett (1995), onde o corpo humano foi dividido em 29 áreas anatômicas (Figura 7). Este mapa foi aplicado em todos os operadores estudados na forma de um questionário (APÊNDICE II), por meio de uma entrevista individual no próprio local de trabalho.



**Figura 7.** Diagrama postural de Corlett.

Fonte: Adaptado de CORLETT (1995).

Para a verificação das queixas musculoesqueléticas, os operadores foram questionados se sentiam algum desconforto/dor no decorrer do trabalho, devendo em caso de resposta afirmativa, apontar a área anatômica de ocorrência e indicando de forma subjetiva o valor da intensidade (1, 2, 3, 4 e 5 para desconforto/dor ausente, pequeno, moderado, severo e insuportável, respectivamente). Posteriormente em laboratório, os resultados dos questionários foram tabulados em planilhas eletrônicas, obtendo-se as regiões do corpo mais indicadas com desconforto/dor.

#### 4.4.5. Análise da exposição ocupacional ao ruído

Os níveis de ruído em que os operadores das máquinas estavam expostos foram mensurados com uso de um audiodosímetro da marca *INSTRUTHERM*, modelo *DOS-500* (Figura 8), que foi fixado na zona auditiva do operador durante meio turno de trabalho, sendo os cálculos posteriormente convertidos para a jornada de oito horas diárias.

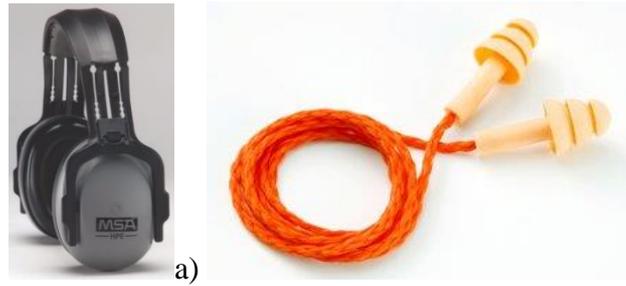


**Figura 8.** Dosímetro utilizado na análise da exposição ocupacional ao ruído.  
Fonte: MD MEDITEC BRASIL (2016).

O dosímetro foi calibrado antecipadamente em laboratório acreditado pelo IMETRO, sendo emitido um certificado de calibração. Para a coleta dos dados, o dosímetro foi configurado com os parâmetros presentes no Anexo 1 da NR-15 (BRASIL, 1978a): circuito de ponderação "A"; circuito de resposta lenta (*slow*); critério de referência de 85 dB (A), correspondente a dose de 100% para exposição de 8 horas; nível limiar de integração de 80 dB (A); faixa de medição mínima de 80 a 115 dB (A); incremento de duplicação de dose igual a 5 ( $q = 5$ ); e indicação da ocorrência de níveis superiores a 115 dB (A).

O audiodosímetro foi instalado junto aos operadores durante a execução normal do trabalho, com a cabine fechada, ar condicionado, rádio de comunicação e rádio de música ligados e com as acelerações das máquinas em condições normais de trabalho.

Todos os operadores usavam os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), ou seja, protetores auditivos fornecidos pela empresa, com a escolha opcional entre abafadores tipo concha e de espuma pré-moldado. Dentre os operadores estudados, 10 utilizavam protetores auditivos tipo concha da marca *MSA* e modelo *HPE* (Figura 9a), certificado de aprovação (CA) 15623 e poder de atenuação  $NRR_{sf}$  de 26 dB, enquanto dois operadores utilizavam o protetor auditivo tipo inserção pré-moldado, da marca *3M* e modelo *POMP PLUS* (Figura 9b), CA 5745 e capacidade de atenuação de 18 dB.



**Figura 9.** Protetor auditivo tipo concha (a); Protetor auditivo tipo inserção pré-moldado.  
 Fonte: MSA (2016) (a); 3M (2016) (b).

As doses de ruído recebida por cada operador foram obtidas por meio da leitura do valor apresentado pelo aparelho de medição, sendo posteriormente utilizados no cálculo da determinação do Nível Médio (*Lavg*) de ruído referente ao tempo de medição, sendo apresentado na equação a seguir:

$$L_{avg} = 16,61 \times \log \left( \frac{D}{100} \times \frac{480}{T_m} \right) + 85$$

onde: *Lavg* (*average level*): nível médio (dB); D: dose parcial de ruído referente a medição (%); T<sub>m</sub>: Tempo de medição (min).

Para fins de comparação com os limites de exposição, o nível médio de ruído foi convertido para a jornada de oito horas, sendo este baseado no tempo efetivo de trabalho (80%) com 6 h e 24 min de exposição para cada operador, com a equação do cálculo do nível de exposição normalizado (NEN) apresentado na equação a seguir:

$$NEN = L_{avg} + 16,61 \times \log \left( \frac{T_e}{480} \right)$$

onde: NEN: Nível de Exposição Normalizado (dB); *Lavg*: nível médio; T<sub>e</sub>: Tempo de exposição (jornada diária de trabalho em min - 6 h e 24 min).

Após a obtenção do NEN foram calculadas as médias dos níveis de ruído para os operadores em cada máquina, cujos valores foram então comparados com os limites de tolerância para o ruído contínuo ou intermitente, conforme o Anexo 1 da NR-15 (BRASIL, 1978a).

Como a legislação brasileira não define o número mínimo de amostragem foi adotado o cálculo proposto pela Norma Espanhola NTP 270 (INSHT, 1991), que é baseado na Norma Francesa NF-S 31-84. Para a realização do cálculo, a norma espanhola considera um mínimo de três amostragens coletadas e em dias aleatórios. Em seguida foram calculadas para cada máquina florestal as médias, os desvios padrões e o número da distribuição T de *Student* ao

nível de 95% de confiança. Então, foi realizado o cálculo do erro máximo admissível conforme a seguinte equação:

$$E = T \times \frac{S}{\sqrt{N}}$$

onde: E = erro máximo admissível em decibéis; T = número encontrado na distribuição T de Student; S = desvio padrão; N = número de medições.

Caso o erro máximo admissível superasse 2 dB (A), seria considerado insuficiente o número de medições para se obter a média em um intervalo de confiança de 95%, necessitando de uma nova amostragem e novos cálculos, até que o número obtido fosse inferior a 2 dB (A).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Análise das dimensões internas das cabines

Os resultados referentes às análises das dimensões internas das cabines das máquinas de colheita da madeira são apresentados na Tabela 20.

**Tabela 20.** Dimensões internas das cabines nas máquinas.

| Máquina Florestal  | FB<br><i>Tigercat</i><br>L870 C | SK<br><i>Tigercat</i> 635D |     |         |          | PF John<br>Deere<br>2154D |     | CF<br><i>Caterpillar</i><br>312D2 L |     |     |     |    |  |
|--|---------------------------------|----------------------------|-----|---------|----------|---------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-----|-----|----|--|
|  |                                 | Direção do Assento         |     | Frontal | Traseira | Frontal                   |     | Frontal                             |     |     |     |    |  |
| Diretrizes   | Dimensões recomendadas (cm)     | P                          | E   | P       | E        | P                         | E   | P                                   | E   | P   | E   |    |  |
| A - Altura livre   | 180                             | 170                        |     | 159     |          |                           |     | 175                                 |     | 163 |     |    |  |
| B - Assento na posição traseira                          | 70                              | 67                         | 57  | 52      | 47       | 57                        | 52  | 70                                  | 57  | 67  | 53  |    |  |
| C - Espaço para as pernas e pés, medido na ponta dos pés | 115                             | 89                         | 99  | 95      | 100      | 85                        | 90  | 89                                  | 102 | 86  | 106 |    |  |
| D - Assento na posição frontal em meia altura            | 70                              | 96                         | 106 | 78      | 83       | 78                        | 83  | 104                                 | 117 | 87  | 107 |    |  |
| E - Assento na posição frontal na altura da cabeça       | 50                              | 102                        | 112 | 118     | 123      | 96                        | 101 | 113                                 | 132 | 83  | 97  |    |  |
| F - Largura da cabine à altura do apoio de braços        | 100 <sup>1</sup>                | 91                         |     | 150     |          |                           |     | 164                                 |     | 93  |     | 95 |  |

<sup>1</sup> São necessários 65 cm para o *skidder*, o qual possui sistema de rotação do assento; FB: *feller-buncher*; SK: *skidder*; PF: processador florestal; CF: carregador florestal; P: Próximo ao painel da máquina; E: Extremo em relação ao painel da máquina.

Com relação à altura livre da cabine, o Instituto Sueco *Skogforsk* (1999) recomenda uma dimensão mínima de 180 cm, medida necessária para que os operadores evitem choques da cabeça com o teto das máquinas durante o acesso ao posto de trabalho. No decorrer da execução das atividades, podem ocorrer solavancos, projetando o corpo e a cabeça dos operadores em direção ao teto das cabines, especialmente para o *skidder*, que realizava a atividade de extração da madeira com trânsito constante em terrenos irregulares e com a presença de obstáculos. Assim, também se faz importante a utilização do cinto de segurança, evitando que tal situação aconteça, mantendo a integridade dos operadores.

A altura livre do processador florestal e *feller-buncher* foram de 175 e 170 cm, respectivamente, cujos valores estavam próximos aos valores recomendados pelo Instituto Sueco, enquanto que o carregador florestal e *skidder*, com 163 e 159 cm, respectivamente, foram as máquinas com as dimensões mais inadequadas para esta diretriz. Esta situação pode

forçar a curvatura da coluna e do pescoço dos operadores durante o acesso à cabine ou enquanto o mesmo se encontra em pé no interior da máquina.

Portanto, nota-se que todas as medidas obtidas estavam inferiores às recomendadas, situação também encontrada por Silva et al. (2003) que analisaram um *feller-buncher* e por Brito (2007) avaliando três *feller-bunchers* de diferentes marcas e modelos.

Quanto ao assento na posição traseira, todos possuíam sistema de inclinação para frente e para trás, onde *Skogforsk* (1999) preconiza a necessidade de valores superiores a 70 cm. Considerando este limite, apenas o processador florestal na posição do assento próximo ao painel apresentou conformidade (70 cm). Também para a posição próxima, os assentos do carregador florestal e *feller-buncher* (67 cm) aproximaram-se do limite estabelecido, enquanto para o *skidder*, todos os valores estavam muito abaixo daqueles sugeridos pelo Instituto, bem como os valores para a posição extrema para as demais máquinas florestais.

