

CÁSSIO FURTADO LIMA

**FATORES ERGONÔMICOS, OPERACIONAIS E
PRODUTIVIDADE DE OPERADORES DE MÁQUINAS DE
COLHEITA FLORESTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

L732f
2018
Lima, Cássio Furtado, 1989-
Fatores ergonômicos, operacionais e produtividade de
operadores de máquinas de colheita florestal / Cássio Furtado
Lima. – Viçosa, MG, 2018.
xiv, 96 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Amaury Paulo de Souza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 78-90.

1. Máquinas florestais. 2. Ergonomia. 3. Promoção da saúde
dos empregados. 4. Produtividade do trabalho. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal.
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. II. Título.

CDO adapt. CDD 22. ed. 634.9307

CÁSSIO FURTADO LIMA

**FATORES ERGONÔMICOS, OPERACIONAIS E
PRODUTIVIDADE DE OPERADORES DE MÁQUINAS DE
COLHEITA FLORESTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

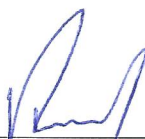
APROVADA: 13 de novembro de 2018.



Nilton César Fiedler



Luciano José Minette
(Coorientador)



Amaury Paulo de Souza
(Orientador)

A Deus, pelo dom da vida!
Por sempre se mostrar gigante em minha jornada!
Por me oferecer alento quando preciso!
E por me proporcionar força e o discernimento para a conclusão deste trabalho!

*“(...) eu não estou interessado
Em nenhuma teoria
Em nenhuma fantasia
Nem no algo mais
Longe o profeta do terror
Que a laranja mecânica anuncia
Amar e mudar as coisas
Me interessa mais
Amar e mudar as coisas
Amar e mudar as coisas
Me interessam muito mais!”*

Antônio Carlos Belchior

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me proporcionado saúde e sabedoria. À minha mãe, Maria de Fátima, pelo apoio incondicional e amor; ao meu pai Francisco, pelo exemplo e disciplina compartilhados. Aos meus irmãos, Lucas, Rômulo e Sarah, por estarem presentes em momentos fundamentais nesta jornada. À Fernanda e ao Miguel, por se fazerem parte importante e presente na minha vida. A todos os familiares, que me abençoaram com pensamentos positivos. À minha avó, Helena, e minha “mãe preta”, Luzia, pois elas nunca foram esquecidas!

Muito obrigado à amada e melhor escola de Florestas do Brasil, por sempre me abrir as portas do Departamento de Engenharia Florestal (DEF-UFV) nos momentos em que precisei na minha vida profissional, em especial ao Laboratório de Ergonomia, parte fundamental deste trabalho. Ao meu orientador e professor, Amaury Paulo de Souza, que sempre apoiou e me liderou neste trabalho para a busca de conquistas a cada dia maiores. A todos os funcionários, estudantes e amigos do Departamento que de certa forma contribuíram com essa jornada.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, *campus* Itapina e Nova Venécia, pelo grande respeito e afeto que cultivei em minha jornada profissional, em especial aos amigos da “Pousada do Gaúcho”.

Ao Instituto Federal do Pará, *campus* Óbidos, pelo imenso desafio em minha vida profissional e suporte na finalização deste trabalho.

Aos amigos verdadeiros da minha infância em Rio Pomba (MG), e aos que encontrei na caminhada. À família Renegados e às repúblicas de Viçosa (MG), em especial, a “Praça é Nossa” e “Manga com Leite”, pelo reconhecimento e carinho.

Aos coorientadores professores Luciano José Minette, Carlos Cardoso Machado e ao membro da banca professor Nilton César Fiedler, meus sinceros agradecimentos pelas contribuições e direcionamento. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo apoio financeiro prestado ao presente trabalho – Código de Financiamento 001.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de forma direta e indireta para esta realização.

BIOGRAFIA

Cássio Furtado Lima é filho de Francisco Ferreira Lima e Maria de Fátima Furtado Lima, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 28 de dezembro de 1989. Residiu em Rio Pomba (MG), onde cursou o Ensino Fundamental.

Em 2007, cursou o Ensino Médio na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, onde também concluiu o Técnico em Segurança do Trabalho, no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais.

Iniciou em 2009 a graduação em Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Viçosa (MG). Durante a vida acadêmica estagiou no Laboratório de Painéis e Energia, Laboratório de Ergonomia, e no Laboratório de Hidrologia Florestal. Em janeiro de 2015 conquistou a titulação de Engenheiro Florestal e, ao término daquele mesmo ano, concluiu o curso de Pós-Graduação *Lato sensu* em Segurança do Trabalho na Faculdade Internacional Signorelli.

Também em agosto de 2015 foi nomeado para o cargo de Professor EBTT substituto no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, *campus* Itapina, onde permaneceu até fevereiro de 2017.

No ano seguinte, tendo em vista a necessidade constante de aprimoramento dos estudos, conciliou o trabalho de professor com mais um curso de Pós-Graduação *Lato Sensu*, em Gestão Ambiental, também pela Faculdade Internacional Signorelli.

Em fevereiro de 2017 retornou ao Departamento de Engenharia Florestal, em Viçosa (DEF-UFV), como aluno de Pós-graduação *Scrito Sensu*, nível de Mestrado em Ciência Florestal, tendo concluído o curso em novembro de 2018.

