

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

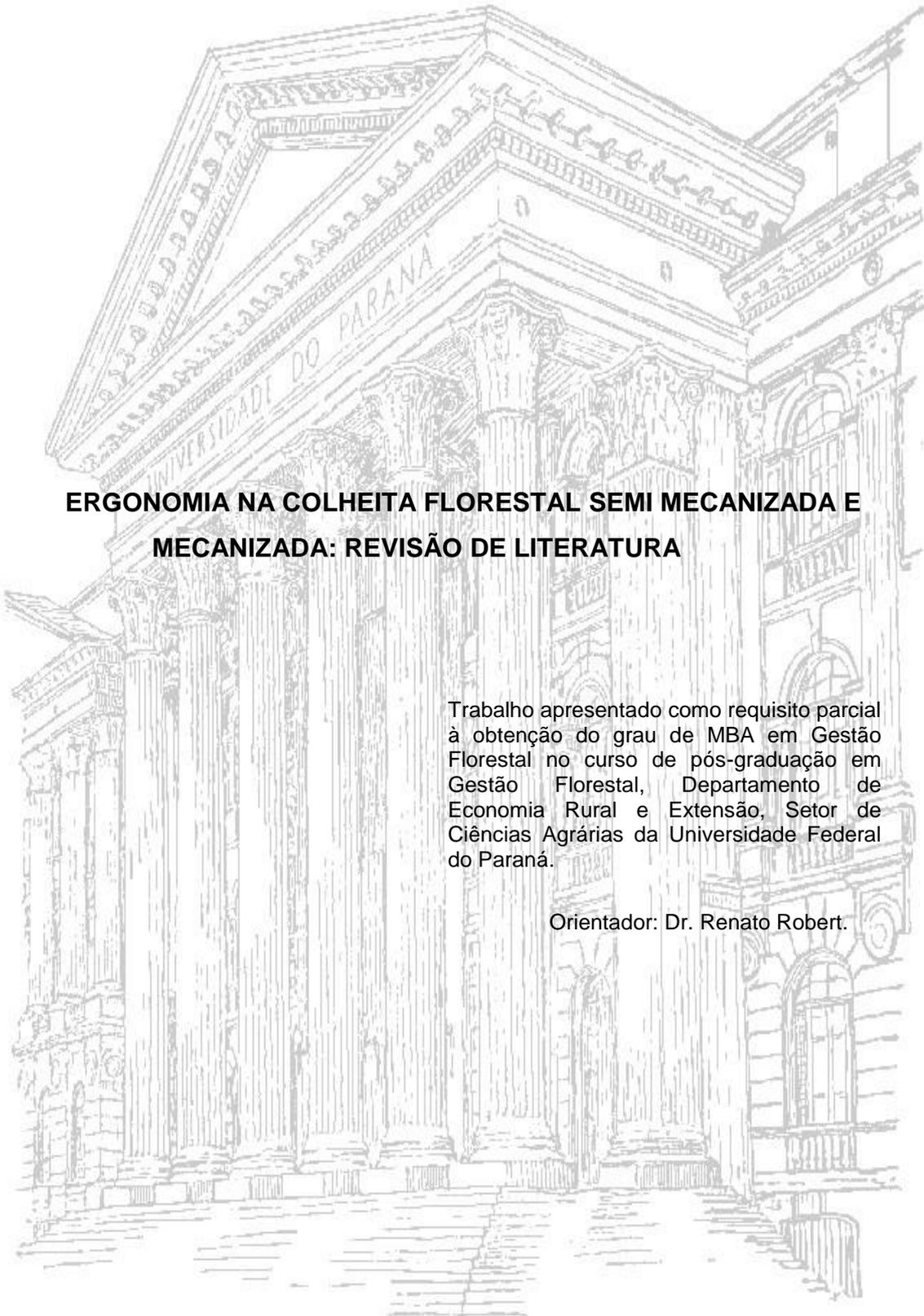
ANA PAULA MICALI FIGUEIREDO

**ERGONOMIA NA COLHEITA FLORESTAL SEMI MECANIZADA E  
MECANIZADA: REVISÃO DE LITERATURA**

CURITIBA

2016

ANA PAULA MICALI FIGUEIREDO



**ERGONOMIA NA COLHEITA FLORESTAL SEMI MECANIZADA E  
MECANIZADA: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de MBA em Gestão Florestal no curso de pós-graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Renato Robert.

CURITIBA

2016

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, noivo e irmão, que foram grandes incentivadores e que sempre acreditaram na realização dos meus sonhos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores do Curso de MBA em Gestão Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pelos ensinamentos passados.

Agradeço especialmente meu orientador Dr. Renato Robert, por ter aceitado e apoiado o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, pela educação, apoio e pela confiança depositada.

Ao meu noivo, Fábio Lopes, por todo amor, carinho, paciência e compreensão.

Aos colegas de turma, por estarem sempre prontos a ajudar.

## RESUMO

A qualidade de vida no trabalho é um tema atual e cada vez mais presente nas atividades dos mais diversos setores empresariais, de tal modo a ergonomia vem se tornando uma ferramenta que propicia a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores. Deste modo, o trabalho apresenta como tema a ergonomia na colheita florestal semi mecanizada e mecanizada, se tratando de um estudo com uma breve revisão bibliográfica partindo do pressuposto que a qualidade de vida é vista como um modelo diferencial. Diante disso o objetivo é avaliar alguns trabalhos publicados e detectar as condições ergonômicas de operadores da colheita florestal semi mecanizada e mecanizada. Para atender esse objetivo foi pesquisado livros, teses, dissertações, artigos científicos e material disponível na internet devidamente referenciado.

Palavras-chave: Segurança do trabalho, Florestas plantadas, Sistemas de colheita.

## **ABSTRACT**

The quality of life at work is a current theme and increasingly present in the activities of the most diverse business sectors, so ergonomics has become a tool that improves the quality of life of workers. In this way, the work presents as subject the ergonomics in the semi mechanized and mechanized forest harvest, if it is a study with a brief bibliographical revision starting from the assumption that the quality of life is seen as a differential model. Therefore, the objective is to evaluate some published works and to detect the ergonomic conditions of semi mechanized and mechanized forest harvesting operators. To meet this objective, we searched for books, theses, dissertations, scientific articles and material available on the internet duly referenced.

**Keywords:** Work safety, Planted forests, Harvesting systems.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Máquinas utilizadas na colheita florestal no Brasil.....	15
FIGURA 2 – Sistema Tree Length e Cut-to-Leght.....	17
FIGURA 3 – Sistema Full Tree.....	18
FIGURA 4 – Sistema Chipping.....	18
FIGURA 5 - Interface do Programa Ergolândia 5.0 com o código de quatro dígitos.....	24
FIGURA 6 – Diagrama das partes do corpo.....	25
FIGURA 7 – Escores dos segmentos corpóreos do grupo A no método RULA. .....	26
FIGURA 8 – Escores dos segmentos corpóreos do grupo B no método RULA. .....	26
FIGURA 9 - Diagrama postural de Corlett utilizado no Questionário Bipolar....	27
FIGURA 10 - Questionário nórdico de sintomas osteomusculares. ....	27
FIGURA 11 - Tela de simulação da postura no software 3D SSPP. ....	28
FIGURA 12 - Interface do programa Ergolândia 5.0 com os fatores multiplicativos.....	29
FIGURA 13 - Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente. ....	33
FIGURA 14 - Direções de vibração do corpo e da mão. ....	36
FIGURA 15 - Variáveis de acesso ao posto de trabalho. ....	39

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Objetivo geral .....	11
2.2	Objetivos específicos .....	11
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	12
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
4.1	Setor de florestas plantadas e a colheita florestal.....	13
4.2	Ergonomia.....	18
4.2.1	Antropometria .....	20
4.2.2	Avaliação biomecânica e postural .....	22
4.2.3	Fatores do ambiente de trabalho.....	31
4.2.3.1	Conforto térmico .....	31
4.2.3.2	Ruído .....	32
4.2.3.3	Vibração .....	35
4.2.4	Avaliação ergonômica de máquinas .....	38
4.2.4.1	Acesso.....	38
4.2.4.2	Assento.....	40
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	42
	REFERÊNCIAS .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de florestas plantadas no Brasil se destaca devido sua importância para a sociedade em termos econômicos, sociais e ambientais. Outro fator que se deve levar em consideração são as extensas áreas produtivas e o rápido crescimento das espécies em comparação com outros países, evidenciando seu grande potencial em âmbito mundial.

Com isso, é notório os avanços ocorridos nas operações de colheita da madeira, principalmente a partir da década de 1990, houve um aumento da intensificação da mecanização, com a utilização de máquinas com alta tecnologia, potência e produtividade. Em consequência disto, houve também grandes melhorias nas condições de trabalho, com redução de acidentes e dos custos de produção quando comparados os sistemas manual e semi mecanizado de colheita da madeira (SILVA *et al.*, 2003).

A colheita de madeira é uma das etapas mais importantes do processo produtivo, pois representa 50% ou mais dos custos da madeira posta em fábrica, sendo ainda influenciada por diversos fatores técnicos, econômicos, ambientais e ergonômicos que interferem diretamente na execução das operações (LOPES, 2001; MACHADO *et al.*, 2014). Além disso, deve-se destacar o fato das operações de colheita da madeira serem realizadas por máquinas, que dependendo das condições do povoamento florestal, relevo, sistema de colheita e o próprio tipo da máquina, podem expor os operadores a condições ergonômicas inadequadas, com relação às condições ambientais (ruído, conforto térmico, vibração), além da adoção de posturas inadequadas e movimentos repetitivos.

Os operadores quando expostos a alguma dessas situações, podem adquirir algum tipo de problema como a redução da capacidade auditiva, visão turva, dores de cabeça, perda de equilíbrio, fadiga, câimbras e desidratação, problemas na coluna, lesões por esforços repetitivos, distúrbios osteomusculares, problemas nas articulações, circulação periférica e rins, entre outros (WEBSTER *et al.*, 2000). Devido a tais situações, a produtividade será reduzida, causando o desconforto, a fadiga e consequentemente aumentando os riscos de acidentes e danos à saúde do trabalhador.