Estes valores encontrados inferiores aos propostos por *Skogforsk* (1999) poderão impedir a correta reclinção do assento, ainda mais quando na parte interior traseira da cabine se encontram depositados os pertences pessoais ou outros acessórios. Desta forma, pode-se ocorrer a adoção de posturas fixas e conseqüentemente cansativas, dificultando o relaxamento do corpo e com o tempo prejudicar a saúde dos operadores.

O espaço existente no posto de trabalho para acomodação dos membros inferiores (pés e pernas) é importante para que os operadores possam manter uma postura adequada e desempenhar o trabalho com maior conforto e segurança, permitindo a contração e relaxamento dos músculos. O Instituto Sueco sugere que o espaço mínimo seja de 115 cm, porém, foi verificado que espaço estava inadequado em todas as máquinas florestais, sendo que a única medida encontrada aproximada referiu-se ao assento na posição extrema, ou seja, mais longe do painel frontal do carregador florestal, com 106 cm.

Brito (2007) avaliando três modelos de *feller-bunchers* e Fernandes et al. (2011a) analisando um outro modelo *feller-buncher* também encontraram todas as medidas inferiores em relação ao espaço para as pernas e pés, porém, com a realização de um estudo antropométrico, permitiu apontar que as dimensões apresentadas nas máquinas florestais eram suficientes aos operadores.

O assento na posição frontal em meia altura é destinado à acomodação dos membros inferiores, determinando um espaço suficiente para os joelhos, evitando que os mesmos venham a colidir com o painel, alavancas ou outras superfícies existentes no interior dos postos de trabalho.

Portanto, o Instituto sugere a medida de 70 cm, sendo que todas as máquinas florestais apresentaram valores superiores ao menor valor recomendado, indicando, portanto, existir espaço adequado aos membros inferiores dos operadores. Brito (2007) e Fernandes et al. (2011a) estudando um *feller-buncher* encontraram apenas uma medida abaixo do recomendado em relação ao espaço para os joelhos, ambos sendo para a medida referente ao posicionamento próximo ao painel, com 68 cm. Além disso, os autores realizaram um estudo antropométrico dos operadores, constatando uma inadequação do espaço para os joelhos, sendo que a medida mínima recomendada por estes estudos deveria ser igual ou superior a 88 cm.

Para o assento na posição frontal na altura da cabeça, a diretriz requer dimensões superiores a 50 cm, evitando que ocorram impactos entre a cabeça dos operadores com as paredes ou janelas das máquinas. Todas as máquinas estudadas apresentaram medidas superiores àquelas recomendadas por *Skogforsk* (1999), indicando espaço seguro para a cabeça em caso de solavancos ocasionados durante a operação, principalmente em relação ao *skidder* que trafegava muitas vezes em terrenos irregulares e com obstáculos.

Por fim, a largura das cabines em relação à altura de apoio dos braços é essencial para acomodar o assento, o descanso para os braços e os controles. O instituto propõe uma dimensão de 100 cm para o *feller-buncher*, processador e carregador florestal, sendo obtidos nas máquinas estudadas os valores de 91, 93 e 95 cm, respectivamente, estando com medidas próximas ao limite, porém ainda inferiores. Estas situações podem provocar o choque dos operadores contra objetos ou paredes laterais quando estas máquinas recebem solavancos, com a possibilidade de ocasionar lesões nos membros superiores.

A dimensão da largura da cabine encontrada para um dos *feller-bunchers* estudados por Brito (2007) foi de 68 cm, estando abaixo do limite proposto por *Skogforsk* (1999) (100 cm), assim como encontrado para o *feller-buncher* avaliado por Fernandes et al. (2011a) com 86 cm. Para os outros dois *feller-bunchers*, Brito (2007) encontrou dimensão de 97 cm para um, enquanto que para outro o valor ficou no limite proposto pelo Instituto Sueco (100 cm).

Com relação ao *skidder*, como o assento possuía função giratória, *Skogforsk* (1999) recomenda uma medida de 65 cm, sendo que nesta máquina as avaliações apontaram medidas superiores, com 150 cm para o assento na posição frontal e 164 cm na posição traseira, demonstrando haver espaço suficiente para o giro do assento.

A partir das medidas obtidas no interior das cabines, os postos de trabalho das máquinas foram classificados ergonomicamente conforme apresentado na Tabela 21.

**Tabela 21.** Classificação ergonômica das dimensões internas do posto de trabalho.

| Máquinas              | Classificação Final |
|-----------------------|---------------------|
| <i>Feller-buncher</i> | B                   |
| <i>Skidder</i>        | C                   |
| Processador Florestal | B                   |
| Carregador Florestal  | B                   |

O *feller-buncher*, processador e carregador florestal obtiveram classificação B, apresentando pequenos desvios em relação às dimensões internas da cabine, com destaque para a altura livre, o espaço para a cabeça, pernas e pés e a largura do apoio dos braços. Silva et al. (2003) classificou a cabine do *feller-buncher* como C, observando que o mesmo possuía espaço relativamente suficiente para que o operador pudesse adotar posturas confortáveis durante o trabalho.

O *skidder* foi enquadrado na classe C, apresentando desvios moderados, com notoriedade para a altura livre, espaço para pernas e pés e principalmente para o espaço referente à distância segura para a cabeça. Deste modo, nota-se que nenhuma das máquinas estudadas apresentaram todas as condições ideais preceituadas pelo Instituto Sueco, demonstrando a existência de menores espaços disponíveis aos operadores.

Assim, uma cabine restrita ou mal projetada poderá forçar o operador a trabalhar em uma postura fixa e altamente fatigante, principalmente em atividades cíclicas e com grande repetitividade (SKOGFORSK, 1999). Assim, Fernandes et al. (2010) afirmaram que qualquer operador, independentemente do seu biótipo possa assumir diferentes posições confortáveis no trabalho, visando a manutenção de sua saúde, segurança e satisfação.

Além disso, Silva et al. (2003) afirmam que as máquinas florestais são importadas e dimensionadas aos operadores estrangeiros, que possuem compleição física avantajada em relação aos brasileiros. Portanto, por mais que as dimensões internas do posto de trabalho apresentaram alguns valores inferiores à *Skogforsk* (1999), estas podem estar adequadas quanto as necessidades dos brasileiros, necessitando assim, a verificação através de uma análise antropométrica dos operadores florestais locais.

## 5.2. Análise postural

Para a análise das posturas no posto de trabalho das máquinas de colheita da madeira foram analisados 20 ciclos de trabalho para o *feller-buncher*, *skidder*, processador e carregador florestal, com duração média de 21, 210, 36 e 47 segundos, respectivamente. Foram encontradas ao todo 7 posturas típicas adotadas pelos operadores na execução das operações, sendo 1, 2, 2, 2 posturas nas atividades de corte, extração, processamento e carregamento, respectivamente.

Na tabela 22 são encontradas as percentagens de tempo, as posturas típicas e o resultado das análises pelo método RULA e REBA na atividade de corte com o *feller-buncher*.

**Tabela 22.** Análise postural do operador do *feller-buncher*.

| TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA<br>NA POSTURA TÍPICA (%) | MÉTODO RULA                   |  | MÉTODO REBA                                   |   |
|---|-------------------------------|--|---|---|
|   | Resultado                     | Diagnóstico  | Resultado                                     | Diagnóstico                             |
| 100<br>BC<br>DE                                     | Pontuação: 3<br>Nível Ação: 2 | Necessárias mais investigações e possíveis necessidades de mudanças no trabalho. | Pontuação: 3<br>Nível Ação: 1<br>Risco: baixo | Pode haver necessidade de providências. |



BC: busca e corte; DE: deslocamento e empilhamento.

Como pode ser visto, as fases do ciclo de busca/corte e deslocamento/empilhamento apresentaram a mesma postura típica para o operador do *feller-buncher*, com a permanência nesta mesma postura em 100% do tempo efetivo de trabalho.

Embora os membros do corpo não apresentassem angulações desfavoráveis, dois pontos críticos apontados foram observados, quanto à repetitividade e a rotação dos punhos desviada da linha neutra. Tal fato pode ser explicado em função dos operadores realizarem muitos movimentos repetitivos com as mãos durante o decorrer da atividade de corte. Assim, em função da utilização excessiva do sistema musculoesquelético e da falta de tempo para recuperação dos membros superiores, poderá ocorrer a fadiga e dor, contribuindo para o surgimento de LER/DORT dos operadores no futuro.

Outro ponto crítico se refere à adoção da postura sentada e estática por um longo período de tempo, que conforme citado por Brito (2007), esta situação causa sensações desagradáveis como dores musculares localizadas e, portanto, recomendado a alternância de posturas durante o trabalho.

Para a postura típica adotada pelo operador, o método RULA indicou a necessidade de maiores investigações, com possível necessidade de mudanças no trabalho, bem como pelo método REBA, que apontou baixo risco à saúde do operador e a possibilidade da adoção de medidas ergonômicas, como a realização de pausas de recuperação intercaladas com ginástica laboral ao longo da jornada de trabalho.

Na Tabela 23 são encontrados os resultados para a análise das posturas típicas na atividade de extração com o *skidder*.

**Tabela 23.** Análise postural do operador do *skidder*.

| TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA<br>NA POSTURA TÍPICA (%) | MÉTODO RULA   |                               | MÉTODO REBA  |   |   |
|---|---|-------------------------------|--|---|---|
|   | Resultado   | Diagnóstico                   | Resultado  | Diagnóstico                                   |   |
| <b>56</b><br><b>VV</b><br><b>MC</b><br><b>MD</b>    |  | Pontuação: 4<br>Nível Ação: 2 | Necessárias mais investigações e possíveis necessidades de mudanças no trabalho. | Pontuação: 6<br>Nível Ação: 2<br>Risco: médio | Há a necessidade de providências.       |
| <b>44</b><br><b>VC</b>                              |  | Pontuação: 3<br>Nível ação: 2 | Necessárias mais investigações e possíveis necessidades de mudanças no trabalho. | Pontuação: 3<br>Nível Ação: 1<br>Risco: baixo | Pode haver necessidade de providências. |

VV: viagem vazio; MC: manobra para carregamento; VC: viagem carregado; MD: manobra para descarregamento.