Em dezembro de 2017 foi nomeado como professor efetivo EBTT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, *campus* Óbidos, onde exerce suas funções atualmente.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 <i>Objetivo geral</i>	3
2.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 <i>A ergonomia</i>	4
3.2 <i>Fatores ergonômicos envolvidos na operação de máquinas florestais</i>	5
3.2.1. <i>Antropometria dos operadores</i>	6
3.2.2 <i>Repetitividade do trabalho</i>	8
3.2.3 <i>Layout do posto de trabalho</i>	9
3.2.4 <i>Biomecânica nas atividades florestais</i>	10
3.2.5 <i>Percepção dos trabalhadores sobre ergonomia das máquinas</i>	11
3.2.6 <i>Ruído das máquinas</i>	13
3.2.7 <i>Vibração das máquinas</i>	14
3.2.8 <i>Ambiente térmico</i>	15
3.2.9 <i>Iluminação</i>	17
3.3 <i>Fatores operacionais presentes na colheita florestal</i>	18
3.3.1 <i>Metas de produtividade</i>	19
4.1 <i>Local de estudo</i>	22
4.2 <i>Coleta de dados e maquinários florestais</i>	22
4.3 <i>Análise dos fatores ergonômicos</i>	26
4.3.1 <i>Percepção dos operadores sobre a ergonomia e a saúde no trabalho</i>	26
4.3.2 <i>Avaliação antropométrica dos operadores</i>	29

4.3.3 Avaliação ergonômica do posto de trabalho nas máquinas florestais	31
4.3.4 Avaliação e classificação ergonômica das máquinas florestais	34
4.3.4.1 Dimensões e segurança do acesso à cabine	35
4.3.4.2 Visibilidade	35
4.3.4.4 Assento do operador	36
4.3.4.5 Operação da máquina	36
4.3.4.6 Postura de trabalho	36
4.3.4.7 Ruído na cabine das máquinas	37
4.3.4.8 Vibração transmitida ao operador	38
4.3.4.10 O ambiente térmico na cabine das máquinas	38
4.3.4.11 A exaustão de gases, poeiras e partículas	39
4.3.4.12 Iluminação do local de trabalho	39
4.3.4.13 Treinamento e instruções	39
4.3.4.14 Manutenção da máquina	40
4.4. <i>Classificação dos fatores operacionais na colheita florestal</i>	40
4.4.1 Pedregosidade:.....	40
4.4.2 Análise dos fatores operacionais de campo	41
4.4.3 Leira	41
4.4.4 Sub-bosque	41
4.4.5 Capacidade de sustentação do solo	42
4.4.6 Declividade do terreno	42
4.4.7 Tipo de solo	43
4.4.8 Povoamento florestal	43
4.4.9 Espaçamento	43
4.5 <i>Produtividade do trabalhador</i>	43
4.5.1 Determinação do limite e ajustes de metas de produtividade	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
5.1 <i>Percepção dos operadores sobre a ergonomia e a saúde no trabalho</i>	46
5.1.1 Classificação ergonômica	46

5.1.2 Classificação em relação a saúde ocupacional	50
5.2 Avaliação antropométrica dos operadores	52
5.2.1 Perfil antropométrico	52
5.2.2. Índice de massa corporal (IMC) dos operadores	55
5.3 Avaliação ergonômica do posto de trabalho nas máquinas florestais	56
5.3.1 Avaliação das cabines	56
5.3.2 Avaliação dos assentos	60
5.4 Avaliação e classificação ergonômica das máquinas florestais	64
5.4.1. Estudo da classificação ergonômica nas máquinas florestais	64
5.4.2 Estudo da avaliação dos níveis de exposição ao ruído e vibração	67
5.5 Classificação dos fatores operacionais na colheita florestal.....	70
5.6 Produtividade dos trabalhadores.....	72
6 CONCLUSÕES.....	76
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
8 APÊNDICE A.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mosaico com imagens da operação de colheita florestal com o Feller Buncheres (FB1 e FB2).....	23
Figura 2: Mosaico com imagens da operação de transbordo florestal com o Forwarder (FW1, FW2 e FW3).....	24
Figura 3: Mosaico com imagens da operação de corte florestal com o Harvester HV1, HV2, HV3 e HV4.....	25
Figura 4: Croqui da avaliação nas dimensões das cabines nas máquinas florestais estudados.....	32
Figura 5: Croqui da avaliação e recomendação das dimensões dos assentos nas máquinas florestais estudados, de acordo com os parâmetros do Guideline de Skogforsk (1999).....	33
Figura 6: Variáveis de acesso à cabine.....	35
Figura 7: Dimensões da cabine das máquinas florestais, ajustada conforme as recomendações antropométricas.....	59
Figura 8: Nível de Exposição Normalizado (Ruído convertido para uma jornada de trabalho de 8 horas) e Aceleração Resultante de Exposição Normalizada.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Critérios para análise do ruído pelo do Nível de Exposição Normalizado (NEM).....	37
Tabela 2: Metodologia para a porcentagem de pausas das máquinas florestais....	44
Tabela 3: Classificação ergonômica dos maquinários florestais na percepção dos operadores.	47
Tabela 4: Classificação das máquinas florestais, quanto à percepção dos operadores sobre a saúde ocupacional.	50
Tabela 5: Análise do perfil antropométrico dos operadores.	53
Tabela 6: Classificação do IMC dos operadores florestais segundo a OMS (1998).	55
Tabela 7: Avaliação ergonômica das cabines das máquinas estudadas.....	57
Tabela 8: Análise antropométrica dos assentos nas máquinas florestais	61
Tabela 9: Classificação ergonômica das máquinas florestais	65
Tabela 10: Níveis de ruído (NEM) e vibração (AREN)	68
Tabela 11: Classificação dos fatores operacionais da colheita mecanizada.....	70
Tabela 12: Nível de conformidade para pausas em Harvester, Feller Buncher e Forwader, em função da exigência ergonômica.	73
Tabela 13: Avaliação do tempo de efetivo trabalho e adequação ao nível de conformidade recomendado.	74

RESUMO

LIMA, Cássio Furtado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2018. **Fatores Ergonômicos, Operacionais e Produtividade de Operadores de Máquinas de Colheita Florestal.** Orientador: Amaury Paulo de Souza. Coorientadores: Luciano José Minette e Carlos Cardoso Machado.