Sendo assim, segundo Lida (2005), a ergonomia utiliza diversas ciências e áreas de conhecimento para analisar o ser humano em seu ambiente de trabalho, trazendo benefícios como melhores condições de saúde, conforto e segurança.

Embora as máquinas florestais na maioria das vezes apresentem cabines com boas condições com controle do calor e ruído, as condições posturais encontram-se em desconformidade, pois a maioria destas máquinas são importadas e adaptadas às condições dos operadores estrangeiros. Outra preocupação se dá em relação às vibrações, em que na maioria das vezes, os operadores estão expostos a níveis inadequados, ocasionados pelas condições adversas das operações de colheita da madeira, sendo fonte de muita reclamação por parte dos operadores das máquinas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho teve como objetivo avaliar alguns trabalhos publicados e detectar as condições ergonômicas de operadores da colheita florestal semi mecanizada e mecanizada.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a. Verificar a evolução da ergonomia na colheita florestal semi mecanizada e mecanizada.

b. Examinar o histórico das condições de trabalho dos operadores de máquinas florestais.

c. Analisar o risco de acidentes e doenças ocupacionais.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia deste trabalho caracteriza-se como: uma pesquisa bibliográfica, que segundo Cervo e Bervian (2002) procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos, buscando conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado existentes, sobre um determinado assunto, tema ou problema. Já para Fogliatto (2007) a revisão bibliográfica, é aquela que reuni ideias oriundas de diferentes fontes, visando construir uma nova teoria ou uma nova forma de apresentação para um assunto já conhecido.

Para alcançar os objetivos do presente trabalho, foi utilizado a técnica de pesquisa bibliográfica, sistemática exploratória, descritiva com pesquisa em livros, teses, dissertações, artigos de revistas e internet, tornando-se por base o que já foi publicado em relação ao tema, de modo que se possa delinear uma nova abordagem sobre o mesmo, chegando a conclusões que possam servir de embasamento para pesquisas futuras.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Setor de florestas plantadas e a colheita florestal

O setor florestal brasileiro até o final da década de 60 era pouco expressivo dentro da economia brasileira, ocorrendo nesse período uma exploração predatória dos recursos florestais. No final dessa década, o setor tomou novo impulso com a criação da política governamental de incentivo fiscal, diminuindo a exploração indiscriminada dos recursos florestais naturais (MACHADO *et al.*, 2014).

Nos dias atuais, o setor de florestas plantadas no Brasil é referência mundial devido a sua competitividade e suas práticas de manejo. Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ) (2015), a área ocupada pelos plantios florestais das espécies de *Eucalyptus sp.*, *Pinus sp.*, *Acácia sp.*, *Tectona sp.*, *Hevea sp.* e *Schizolobium sp.* (paricá) no Brasil totalizou, em 2014, em torno de 7,74 milhões de hectares, o que representa menos de 1% da área produtiva do País. Sendo, 71,9% correspondente à área de plantios de *Eucalyptus sp.*, 20,5 % de plantios de *Pinus sp.* e 7,6% para outras espécies. Um aumento de 1,8% em relação ao ano anterior.

Do ponto de vista econômico, o setor florestal contribui com uma parcela importante da geração de produtos, impostos, divisas, empregos e renda. O Produto Interno Bruto (PIB) do setor brasileiro de árvores plantadas cresceu 1,7% em 2014 e tem sido responsável por aproximadamente 1,1% do PIB do país, gerando em torno de 610 mil empregos diretos, somando o número de postos de trabalho diretos, indiretos e resultantes do efeito renda da atividade florestal seja de ordem de 4,23 milhões e 10,23 bilhões em tributos federais, estaduais e municipais (IBÁ, 2015). Tratando-se de um setor que se encontra em pleno crescimento e expansão, pois a demanda dos produtos de base florestal tem aumentado consideravelmente nos últimos anos.

No início das atividades de reflorestamento no Brasil, poucas empresas utilizavam a mecanização nas operações florestais. Até a década de 40, havia pouco emprego de máquinas florestais, sendo que essas máquinas eram

adaptadas dos setores agrícolas e industrial para sua operação. Devido à falta de alternativas os sistemas manuais e semimecanizado foram amplamente utilizados, exigindo uma grande quantidade de mão de obra, tornando então, as operações onerosas e com alto risco de acidentes (MACHADO *et al.*, 2014).

Na década de 70, teve início a modernização das operações da colheita florestal, na qual a indústria nacional começou a produzir maquinários como motosserras profissionais e tratores equipados com pinça hidráulica traseira (MACHADO *et al.*, 2014). No início da década de 90, a maioria das empresas florestais brasileira intensificaram o processo de mecanização de colheita, devido a necessidade de se executar o trabalho de forma mais ergonômica e assim diminuir a frequência e gravidade dos acidentes de trabalho (MORAIS FILHO, 2006).

Devido aos altos custos da colheita florestal, elevada demanda de mão de obra, elevado nível de acidentes de trabalho e ser uma atividade altamente desgastante, a colheita florestal sempre foi uma operação que recebe atenção especial das empresas (BRAMUCCI, 2001). A evolução da mecanização trouxe alguns progressos para a colheita florestal, mesmo as empresas utilizando as mais modernas tecnologias, nota-se que ainda existem algumas lacunas que necessitam ser preenchidas principalmente com relação a ergonomia.

Atualmente, a mecanização da colheita de madeira está presente na maioria das empresas florestais, se distinguindo em relação ao nível de mecanização. Algumas empresas adotam sistemas totalmente mecanizados, enquanto algumas adotam apenas parte do processo (LOPES, 2010).

Nós dias atuais, existe uma grande variabilidade de máquinas que podem ser utilizadas nas etapas da colheita de madeira, sendo que, a aplicação de cada máquina dependerá do tipo de floresta, do terreno e objetivo do produto final (LIMA e LEITE, 2014). Segundo Parise (2005) a evolução da colheita de madeira tem trazido diversos progresso e aspectos positivos como: menores níveis de emissão de poluentes, máquinas mais produtivas, menores custos operacionais, melhor qualidade de operação e produto, *design* que proporcionam melhores condições de segurança e ergonomia dos operadores.

As principais máquinas utilizadas na colheita florestal no Brasil são: *Harvester*, *Feller Buncher*, *Skidder*, *Forwarder* e Garra Traçadora (FIGURA 1) (LIMA e LEITE, 2014).



a)



b)



c)



d)



e)

FIGURA 1- Máquinas utilizadas na colheita florestal no Brasil. a) *Harvester*; b) *Feller Buncher*; c) *Skidder*; d) *Forwarder*; e) Garra Traçadora.  
Fonte: O Autor, 2016.

O sistema de colheita de madeira compreende um conjunto de elementos e processos que envolve a cadeia de produção e todas as atividades parciais, desde a derrubada até a madeira posta no pátio da indústria transformadora (MALINOVSKI *et al.*, 2014).

Em relação a classificação os sistemas de colheita florestal podem ser classificados de duas formas: quanto ao uso de equipamentos e quanto ao comprimento das toras. Quanto aos usos de equipamentos podem ser manuais, utilizando em todas as fases do trabalho métodos manuais ou mecanizados utilizando em todas as fases do trabalho máquinas e ainda podendo ocorrer um terceiro sistema que seria a combinação dos métodos manuais e mecanizados (SEIXAS; CAMILO, 2008).

A escolha do sistema de colheita está diretamente ligado com as condições locais, onde há uma combinação com as atividades manuais e mecanizadas, nas quais se baseiam no comprimento da tora que será retirada da floresta. Com relação à forma da matéria prima temos cinco modelos de colheita de madeira: sistema de tora curta (*Cut-to-length*), sistema de fuste (*Tree length*), sistema de árvores inteiras (*Full tree*), sistema de árvores completas (*Whole tree*) e sistema de cavaqueamento (*Chipping*) (MALINOVSKI *et al.*, 2014).

MALINOVSKI *et al.* (2014) classifica os sistemas de colheita da seguinte maneira:

- Sistema de toras curtas (*Cut-to-length*): possui como características a realização de todas as atividades complementares ao corte (desgalhamento, destopo, traçamento e descascamento) no próprio local onde a árvore foi derrubada. Neste sistema as atividades normalmente são desenvolvidas pela combinação de um *Harvester* e um *Forwarder*, as toras produzidas poderão medir até 7 metros de comprimento dependendo da finalidade da madeira, do índice de mecanização, da capacidade e dimensão das máquinas e veículos utilizados (FIGURA 2).

- Sistema de toras longas (*Tree length*): neste sistema as árvores são semiprocessadas (desgalhamento, descascamento e destopa) no local de derruba e levadas para a margem do talhão em forma de fuste com mais de 7 metros de comprimento, sendo o traçamento realizado na margem do talhão ou

em pátios intermediários de processamento. As principais máquinas utilizadas neste sistema são: *Harvester*, *Skidder* e garras traçadoras (FIGURA 2).

-Sistema de árvores inteiras (*Full tree*): este sistema remove do talhão a árvore sem raízes, como operação subsequente do corte. O processamento é realizado geralmente nas margens do talhão ou em pátios temporários. As principais máquinas utilizadas neste sistema são: *Feller Buncher*, *Skidder* e garras traçadoras (FIGURA 3).

-Sistemas de árvores completas (*Whole tree*): este sistema tem como característica a remoção da árvore completa inclusive suas raízes, de forma que seja possível a sua utilização completa. Esse sistema é viável somente quando as raízes apresentam valor comercial, como em casos que as árvores são consideradas medicinais ou possuem alta concentração de resinas nos tocos. Atualmente existem poucas tecnologias apropriadas para este sistema.

-Sistema de Cavaqueamento (*Chipping*): neste sistema a árvore é derrubada e levada para a margem do talhão onde será realizado o cavaqueamento da madeira por picadores móveis.