Na operação do *skidder* foram identificadas duas posturas típicas adotadas pelos operadores, sendo que a primeira ocorreu durante as atividades parciais de viagem vazio (VV), manobra para carregamento (MC) e manobra para descarregamento (MD), com a presença inclinação do tronco, o que não ocorreu na segunda postura típica adotada durante a atividade parcial de viagem carregado (VC).

Desta forma, a análise da postura VC indicou como características desfavoráveis a rotação do pescoço e dos punhos, as posturas estáticas mantidas por longo tempo e os movimentos repetitivos realizados pelo operador, que permaneceu 44% do tempo efetivo nesta situação considerada inadequada.

As posturas nas atividades de VV, MC e MD apresentaram as mesmas características desfavoráveis relatadas anteriormente, porém com o operador realizando ainda a inclinação do tronco entre 20 e 60 graus para frente quando operando a máquina voltado para a parte da traseira, com visão voltada para as garras de acúmulo da madeira. Tal situação ocorreu devido ao deslocamento no sentido do declive do terreno, que em conjunto com a presença de obstáculos e a maior velocidade de deslocamento desta máquina provocaram a projeção do tronco para a frente, acarretando tal inclinação. O operador permaneceu nesta postura por 56% do tempo efetivo de trabalho, podendo ser considerado um tempo elevado e acarretar em danos à saúde.

Na postura adotada durante a atividade de VC, a inclinação do tronco não ocorreu devido ao deslocamento no sentido do aclave do terreno, onde nestas situações o operador estava sentado com o assento na posição frontal, com total visão para lâmina da máquina, proporcionando então uma melhor postura com o tronco totalmente apoiado no encosto do assento da máquina.

Além disso, foi observada a rotação do pescoço em todas as posturas adotadas pelo operador, ocasionada pela disposição do assento com giro de 100 graus, onde o operador permanecia sempre na posição diagonal em relação ao deslocamento da máquina, levando, portanto, à torção deste membro durante a execução do trabalho.

Dul e Weerdmeester (2012) relatam que as posturas prolongadas na mesma posição podem prejudicar os músculos e as articulações, causando tensões localizadas no corpo. Na posição sentada, quando o tronco e a cabeça se mantêm inclinados, o pescoço e as costas normalmente ficam submetidos às tensões que podem causar dores, bem como comprometer o dorso devido à necessidade de girar o corpo.

Assim, o método RULA indicou o mesmo nível de ação para todas as posturas típicas adotadas pelo operador, porém havendo a necessidade de maiores investigações e possível necessidade de mudanças nestas posturas.

Com relação ao método REBA, a postura típica adotada pelo operador na atividade parcial de VC apresentou baixo risco biomecânico à saúde, necessitando de providências para a correção desta postura. Já a postura adotada nas etapas de VV, MC e MD apresentou risco biomecânico médio à saúde do operador, necessitando, portanto, da adoção de medidas ergonômicas, tais como o estabelecimento de pausas de recuperação e ginásticas laborais, a oferta de treinamento e conscientização dos operadores na busca pela adoção de uma postura correta e a redução da velocidade de deslocamento em terrenos com maior declividade.

Para o resultado referente à análise postural na operação do processamento foram identificadas duas posturas típicas adotadas pelo operador (Tabela 24), assim como no carregamento da madeira (Tabela 25).

**Tabela 24.** Análise postural do operador do processador florestal.

|                                       | TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA<br>NA POSTURA TÍPICA (%)                                 | MÉTODO RULA                   |  | MÉTODO REBA                                   |                                   |
|---------------------------------------|---|-------------------------------|--|---|-----------------------------------|
|                                       |   | Resultado                     | Diagnóstico  | Resultado                                     | Diagnóstico                       |
| <b>79</b><br><b>BU1</b><br><b>PR1</b> |  | Pontuação: 3<br>Nível Ação: 2 | Necessárias mais investigações e possíveis necessidades de mudanças no trabalho. | Pontuação: 4<br>Nível Ação: 2<br>Risco: médio | Há a necessidade de providências. |
| <b>21</b><br><b>BU2</b><br><b>PR2</b> |  | Pontuação: 5<br>Nível Ação: 3 | Necessárias investigações e mudanças rapidamente no trabalho.                    | Pontuação: 6<br>Nível Ação: 2<br>Risco: médio | Há a necessidade de providências. |

BU: busca; PR: processamento.

**Tabela 25.** Análise postural do operador do carregador florestal.

| TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA<br>NA POSTURA TÍPICA (%)   | MÉTODO RULA                   |   | MÉTODO REBA                                   |   |
|---|-------------------------------|---|---|---|
|   | Resultado                     | Diagnóstico   | Resultado                                     | Diagnóstico                             |
| <b>70</b><br><b>CG1</b><br><b>DG1</b>  | Pontuação: 3<br>Nível Ação: 2 | Necessárias mais<br>investigações e<br>possíveis<br>necessidades de<br>mudanças no<br>trabalho. | Pontuação: 4<br>Nível Ação: 2<br>Risco: médio | Há a<br>necessidade de<br>providências. |
| <b>30</b><br><b>CG2</b><br><b>DG2</b>  | Pontuação: 5<br>Nível Ação: 3 | Necessárias<br>investigações e<br>mudanças<br>rapidamente no<br>trabalho.                       | Pontuação: 6<br>Nível Ação: 2<br>Risco: médio | Há a<br>necessidade de<br>providências. |

CG: carregamento da garra; DG: descarregamento da garra.

Como pode ser visto, as posturas nas atividades de BU1, PR1 (processador florestal) e CG1, DG1 (carregador florestal) foram semelhantes entre si, apresentando características desfavoráveis quanto à rotação dos punhos, com o operador adotando a mesma postura por longo período de tempo e realizando movimentos repetitivos. Assim, o operador do processador florestal permaneceu 79% do tempo nesta postura, enquanto do carregador florestal manteve-se nesta mesma postura por 70% do tempo efetivo.

As posturas nas atividades de BU2, PR2 (processador florestal) e CG2, DG2 (carregador florestal) também apresentaram igualdade, com os resultados mostrando problemas em relação à inclinação do tronco para frente entre 20 a 60 graus e inclinação do pescoço para frente entre 10 a 20 graus, com agravo da inclinação lateral para tais membros. O operador do processador florestal permaneceu 21% do tempo efetivo nesta postura, enquanto que o operador do carregador florestal manteve-se nesta mesma situação por 30% do tempo.

Tal postura inadequada adotada pelos operadores ocorreu devido à obstrução do campo de visão proporcionado pelo posicionamento do braço e grua da máquina e pela coluna que sustenta a máquina, situada entre as janelas, além do próprio procedimento incorreto adotado pelos operadores, que não executavam o giro completo da cabine no momento da busca e processamento da madeira e do carregamento e descarregamento da garra. Com isso, estes operadores curvavam-se para frente e inclinavam-se lateralmente momentaneamente para a melhor visualização do campo de trabalho.

Gerasimov e Sokolov (2014) relataram que os operadores de máquinas florestais podem ser afetados por injúrias no pescoço, braços e coluna cervical, sendo que as principais causas estão relacionadas com os excessivos períodos de tempo na posição sentada e estática, bem como a adoção de posturas ergonomicamente impróprias.

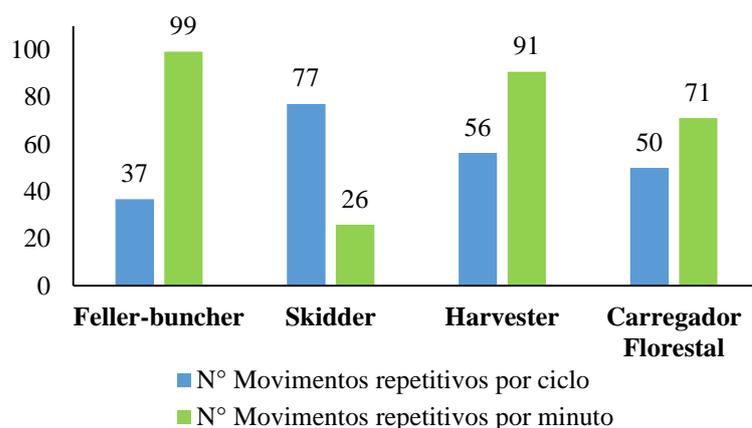
Portanto, o método RULA apontou a necessidade de maiores investigações na forma de execução do trabalho e mudanças nas posturas adotadas BU1, PR1 (processador florestal) e CG1, DG1 (carregador florestal) a médio e longo prazo, enquanto para as posturas típicas BU2, PR2 (processador florestal) e CG2, DG2 (carregador florestal) são necessárias investigações e mudanças imediatas na forma de execução do trabalho, explicado principalmente pela inclinação frontal e lateral do tronco e do pescoço por parte dos operadores.

No método REBA, todas as posturas típicas foram classificadas com o mesmo nível de ação, com médio risco à saúde dos operadores florestais e a necessidade de providências a médio e longo prazo, como a introdução de pausas e ginástica laboral, treinamento e conscientização dos operadores quanto à adoção de posturas corretas.

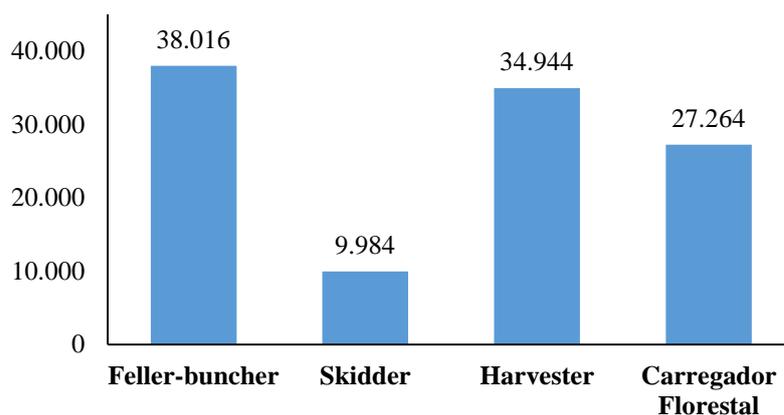
### 5.3. Análise de movimentos repetitivos das mãos

A análise dos movimentos repetitivos das mãos dos operadores durante a execução das operações de colheita da madeira nos postos de trabalho foi obtida a partir de 10 ciclos operacionais de trabalho no *feller-buncher*, *skidder*, processador e carregador florestal, com duração média de 22, 179, 37 e 42 segundos, respectivamente.