O Brasil é um país essencialmente agrícola, com grande parte do PIB nacional composto pela atividade mecanizada no campo. A produtividade no trabalho dos operadores de máquinas florestais envolve um conjunto de condições ergonômicas, mecânicas e ambientais de natureza atípica. Portanto, se faz necessário incluir o estudo da ergonomia e dos fatores operacionais no planejamento de produção, de modo a torná-lo saudável, eficiente e sustentável. Logo, buscou-se analisar a influência dos fatores ergonômicos e operacionais na determinação do limite de produção para operadores de máquinas florestais, dos tipos *Feller Buncher*, *Harvester* e *Forwarder*, com vistas a adequar o trabalho às características físicas e mentais do ser humano. Os fatores ergonômicos foram avaliados segundo a metodologia de Análise Ergonômica do Trabalho (AET), com base nas normas nacionais e internacionais e na legislação vigente. As respostas do questionário aplicado aos operadores possibilitaram a elaboração de coeficientes de satisfação ergonômica (CSE) e de saúde ocupacional (CSO). A partir das medições antropométricas, foi definido um *layout* da cabine e assento adequados para o grupo de trabalhadores avaliados. Os fatores operacionais foram divididos em variáveis físicas e de povoamento florestal, sendo classificadas de acordo com as limitações que apresentavam para a colheita mecanizada. A Metodologia de Análise de Sistemas e Estudos de Tempos e Movimentos foi utilizada para calcular a produtividade dos maquinários. O CSE apontou que o ruído e a presença de gases e partículas afetam os operadores e o CSO indicou a dor na parte inferior das costas como o fator que mais acomete os operadores. Na percepção dos trabalhadores, o HV3 foi o melhor maquinário. A aferição do perfil nutricional ressaltou que 77,77% estão em uma situação de sobrepeso ou obesidade grau I. Portanto, não apresentam um bom estado nutricional, suscetíveis ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis. Com base nos fatores ergonômicos, o ruído e a vibração se mantiveram dentro das normas, porém, próximos a um nível de alerta. Todavia, o

acesso à cabine foi considerado inadequado ergonômicamente. A classificação dos fatores operacionais demonstrou uma situação sem limitações para a colheita florestal mecanizada. As análises de movimentos repetitivos indicaram que os maquinários deveriam ter no mínimo 17% de tempo de pausas ou atividades com baixa exigência ergonômica por turno de trabalho. Em relação a esse índice, os *Feller Bunchers* devem aumentar em 3,25% o volume de pausas para os maquinários. Com isso, o tempo de trabalho efetivo seria reduzido. Já nos *Forwarders* e *Harvesters* foi constatada uma percentagem de pausas e tempo de baixa exigência ergonômica. O presente estudo demonstrou a importância de avaliar ergonomicamente os maquinários florestais, de forma a alcançar uma maior produtividade e a melhoria da saúde dos trabalhadores.

ABSTRACT

LIMA, Cássio Furtado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2018. **Ergonomic, Operational Factors and Productivity of Timber Harvesting Machines Operators.** Adviser: Amaury Paulo de Souza. Co-advisers: Luciano José Minette and Carlos Cardoso Machado.

Brazil is an essentially agricultural country with a large part of the national GDP composed of mechanized activity in the countryside. The work productivity of forest machine operators involves a set of ergonomic, mechanical and environmental conditions of an atypical nature. Therefore, it is necessary to include the study of ergonomics and operational factors in production planning in order to make it healthy, efficient and sustainable. Thus, the aim of this study was to analyze the influence of ergonomic and operational factors in determining the production limit for forest machine operators such as Feller Buncher, Harvester and Forwarder for the purpose of adapting the work to the physical and mental characteristics of the human being. Ergonomic factors were evaluated according to the methodology of Ergonomic Work Analysis (AET), based not only on national and international standards, but also on current legislation. The responses to the questionnaire applied to the operators allowed the elaboration of coefficients of ergonomic satisfaction (CSE) and occupational health (CSO). From the anthropometric measurements, it was defined a suitable seat and cabin layout for the group of workers evaluated. The operational factors were divided into physical and forest stands variables which were classified according to the limitations presented for the mechanized harvest. The Methodology of Systems Analysis and Time and Motion Studies was used to calculate the productivity of the machines. Whereas the CSE pointed out that noise and presence of gases and particles affect the operators, the CSO indicated pain in the lower back as the factor that most affect the operators. According to the workers, HV3 was the best machinery. The assessment of the nutritional profile showed that 77.77% are in a situation of overweight or obesity grade I. Therefore, they do not present a good nutritional status, as well as they are susceptible to the development of non-transmissible chronic diseases. Based on the ergonomic factors, noise and vibration remained within the standards although they are close to an alert level. However, access to the cabin was considered inadequately ergonomic. The

operational factors classification showed a situation without limitations for the mechanized forest harvest. The repetitive motions analysis indicated that machinery should have at least 17% of pause time or activities with low ergonomic requirement per-shift. Regarding this index, the Feller Bunchers should increase the volume of pauses for machinery by 3.25%. As a result, effective working time would be reduced. In the Forwarders and Harvesters, a percentage of pauses and time of low ergonomic demand were observed. The present study demonstrated the importance of evaluating ergonomically the forestry machinery in order to achieve higher productivity and improve the health of workers.

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro ocupa o sexto lugar entre os países produtores de florestas plantadas, com uma área estimada de 7,78 milhões de hectares e uma representatividade de 6,2% no PIB industrial brasileiro (IBA, 2017). Esse setor é produtor de madeira para fabricação de uma enorme lista de produtos necessários à população. Porém, observa-se a necessidade de buscar avanços tecnológicos e operacionais para este campo, com o objetivo de aumentar a produtividade e a competitividade global, a partir de um modelo de sustentabilidade ambiental e social, uma vez que a produção de madeira é, em sua essência, uma atividade onerosa e impactante. Uma das etapas mais importantes da cadeia produtiva é a colheita da madeira, a qual, segundo Machado (2014), pode representar até 60% do custo do produto final.