FIGURA 2 – Sistema *Tree Length* e *Cut-to-Leght*.  
FONTE: *Forest Energy Portal*, 2016.

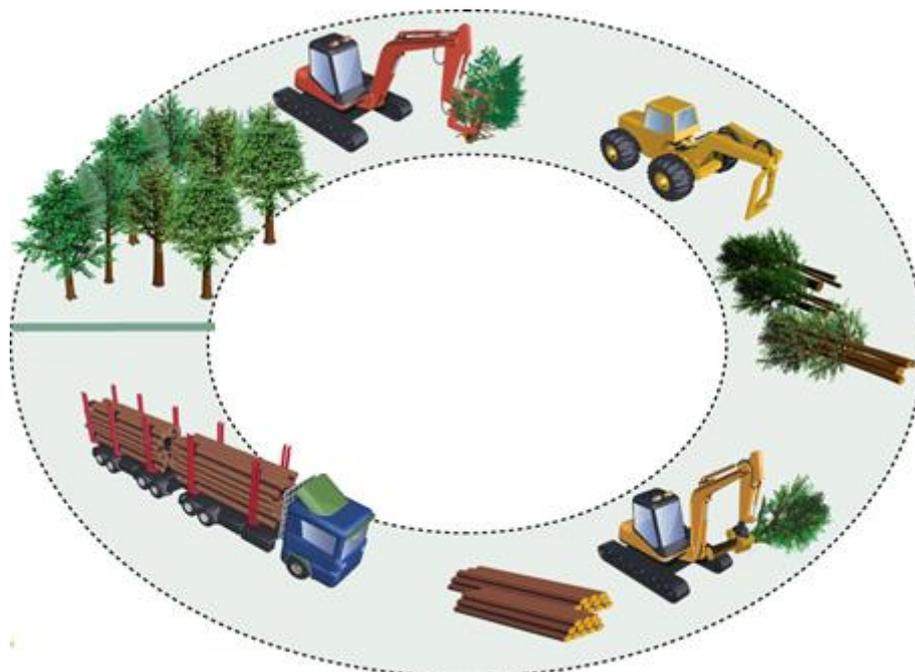


FIGURA 3 – Sistema *Full Tree*.  
 FONTE: *Forest Energy Portal*, 2016.

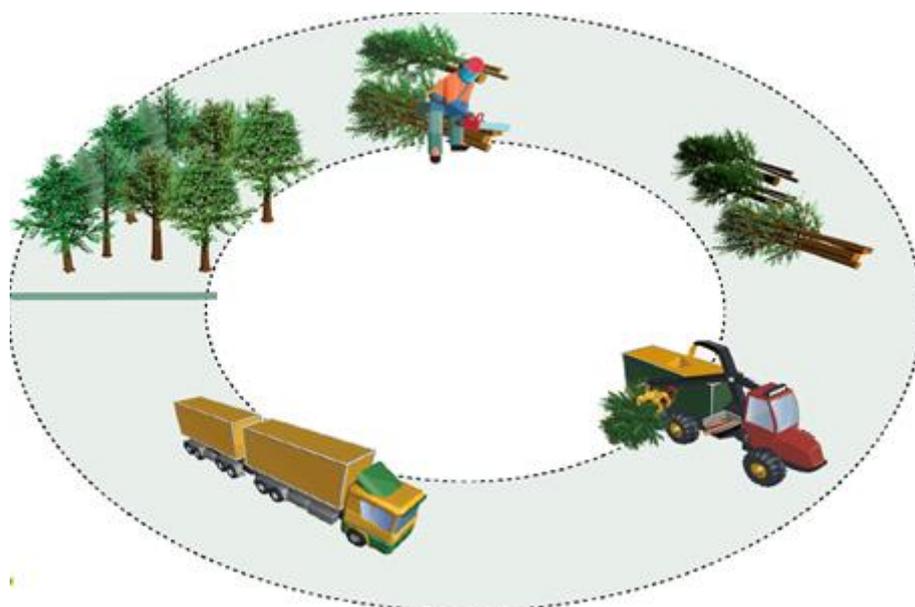


FIGURA 4 – Sistema *Chipping*.  
 FONTE: *Forest Energy Portal*, 2016.

## 4.2 Ergonomia

A ergonomia tem origem do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis) para denotar a ciência do trabalho. De acordo com *International Ergonomics Association* (IEA, 2000), a ergonomia trata-se de uma ciência que relaciona a compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um

sistema produtivo, aplicando a teoria, princípios, dados e métodos para otimizar o bem-estar humano e o seu desempenho no trabalho.

Existem diversas definições sobre ergonomia, Couto (1998) afirma ser um conjunto de ciências e tecnologias que procura a adequação confortável e produtiva entre o ser humano e o trabalho, procurando adaptar as características do trabalho ao ser humano. Segundo Lida e Guimarães (2016) a ergonomia é a adaptação do trabalho ao ser humano, porém abrangendo as máquinas, equipamentos e toda a situação em que ocorre no relacionamento entre o homem e o trabalho.

As contribuições que a ergonomia sugere para a melhoria das condições de trabalho poderá ocorrer em diversas etapas diferentes. Dependendo da ocasião, a ergonomia poderá ser classificada em quatro aplicações (IIDA; GUIMARÃES, 2016):

- Ergonomia de concepção: é realizada durante a fase do projeto da máquina, produto, sistema ou ambiente. Se deve ter maior conhecimento pois as decisões são tomadas em situações hipotéticas, no qual o sistema não existe ainda.

- Ergonomia de correção: é aplicado em situações já existentes, para resolver problemas de doenças no trabalho, fadiga excessiva e segurança.

- Ergonomia de conscientização: é a capacitação dos próprios trabalhadores, através de cursos de treinamentos e reciclagens, ensinando o trabalhador a operar de forma segura e assim, reconhecer possíveis riscos que podem surgir durante a operação.

- Ergonomia de participação: envolve os próprios trabalhadores na solução dos problemas ergonômicos, sendo de maneira mais ativa para a solução do problema.

A ergonomia estuda diversos aspectos, como fatores ambientais (ruído, vibração, conforto térmico, iluminação, gases, poeiras e fuligens), postura e movimentos corporais (sentado, em pé, empurrando, puxando), controles e mostradores e esforços físicos, dentre outros. A ligação adequada desses fatores permite projetar ambientes seguros, confortáveis, saudáveis e eficientes, tanto no trabalho quanto na vida cotidiana dos trabalhadores (DUL e WEERDMEESTER, 2012).

No Brasil, a ergonomia é regulamentada pela Norma Regulamentadora 17 (NR-17) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), sua atual redação é estabelecida pela Portaria nº 3.751 de 23 de novembro de 1990. Esta norma tem como objetivo estabelecer parâmetros determinantes para a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, proporcionando o máximo de conforto, segurança e desempenho. Sobre as condições de trabalho estão relacionados o levantamento, transporte e descarga de materiais, equipamentos, mobiliário, condições ambientais e a própria organização do trabalho.

#### 4.2.1 Antropometria

A antropometria faz parte da ergonomia que estuda as medidas físicas do corpo humano. Podendo ser medidas lineares, pesos, diâmetros e circunferências. Existem três tipos de medidas antropométricas que auxiliam na medição e para a aplicação dos resultados obtidos (IIDA; GUIMARÃES, 2016):

- Antropometria estática: é realizada através da medição nos segmentos corporais, entre pontos anatômicos identificados com o corpo parado.

- Antropometria dinâmica: é realizado quando o corpo está em movimento, normalmente as medidas são realizadas entre pontos anatômicos.

- Antropometria funcional: é aplicado quando há conjugação de diversos movimentos corporais para a execução de certas tarefas específicas.

Para Iida (2005) a antropometria é um instrumento importante, pois fornece subsídios para dimensionar e avaliar máquinas, equipamentos, ferramentas e postos de trabalhos, verificando assim a adequação dos mesmos as características antropométricas dos trabalhadores. Assim, tornando a operação adequada e conseqüentemente diminuindo os fatores de danos, desconforto e redução da produtividade do operador.

O levantamento de dados antropométricos mostra a variabilidade das dimensões de uma determinada população, não podendo generalizar as medidas para outras regiões, devido as diferenças biológicas, regionais e grande variabilidade étnica das diversas populações (MINETTE *et al.*, 2002). Segundo Silva (2003) as medidas antropométricas permitem averiguar o grau de

adequação de produtos em geral, na qual a qualidade ergonômica passa pela sua adaptação antropométrica.

Segundo Lida (2005) para a realização das medidas antropométricas, sempre que for possível é interessante realizar a coleta de dados em uma população que será usuário do produto em questão. Devendo ser tomadas algumas providências primárias como de “onde” e “para quê” serão utilizadas tais medidas. Após essa definição, deverá ser especificado claramente a localização, direção e postura que serão realizadas cada medida.

Depois de ser realizada a coleta de dados das medidas do corpo, ocorrem a transformação desses dados para percentis, sendo determinado a proporção da população cuja a medida é inferior a um determinado valor. A partir desses dados pode-se verificar o dimensionamento e o grau de adequação dos equipamentos. Ainda, alguns equipamentos podem possuir medidas ajustáveis, acomodando melhor os seus usuários. Esse sistema de dimensionamento irá cobrir a faixa de 5 a 95% da população envolvida, na qual é considerado apenas as medidas mínimas e máximas. Sendo que, para resolver o problema de 100% da população não seria economicamente viável (SILVA, 2003).

Nos dias atuais, estão disponíveis muitas medidas antropométricas da população que se pode fazer comparações. Uma das tabelas de medida mais completa é a norma alemã (DIN 33402). Porém, outro dado muito utilizado mundialmente é do exército dos Estados Unidos. No Brasil, ainda não existem medidas abrangentes e confiáveis da população (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

Minette *et al.* (2002) verificou 35 variáveis antropométricas para conhecer os padrões antropométricos de 85 operadores de motosserra, o mesmo obteve como resultados que a massa média do operador foi 67,9 kg, a altura 1,70m, o espaço mínimo para a introdução da mão no cabo da motosserra não deve ser inferior a 0,115m e a profundidade mínima para introdução da mão no cabo da motosserra não deve ser inferior a 0,088m.