Os resultados referentes à contagem dos movimentos repetitivos por ciclo operacional e minuto realizados pelos operadores estão apresentados na Figura 10, sendo extrapolado para a jornada completa de trabalho considerando uma eficiência média de 80% (6 h e 24 min), conforme apresentado na Figura 11.



**Figura 10.** Número de movimentos repetitivos por ciclo e minuto realizados pelos operadores.



**Figura 11.** Número de movimentos repetitivos realizados pelos operadores durante a jornada efetiva de trabalho.

Como pode ser visto, os operadores na execução das atividades nos postos de trabalho das máquinas foram submetidos a uma elevada carga de movimentos repetitivos das mãos durante a jornada de trabalho. A maior repetitividade durante a jornada de trabalho ocorreu nas operações com o *feller-buncher* (38.016), processador (34.944) e carregador florestal (27.264), respectivamente. Tal resultado pode ser explicado pelos ciclos de trabalho serem curtos, onde há uma maior utilização dos *joysticks* pelos operadores, bem como pelas características das operações, que exigem a realização de muitos movimentos para execução do trabalho.

No *skidder* (9.984), os tempos dos ciclos de trabalho foram maiores e exigiram menos movimentos, sendo também uma característica da operação, onde a maior parte do tempo do ciclo operacional é ocupada com os deslocamentos vazio e carregado e menor acionamento dos *joysticks*.

A partir da escala proposta por Latko et al. (1997), os movimentos repetitivos realizados pelas mãos dos operadores do *feller-buncher*, processador e carregador florestal foram classificadas com escore 8, com movimentos rápidos e constantes ou esforços contínuos, com pausas não frequentes, comprovando, portanto, a existência de elevada repetitividade na execução do trabalho. No *skidder*, a classificação apontou um escore 6, com movimentos ou esforços constantes e pausas não frequentes, indicando uma média repetitividade de movimentos realizados pelos operadores durante a execução da operação.

Em relação ao método de Silverstein (1985, *apud* COUTO, 2000), a repetitividade ocorre quando há realização de movimentos superior entre duas e quatro vezes por minuto ou ciclos com duração inferior a 30 segundos. Com isso, constatou-se que o *feller-buncher* apresentou um tempo médio do ciclo com duração inferior a 30 s, enquanto os operadores nas operações com *skidder*, processador e carregador florestal executaram acima de quatro

movimentos repetitivos por minuto, observando, portanto, que todas as atividades realizadas com as máquinas de colheita da madeira apresentaram a ocorrência do fator repetitividade. Este método considera ainda como atividade altamente repetitiva quando um mesmo elemento de trabalho abrange mais que 50% do ciclo operacional, sendo também tal situação identificada para todas as atividades executadas nos postos de trabalho.

A partir do método de *Strain Index* (SI), foi possível analisar de forma semiquantitativa a identificação e checagem dos riscos de LER/DORT no posto de trabalho, com os resultados dos fatores de multiplicação expressos na Tabela 26.

**Tabela 26.** Resultados dos fatores de multiplicação pelo método *Strain Index*.

| Fator de Multiplicação | <i>Feller-buncher</i> | <i>Skidder</i> | Processador Florestal | Carregador Florestal |
|------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------------|
| Intensidade do esforço | 1,0                   | 1,0            | 1,0                   | 1,0                  |
| Duração do esforço     | 3,0                   | 2,0            | 3,0                   | 3,0                  |
| Frequência do esforço  | 3,0                   | 3,0            | 3,0                   | 3,0                  |
| Postura da mão e punho | 1,5                   | 1,5            | 1,5                   | 1,5                  |
| Ritmo de trabalho      | 1,5                   | 1,0            | 1,5                   | 1,5                  |
| Duração de trabalho    | 1,0                   | 1,0            | 1,0                   | 1,0                  |
| Resultado SI           | 20,3                  | 9,0            | 20,3                  | 20,3                 |
| Significado            | Alto risco            | Alto risco     | Alto risco            | Alto risco           |

Como pode ser observado, os maiores valores de SI foram encontrados na operação com o *feller-buncher*, processador e carregador florestal, com 20,3 pontos, estando muito acima da maior pontuação sugerida pelo método (7 pontos), apresentando então elevado risco dos operadores adquirirem LER/DORT. As condições mais críticas foram em relação aos fatores de duração e frequência do esforço, pois a duração do esforço foi acima de 80% do ciclo de trabalho, com a execução de mais que 20 esforços por minuto. Além disso, a postura da mão e punho não neutros e o ritmo rápido de trabalho contribuíram para alta pontuação encontrada.

Quanto ao valor de SI de 9,0 pontos para o *skidder*, tal ponto crítico se deve à frequência de realização de esforço superior a 20 por minuto. Os outros fatores que também elevaram a pontuação final foram referentes à duração do esforço entre 50 a 79% do ciclo de trabalho e à postura classificada como razoável e não neutra dos punhos e das mãos.

Outra razão importante a ser destacada é que com o passar do tempo, os operadores poderão criar “vícios operacionais”, realizando movimentos além dos necessários para a execução normal das operações. Como exemplo, o operador do carregador florestal realizava a arrumação da carga na garra em contato com o solo, denominado como “chuveirinho”, sendo, portanto, um dos fatores causadores da elevada frequência de execução de movimentos repetitivos na execução desta operação.

Esta alta execução de movimentos repetitivos poderá ocasionar desconforto nas mãos e antebraços, que foi notificado por meio de queixas de desconforto postural relatados pelos próprios operadores, com uma indicação para a mão esquerda pelos operadores do *skidder*, uma para ambas as mãos pelos operadores do carregador florestal e uma para ambos os antebraços pelos operadores do *feller-buncher*, todas sendo classificadas como de pequeno desconforto.

Couto et al. (2007) afirmam que os tendões são estruturas viscoelásticas e não totalmente elásticas, e quando os movimentos são executados, os tendões levam certo tempo até voltarem à condição de disponibilidade para uma nova contração muscular. Desta forma, a falta de pausas entre a execução contínua de movimentos repetitivos resultará na superutilização do sistema musculoesquelético, tornando significativo o risco de LER/DORT.

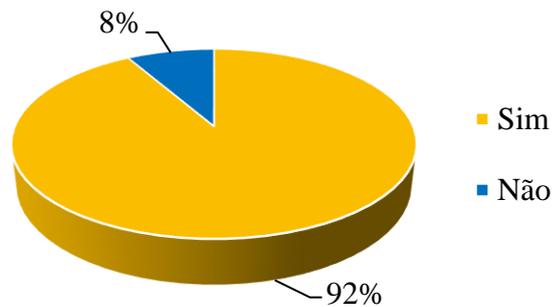
Diante disso, pode-se afirmar que os operadores das máquinas de colheita da madeira estudados estão expostos a movimentos repetitivos em seus postos de trabalho, devendo ressaltar a afirmação de Regis Filho et al. (2006), que dizem que os trabalhadores que executam atividades altamente repetitivas e forçadas com um mesmo padrão de movimento, apresentam 29 vezes mais riscos de desenvolver patologias nas mãos e punhos.

Silva (2011) estudando a ocorrência de LER/DORT em operadores do *harvester* e *forwarder*, concluiu que 62,9% dos operadores foram atingidos por uma elevada prevalência de sintomas osteomusculares, podendo o trabalho impactar de forma diferente em trabalhadores expostos às mesmas condições de trabalho, sendo explicado pelos fatores organizacionais ou do organismo humano. Além disso, o tempo de trabalho pode ser um indicativo do desgaste muscular, apontando que as tarefas executadas expuseram os operadores florestais a um risco considerável de adquirir LER/DORT.

Portanto, como as atividades da colheita da madeira são consideradas como cíclicas, torna-se importante que ocorra a minimização da pontuação SI, e conseqüentemente, haja a redução dos efeitos da repetitividade dos movimentos sobre o organismo humano. E como tais medidas ergonômicas para minimização de tais problemas, cita-se: adoção de pausas com a realização de ginástica laboral distribuídas durante a jornada de trabalho; realização de programa de capacitação, com treinamento de formação e reciclagens, mantendo os operadores conscientizados em relação à necessidade da adoção de uma postura adequada e realização apenas dos movimentos necessários à execução das atividades; e fornecer orientações sobre a temática LER/DORT por meio de palestras e cursos, contribuindo para a melhoria das condições de conforto, bem estar, segurança e saúde dos operadores florestais.