A colheita florestal no Brasil sofreu, nos últimos anos, grandes avanços pela introdução de maquinários como colhedores (*Harvester*), o carregável (*Forwarder*), e derrubadores e amontoadores (*Feller-buncher*), que são, em geral, adaptados ou importados de países em sua maioria europeus, onde as características antropométricas dos operadores são diferentes da realidade brasileira (CARMO et al., 2015).

Nesse sentido, há uma preocupação em investigar a percepção dos trabalhadores sobre a ergonomia das máquinas e também os sintomas de saúde apresentados, uma vez que suas atividades são realizadas dentro das cabines. Nesse âmbito torna-se necessário, pois, propor a adoção de medidas que visem melhorar o nível de satisfação dos trabalhadores e, conseqüentemente, a produtividade (SOUZA et al., 2015).

Segundo Guimaraes et al. (2014), outro fator importante nesse segmento de trabalho é o conhecimento do perfil antropométrico dos trabalhadores, atuantes na cadeia produtiva florestal. Este dado oferece sustentação para compreender a sua constituição física e, assim, satisfazer ergonomicamente o posto de trabalho, de forma que se harmonize ao trabalhador. Dessa forma, as medidas antropométricas são informações relevantes para a concepção de projetos ou para a correção dos meios de produção, como postos de trabalho. Portanto, ao considerar a análise

antropométrica dos operadores e do trabalho que realizam, as consequências serão uma maior eficiência produtiva e um maior grau de conforto e segurança na tarefa.

Outro fator a ser considerado na atividade de colheita florestal está relacionado ao comportamento de determinadas empresas brasileiras, que estão adquirindo máquinas e colocando-as em diferentes condições edafoclimáticas. Desta forma, classificar os fatores operacionais na colheita florestal compõe um estudo prévio e o monitoramento na busca de melhorias na qualidade das operações (JACOVINE et al., 2005).

Constata-se, portanto, que a colheita florestal requer uma atenção especial por parte das empresas devido à alta representatividade nos custos de produção, alto risco e elevada demanda de mão de obra especializada, muitas vezes até terceirizada (LACERDA et al., 2017). Os elementos que requerem essa atenção na análise são as variações quanto à natureza, intensidade, concentração e tempo de exposição do trabalhador, para que sejam asseguradas as condições ideais no desenvolvimento das atividades e determinação dos limites de produtividade, compatíveis com a saúde ocupacional dos operadores (GUEDES et al., 2017).

Nesse cenário de trabalho com maquinários florestais tem-se observado o surgimento de uma nova classe de doenças ocupacionais, relacionada com os distúrbios musculoesqueléticos dos membros superiores, devido ao fato de os trabalhadores permanecerem sentados por longos períodos, em posição fixa e executando movimentos repetitivos com as mãos e braços (SCHETTINO et al., 2018).

Nas últimas décadas, o processo de atendimento aos critérios de certificação tem requerido das organizações a adoção de metas de produção baseada no amparo científico e legal de condutas que visem à saúde, segurança e bem-estar do ser humano. A determinação de metas de produção baseadas em fatores ergonômicos pode alcançar o que se denomina trabalho humanamente sustentável, considerando que a atividade não comprometerá a saúde do trabalhador (SOUZA et al., 2015). Para se tornarem eficazes e dentro das limitações do trabalho, essas metas de produção devem ser feitas respeitando-se o regime de pausas (NASCIMENTO e CATAI, 2017).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a influência dos fatores ergonômicos e operacionais na determinação do limite de produtividade para operadores de máquinas florestais.

2.2 Objetivos específicos

- a) Investigar a percepção dos operadores sobre a ergonomia das máquinas e a saúde no trabalho.
- b) Realizar a análise antropométrica dos operadores.
- c) Avaliar e classificar ergonomicamente as máquinas florestais.
- d) Classificar os fatores operacionais na colheita florestal.
- e) Determinar os limites de produtividade compatíveis com a saúde ocupacional dos operadores.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A ergonomia

O estudo epistemológico revela que o conceito de ergonomia é derivado dos termos gregos *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis) e tem sido definido de modo amplo como o estudo da adaptação do trabalho ao homem (IIDA, 2005). Essa busca de adaptações que melhorem as condições no trabalho é feita por meio da realização de diversos estudos (IIDA, 2016). Portanto, a ergonomia compõe uma base científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, bem como relacionada também à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos em projetos com a finalidade de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema (ABERGO, 2018).

A Associação Internacional de Ergonomia (IEA, 2000) define o conceito como a compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos. São métodos para adequar o ambiente de trabalho, a fim de otimizar o bem-estar humano, propiciando um maior desempenho do trabalhador. Segundo o estudo de Nascimento & Fiedler (2017), a ergonomia é a ciência que estuda a adaptação do trabalho ao trabalhador, avaliando suas condições de saúde e segurança e propondo medidas para aperfeiçoar. Além de estudar a adaptação do trabalho às características antropométricas, essa ciência considera a parte psicológica dos trabalhadores e seu rendimento no trabalho (LIMA, 2015).

No Brasil, a Norma Regulamentadora nº 17 (NR 17) é a principal diretriz que trata de ergonomia. Essa norma tem por objetivo estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar o máximo de conforto, segurança e desempenho (BRASIL, 1990c). Nesse ínterim, cumpre evidenciar, entretanto, que apesar da de haver uma norma específica para essa finalidade, essa temática florestal ainda é pouco discutida.