Fontana (2005) avaliou 34 operadores de máquinas florestais, foram determinadas vinte medidas corporais (sentado e em pé). Após a coleta dos dados antropométricos foi comparado as medidas dos operadores brasileiros com operadores de máquinas florestais no sul dos Estados Unidos. Verificou-se que houve diferença com o biótipo geral dos operadores da região abrangida,

sendo que, as maiores diferenças ocorreram para o comprimento do pé (-16,4%), comprimento do braço (-10,4%), largura do pé (-10,1%) e para assento-cotovelo (-7,2%). A única medida que os operadores brasileiros obtiveram valor maior foi para a medida do cotovelo até a extremidade da mão fechada (2,1%).

Brito (2007) analisou 33 medidas (sentado e em pé) de 21 operadores de *Feller Buncher* do estado de Minas Gerais. Sendo as medidas mensuradas comparadas com os dados antropométricos dos operadores do norte-americano (EUA). Os resultados demonstraram que houve diferença entre o biótipo geral dos operadores, sendo as maiores diferenças para a largura poplíteia (-13,6%), altura até o ombro sentado (-11,8%), largura dos ombros (-10,4%), comprimento do pé descalço (-10,1%) e para altura sentado (-7%). A única medida que os operadores brasileiros obtiveram valor maior foi para a medida da largura do pé (1,8%).

Eroglu *et al.* (2015) comparando medidas antropométricas de trabalhadores da colheita florestal e viveiro na Turquia, verificou que os trabalhadores da colheita florestal teriam medições antropométricas superiores aos do viveiro e assim comprometendo a postura devido à aplicação das tensões sobre os ossos, articulações e músculos.

#### 4.2.2 Avaliação biomecânica e postural

A biomecânica ocupacional é uma ciência que faz parte da ergonomia, no qual estuda as interações entre o trabalho e o homem, procurando quantificar as cargas mecânicas que ocorrem durante o trabalho, visando reduzir os riscos de distúrbios musculoesqueléticos. Analisa basicamente as questões das posturas corporais e as aplicações das forças no trabalho (IIDA; GUIMARÃES, 2016). Para Oliveira (2011) o objetivo da biomecânica é minimizar ou mesmo eliminar problemas causados pela aplicação excessiva de forças ou pela má postura, evitando dispêndio energético.

A mesma é dividida em trabalhos estático e dinâmico, o trabalho estático é aquele que exige contração contínua de alguns músculos, para manter uma determinada posição, sendo altamente fatigante e sempre quando for possível deve-se evita-lo, quando não for possível evita-lo deve-se fazer pausas de curta

duração, mas com elevada frequência, para permitir o relaxamento muscular e o alívio da fadiga. Já o trabalho dinâmico é aquele que permite contrações e relaxamentos alternados (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

Segundo o mesmo autor as posturas corporais possuem três posições básicas: a deitada, sentada e em pé. Na maioria das vezes projetos inadequados obrigam o trabalhador usar posturas inadequadas, causando fortes dores musculares.

No caso das atividades florestais, normalmente muitas destas são executadas em posições que os operadores ficam em pé, agachado, parado ou em movimento, podendo estar com a coluna torcida ou realizando movimentos repetitivos, podendo assumir posturas incorretas durante a jornada de trabalho e causando problemas a saúde (FIEDLER *et al.*, 2003).

Segundo Lida e Guimarães (2016) a posição parada ou em pé é altamente fadigante, pois para manter essa posição exige um trabalho estático da musculatura. Segundo o mesmo autor, podem ocorrer diferenças individuais na fadiga onde algumas pessoas se fadigam mais facilmente que outras, podendo apresentar maior tolerância em determinados tipos de trabalho.

As posturas inadequadas podem trazer diversos problemas ao longo prazo aos trabalhadores, como formação de edemas, sobrecarga no sistema respiratório, problemas na articulação e na coluna vertebral (COUTO, 1998). Segundo Lida e Guimarães (2016) os postos de trabalho inadequados provocam estresses musculares, dores e fadiga (sonolência, falta de disposição, dificuldade de pensar, diminuição da atenção, lentidão, perdas de produtividade em atividades físicas e mentais).

Para realização da avaliação biomecânica são utilizadas técnicas psicofísicas, de checklist, de registro e avaliação de posturas, os métodos mais utilizados na colheita florestal são, segundo Lida e Guimarães (2016):

- OWAS (*Ovaco Working Posture Analysing System*) é uma ferramenta que analisa a postura, antecipando os riscos e sugerindo os pontos críticos na qual deve ser realizada a reorganização ergonômica das atividades (FIGURA 5).

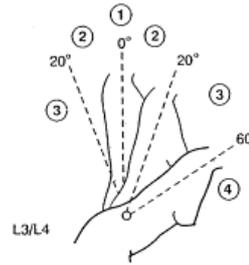


FIGURA 5 - Interface do Programa Ergolândia 5.0 com o código de quatro dígitos.  
 FONTE: Programa Ergolândia, 2016.

- REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) analisa posturas do trabalho imprevisíveis, avaliando posturas estáticas e dinâmicas, dividindo o corpo em segmentos para serem codificados individualmente atividades (FIGURA 6).

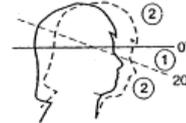
**Trunk**

Movement	Score	Change score:
Upright	1	+1 if twisting or side flexed
0°–20° flexion 0°–20° extension	2	
20°–60° flexion >20° extension	3	
>60° flexion	4	



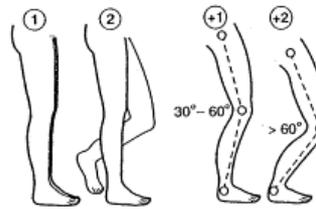
**Neck**

Movement	Score	Change score:
0°–20° flexion	1	+1 if twisting or side flexed
>20° flexion or in extension	2	



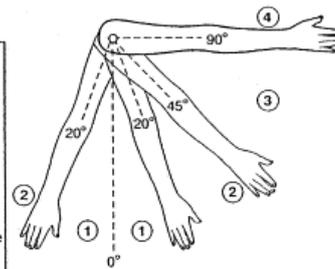
**Legs**

Position	Score	Change score:
Bilateral weight bearing, walking or sitting	1	+1 if knee(s) between 30° and 60° flexion
Unilateral weight bearing Feather weight bearing or an unstable posture	2	+2 if knee(s) are >60° flexion (n.b. Not for sitting)



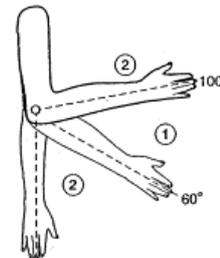
**Upper arms**

Position	Score	Change score:
20° extension to 20° flexion	1	+1 if arm is: • abducted • rotated
>20° extension 20°–45° flexion	2	+1 if shoulder is raised
45°–90° flexion	3	–1 if leaning, supporting weight of arm or if posture is gravity assisted
>90° flexion	4	



**Lower arms**

Movement	Score
60°–100° flexion	1
<60° flexion or >100° flexion	2



**Wrists**

Movement	Score	Change score:
0°–15° flexion/ extension	1	+1 if wrist is deviated or twisted
>15° flexion/ extension	2	

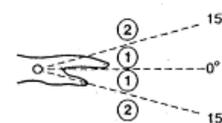


FIGURA 6 – Diagrama das partes do corpo.  
FONTE: Adaptado de Hignett e McAtamney, 2000.

- RULA (*Rapid Upper-Limb Assessment*) o método avalia as forças aplicadas nos segmentos do corpo humano, o trabalho muscular de forma estática e através de diagramas é detectado as angulações dos movimentos nos

diferentes membros do corpo. O método ainda é dividido em dois grupos: A- braços, antebraços e punhos e B- pescoço, tronco e perna (FIGURA 7 e 8).

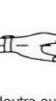
Escores	1	2	2	3	4	Ajustes
Braços	 20° de extensão a 20° de flexão	 > 20° de extensão	 20 a 45° de flexão	 > 45 a 90° de flexão	 ≥ 90° de flexão	+ 1 ombro elevado + 1 braço abduzido - 1 braço apoiado
Antebraços	 60 a 100° de flexão	 < 60° de flexão ou > 100° de flexão				+ 1 Antebraço cruza o plano sagital + 1 Antebraço rotacionado externo ao tronco
Punhos	 0° Neutro ou meia inclinação de pronação ou supinação	 15° de flexão a 15° de extensão ou total pronação ou supinação	 ≥ 15° de flexão ou extensão			+ 1 Desvio ulnar ou radial

FIGURA 7 – Escores dos segmentos corpóreos do grupo A no método RULA.  
FONTE: Adaptado de McAtamney & Corlett, 1993.

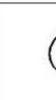
Escores	1	2	3	4	Ajustes
Pescoço	 0° a 10° de flexão	 10 a 20° de flexão	 > 20° de flexão	 Em extensão	+ 1 pescoço torcido ou rotacionado + 1 pescoço inclinado lateralmente
Tronco	 0° ou bem apoiado quando sentado	 0 a 20° de flexão	 0 a 20° de flexão	 > 60° de flexão	+ 1 tronco torcido ou rotacionado + 1 tronco inclinado lateralmente
Pernas	 Pernas e pés bem apoiados e equilibrados	 Pernas e pés não estão corretamente apoiados e equilibrados			

FIGURA 8 – Escores dos segmentos corpóreos do grupo B no método RULA.  
FONTE: Adaptado de McAtamney & Corlett, 1993.

- Diagrama de área dolorosas (Corllet e Manenica, 1980) é um diagrama que divide o corpo humano em segmentos corporais simétricos e analisa o grau de desconforto em cada segmento indicado, identificando as regiões do corpo que merecem maior atenção (FIGURA 9).