#### 5.4. Análise do desconforto postural

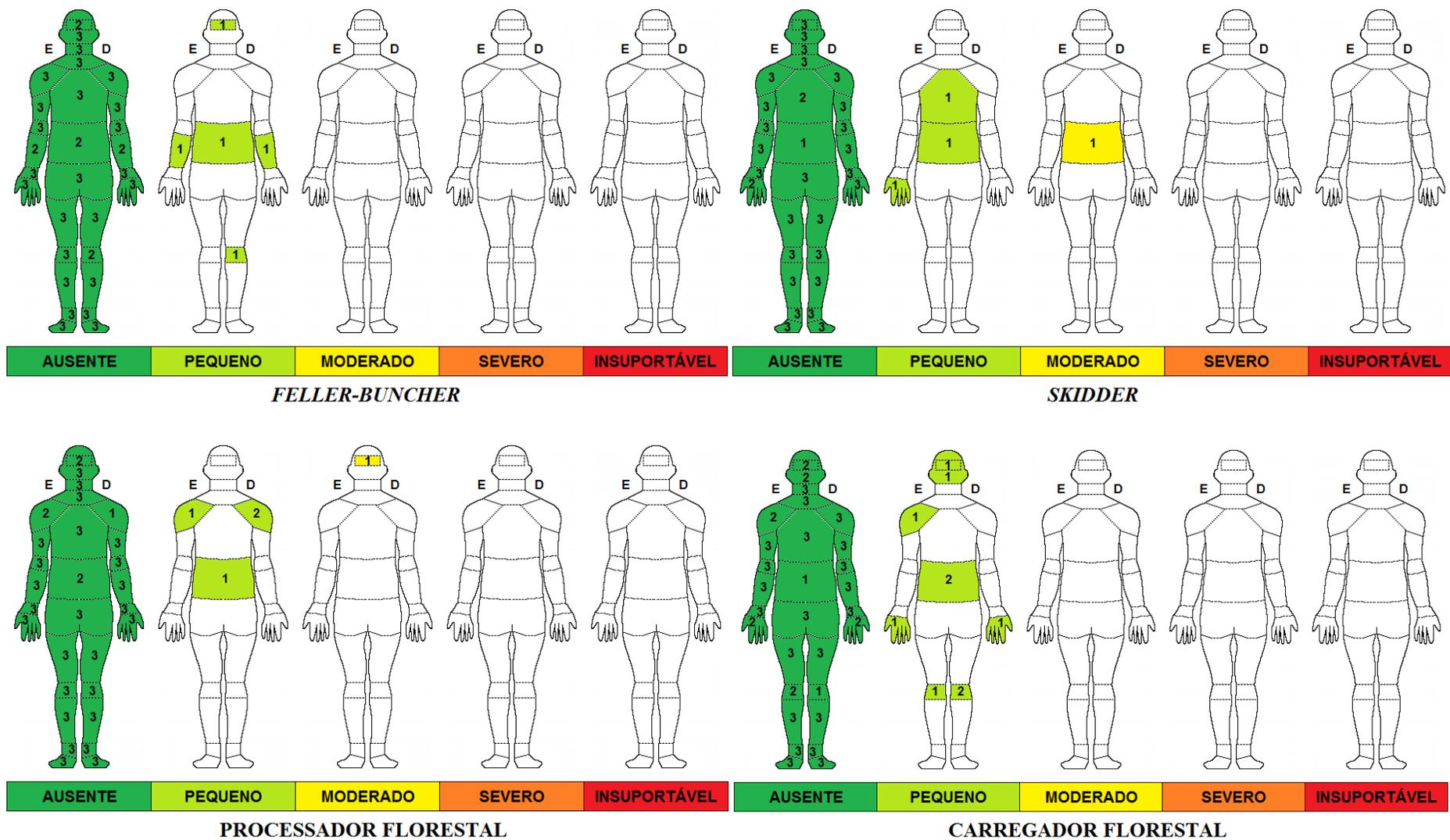
A percepção dos operadores em relação ao desconforto postural na execução do trabalho com as máquinas florestais é apresentada na Figura 12. A maioria dos operadores entrevistados (92%) alegou a ocorrência de algum desconforto ou dor durante a execução do trabalho.



**Figura 12.** Percepção percentual dos operadores das máquinas florestais em relação ao desconforto postural ou dor na execução do trabalho.

As indicações das partes do corpo com a presença de algum desconforto ou dor pelos operadores na execução do trabalho com as máquinas *feller-buncher*, *skidder*, processador e carregador florestal são apresentadas na Figura 13. Como pode ser visto nos mapas corporais de Corlett, nenhum dos operadores estudados relataram algum desconforto ou dor considerado como severo ou insuportável. Tal resultado demonstra que as atividades mecanizadas da colheita da madeira não são consideradas de alto risco ergonômico à saúde dos operadores florestais.

Entretanto, deve-se ressaltar que a execução do trabalho pelos operadores das máquinas por longos períodos de tempo na posição sentada pode ser fatigante, podendo acarretar na adoção de posturas inadequadas. Tal fato pode ser explicado pela indicação da região lombar classificada como de pequeno desconforto ou dor relatado por um operador do *feller-buncher* e do processador florestal. Em relação ao carregador florestal, houveram duas indicações de pequeno desconforto ou dor, enquanto que os operadores do *skidder* apontaram pequeno e moderado desconforto ou dor causado pela operação com estas máquinas florestais.



**Figura 13.** Escala progressiva de desconforto ou dor nas diferentes partes do corpo humano relatados pelos operadores das máquinas de colheita da madeira.

Além disso, houve uma indicação de desconforto na região do tórax relatado por um operador do *skidder*, duas para o ombro direito e uma para o ombro esquerdo relatados pelos operadores do processador florestal, e um no ombro esquerdo pelos operadores do *skidder*, sendo todas classificadas com de pequeno desconforto ou dor. Tais desconfortos nos ombros, tórax e região lombar podem ser justificados pela adoção das posturas inadequadas por estes operadores realizadas por longos períodos de tempo, bem como pelo fato das operações de colheita da madeira serem frequentemente realizadas em terrenos de topografia desfavorável, forçando constantemente a inclinação do tronco na execução do trabalho.

Como o *skidder* realizava a extração da madeira deslocando-se sobre áreas declivosas e com a presença de tocos e resíduos da colheita durante toda a jornada de trabalho, ocorriam com frequência solavancos ao operador, podendo tal situação, prejudicar a saúde e o conforto no futuro. Esta situação poderá, conforme relatado por Picoloto e Silveira (2008), quando o trabalhador adota uma postura sentada por longo período de tempo, afetar a coluna lombar devido à maior pressão nos discos intervertebrais, resultando, portanto, em dores frequentes nesta região do corpo humano.

Quanto aos joelhos, houve uma sinalização de desconforto ou dor relatado pelos operadores do *feller-buncher*, além de duas indicações no joelho direito e uma no esquerdo citados pelos operadores do carregador florestal. É importante ressaltar que, todas as cabines das máquinas apresentaram espaços suficientes e acima do recomendável para o posicionamento dos joelhos. Portanto, tais relatos de desconforto ou dor citados pelos operadores podem ter relação com os constantes acionamentos dos pedais de comandos das máquinas.

Para os antebraços, ocorreram dois relatos de desconforto, sendo citado o antebraço direito e o esquerdo com baixo desconforto pelos operadores do *feller-buncher*. Quanto às mãos, houve uma indicação na mão esquerda citado pelo operador do *skidder* e uma em cada mão pelos operadores do carregador florestal, todos classificados como sendo de pequeno desconforto ou dor. Estas queixas foram evidenciadas pela execução do número elevado de movimentos repetitivos aos quais os operadores destas máquinas normalmente estão submetidos, podendo ocasionar no futuro o surgimento de LER/DORT.

O desconforto na região dos olhos foi citado pelos operadores do *feller-buncher* e carregador florestal, porém classificado como de baixa intensidade, enquanto que para os operadores do processador florestal, houve um relato para o desconforto como moderado. É importante mencionar que, tal queixa, segundo os operadores, ocorreu no período noturno, justificado pela dificuldade de adaptação nesta condição de trabalho. Tal fato é confirmado por

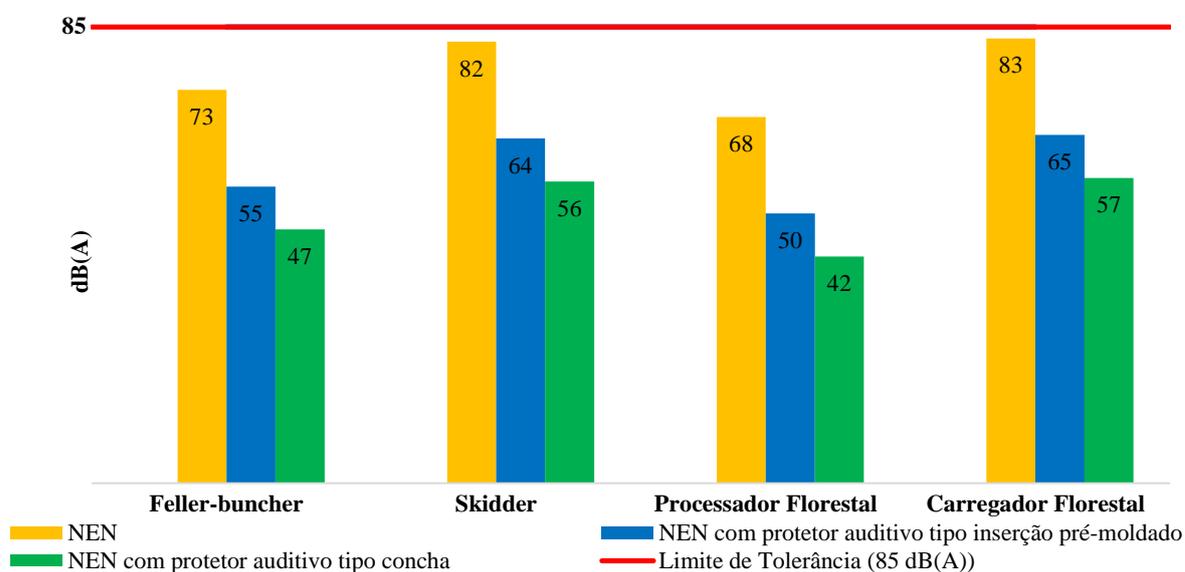
Silva et al. (2013), que relataram em seu estudo que, a maioria dos operadores florestais afirmaram que o pior turno é o da noite, pois esta condição de trabalho ocasiona sonolência, exigindo maior atenção e esforço visual, podendo gerar alterações no organismo humano como LER/DORT.

Além disso, outro agravante para os operadores que executam trabalhos noturnos é que o sono diurno é muitas vezes de curta duração e interrompido, gerando distúrbios psicológicos e fisiológicos, resultando, portanto, em alterações no organismo humano como: distúrbio do sono, hipertensão arterial, doenças nervosas, etc. (MORENO et al., 2003).

Por fim, quanto à cabeça, houve uma indicação com pequeno desconforto ou dor pelos operadores do carregador florestal, que pode acontecer devido às inúmeras condições de trabalho, bem como às características do organismo de cada indivíduo, ocasionando as dores de cabeça ou cefaleia.

### 5.5. Análise da exposição ocupacional ao ruído

Os resultados obtidos em relação aos Níveis de Exposição Normalizado (NEN) ao ruído ocupacional em cada posto de trabalho estão ilustrados na Figura 14.



**Figura 14.** Níveis médios de ruído obtidos no interior dos postos de trabalho das máquinas de colheita da madeira.

É importante destacar que o limite de exposição de 85 dB (A) (BRASIL, 1978a) não foi excedido em nenhum dos postos de trabalho estudados, podendo as operações serem realizadas normalmente sem a necessidade de redução do tempo de trabalho.

O menor nível de ruído encontrado foi no processador florestal, com 68 dB (A), resultado inferior aos obtido por Minette et al. (2007b) na atividade de traçamento da madeira com uma garra traçadora com 74,9 dB (A) e em dois traçadores mecânicos com níveis de ruído de 90 e 88 dB (A).