Além do aspecto legal, a avaliação ergonômica permite estabelecer a melhor condição de trabalho ao ser humano com o objetivo de reduzir e prevenir os riscos apresentados na atividade (IIDA, 2016). Em um ambiente ergonômico, as características do operador devem ser consideradas em conjunto com as

características mecânicas do projeto das máquinas, adaptadas para a colheita florestal, para que, assim, se interajam mutuamente (SCHETTINO et al., 2017).

Segundo Bonfatti et al. (2017), as análises ergonômicas são imprescindíveis na busca da sustentabilidade. A colheita florestal compõe um grupo de atividades a partir do qual essas análises têm sido bastante evidenciadas (MINETTE, 1996; FIEDLER, 1998; BRITO, 2007; MINETTE, 2011; SOUZA et al., 2012; SILVA et al., 2013; SEIXAS & BATISTA 2014; LIMA, 2015; MINETTE et al., 2015; SANTOS, et al., 2016; SCHETTINO et al., 2018).

3.2 Fatores ergonômicos envolvidos na operação de máquinas florestais

Os riscos ergonômicos são os de origem física e/ou psicológica, motivados pela não adequação do ambiente de trabalho às limitações fisiológicas dos indivíduos, como sobrecarga de peso, esforço físico intenso, postura inadequada, jornada de trabalho excessiva, exigência desproporcional de produtividade, trabalho noturno, repetição de movimentos incorretos, entre outros fatores que causam estresse físico ou mental (DE PAULA et al., 2016).

Segundo Schettino et al. (2017), os agentes ergonômicos na colheita florestal se relacionam intrinsicamente com o meio ambiente e podem ser modificados para minimizar o impacto que a tarefa exige. Dentre os fatores ergonômicos, apresentam destaque na literatura científica a exposição excessiva ao calor, a vibração, o ruído e a realização de posturas inadequadas para executar o trabalho (SANDERS & McCORMICK, 1993; STANTON et al., 2004; VISSER & SPINELLI, 2012; SOUZA et al., 2012; LIMA, 2015; DE SOUZA et al., 2015; SCHETTINO et al., 2017).

Conforme o trabalho de Funes et al. (2015), observa-se que, apesar de toda tecnologia presente nas máquinas florestais de alta performance, a máquina expõe o operador a riscos e influencia, principalmente, a sua saúde ocupacional. Com uma demanda elevada de tempo numa mesma postura (assentado) e com o agravante da vibração recebida durante esse período, que é de praticamente 75% da jornada diária, as tarefas apresentaram alta exigência cognitiva e motora, com movimentos de mãos e de punhos simultâneos, porém, assimétricos, curtos e leves, e com alto índice de repetitividade.

Os fatores de riscos relacionados a máquinas, equipamentos e outras causas geram a incidência de algum dano no trabalhador (BARROSO & BRONDANI, 2018). Pode-se citar, como exemplo, a ausência de equipamento de proteção, ferramentas com defeito ou inadequadas, riscos de explosão ou incêndio, luminosidade inadequada, armazenamento e estocagem impróprios, animais peçonhentos, entre outros fatores que aumentem o risco de acidentes (DREBES et al., 2014).

Segundo Minette et al. (2011), a ergonomia no setor florestal fez evoluir de forma significativa a qualidade de vida dos operadores florestais em comparação com os que realizam suas atividades com métodos semimecanizados. Estes necessitam realizar grandes esforços físicos, além de estarem expostos a fatores como: as intempéries climáticas; animais peçonhentos; vibração e ruído das máquinas, entre outros fatores que podem afetar sua saúde (SANT'ANNA, 2014).

A Norma Regulamentadora 31 (NR 31) aborda procedimentos de segurança e saúde no trabalho da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura (BRASIL, 2005c). Observa-se que a NR 31 consiste numa única diretriz para todos os eixos no trabalho rural, ignorando certas peculiaridades próprias da atividade de exploração florestal, como também, de outro ramo completamente distinto, como exemplo, o da aquicultura. Apesar disso é a diretriz mais utilizada na prevenção de acidentes no setor.

3.2.1. Antropometria dos operadores

A análise antropométrica é a base para estudos detalhados da relação ser humano-máquina, fundamental para mitigar os riscos ergonômicos no ambiente de trabalho (FIALHO et al., 2015). De acordo Boueri Filho (2008), a antropometria pode ser definida como sendo, a aplicação dos métodos científicos de medidas físicas nos indivíduos, de forma a determinar as diferenças entre os grupos sociais. Com isso, sua finalidade é obter informações para aplicação em projetos de arquitetura, desenho industrial, dentre outras iniciativas que visem adequar os produtos aos seus usuários.

De acordo com Guindani (2015), a palavra antropometria origina-se do grego *anthropos* (homem) e *metrikos* (justa proporção). Este estudo teve início com

os egípcios e gregos em 400 a. C., época em que já analisavam a relação das diversas partes do corpo com o trabalho por ele promovido.

As medidas antropométricas permitem verificar o dimensionamento e o grau de adequação dos postos de trabalhos das máquinas florestais aos operadores. O projeto deficiente do ponto de vista antropométrico de máquinas, equipamentos, ferramentas e meios auxiliares neles existentes impõe ao trabalhador esforço excessivo ou desnecessário, podendo resultar em desconforto, fadiga, redução na produtividade, erros e acidentes (FONTANA & SEIXAS, 2007).

De acordo com Alves (2001), o conhecimento do perfil antropométrico e das opiniões dos trabalhadores é útil na implementação de técnicas de treinamento, na melhoria das condições de trabalho, na satisfação de se trabalhar na empresa, entre outros indicadores. O conhecimento da expectativa, do interesse pessoal e da opinião do trabalhador é importante na adoção de medidas para melhorar a satisfação do ser humano no seu ambiente de trabalho e, também, promover qualificação adequada, contribuindo de maneira positiva com o desenvolvimento do setor florestal.