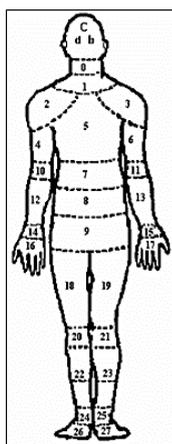


FIGURA 9 - Diagrama postural de Corlett utilizado no questionário bipolar.  
 FONTE: Ergolândia 5.0, 2016.

- Questionário nórdico: é um método de autopreenchimento pelos próprios trabalhadores que será indicado o desconforto/ dor em cada parte do corpo. O questionário nórdico possui uma vantagem em relação aos outros métodos pois estende o prazo de ocorrência dos problemas nos últimos doze meses (FIGURA 10).

**DISTÚRBIOS MÚSCULO-ESQUELÉTICOS**

Por favor, responda às questões colocando um "X" no quadrado apropriado \_ um "X" para cada pergunta. Por favor, responda a todas as perguntas mesmo que você nunca tenha tido problemas em qualquer parte do seu corpo. Esta figura mostra como o corpo foi dividido. Você deve decidir, por si mesmo, qual parte está ou foi afetada, se houver alguma.

	Nos últimos 12 meses, você teve problemas (como dor, formigamento/ dormência) em:	Nos últimos 12 meses, você foi impedido(a) de realizar atividades normais (por exemplo: trabalho, atividades domésticas e de lazer) por causa desse problema em:	Nos últimos 12 meses, você consultou algum profissional da área da saúde (médico, fisioterapeuta) por causa dessa condição em:	Nos últimos 7 dias, você teve algum problema em?
PESCOÇO	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
OMBROS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
PARTE SUPERIOR DAS COSTAS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
COTOVELOS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
PUNHOS/MÃOS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
PARTE INFERIOR DAS COSTAS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
QUADRIL/ COXAS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
JOELHOS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
TORNOZELOS/ PÉS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim

FIGURA 10 - Questionário nórdico de sintomas osteomusculares.  
 FONTE: Kuorinka *et al.* 1987.

- Programa de predição de força estática 3D (3D SSPP) é um modelo tridimensional para a representação do desempenho do ser humano durante o trabalho. O modelo considera os ângulos das articulações, a magnitude e a direção de forças aplicadas. Sendo calculado as forças aplicadas nas articulações e no disco L5-S1 da coluna vertebral, bem como suas respectivas cargas limites recomendados (FIGURA 11).

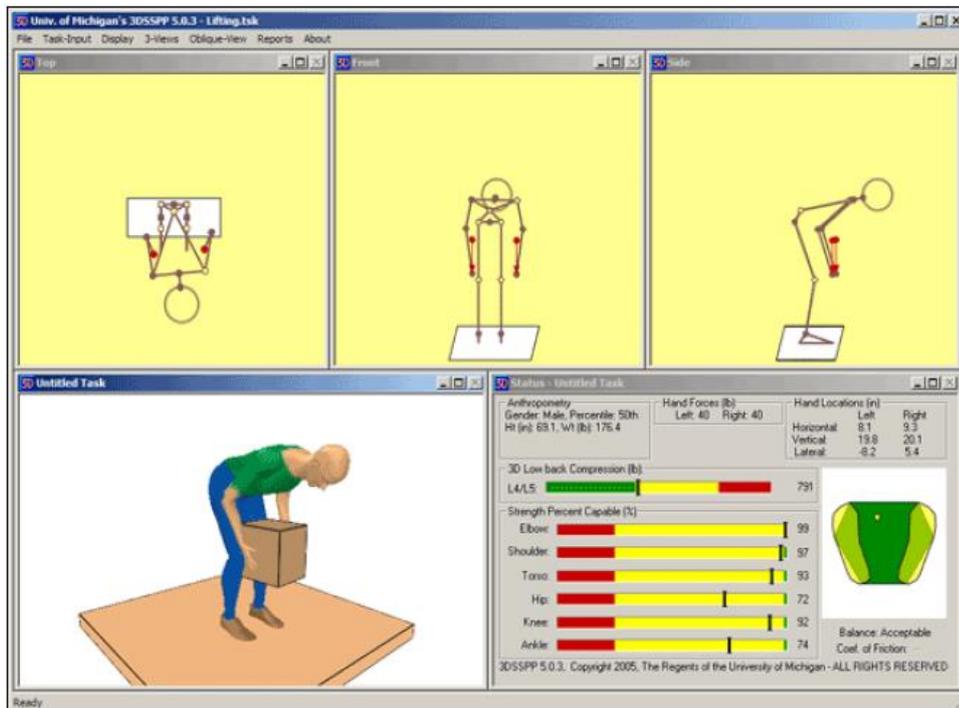


FIGURA 11 - Tela de simulação da postura no software 3D SSPP.  
 FONTE: University of Michigan, 2011.

- *Strain Index* (Moore e Garg, 1995) é um método semi-quantitativo de avaliação de lesões musculoesqueléticas que resulta num dado numérico qualitativo, analisando se os trabalhadores estão expostos ao risco de desenvolver doenças musculoesqueléticas da parte distal dos membros superiores, devido aos movimentos repetitivos (FIGURA 12).

FIGURA 12 - Interface do programa Ergolândia 5.0 com os fatores multiplicativos.  
 FONTE: Programa Ergolândia, 2016.

Zanuttini *et al.* (2005) avaliando o uso do método OWAS para avaliação do risco de doenças osteomusculares em atividades de colheita florestal para diferentes espécies, concluiu que o método OWAS seria um ótimo meio de avaliação da postura em operadores florestais, podendo trazer melhorias significativas na investigação da proteção da saúde no local de trabalho.

Gallis (2006) identificando a prevalência de sintomas osteomusculares em operadores florestais na colheita com motosserra na Grécia, utilizou o questionário nórdico para realização de entrevistas e teve como resultados que a cada 10 trabalhadores florestais nos últimos 12 meses, oito relataram queixas na área lombar. Sendo que pelo menos 18% dos trabalhadores uma vez durante sua vida profissional foram hospitalizados com problema na coluna. Como recomendações o autor propôs uma nova organização do trabalho com rotação e pausa pra descansos.

Minette *et al.* (2011) avaliando a postura na atividade de derrubada e traçamento com motosserra, identificou através do método REBA que as posturas adotadas eram prejudiciais à saúde do trabalhador florestal. Sendo necessária a adoção de medidas urgentes para melhoria das condições de trabalho.

Klemba *et al.* (2011) analisando a colheita florestal realizada com motosserra, aplicou o questionário de Corlet e Manenica (1980) para a

verificação das regiões doloridas do corpo. Como conclusão obteve que todos os operadores entrevistados possuíam algum tipo de dor em algum ponto do corpo.

Barbosa *et al.* (2014) avaliando as posturas nas operações de derrubada com motosserra, traçamento, tombamento e empilhamento manual, obteve como resultados através do método WinOWAS que as atividades de derrubada e empilhamento manual necessitavam de correções em curto prazo, na operação de tombamento manual não há a necessidade de medidas corretivas e a operação de toragem possuindo necessidade de medidas corretivas e sempre que possível fazer a verificação constante da atividade evitando danos à saúde dos operadores.

Souza *et al.* (2015) analisando diversos fatores ergonômicos no corte florestal semimecanizado, verificou através do software 3D SPP, que as posturas críticas adotadas pelos trabalhadores na realização da atividade representavam risco de lesão corporal.

Grzywiński *et al.* (2016) avaliando operadores através do questionário nórdico no desbaste e corte raso na Polônia, obteve como resultados que os sintomas musculoesqueléticos dominantes nos últimos 12 meses foram na parte inferior das costas (66,3%) e nas mãos/pulsos (esquerda 50,1%, direito 51,3%). Uma percentagem significativa dos entrevistados também relataram sintomas na parte superior das costas (45,6%), ombros (38,2% ombros), e joelhos (esquerda 36,0%, direito 39,4%).

Paini *et al.* (2016) realizou uma avaliação postural no carregamento mecanizado de toras de *Pinus taeda*, avaliando a postura através de filmagens e analisando as posturas típicas adotadas através do método RULA e REBA, obtendo como resultados que as posturas adotadas se encontravam em neutralidade por longo período de tempo, as mãos e pulsos realizaram movimentos repetitivos e verificou que ocorreu frequentes rotações no tronco podendo apresentar algum risco a saúde. Assim, constatando a necessidade de alternância de posturas para relaxamento muscular.

Phairah *et al.* (2016) analisando as posturas corporais em um sistema de colheita *cut-to-leght* na África do Sul, obteve como resultado através da aplicação do questionário nórdico e filmagens, que os operadores sofriam de

doenças osteomusculares nos últimos 12 meses, principalmente na região do pescoço, ombros e parte superior das costas e que 23% dos operadores realizavam movimentos extremos com a cabeça, precisando de correções.

#### 4.2.3 Fatores do ambiente de trabalho

Os fatores relacionados ao ambiente de trabalho podem se tornar condições desfavoráveis ao trabalhador, por meio do conforto térmico (frio ou calor), ruído, vibração, iluminação, poeiras, gases e fuligens. A exposição dos trabalhadores a estas condições desfavoráveis aumenta os riscos de danos à saúde dos trabalhadores e comprometem a segurança do trabalho (IIDA, 2005).

##### 4.2.3.1 Conforto térmico

O conforto térmico é definido como a sensação de bem-estar experimentada por uma pessoa, obtendo como resultado uma combinação satisfatória da umidade relativa, velocidade relativa do ar com a atividade desenvolvida e temperatura (RUAS,2001).