No *feller-buncher*, o nível de ruído obtido foi de 73 dB (A), estando também abaixo do limite estabelecido pela legislação, e cujo resultado foi inferior aos encontrados por Fernandes et al. (2011b), que obtiveram em três modelos de *feller-buncher* níveis de ruído de 76, 77 e 78 dB (A). Já Minette et al. (2007b) encontraram valores superiores em três *feller-bunchers*, com os níveis de ruído de 89, 84,2 e acima de 85 dB (A).

Com relação ao *skidder*, o nível de ruído encontrado foi de 82 dB (A), estando próximo ao limite mínimo estabelecido pela legislação. Tal nível elevado de ruído ocorreu devido ao procedimento operacional, pois esta máquina deslocava-se para a execução das viagens vazias e carregado em terrenos ondulados e com a presença de irregularidades (tocos, galhos e pedras), podendo contribuir para o aumento da vibração da máquina, e provocando, portanto, em maior atrito entre peças e componentes. O valor encontrado neste estudo foi semelhante aos obtidos por Minette et al. (2007b), com os níveis de ruído de 83, 78,9 e outro acima de 85 dB (A).

No carregador florestal, o nível de ruído foi de 83 dB (A), sendo este também elevado e justificado pelos operadores que afirmaram que a máquina apresentou problemas quanto ao sistema de amortecimento, provocando constante vibração da cabine e possível aumento do nível de ruído. Além disso, durante a execução do carregamento do veículo de transporte, este permanecia estacionado com o motor ligado próximo ao carregador florestal, contribuindo para o efeito de reverberação do ruído entre a máquina e o veículo.

Além disso, logo após o término da operação de carregamento, tanto o veículo de transporte quanto o carregador florestal permaneciam ligados, enquanto o motorista deslocava-se até o operador para a assinatura das fichas de controle, abrindo neste momento a janela ou a porta da cabine e expondo ainda mais o operador ao ruído. O valor obtido de 83 dB (A) ficou próximo, porém inferior ao encontrado por Minette et al. (2007b), com nível de 86 dB (A).

Um fator importante a ser considerado quanto aos altos níveis de ruído encontrados refere-se aos rádios de música e de comunicação, pois por meio da atenuação fornecida pelo protetor auricular, o operador pode elevar o volume destes aparelhos e juntamente com o ruído provindo da operação contribuir para aumento destes níveis.

Entretanto, todos os níveis de ruído obtidos na pesquisa foram inferiores quando comparados aos estudos em anos anteriores, demonstrando que a tecnologia investida no isolamento acústico das cabines proporcionou melhores condições de trabalho aos operadores

florestais. Contudo, os níveis de ruído obtidos de 82 e 83 dB (A) para o *skidder* e o carregador florestal, respectivamente, estão próximos ao limite máximo de exposição de 85 dB (A) para oito horas de trabalho, sendo o nível de ação de 80 dB (A) excedido (BRASIL, 1978b), demonstrando haver a necessidade de introdução de ações ou medidas visando a redução destes níveis de ruído, o que já ocorre com a adoção de protetores auditivos.

Iida e Guimarães (2016) afirmam que o uso de protetores auditivos deve ser considerado como último recurso de defesa do trabalhador, devendo estes receberem instruções sobre a necessidade de utilização. Para Batista et al. (2014), a utilização deste EPI algumas vezes é pouco aceita pelos trabalhadores por questões climáticas ou antropométricas ocasionada pela dificuldade de uso, porém essencial para manter a integridade auditiva.

Como a empresa fornecia os EPI's aos operadores, o ruído que chegava aos ouvidos era atenuado, portanto, foi subtraído o nível de redução de ruído (NRRsf) conforme fornecido pelos fabricantes. Apenas dois operadores utilizavam o protetor auditivo tipo inserção pré-moldado, sendo um operador do *feller-buncher* e outro do processador florestal, com o NEN de 73 e 68 dB (A), respectivamente. Portanto, com a subtração do NRRsf de 18 dB (A), os dois níveis de ruído passaram a ser de 55 e 50 dB (A) para ambos os operadores.

Para os demais operadores (10) que utilizavam o protetor auditivo tipo concha, foi subtraído o NRRsf de 26 dB (A). Assim, os níveis de ruído obtidos para o *feller-buncher*, *skidder*, processador e carregador florestal foram de 73, 82, 68 e 83 dB (A), respectivamente, chegando nos ouvidos dos operadores um ruído da ordem de 47, 56, 42 e 57 dB (A).

É importante ressaltar que uma atenuação excessiva do ruído propiciada pelos protetores auditivos deve ser evitada, podendo apresentar risco de limitar a audição do operador, impedindo-o de identificar sinais sonoros importantes para sua segurança, como alarmes que podem prevenir problemas mecânicos durante as operações florestais e a comunicação com supervisores, evitando assim a ocorrência de acidentes. Desta forma, a norma europeia NP EN 458 (2006) indica que níveis de ruído que chegam à orelha protegida abaixo de 70 dB são considerados muito baixos, evidenciando assim a superproteção.

Assim, os níveis de ruído que chegam aos ouvidos dos operadores do *feller-buncher*, *skidder*, processador e carregador florestal após a atenuação foram de 47, 56, 42 e 57 dB (A), respectivamente, muito abaixo dos 70 dB indicados pela norma europeia, mostrando haver uma atenuação excessiva. Deste modo, aconselha-se apenas o uso do protetor auditivo tipo inserção pré-moldado ou ainda a opção por protetores auditivos com menor poder de atenuação. Também é relevante a realização de dosimetrias periódicas com a finalidade de verificar constantemente as condições quanto à exposição ao ruído.

Por fim, destaca-se que o isolamento acústico do posto de trabalho das máquinas florestais evoluiu nos últimos anos, porém, o ruído ainda faz parte do cotidiano dos operadores, tornando muitas vezes indispensável o uso de protetores auditivos, protegendo os operadores quanto à futuras complicações em relação à sua audição, mantendo o bem-estar, conforto, segurança e saúde.

## 6. CONCLUSÕES

A partir das análises e discussão dos resultados, as principais conclusões obtidas nesta pesquisa foram:

- O interior dos postos de trabalho nas máquinas de colheita da madeira necessita de ajustes em relação às dimensões internas da cabine, evitando a interferência na adoção das posturas dos operadores e no conforto na execução do trabalho;
- A maioria das posturas típicas adotadas pelos operadores apresentou algum risco à saúde, ocasionada pela inclinação inadequada do tronco e pescoço, a repetitividade de movimentos das mãos e punhos e a permanência por longos períodos de tempo na posição estática;
- A elevada carga de movimentos repetitivos realizados pelos operadores do *feller-buncher*, processador e carregador florestal poderá contribuir no futuro para o surgimento de LER/DORT;
- As regiões do corpo humano que apresentaram algum desconforto foram os olhos, mãos, ombros, joelhos e lombar, ocasionado pela execução do trabalho noturno, a repetitividade e as posturas inadequadas adotadas no trabalho;
- Nenhuma das regiões corpóreas foram apontadas pelos operadores com desconforto postural classificado como severo ou insuportável, demonstrando que a colheita da madeira mecanizada não oferece elevados riscos à saúde dos operadores;
- Os postos de trabalho do *skidder* e carregador florestal apresentaram níveis de ruído acima do limite de ação recomendado pela legislação, ocasionado pela execução das operações e pelos rádios de música e de comunicação, demonstrando a necessidade do uso de protetores auditivos pelos operadores durante a jornada de trabalho.

## 7. RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados e conclusões apresentados neste trabalho, algumas sugestões são recomendadas:

- Comparação das dimensões internas das cabines das máquinas de colheita da madeira com medidas antropométricas dos operadores, permitindo a realização de ajustes de acordo com os usuários;
- Avaliação das máquinas de colheita da madeira em relação ao acesso à cabine, assento, controles, visibilidade, iluminação, clima, gases, etc;
- Avaliação dos níveis de vibração das máquinas de colheita da madeira na execução do trabalho em diferentes condições operacionais, com vistas a verificar se os níveis estão de acordo com a normas nacionais e internacionais e a adoção de medidas de correção, se necessário;
- Introdução de pausas de recuperação e ginástica laboral aos operadores das máquinas distribuídas durante a jornada de trabalho, visando o relaxamento muscular e evitando a ocorrência de fadiga, melhorando suas condições de conforto, segurança e saúde;
- Realização de reciclagens periódicas dos operadores para a correção de erros ou vícios operacionais, contribuindo para a redução da execução de movimentos desnecessários pelas mãos, adoção de melhores posturas, e conseqüentemente, obtenção de maior conforto, segurança, saúde e produtividade na execução do trabalho;
- Melhoria dos projetos das cabines das máquinas florestais por parte dos fabricantes em relação ao isolamento acústico, eliminando por completo a necessidade do uso de protetores auditivos por parte dos operadores durante a execução das operações florestais.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3M. EPI – Equipamentos de proteção individual. **3M Pomp plus cordão poliéster**. 2016. Disponível em: <[http://www.3m.com.br/3M/pt\\_BR/3m-do-brasil/](http://www.3m.com.br/3M/pt_BR/3m-do-brasil/)>. Acesso em: 17 mai. 2016.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2013.

ALVES, J. U.; SOUZA A. P.; MINETTE L. J.; GOMES J. M. **Avaliação ergonômica das atividades de propagação vegetativa de *Eucalyptus* spp. em viveiros**. 2001. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001.

BARNES, R. M. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. p. 635.

BATISTA, J. V.; SAMPAIO, O. B.; SILVA, F. F. A influência de fatores climáticos e ambientais sobre a saúde de trabalhadores florestais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 7, n. 2, p. 359-390, 2014.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n° 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília: **Diário Oficial da União**, 13 jun. 2013b. Seção I, p. 59.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Dor relacionada ao trabalho: lesões por esforços repetitivos (LER): distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (Dort) / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012. 68 p

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 15 – Atividades e operações insalubres – Anexo n° 1. Portaria GM n. 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras - NR - do capítulo V, título II, da consolidação das leis do trabalho, relativas a segurança e medicina do trabalho. Brasília: **Diário Oficial da União**, 06 jul. 1978a. N° 127, Seção I - Parte I, p. 10.423.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 9 – Programa de prevenção de riscos ambientais. Portaria GM n. 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras - NR - do capítulo V, título II, da consolidação das leis do trabalho, relativas a segurança e medicina do trabalho. Brasília: **Diário Oficial da União**, 06 jul. 1978b. N° 127, Seção I - Parte I, p. 10.423.