Schlosser et al. (2002) estudaram as medidas antropométricas dos operadores de máquinas agrícolas, tendo como objetivo determinar as medidas antropométricas e suas relações com as medidas das máquinas. Eles concluíram que existiam diferenças entre os valores das medidas antropométricas dos operadores de máquinas e as medidas dos postos de trabalho utilizados pela indústria. Nesse estudo puderam confirmar a hipótese de que as máquinas agrícolas que se encontravam em comercialização no Brasil podiam não oferecer o conforto necessário aos operadores na região estudada.

Souza et al. (2015) e Schettino et al. (2017) utilizaram o estudo antropométrico para a determinação de metas de produtividade adequadas para o trabalho. Ambos concluíram que a produção diária do trabalhador na colheita florestal excedeu a meta ergonomicamente recomendada, uma vez que essas metas eram baseadas em fatores econômicos, desconsiderando as exigências dos principais fatores antropológicos e do ambiente de trabalho.

3.2.2 Repetitividade do trabalho

O trabalho repetitivo tem sido considerado o principal causador das doenças, como Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e/ou Distúrbios Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho (DORT) (DE SOUZA et al., 2015). Os DORT têm causado danos em um grande número de trabalhadores, vítimas de doenças ocupacionais e, em algumas vezes, os afastados do seu trabalho por invalidez permanente (FIALHO et al., 2015).

Nesse contexto, o trabalho contínuo e repetitivo tem necessidade de pausas, pois leva ao acúmulo de ácido láctico e à dificuldade de circulação do sangue nos tecidos. Com a pausa, haverá o fluxo normal do sangue, que irá retirar o ácido láctico do músculo, prevenindo as lesões ocupacionais (COUTO, 2006).

As LER/DORT não são doenças recentes e, nos últimos anos, vêm assumindo um caráter epidêmico, sendo algumas de suas patologias crônicas e recidivas, ou seja, de difícil tratamento. Este fato tem sido observado quando há retomada precoce dos movimentos repetitivos, das posturas inadequadas, da aplicação de força, dentre outros fatores, que levam a uma incapacidade para a vida e, muitas vezes, não se resume apenas ao ambiente de trabalho (SALIM, 2003). Além disso, ao sofrer uma lesão, o trabalhador necessita de tratamento e reabilitação, que onera o Estado, o sistema previdenciário e o empregador, bem como também afeta o seu equilíbrio emocional e psíquico.

A operação de máquinas florestais na colheita de eucalipto implica na adoção de movimentos repetitivos dos membros superiores durante toda a jornada de trabalho. De acordo com Calvo (2009), a associação dos movimentos repetitivos às posturas inadequadas e vibração de mãos e braços pode potencializar o risco de LER/DORT entre essa classe de trabalhadores.

No âmbito internacional, a intensificação da mecanização de operações de colheita florestal na Europa levou a um aumento de lesões nos braços, pescoço e coluna cervical entre os operadores dessas máquinas (GERASIMOV; SOKOLOV, 2009). A explicação para a ocorrência desses distúrbios está relacionada à jornada de trabalho dos operadores que ficam expostos aos fatores de risco determinantes para o surgimento das LER/DORT (LIMA, 2015).

As queixas mais comuns dos operadores de *Harvester* apontam para as LER e para as doenças osteomusculares relacionadas ao esforço pelo uso dos *joysticks*. O estudo realizado por Taquetti et al. (2016) constatou que a repetitividade da atividade resultante de movimentos para controlar os *joysticks* em operações com maquinários florestais causou desordens musculoesqueléticas e desgaste aos ligamentos e tendões.

É fundamental a observância de que a atividade dentro da cabine é monótona e estressante, pois, além de movimentos repetitivos, a operação é conduzida em condições restritas de comunicação. Neste caso, é fundamental manter intervalos regulares durante a jornada de trabalho, com a finalidade de sustentar a produtividade e restabelecer os níveis de atenção do trabalhador (SOUZA et al., 2015).

As pesquisas de Østensvik et al. (2008) realizaram uma comparação entre o trabalho de operadores de *Harvester* na França e na Noruega, as quais tornaram possível concluir que fatores organizacionais contribuem para o aumento do risco de lesões nos membros superiores.

Na Suécia, as altas taxas de distúrbios musculoesqueléticos e a fadiga crônica entre operadores de máquinas florestais levaram a uma recomendação oficial para que fossem instituídos rodízios de funções e pausas para descanso durante o turno de trabalho (SYNWOLDT; GELLERSTEDT, 2003).

No entanto, há mecanismos para recuperação da sobrecarga de trabalho na colheita florestal devido à repetitividade, como: atividades de baixa exigência ergonômica; alternância dos grupamentos musculares; pausas; ginásticas laborais e descanso (DE SOUZA et al., 2015).

3.2.3 *Layout* do posto de trabalho

No setor florestal, a adequação dos postos de trabalho às características antropométricas dos operadores de máquinas pode diminuir a incidência de dores musculares e lesões, além de melhorar o desempenho e a qualidade no desenvolvimento das atividades (SOUZA et al., 2015).

Fernandes et al. (2010) avaliaram o *layout* da cabine de um maquinário florestal e concluíram que há necessidade de melhorias ergonômicas no assento,

controle, painel de controle, simbologia de comandos, mostradores e luzes de advertência.

Utilizando dados antropométricos, Fontana e Seixas (2007) determinaram áreas de máximo e ótimo acesso quanto à localização dos controles e de comandos. Concluíram que a melhor máquina quanto ao posicionamento de comandos foi a "*forwarder*" Valmet 890.2, seguido pela "*skidder*" Caterpillar 545, sendo estas as únicas máquinas que apresentaram mais da metade dos comandos bem posicionados, 66,7 e 54,5%, respectivamente. Os resultados demonstraram um projeto ergonômico da disposição de comandos nas cabines das máquinas florestais não muito favorável ao conjunto de operadores brasileiros analisados.