A zona de conforto térmico para o ser humano em estado de equilíbrio é demarcada pela temperatura entre 20 e 24 °C, umidade relativa entre 40 e 60% e velocidade do ar de 0,7 m/s (IIDA, 2005). A temperatura evidencia o nível de calor ou frio que ocorre em um determinado local ou no corpo humano, cuja percepção está relacionada com a velocidade do vento e o grau de umidade do ar (COUTO, 1998). Para se obter o conforto térmico, o corpo precisa estar em equilíbrio térmico. Essa condição é essencial, mas não suficiente para que haja conforto térmico. Isso pode ser explicado devido a eficiência do sistema termorregulador, que mantém o equilíbrio térmico do organismo em uma faixa ampla de combinações das variáveis pessoais e ambientais (SOUSA, 2014).

Minette *et al.*, (1998) avaliando as condições climáticas para a atividade de colheita florestal com motosserra no estado de São Paulo, obteve como resultado do valor do IBUTG médio que a temperatura estava acima (27,8°C) do recomendado pela a legislação brasileira, assim, o operador ficando exposto a sobrecarga térmica. O valor da velocidade média do vento (1,7 m/s) também

estava acima do recomendado pela a legislação, porém a atividade de corte com motosserra não foi afetada.

Minette *et al.* (2007) avaliou três postos de trabalho em diferentes empresas florestais, verificando as seguintes máquinas: *Feller Buncher*, *Skidder*, Garra-Traçadora, Traçador Mecânico e Carregador Florestal. Para analisar a exposição do calor que os operadores estavam expostos foi utilizado o IBUTG. Como resultados obteve que a empresa 1 e 2 tinham boas condições térmicas de trabalho, para a empresa 3 os índices de temperatura efetiva estavam todos fora da zona de conforto térmico.

Batista (2008) avaliando uma equipe de motosserristas na exploração florestal na Amazônia Central, detectou que ao nível que a temperatura ambiente aumentava ao decorrer do dia, ocorria uma queda no rendimento dos operadores.

Souza *et al.* (2015) determinando metas de produção para a atividade de corte florestal com motosserra, considerando fatores ergonômicos relacionados a atividade, como forma de prevenir danos à saúde dos trabalhadores, verificou que o ambiente térmico expresso pelo o IBUTG estava acima (31°C) dos limites recomendados para uma jornada de trabalho de 8 horas.

Jankovský *et al.* (2016) estudando alguns fatores relacionados ao trabalho florestal na Eslováquia e República Checa, dentre eles o conforto térmico de cabines de *Harvester* e *Forwarder* encontrou valores médios de temperatura de 17,9 C e para valores de velocidade do vento 0,06 m/s<sup>2</sup>, ficando dentro dos limites impostos pela legislação europeia.

#### 4.2.3.2 Ruído

O ruído é conceituado como ondas sonoras, que por meio da exposição pode causar o desconforto e até mesmo a perda de sensibilidade auditiva do trabalhador. Além disso, o ruído pode causar grande risco de problemas auditivos aos trabalhadores, sendo definido pelo o nível de som, frequência e tempo de exposição (CUNHA *et al.*, 2009).

Quanto a duração o ruído pode ser caracterizado em três tipos (de longa, curta e curtíssima duração) e irá produzir diferentes efeitos no organismo. O ruído de longa duração é aquele que ocorre durante toda a jornada de trabalho; o de curta duração ocorre entre um e dois minutos e provocam queda no rendimento, tanto no início como no final do período do ruído; e o ruído de curtíssima duração é aquele que ocorre em apenas alguns segundos (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

Os níveis de ruídos são medidos na escala logarítmica, cuja a unidade é decibel (dB), segundo a legislação brasileira por meio da Norma Regulamentadora Nº 15 do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE (2015) (FIGURA 13), o nível máximo de ruído permitido é de 85 dB (A), para uma exposição de oito horas diárias de trabalho. A cada aumento do nível de ruído de 5 dB (A), a exposição deve ser reduzida pela metade (COUTO, 1998).

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

FIGURA 13 - Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.  
FONTE: MTE, 2015.

Em relação aos seres humanos que ficam expostos em lugares que apresentam ruídos acima de 90 dB (A) sem proteção adequada, os mesmos podem começar apresentar algumas reações fisiológicas prejudiciais ao organismo, como: diminuição da concentração, da velocidade e precisão de movimentos, elevação da pressão arterial, interferência do sono, fadiga, queda da produtividade, comprometimento do sono e maiores riscos de acidentes de trabalho, dentre outras consequências (IIDA, 2005).

Os ruídos podem ser causados por diferentes fontes nas máquinas agrícolas e florestais, podendo ser citado o escapamento, que gera grande intensidade de ruído e sendo responsável por 45 a 60% do ruído total. Além disso, outras fontes são: aspiração com 15 a 20%, ventilador com 12 a 20%, e vibração, com 15 a 20% do ruído total (SIMONE *et al.*, 2006).

Lima (1998) avaliou alguns fatores ergonômicos que poderiam influenciar a saúde, o conforto, o bem-estar, a segurança e o rendimento dos operadores dos tratores florestais. O trabalho analisou o nível de ruído emitido pelo *Feller Buncher* e *Skidder* e concluiu que o *Feller Buncher* emite ruído acima do permitido pela legislação brasileira (NR-15).

Minette *et al.* (2007) avaliando três postos de trabalho em diferentes empresas florestais, verificou o nível de ruído para as seguintes máquinas: *Feller Buncher*, *Skidder*, Garra-Traçadora, Traçador Mecânico e Carregador Florestal. Como resultados obteve que a empresa 1 e 2 possuíam valores abaixo do limite de nível de ruído permitido pela a Norma Regulamentadora 15, para uma jornada de oito horas de trabalho. Somente, para a empresa 3 os valores do nível de ruído foram superiores ao permitido pela legislação, atingindo valores entre 86 a 90 dB (A).

Brito (2007) avaliou três modelos de *Feller Bunchers* (Timberjack 608L, Valmet 425EXL e 759C) quanto aos níveis de ruído dentro das cabines, as máquinas foram avaliadas paradas, com a cabine fechada, ar-condicionado ligado e com o motor na máxima rotação e obteve um nível de ruído interno de 75, 76 e 76 dB (A) respectivamente para os três tratores analisados. Obtendo valores inferiores ao limite de 85 dB (A), para oito horas de exposição diária, estabelecido pela NR-15, para todas as operações de colheita.

Suchomel *et al.* (2010) estudando o ruído que afeta os operadores de máquinas de cavaqueamento de madeira, teve como maior valor para o nível de ruído 77 dB não ultrapassando os valores propostos pela a norma da República Eslovaca Nr.115/2006.

Rodrigues *et al.* (2011) analisando a exposição ao ruído na colheita florestal com motosserra, verificou que o nível de ruído que o operador estava exposto estava acima (97,6 dB) do recomendado pela NR 15. Concluindo que deverá ser reduzido a jornada de trabalho do operador.

Ahmadi *et al.* (2013) avaliando operadores florestais na colheita florestal semi mecanizada, encontrou valores para a exposição ao ruído entre 107 e 122 dB e quando comparado com a norma vigente no Irã e da Associação Avançando de Saúde Ocupacional e Ambiental (ACGIH) estavam superiores ao recomendado (85 dB). O estudo ainda mostrou que a medida que aumentava o diâmetro das árvores, os operadores estavam mais expostos ao ruído.

Rottensteiner *et al.* (2013) analisando ruído em um sistema de cavaqueamento no processamento de Álamo e Carvalho em dois modelos de picadores diferentes, verificou que a intensidade do ruído depende do material processado, encontrando valores menores de ruído para densidade menor da madeira (Alámo).

Jankovský *et al.* (2016) estudando alguns fatores relacionados ao trabalho florestal na Eslováquia e República Checa, dentre eles o ruído em *Harvester* e *Forwarder* encontrou valores médios para a exposição diária da jornada de trabalho para as máquinas avaliadas de 77 dB e 79 dB respectivamente, respeitando os valores impostos pela legislação europeia (Directive 2007/30/EC). Dentre os operadores avaliados dois deles sofriam de distúrbios causados pela a exposição ao ruído, podendo ter sido ocasionado por atividades exercidas anteriormente, como o manuseio de motosserra.

#### 4.2.3.3 Vibração

Segundo Lida e Guimarães (2016) vibração é qualquer movimento oscilatório que o corpo ou parte dele executa em um determinado ponto fixo, podendo esse movimento ser regular ou irregular.

Conforme a caracterização a vibração é dividida em três variáveis: frequência (medida em ciclos por segundo ou Hertz); intensidade do deslocamento (em cm ou mm) ou aceleração máxima sofrida pelo o corpo (em  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) e direção do movimento (definida por três eixos triortogonais). As direções dos movimentos são definidas pelos eixos x (das costas para frete) e y (da direita para a esquerda) e as acelerações longitudinais, são definidas pelo eixo z (dos pés à cabeça), cada eixo exercendo um efeito diferente para o organismo (IIDA; GUIMARÃES, 2016) (FIGURA 14).

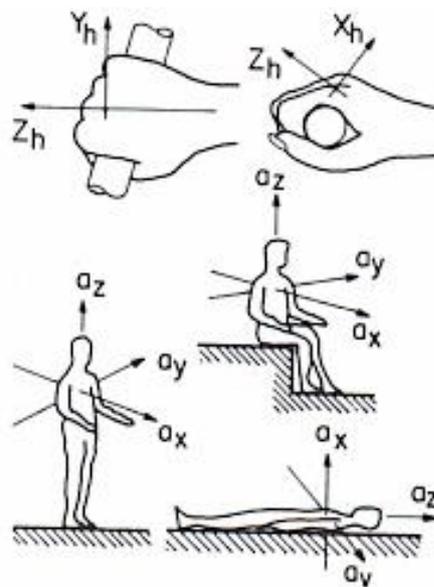


FIGURA 14 - Direções de vibração do corpo e da mão.  
Fonte: adaptado ISO 2631:1997.