BRITO, A. B. **Avaliação e redesenho da cabine do “feller-buncher” com base em fatores ergonômicos**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2007.

BRITTO, P. C. **Análise de fatores ergonômicos em atividades de implantação florestal**. Irati, PR: UNICENTRO, 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati. 2012.

CORLETT, E. N. The evaluation of posture and its effects. In: WILSON, J. R.; CORLETT, E. N. **Evaluation of Human Work: a practical ergonomics methodology**. Taylor & Francis: Londres, p. 663-713, 1995.

CORLETT, E. N.; BISHOP, R. P. A technique for assessing postural discomfort. **Ergonomics**, v. 19, n. 2, p. 175-182, 1976.

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

COUTO, H. A.; NICOLETTI, S. J.; LECH, O. **Gerenciando a LER e os DORT nos tempos atuais**. Belo Horizonte: Ergo, 2007. 492p.

COUTO, H. A. **Novas perspectivas na Abordagem Preventiva das LER/DORT - Fenômeno LER/DORT no Brasil: natureza, determinantes e alternativas das organizações e dos demais atores sociais para lidar com a questão**. Belo Horizonte: UFMG/FACE, 2000, 480 p.

DOMINGO, J. R. T.; PANO, M. T. S.; ECAT, D. A. G.; SANCHEZ, N. A. D. G.; CUSTODIO, B. P. Risk assessment on filipino construction workers. **Procedia Manufacturing**, v. 2, p. 1854-1860, 2015.

DUL, J. WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. Trad. Itiro Iida. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2012. 163 p.

ESTIVALET, P. S. **Avaliação dos movimentos de punho e mão na atividade de cromagem de cilindros de uma empresa do vale do rio dos sinos – RS**. 2004. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004.

FAGUNDES, S. B. R.; GOMES, L. V. N.; MEDEIROS, L. M. S. Joystick: uma tendência nas máquinas florestais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. **Anais...** Niterói. 1998.

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

FERNANDES, J. C. **Acústica e ruídos**. Bauru: UNESP – Faculdade de Engenharia - Departamento de Engenharia Mecânica, 2002. 51 p. (Apostila).

FERNANDES, H. C.; BRITO, A. B.; MINETTE, L. J.; LEITE, D. M.; LEITE, E. S. Aplicação de índices ergonômicos na avaliação da cabine de um trator florestal “Feller-Buncher”, **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 273-281, 2011a.

FERNANDES, H. C.; BRITO, A. B.; MINETTE, L. J.; SANTOS, N. T.; RINALDI, P. C. N. Avaliação ergonômica da cabine de um trator florestal. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 307-314, 2010.

FERNANDES, H. C.; BRITO, A. B.; RINALDI, P. C. N.; GONÇALVES, W. S.; FURTADO JÚNIOR, M. R. Avaliação dos níveis de ruído emitidos por diferentes modelos de feller-bunchers. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 4, p. 298-303, 2011b.

FONTANA, G. **Avaliação ergonômica do projeto interno de cabines de forwarders e skidders**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.

FONTANA, G.; SEIXAS F. Avaliação ergonômica do posto de trabalho de modelos de "forwarder" e "skidder". **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n.1, p. 71-81, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Planificación de carreteras forestales y sistemas de aprovechamiento**, Roma, v. 2, p. 171, 1978.

GERASIMOV, Y.; SOKOLOV, A. Ergonomic characterization of harvesting work in Karelia. **Croatian Journal of Forest Engineering**, v. 30, n. 2, p. 159-170, 2009.

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

GOOGLE. **Programa Google Earth Pro**. Versão 7.1.2.2041. Acesso em: 14 abr. 2016.

HIGNETT, S.; McATAMNEY, L. Rapid entire body assessment (REBA). **Applied Ergonomics**, v. 31, n. 2, p. 201-205, Apr. 2000.

IBÁ. **Indústria Brasileira de Árvores**. Relatório IBÁ 2015, ano base 2014. Brasília: 2015. 80 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 abr 2016.

IEA, International Ergonomics Association. **Definition and Domains of Ergonomics**. Disponível em: <<http://www.iea.cc/whats/index.html>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e produção**, 2a. ed. Revisada e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 632 p.

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

INSHT – Instituto Nacional de Seguridad e Higiene em el Trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales espana. **NTP 270: evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos**. 1991. 8 p.

ITCG - Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Mapa de declividade**. 2008. Disponível em: <[http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos\\_DGEO/Mapas\\_ITCG/PDF/Mapa\\_Declividade\\_A3.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Declividade_A3.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2016.

KLEMBA, J.; CATAI, R. E.; AGNOLETTI, R. A.; ROMANO, C. A.; FERNANDES, L. H. Níveis de ruído e condições ergonômicas em postos de trabalho de colheita florestal. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2011. 13 p.

LATKO, W. A.; ARMSTRONG, T. J.; FOULKE, J. A.; HERRIN, G. D.; RABONRN, R. A.; ULIN, S. S. Development and evaluation of an observational method for assessing repetition in hand tasks. *American Industrial Hygiene Association Journal*, v. 58, p. 278-285, 1997.

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

LOPES, S. E. **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

LOPES, E. S. **Aplicação do programa SNAP III (Scheduling and Network Analysis Program) no planejamento da colheita e do transporte florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 150 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001.

LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C. Ergonomia e segurança do trabalho aplicado no setor florestal. In: SEMANA DE ESTUDOS FLORESTAIS E SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL, 10.,1., 2008, Irati. **ANAIS**. Irati: UNICENTRO, 2008. 21p.

LUVIZOTTO, A. F.; YABIKU, E. M.; MARRA, M. T.; MARRA, M. L.; VIDEIRA, M. M. M.; CALIS, V. C.. Estudo sobre a redução do risco de ler/dort utilizando o questionário bipolar e o método reba (rapid entire body assessment): estudo de caso. **Revista Olhar**, Sorocaba, v. 1. n.1, p. 95-124, 2016.

MACHADO, C. C. **Exploração florestal**, 6, Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1989. 34p.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S.; CASTRO G. P. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal**. 3ed. Viçosa: UFV, 2014. p. 15-45.

MAIA, I. M. O. **Avaliação das condições posturais dos trabalhadores na produção de carvão vegetal em cilindros metálicos verticais**. Ponta Grossa, PR: UTFPR, 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa. 2008.

MALINOVSKI, J. R.; CAMARGO C. M. S.; MALINOVSKI, R. A.; MALINOVSKI, R. A. M. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal**. 3ed. Viçosa: UFV, 2014. p. 178-205.

MASSAD, M. D.; LEITE, Â. M. P.; DUTRA, T. R. Fatores ergonômicos relacionados à saúde e à segurança em trabalhadores de um viveiro florestal. In: WORKSHOP DE ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO E ENCONTRO MINEIRO DE ESTUDOS EM ERGONOMIA, 5., 2., 2011, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2011. 10 p.

McATAMNEY, L.; CORLETT, E. N. RULA: A survey method for the investigation of world-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, v. 24, n. 2, p. 91-99, 1993.

MD MEDITEC BRASIL. Instrutherm - **Dosímetro de ruído digital portátil** - DOS 500 - RS-232. 2016. Disponível em: <<http://loja.meditecbrasil.com.br/produtos.asp?id=941&nome=dosimetro-de-ruído-digital-portatil>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

MINETTE, L. J.; DINIZ, C. S.; SOUZA, A. P.; SILVA, E. P.; LIMA, J. S. S.; SILVA, K. R. Análise ergonômica de um skidder utilizado na extração de madeira de eucalipto. In: ERGOFLORES - SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA NO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA, 3., 2007. **Anais...** 2007a.

MINETTE, L. J.; SILVA, E. P.; SOUZA, A. P.; SILVA, K. R. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 664–667, 2007b.

MOORE, S.; GARG, A. The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. **American Industrial Hygiene Association Journal**, n. 56, p. 443-458. 1995.

MORAES, P. W. T. As LER/DORT como um fenômeno multifatorial e multidimensional: um estudo sobre os fatores organizacionais e psicossociais. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 35., 2011. **Anais...** 2011.

MORENO, C. R. C.; FISCHER, F. M.; ROTENBERG, L. A saúde do trabalhador na sociedade 24 horas. **São Paulo em Perspectiva**, v. 17, n. 1, p. 34-46, 2003.

MSA. HPE – **Abafador de ruídos tipo arco**. 2016. Disponível em: <<http://br.msasafety.com/Prote%C3%A7%C3%A3o-auditiva/Abafadores-de-Ru%C3%ADdo---Tipo-Arco/HPE---Abafador-de-ru%C3%ADdo-tipo-arco/p/000090000000001004>>. Acesso em: 17 mai. 2016.

NP EN 458 – **Protectores auditivos**. Recomendações relativas à selecção, à utilização, aos cuidados na utilização e à manutenção. Documento guia. 2006.

OLIVEIRA, R. C.; FREITAS, T. A. F.; MÁSCULO, F. S. Análise do grau de risco em postos de trabalho utilizando o método ocr: estudo de caso em uma empresa do setor calçadista. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010. São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2010. 13 p.

PARISE, D. J. **Influência dos requisitos pessoais especiais no desempenho de operadores de máquinas de colheita florestal de alta performance**. Curitiba, PR: UFPR, 2005. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.

PAULUK, D.; MICHALOSKI, A. O. Análise ergonômica do trabalho nas atividades de preparo do solo com trator agrícola. **Espacios**, v. 37, n. 4, p. 24, jun. 2016.

PHAIRAH, K.; BRINK, M.; CHIRWA, P.; TODD, A. Operator work-related musculoskeletal disorders during forwarding operations in South Africa: an ergonomic assessment. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**. v. 78, n. 1, p. 1-9, 2016.

PICOLOTO, D.; SILVEIRA, E. Prevalência de sintomas osteomusculares e fatores associados em trabalhadores de uma indústria metalúrgica de Canoas – RS. **Revista Ciência Saúde Coletiva**, v.13, n. 2, p. 507 - 516, 2008.

PNS – PESQUISA NACIONAL DE SAÚDE. 2013. Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas**: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro, 2014.

REGIS FILHO, G. I.; MICHELS, G.; SELL, I. Lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho de cirurgiões dentistas. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 9, n. 3, p. 346-359, 2006.