Os agentes geradores de riscos no ambiente de trabalho são contrários à ergonomia, que tem como princípio básico, seja qual for o trabalho realizado, sempre buscar sua adequação ao ser humano (IIDA, 1995). Uma situação ideal da aplicação da ergonomia nas máquinas florestais ocorre nos primeiros estágios do projeto da cabine como o local de trabalho, sendo imprescindível incluir o ser humano como o principal componente. Assim, as características do operador devem ser consideradas conjunção com as características de mecânica ou partes ambientais, para se adaptarem mutuamente. Uma hipótese é que estes atributos, no geral, não foram observados no projeto de máquinas adaptadas para a colheita florestal (SCHETTINO et al., 2017).

3.2.4 Biomecânica nas atividades florestais

Muitas vezes, o trabalhador assume posturas inadequadas devido ao projeto deficiente de máquinas, equipamentos, postos de trabalho e, também, às exigências da tarefa. O redesenho dos postos de trabalho para melhorar a postura promove reduções da fadiga, das dores corporais, dos afastamentos do trabalho e de doenças ocupacionais (IIDA, 2005).

As posturas adotadas pelos trabalhadores envolvidos nas atividades florestais não são as mais corretas e a má postura pode contribuir para o desperdício energético, fadiga, lombalgias e outras dores. A manutenção de determinadas posturas por tempo prolongado e as mudanças frequentes de posturas constitui uma

carga física de trabalho que provocam dores, incapacitam, deformam as articulações e causam artrites (SOUZA et al., 2002).

Logo, é necessária a adequação do meio ambiente de trabalho para que o indivíduo tenha saúde, mantenha uma postura adequada condizente com a operação realizada, bom desempenho e eficiência na realização das atividades profissionais (SCHETTINO et al., 2017).

Kisner (1998) define postura como uma posição ou atitude do corpo, ou ainda, como a maneira de alguém sustentar seu corpo, afirmando que uma postura correta é aquela em que o indivíduo, em posição ortostática, exige pequeno esforço da musculatura e dos ligamentos.

Os trabalhos que envolvem várias posturas e carregamento de peso devem ser avaliados pelo estudo biomecânico. Segundo Vosniak et al. (2010), trabalhadores envolvidos em atividades florestais realizam sua função em ambientes climáticos muito desfavoráveis, utilizando equipamentos que exigem muito esforço e posturas inadequadas (DE SOUZA, 2015).

Atualmente, existem diversos modelos para análise de posturas corporais que influenciam a análise biomecânica. O método *Ovako Working Postures Analysing System* (OWAS) tem sido o mais utilizado, pois se apresenta muito consolidado na comunidade científica (FIOH, 1990). Segundo Lima (2015), o método OWAS é um dos mais práticos para identificar e avaliar posturas desfavoráveis no trabalho, pois tal metodologia envolve a observação e avaliação do ambiente de trabalho, em conjunto com critérios para *redesign* do local e para a melhoria de procedimentos operacionais.

3.2.5 Percepção dos trabalhadores sobre ergonomia das máquinas

As condições desfavoráveis no trabalho causam desconforto, aumentam o risco de acidentes e podem provocar danos consideráveis à saúde (IIDA, 2005). Contudo, o empregador e o trabalhador, muitas vezes, não têm consciência precisa da situação de trabalho e dos riscos de acidentes e doenças ocupacionais, fatores que se tornam preocupantes.

Mediante contexto, a percepção (ou ausência dela) dos trabalhadores sobre ergonomia das máquinas é imprescindível para avaliar seus conhecimentos sobre o

tema e obter informações que possam auxiliar em alterações do posto de trabalho, com vista à melhoria do conforto e bem-estar, que podem afetar a produtividade.

Para Wisner (1987), boas condições de trabalho significam postos de trabalho ergonomicamente projetados e controle sobre fatores ambientais adversos como, por exemplo, iluminação, temperatura, ruído, vibrações, objetos de trabalho sem perigos mecânicos, físicos e químicos, treinamento adequado para o trabalho, regime de pausas que possibilitem a recuperação das funções fisiológicas e supervisão do trabalho que zele pelo cumprimento de normas e regulamentos de segurança. Ou seja, as condições de trabalho englobam tudo que se relaciona com ele, tanto os aspectos positivos como os negativos e, em consequência, tudo que afeta o trabalhador.

Todos os fatores relacionados com o trabalho influenciam o bem-estar dos trabalhadores. São conhecidos como agentes que interferem no bem-estar: renda; segurança no trabalho e a cultura das pessoas, sendo esta, fortemente correlacionada com o bem-estar do trabalhador florestal. Percepções negativas sobre o trabalho na indústria florestal foram associadas com níveis mais baixos de bem-estar dos trabalhadores. Também, a percepção dos trabalhadores que tinham grande identidade social relacionada com o trabalho foi altamente associada com o bem-estar (MYLEK, M. R.; SCHIRMER, J., 2015).

O bem-estar refere-se à qualidade de vida de uma pessoa que é afetada por diversos fatores sociais, físicos, psicológicas e espirituais (CUMMINS et al., 2003, COSTANZA et al., 2007; LARSON et al., 2006). Esses fatores incluem a saúde física e mental de uma pessoa, o capital social, autoeficácia, igualdade e equidade de acesso aos recursos, padrão de vida, liberdade, segurança pessoal e saúde do ambiente natural (CUMMINS et al, 2003; LARSON et al., 2006). Muitos destes fatores podem ser influenciados pelo local de trabalho da pessoa. Assim, compreender bem-estar no local de trabalho é importante para qualquer indústria, não só porque ajuda a melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores, mas porque ajuda as organizações a aumentar a produtividade e a evitar despesas (MCCARTHY et al., 2011).