De acordo com Furtado Júnior (2013), as vibrações podem ser classificadas em dois tipos: do corpo inteiro ou partes do corpo (mãos e braços). Conforme Coggins *et al.* (2010), as vibrações de mãos e braços são aquelas originadas através de equipamentos suportados pelas mãos dos trabalhadores, como furadeiras, motosserras, cortadores de grama e entre outros. Já as vibrações de corpo inteiro são aquelas originadas de uma superfície vibratória cuja qual, o corpo esteja apoiado, por exemplo, tratores, empilhadoras, retroescavadoras, caminhões e dentre outras.

As vibrações podem ocorrer nas atividades mecanizadas, afetando no conforto, a eficácia do trabalho e a saúde e segurança do operador. Quando o operador sofre exposições a vibrações prolongadas, a parte inferior das costas

pode sofrer algum tipo de dano, causado por choques mecânicos. O grau de vibração é afetado principalmente pela velocidade de deslocamento, tipo do terreno, pneus, amortecedores, cabine e assento (BRITO, 2007).

Ainda a vibração pode causar algumas consequências graves ao ser humano, como: visão turva, perda de equilíbrio, falta de concentração, danos aos órgãos internos e sistema nervoso central, zumbido, irritabilidade e insônia, além de contribuir para os acidentes de trabalho. É importante ressaltar que foi observado algum tipo destas alterações no corpo em 70% dos casos expostos a vibração (MATOBA, 1994; GERGES, 2000).

Segundo Loutridis *et al.* (2011), as vibrações em máquinas agrícolas ou florestais não causam apenas danos à saúde e desconforto ao operador, mas também causam falha e desgaste em determinados componentes das máquinas.

As recomendações e limites preventivos a respeito da exposição as vibrações estão previstas em normas internacionais que servem de referência para a legislação brasileira. As principais normas são: ISO 2631-1:1997 (vibrações de corpo inteiro); ISO 5349-1:2001 (vibração localizada mãos e braços) que definem a vibração de corpo inteiro em três variáveis, de frequência (Hz), aceleração máxima sofrida pelo o corpo ( $m/s^2$ ) e direção do movimento que é dada por três eixos espaciais (x,y,z) e a Diretiva 2002/44 da comunidade Europeia (DIRETIVA..., 2002; INTERNATIONAL ORGANIZATION for STANDARDZATION - ISO, 1997, 2001). lida (2005) afirma que a exposição a vibração é danosa ao organismo em frequências mais baixas entre 1 e 80 Hz, podendo ocasionar diversos danos ao organismo.

Almeida *et al.* (2015) avaliando os operadores em três tipos de máquinas florestais (*Feller Buncher*, *Skidder* e garra traçadora) através de um medidor integrador triaxial Larson Davis modelo HVM 100, obteve como resultados que os níveis de exposição às vibrações (1,12; 1,95 e 0,99  $m/s^2$  respectivamente) estavam além dos parâmetros recomendados pelas normas ISO 2631-1:1997 e a Diretiva 2002/44 da Comunidade Europeia.

Barbosa (2015) realizando estudos ergonômicos na atividade de colheita florestal com motosserra em áreas com madeira danificada pelo o vento, encontrou resultados para a vibração de mãos e braços (4,86  $m/s^2$ ) próximo ao

limite recomendado pela a legislação ( $5 \text{ m/s}^2$ ) para uma jornada de trabalho de 8 horas. Sendo que, o nível de vibração foi superior ao nível de ação ( $2,5 \text{ m/s}$ ) requerendo atenção e medidas preventivas em um futuro próximo.

Souza *et al.* (2015) avaliando alguns fatores ergonômicos para propor metas de produção para o corte florestal com motosserra, verificou que o nível de vibração da máquina é o fator com maior exigência de tempo de pausas. Sendo, os valores obtidos para a aceleração resultante de exposição normalizada (*aren*) foi igual a  $5,80 \text{ m/s}^2$  para a mão direita e  $5,61 \text{ m/s}^2$  para a mão esquerda, ficando acima dos valores propostos pela Norma de Higiene Ocupacional 10 (FUNDACENTRO, 2013).

Xiaoxu *et al.* (2015) avaliando a vibração de assento de máquinas florestais, concluiu que operadores com menores Índice de Massa Corporal (IMC) tiveram maiores valores de acelerações e a quantidade de tempo para atingir o limite superior da norma ISO (*International Standards Organization*) 2631–1 foi menor em relação aos operadores que tinha um valor superior de IMC.

Jankovský *et al.* (2016) estudando alguns fatores relacionados ao trabalho florestal na Eslováquia e República Checa, dentre eles a vibração de corpo inteiro em *Harvester* e *Forwarder*, encontrou valores para o nível de ação do *Harvester* de  $5 \text{ m/s}^2$  e para o *Forwarder* de  $6 \text{ m/s}^2$ , excedendo os valores impostos pela legislação vigente (416/2005 Coll.). Essa diferença dos valores para o nível de ação do *Harvester* e o *Forwarder* provavelmente se deu pela a maior movimentação do *Forwarder* em relação ao *Harvester*.

#### 4.2.4 Avaliação ergonômica de máquinas

##### 4.2.4.1 Acesso

O acesso ao posto de trabalho em tratores e máquinas florestais é afetado pelas dimensões dos degraus, distância entre eles, altura do primeiro degrau em relação ao solo e do último em relação à plataforma da máquina (FIGURA 15). Por isso, o desenho e o posicionamento dos degraus são importantes para que eles não sejam atingidos ou danificados enquanto a

máquina estiver operando, bem como facilite ao acesso do operador ao posto de trabalho (FIEDLER, 1995).

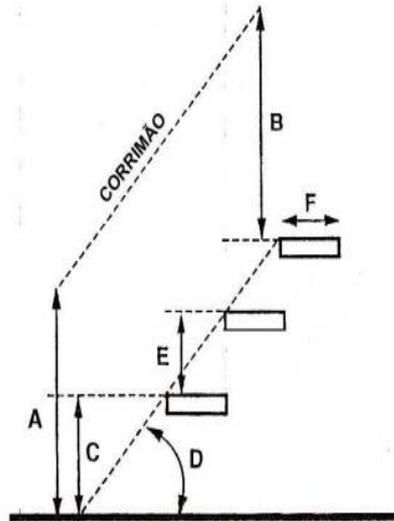


FIGURA 15 - Variáveis de acesso ao posto de trabalho.  
Fonte: Manual de Skogforsk, 1999 (adaptado).

É importante ressaltar que grande parte dos acidentes sofridos por trabalhadores de máquinas florestais ocorrem quando os mesmos estão entrando ou saindo das máquinas, na maioria das vezes os acidentes ocorrem devido ao operador escorregar, cair ou pular quando estão entrando ou saindo da máquina. Com isso, quando o meio de acesso não é adequado, os operadores acabam optando por pular da máquina na hora de sair e com isso podendo sofrer lesões nos joelhos, quadris e pés (SKOGFORSK, 1999).

Minette *et al.* (2007), analisando 13 máquinas utilizadas na colheita de madeira de eucalipto, verificou que as variáveis de acesso estavam fora dos valores indicados, destacando as piores situações no *Feller Buncher* e no carregador florestal MJ10070.

Fialho (2012), avaliando dois modelos de *Harvester* em relação a acesso à cabine, obteve como resultados para o modelo PC 200 que a máquina estava de acordo com as normas em todos os parâmetros estudados, com exceção das distâncias entre 1º e 2º degraus e 2º e 3º degraus. Enquanto o modelo PC 228 atendeu somente a um padrão da norma, altura do primeiro degrau.

Evanson *et al.* (2013) estudando um modelo de *Harvester* para terrenos íngreme, entrevistou os operadores quanto ao acesso e visibilidade da cabine.

Obtendo como resultados que a cabine era espaçosa, que possuía boa visibilidade e que o acesso tinha um grau de dificuldade principalmente quando a máquina estava parada em uma encosta íngreme.

#### 4.2.4.2 Assento

Atualmente, os seres humanos passam mais de 20 horas sentados ou deitados. Por isso, o assento tem grande importância para os seres humanos, principalmente no trabalho (DUL & WEERDMEESTER, 2012). Cada pessoa possui uma preferência em relação ao tipo de assento, sendo influenciado pelo o conforto e aparência estética (CORLET, 1989).

Quando o trabalhador permanece na posição sentada de forma incorreta, pode gerar algumas consequências como fadiga, dores lombares e câimbras. E caso esta posição não seja corrigida, poderá acarretar em danos permanentes na coluna do trabalhador (GRANDJEAN, 1998). Por isso, o mais recomendável para estruturas do assento é que possua um estofamento duro, pois oferecendo maior suporte para a pressão que ocorre nas regiões das nádegas e pernas. Por outro lado, em estofamentos macios, ocorrem uma maior distribuição desta pressão podendo causar danos na circulação sanguínea dos capilares e provocando fadiga e dores (IIDA, 2005).

Para se ter um bom projeto de máquina, deve-se levar em consideração a postura do trabalhador. Durante a execução das atividades de trabalho, um trabalhador poderá assumir diversas posturas diferentes consequentemente acionara diferentes conjuntos de musculatura (ROSSI, 2007).

Fernandes *et al.* (2010), avaliando a cabine do *Feller Buncher* concluiu da necessidade de melhorias ergonômicas em relação ao assento. Já Fialho (2012), avaliando dois tipos de *Harvester* através de medições diretas, concluiu que ambas as máquinas estavam em concordância com a norma.

Murphy e Oliver (2011) testando o apoio de braço de um assento de máquinas florestais que se movia com dois graus de liberdade no plano sagital (translação e rotação) no qual permitia um movimento mais natural e consequentemente oferecendo maior suporte. Obteve como resultados que houveram reduções significativas na ativação do músculo do ombro em

comparação com o braço padrão. Concluído que o apoio de braço dinâmico pode fornecer uma alternativa ergonômica para todas as configurações de *joystick*.