ROCHA, B. P. L.; VIEIRA, G. C.; ALVES, T. F.; FREITAS, L. C.; BRITO, G. S. Percepção dos trabalhadores quanto as variáveis ergonômicas das máquinas florestais. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2440, 2012.

RODRIGUES, C. K.; BRITTO, P. C.; LOPES, E. S. Desconforto postural de trabalhadores nas atividades de roçada química e semimecanizada em plantios florestais. In: SIEPE - SEMANA DE INTEGRAÇÃO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 4., 2015, Irati. **Anais...** Irati, 2015. 4 p.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle do ruído**: ppra. 8a. ed. São Paulo: LTr, 2014. 143 p.

SANTOS, L. N.; FERNANDES H. C.; SOUZA, A. P.; FURTADO JÚNIOR, M. R.; SILVA, R. M. F. Avaliação dos níveis de ruído e vibração de um conjunto trator-pulverizador, em função da velocidade de trabalho. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 2, p. 112-118, 2014.

SILVA, E. P. **Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho de operadores da colheita florestal mecanizada**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 177 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011.

SILVA, E. P.; MINETTE, L. J.; SANCHES, A. L. P.; SOUZA, A. P.; SILVA, F. L.; MAFRA, S. C. T. Prevalência de sintomas osteomusculares em operadores de máquina de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.4, p.739-745, 2014.

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

SILVA, C. B.; SANT'ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do feller-buncher utilizado na colheita de eucalipto. **Revista Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

SKOGFORSK – The forestry research institute of Sweden. **Ergonomic guidelines for forest machines**. Uppsala, Sweden: Swedish National Institute for Working Life, 1999. 86 p.

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.

SOUZA, O. G.; ROBERT, R. C. G. Dimensionamento da frota de máquinas. In: ROBERT, R. C. G. (Ed.). **Guia prático de operações florestais na colheita de madeira**. 1ed. Curitiba: UFPR, 2012. p. 103-115.

SULLMAN, M. J. M.; BYERS, J. An ergonomic assessment of manual planting pinus radiata seedlings. **International Journal of Forest Engineering**, v. 11, n. 1, p. 53-62, 2000.

TANAKA, O. P. Exploração e transporte da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**, n. 141, p. 24-30, 1986.

THUN, J. H.; LERH, C. B.; BIERWIRTH, M. Feel free to feel comfortable – An empirical analysis of ergonomics in the German automotive industry. **International Journal of Production Ergonomics**, v. 133, n. 2, p. 551-561, out. 2011.

VANÍCOLA, M. C.; MASSETTO, S. T.; MENDES, E. F. Biomecânica ocupacional – uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, São Caetano do Sul, v. 2. n.3, p. 38-44, 2004.

VIEIRA, S.I. **Manual de saúde e segurança do trabalho**. 18ed. Florianópolis: Mestra, 2000. 688p.

WEBSTER, M. F.; SILVA, N. L.; VIEIRA, S. I; MORETTO, L. C.; GERGES, S. N. Y.; SOUTO, S. L. L. Temas de segurança e higiene do trabalho. In: VIEIRA, S.I. **Manual de saúde e segurança do trabalho**. 18 ed. Florianópolis: Mestra, 2000. 688 p.

YOON, S. Y.; KO, J.; JUNG, M. C. A model for developing job rotation schedules that eliminate sequential high workloads and minimize between-worker variability in cumulative daily workloads: Application to automotive assembly lines. **Applied Ergonomics**, v. 55, p. 8-15, jul. 2016.

## APÊNDICE

### APÊNDICE I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado Colaborador,

O Senhor está sendo convidado a participar da pesquisa *Análise ergonômica no posto de trabalho de máquinas de colheita da madeira*, sob a responsabilidade de Anderson De Costa Paini. A pesquisa tem como objetivo realizar uma análise ergonômica no posto de trabalho de máquinas de colheita da madeira, visando subsidiar a melhoria das suas condições de conforto, segurança e saúde.

**1. PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA:** Ao participar desta pesquisa o Senhor responderá livremente a algumas perguntas, bem como serão coletados dados com equipamentos referentes à cabine da máquina florestal, ruído e filmagens da sua rotina de trabalho, onde posteriormente essas informações serão analisadas. Sua identidade será mantida em sigilo e lembramos que a sua participação é voluntária, com a liberdade de não querer participar e podendo desistir a qualquer momento, mesmo após ter iniciado a coleta de dados, filmagens e entrevistas, sem nenhum prejuízo ao Senhor.

**2. RISCOS E DESCONFORTOS:** Os procedimentos utilizados serão a coleta de dados com os equipamentos medidores de ruído e as câmeras para as filmagens do seu trabalho, juntamente com um questionário com perguntas fechadas, podendo trazer algum mal-estar, constrangimento ou desconforto quanto aos temas abordados. Estes procedimentos apresentam um risco mínimo, que será reduzido pela liberdade que o Senhor tem de não responder a qualquer pergunta da aplicação dos questionários, ou ainda de interromper a aplicação das filmagens e a coleta de dados com os instrumentos de medição a qualquer momento, se assim desejar. Se o Senhor precisar de alguma orientação ou encaminhamento por se sentir prejudicado por causa da pesquisa, ou sofrer algum dano decorrente da pesquisa, o pesquisador Anderson De Costa Paini se responsabilizará pela assistência integral, imediata e gratuita.

**3. BENEFÍCIOS:** Os benefícios esperados com este estudo serão a geração de informações relacionadas aos riscos que o Senhor operador de máquina de colheita da madeira está exposto, como o incorreto dimensionamento da cabine, ruído, posturas inadequadas e movimentos

repetitivos, proporcionando a melhoria de sua saúde, segurança, satisfação, conforto e o bem-estar no envolvimento com o trabalho.

**4. CONFIDENCIALIDADE:** Todas as informações, imagens e respostas aos questionários que o Senhor nos fornecer serão utilizadas somente para esta pesquisa. Com a utilização das filmagens referente ao trabalho, seus rostos e dados pessoais serão preservados e mantidos em sigilo, mesmo quando os resultados forem apresentados e divulgados.

**5. ESCLARECIMENTOS:** Se tiver alguma dúvida a respeito da pesquisa e/ou dos métodos utilizados na mesma, o Senhor poderá procurar a qualquer momento o pesquisador responsável.

Nome do pesquisador responsável: Anderson De Costa Paini.

Endereço: XXXX.

Telefone para contato: (XX XXXX-XXXX).

**6. RESSARCIMENTO DAS DESPESAS:** Caso o Sr. aceite participar da pesquisa, não receberá nenhuma compensação financeira.

**7. CONCORDÂNCIA NA PARTICIPAÇÃO:** Se o Sr. estiver de acordo em participar, deverá preencher e assinar o Termo de Consentimento Pós-esclarecido que se segue, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua posse.

Para qualquer outra informação o Sr. poderá entrar em contato com o pesquisador pelo telefone: Anderson De Costa Paini (XX XXXX-XXXX). Ou ainda, pelo telefone do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais/UNICENTRO (42 3421-3201 – das 8h às 12h e das 13h às 17h).

|   |
|---|
| <p>Comitê de Ética em Pesquisa da UNICENTRO – COMEP<br/>Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Campus CEDETEG<br/>Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Vila Carli.<br/>CEP: 85040-080 – Guarapuava-PR.<br/>Bloco de Departamentos da Área da Saúde.<br/>Telefone: (42) 3629-8177</p> |
|---|

=====

## **CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO**

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, eu \_\_\_\_\_, portador da cédula de identidade \_\_\_\_\_, declaro que, após leitura minuciosa do TCLE, tive a oportunidade de fazer perguntas, esclarecer dúvidas que foram devidamente explicadas pelo pesquisador, ciente dos serviços e procedimentos aos quais serei submetido e, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firmo o CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO em participar voluntariamente desta pesquisa.

E, por estar de acordo, assino o presente termo.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE II - Ficha de Identificação – Questionário Bipolar

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO**

|   |                     |  |                            |
|---|---------------------|--|----------------------------|
| <b>Atividade executada:</b>   |                     |  |                            |
| <b>Máquina florestal em que trabalha:</b>                             |                     |  | <b>Prefixo da máquina:</b> |
| <b>Nome do operador:</b>  |                     |  |                            |
| <b>Idade:</b> anos.   | <b>Estatura:</b> m. | <b>Massa corporal:</b> kg.                             | <b>Data:</b> /    /        |
| <b>Escolaridade:</b> ( ) Não alfabetizado                             |                     | ( ) Ensino fundamental incompleto                      |                            |
| ( ) Ensino fundamental completo                                       |                     | ( ) Ensino médio incompleto                            |                            |
| ( ) Ensino médio completo   |                     | ( ) Ensino Superior                                    |                            |
| <b>Tempo de experiência com máquinas:</b> anos.                       |                     |  |                            |
| <b>Tempo de experiência na máquina que trabalha atualmente:</b> anos. |                     |  |                            |
| <b>Origem:</b> ( ) Rural ( ) Urbana                                   |                     | <b>Destreza:</b> ( ) Destro ( ) Canhoto ( ) Ambidestro |                            |

**QUESTIONÁRIO BIPOLAR**

| REGIÃO  | PARTE DO CORPO | LADO |      | INTENSIDADE      |
|---------|----------------|------|------|------------------|
|         |                | ESQ. | DIR. |                  |
| 1       | OLHOS          |      |      | (1) Ausente      |
| 2       | CABEÇA         |      |      | (2) Pequeno      |
| 3       | PESCOÇO        |      |      | (3) Moderado     |
| 4       | TRAPÉZIO       |      |      | (4) Severo       |
| 5       | TÓRAX          |      |      | (5) Insuportável |
| 6       | LOMBAR         |      |      |                  |
| 7       | QUADRIL        |      |      |                  |
| 8 e 9   | OMBROS         |      |      |                  |
| 10 e 11 | BRAÇOS         |      |      |                  |
| 12 e 13 | COTOVELO       |      |      |                  |
| 14 e 15 | ANTEBRAÇOS     |      |      |                  |
| 16 e 17 | PUNHOS         |      |      |                  |
| 18 e 19 | MÃOS E DEDOS   |      |      |                  |
| 20 e 21 | COXAS          |      |      |                  |
| 22 e 23 | JOELHOS        |      |      |                  |
| 24 e 25 | PANTURILHAS    |      |      |                  |
| 26 e 27 | TORNOZELOS     |      |      |                  |
| 28 e 29 | PÉS E DEDOS    |      |      |                  |