Evanson *et al.* (2013) estudando um modelo de *Harvester* para terrenos íngreme, avaliou o conforto do assento através de entrevistas com os operadores ao decorrer da operação. Os operadores relataram que apesar da cabine não possuir nivelamento e os mesmos ficarem operando o tempo inteiro com pressões sobre o corpo, não encontraram desconforto de trabalhar em encostas muito íngremes devido ao desenho do cinto de segurança.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Devido à escassez de trabalhos nacionais e internacionais atuais nesta temática, nota-se a importância de realização de trabalhos em ergonomia na colheita florestal semi mecanizada e mecanizada.

Apesar dos avanços tecnológicos das máquinas de colheita da madeira, nota-se que os operadores ainda estão expostos a condições inapropriadas durante a jornada de trabalho. Sendo necessário a realização de estudos ergonômicos das condições adversas, às quais os operadores florestais estão expostos. Desta forma, evitando o afastamento dos operadores de máquinas florestais de seus postos de trabalho, possibilitando então propor soluções para a melhoria do seu conforto, segurança, saúde e qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS

- AHMADI, M.; JOURGHOLAMI, M.; MAJNOUNIAN, B.; YARAHAMDI, R. Investigation on the ergonomic aspects of the noise caused by chainsaw in bucking operation (case study: Kheyroud forest research station). **Iranian Journal of Forest**. Tehran, v.5, n. 1, p 1-10, 2013.
- BARBOSA, R.P.; FIEDLER, N.C.; CARMO, F.C.A.; MINETTE, L.J.; SILVA, E.N. Análise de posturas na colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.4, p.733-738, 2014.
- BARBOSA, V.A. **Avaliação ergonômica da colheita florestal em área com madeira danificada pelo vento**. 2015. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, 2015.
- BRAMUCCI, M. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “Harvesters” na colheita de madeira**. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior e Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
- BRITO, A. B. **Avaliação e redesenho da cabine do “Feller-buncher” com base em fatores ergonômicos**. 2007. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- BATISTA, H. L. P. **Estudo de tempo e rendimento da motosserra considerando fatores ergonômicos numa exploração florestal na Amazônia Central**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P.A. **Metodologia científica**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- CORLET, E. M. Aspects of the evaluation of industrial seating. **Ergonomics**, London, v. 32, n.3, p. 257 – 269, 1989.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: coletânea dos cadernos Ergo. Belo Horizonte: Cultura, 1987. 432 p.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo, 1998. 353 p.
- CUNHA, J. P. A. R.; DUARTE, M. A. V.; RODRIGUES, J. C. Avaliação dos níveis de vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo do solo. **Revista: Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 348-355, out./dez. 2009.
- EVANSON, T.; AMISHEV, D.; PARKER, R. HARRILL, H. An evaluation of a ClimMAX Steep Slope Harvester in Maungataniwha Forest, Hawkes Bay. **Future forests research**. Nova Zelândia. N. 1.1.4. 2013.

EROGLU, H.; KAYACAN, Y.; YILMAZ, R. Effects of Work Types and Workload on Certain Anthropometric Parameters in Forestry Workers. **Anthropologist**. v. 21, P. 168-181, 2015.

FIALHO, A.C. **Avaliação de alguns fatores ergonômicos em dois modelos de “harvester”**. 2012. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

FIEDLER, N. C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira**. 1995. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

FOGLIATTO, F. **Organização de textos científicos**, 2007. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/146\\_seminario\\_de\\_pesquisa\\_2\\_diretrizes\\_referencial\\_teorico.doc](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/146_seminario_de_pesquisa_2_diretrizes_referencial_teorico.doc)>. Acesso em: 25 maio 2016.

FONTANA, G. **Avaliação ergonômica do projeto interno de cabines de Forwarders e Skidders**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior e Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

GALLIS, C. Work-related prevalence of musculoskeletal symptoms among Greek forest workers. **Industrial ergonomics**. v. 36, p. 731-736, 2006.

GERGES, S.N.Y. **Ruído: Fundamentos e controle**. 2ed. Florianópolis: Nr Editora, 2000. 676 p.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**. Adaptando o trabalho ao homem. 4º ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 1998.

GRZYWINSKI, W.; WANDYCZ, A.; TOMCZAK, A. JELONEK, T. The prevalence of self-reported musculoskeletal symptoms among loggers in Poland. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v.52. p. 12-17. 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/IBÁ. Brasília, 2015. 64p.

IEA, Internacional Ergonomics Association, What is ergonomics. Disponível em: <[http://www.iea.cc/browse.php?contID=what\\_is\\_ergonomics](http://www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics)>. Acesso em 06 abril 2016.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 614p.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L.B.M. **Ergonomia**: Projeto e Produção. 3ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2016. 850p.

JANKOVSKÝ, M.; MESSINGEROVÁ, V.; FERENČÍK, M.; ALLMAN, M. Objective and subjective assessment of selected factors of the work environment of forest harvesters and forwarders. **Journal of Forest Science**, v. 62, p. 8–16, 2016.

.KLEMPA, J.; CATAI, R.E.; AGNOLETTO, 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: Enegep, 2011.

KUORINKA, I.; JONSSON, B.; KILBOM, A.; VINTERBERG, H.; BIERING-SORENSEN, F.; ANDERSSON, G.; JORGENSEN, K. Standardized Nordic questionnaire for the analysis of musculoskeletal symptoms. **Applied Ergonomics**, v. 18, n. 3, p. 233-237, 1987.

LIMA, J. S. S. **Avaliação da força de arraste, parâmetros ergonômicos e compactação do solo, em um sistema de colheita de madeira, utilizando os tratores florestais *Feller-Buncher* e *Skidder***. 1998. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

LIMA, J. S. S.; LEITE, A. M. P. Mecanização. In: MACHADO, C.C. **Colheita Florestal**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2014. p.43-65.

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

LOPES, E. S.; OLIVEIRA, D. O.; SILVA, P. C.; CHIQUETTO, A. L. Avaliação do desempenho de operadores no treinamento com simulador virtual Forwarder. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 177-186, 2010.

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

MALINOVSKI, J.R.; CAMARGO, C.M.S.; MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, R.A.; CASTRO, G.P. Sistemas. In: MACHADO, C.C. **Colheita florestal**. 3ed. Viçosa: UFV, 2014. Cap 6, p. 178-205.

MATOBA T. Pathophysiology and clinical picture of Hand-Arm vibration Syndrome in Japanese workers. Nagoya J Med Sci 1994 (Suppl.) Japan; 57:19-26.

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.

MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P.; MACHADO, C.C.; BAÊTA, F.C.; FIEDLER, N.C. Análise da influência de fatores climáticos no corte florestal com motosserra. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.22, n.4, p.527-534,1998.

MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P.; ALVES, J.U.; FIEDLER, N.C. Estudo antropométrico de operadores de motosserra. **R. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p.166-170, 2002.

MINETTE, L.J.; SILVA, E.P.; SOUZA, A.P.; SILVA, K.R. Avaliação dois níveis de ruído, luz, calor em máquinas de colheita florestal. **R. Bras. Eng. Agrícola Ambiental**, v.11, n.6, p.664–667, 2007.

MINETTE, L.J.; SANCHES, A.L.P.; SILVA, E.P.; SOUZA, A.P.; LEITE, R.V.; MARZANO, F.L.C. Avaliação postural da atividade de derrubada e traçamento com motosserra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA NO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA, 4, 2011, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2011.

MORAIS FILHO, A.D. **Análise da capacidade técnica e econômica dos prestadores de serviços no setor de colheita florestal**. 2006. 103 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior e Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MURPHY, T.; OLIVER, M.L. Evaluation of a dynamic armrest for hydraulic-actuation controller use. **Applied Ergonomics**. v. 42, p. 692–698, 2011.

PAINI, A.C.; LOPES, E.S.; OLIVEIRA, F.M. Postura corporal de operador no carregamento mecanizado de madeira - estudo de caso. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v.13, n.23; p. 962-974, 2016.

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

PHAIRAH, K.; BRINK, M.; CHIRWA, P.; TODD, A. Operator work-related musculoskeletal disorders during forwarding operations in South Africa: an ergonomic assessment. **Journal of Forest Science**, v. 78, p. 1–19, 2016.

RODRIGUES, V.A.J.; SANT`ANNA, C.M.; FERREIRA, R.C.; SENSATO, G.L.; SOUZA, A.P. MINETTE, L.J. Avaliação da exposição ao ruído e da carga de trabalho físico de operadores de motosserra no corte de eucalipto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA NO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA, 4, 2011, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2011.

ROSSI, M. A. **Análise ergonômica do ambiente de trabalho para operadores de tratores e colhedoras agrícolas**. 2007. 142 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

ROTTENSEINER, C.; TSIORAS, P.; NEUMAYER, H.; STAMPFER, K. Vibration and noise assessment of tractor-trailer and truck-mounted chippers. **Silva Fennica**. v. 47, n. 5, 2013.

SEIXAS, F.; CAMILO, D.R. Colheita e transporte florestal- Notas de aula. Piracicaba ESALQ/USP. 243 p. 2008.

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

SILVA, E.M. **Avaliação da preferência de cadeiras para diferentes tipos de trabalhos de escritório**. 2003. 265 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

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

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

SUCHOMEL, J.; BELANOVÁ, K.; VLČKOVÁ, M. Evaluation of noise in the wood chips production. Human Potential Development: Search for Opportunities in the New EU States . International Scientific Conference , 7th , MRU, Vilnius, Lithuania , June 2-3, 2010.

XIAOXU, J.; ERGER, T. R.; DICKEY, J. P. Development of a seat selection algorithm to match industrial seats with specific forestry vibration exposures. **International Journal of Forest Engineering**. v. 26. p. 48-59. 2015.

WEBSTER, M.F.; SILVA, N.L. da; 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. 18ed. Florianópolis: Mestra, 2000. 688p.

ZANUTTINI, R.; CÉU, P.; PONCINO, D. The OWAS Method Preliminary results for the evaluation of the risk of work-related musculo-skeletal disorders (WMSD) in the forestry sector in Italy. **Floresta**. v. 2, p. 242-255, 2005.