As pessoas cujo trabalho contribui positivamente para seu bem-estar possuem, comprovadamente, níveis mais elevados de produtividade, níveis mais

baixos de estresse, menor absenteísmo e maior satisfação no trabalho (PARKS & STEELMAN, 2008).

3.2.6 Ruído das máquinas

Segundo Poje et al. (2015), cada local de um posto de trabalho pode estar submetido a um ou mais tipos distintos de ruído, sendo que cada um deles necessita de uma medida de proteção adequada. A NR 15 estabelece qual a intensidade máxima de cada ruído para determinados ambientes de trabalho, subdividindo-os de acordo com a medida de decibéis (dB(A)) em ruído contínuo ou intermitente e de impacto (BRASIL, 1978b).

Algumas operações da colheita florestal apresentam níveis de pressão sonora que ultrapassam os limites recomendados pela legislação para riscos de perda da audição. A presença de certos ruídos externos, ou mesmos internos, pode causar irritações, ansiedade, e tensões que são prejudiciais à saúde e à produtividade do trabalhador.

O ruído no interior das cabines de máquinas florestais, em condições normais de operação, é inferior aos limites de exposição ocupacional, mas superior aos valores recomendados para manutenção do conforto do operador. Num estudo em que avaliaram a exposição ocupacional ao ruído durante a operação de *Harvesters* e *Forwarders* na colheita de Pinus, Messingerová et al. (2005) encontraram um nível de ruído equivalente de 69,9 dB(A) para *Harvesters* e de 74,0 dB(A) para *Forwarders*. De acordo com os autores, a diferença se deve ao fato de os *Forwarders* permanecerem maior tempo em deslocamento, que é a fase da operação que gera mais ruído na cabine.

O ruído é um fator do trabalho e do cotidiano produzido por máquinas e equipamentos, normalmente associado ao som indesejado (ATTWOOD et al., 2004). Quando elevado, é prejudicial à saúde de qualquer pessoa. Para a diminuição dos impactos do ruído no organismo há a necessidade da realização de pausas fora do ambiente de trabalho em locais tranquilos e a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI) e Equipamento de Proteção Coletiva (EPC).

3.2.7 Vibração das máquinas

Almeida et al. (2015) ressaltam que as vibrações têm numerosos efeitos fisiológicos que abrangem, em pequena intensidade, músculos, circulação e respiração e em grande intensidade, a percepção visual e produção psicomotora. Tais vibrações podem ser danosas ao organismo, podendo provocar lesões nos ossos, juntas e tendões.

Segundo Lima (2015), as recomendações preventivas e limites de exposição às vibrações estão previstos na NR 15. Porém, é de suma importância a observância das normas internacionais em especial a ISO 2631-1: 1997 e ISO 5349-1: 2001, uma vez que ambas servem como parâmetros para estabelecer níveis adequados no trabalho florestal.

A exposição à vibração excessiva de máquinas florestais causa danos à saúde, diminui o conforto e prejudica a visibilidade e dirigibilidade dos operadores. Segundo Saliba (2009), a vibração é um movimento oscilatório de um corpo devido a forças desequilibradas de componentes rotativos e movimentos alternados de uma máquina ou equipamento. Se o corpo vibra, descreve um movimento oscilatório e periódico, envolvendo deslocamento num tempo. Assim, envolvidas no movimento há a velocidade, a aceleração e a frequência.

Rehn et al. (2005), estudando a vibração de corpo inteiro, *whole-body vibration* (WBV), transmitida a operadores de máquinas florestais, identificaram variações que poderiam resultar em várias conclusões com relação à avaliação dos riscos à saúde do trabalhador. As atividades de deslocamento foram as de maiores magnitudes.

Durante a viagem sem carga do *forwarder*, as variações são significativamente dependentes do modelo de maquinário e do tipo de terreno. Entretanto, nenhum fator significativo foi encontrado para explicar a variação em WBV durante a viagem sem carga. Na viagem com carga, o modelo de *forwarder* e comportamento do operador foram os fatores mais importantes para explicar a variação WBV (REHN et al., 2005).

Os estudos indicam que vários fatores podem contribuir para uma maior vibração do posto de trabalho. Esses fatores são classificados em duas categorias diferentes: (1) considerações de *design* e (2) aptidões e do comportamento. A

maioria dos estudos se concentra em fatores dentro da categoria (1), enquanto fatores dentro da categoria (2) podem ser promissores, uma vez que estes são muitas vezes menos dispendiosos e mais fáceis de implementar. Fatores de ambas as categorias devem ser combinados em estratégias preventivas. Isso pode levar a uma diminuição na incidência de dor lombar devido à exposição e à vibração de corpo inteiro (TIEMESSEN et al., 2010).

Segundo a Norma ISO 5349, os principais efeitos da exposição à vibração no sistema mão-braço são de ordem vascular, neurológica, osteoarticular e muscular. Iida (2005) afirma que, em trabalhadores florestais que operavam motosserras, houve degeneração gradativa do tecido vascular e nervoso, causando perda da capacidade manipulativa e tato em dedos das mãos, o que, por sua vez, acabava dificultando o controle motor. A WBV também pode causar danos à coluna vertebral dos operadores de máquinas florestais no Brasil, conforme queixas apresentadas por estes trabalhadores.

Silva & Mendes (2005) estudaram a vibração de corpo inteiro a que está exposto o motorista e concluíram que os valores revelam situação de risco, pois superam em muito o limite estabelecido pela Norma Internacional ISO 2631 para oito horas diárias.

Na área florestal, a vibração no trabalho está associada ao uso de máquinas que têm como característica apresentar altos níveis de oscilações e dificuldade de manuseio. A vibração pode causar danos para o sistema vascular, neurológico e musculoesquelético (NYANTUMBU et al., 2007).

3.2.8 Ambiente térmico

Segundo Machado (2014), os modais de colheita florestal evoluíram muito com o avanço tecnológico, sendo o principal benefício, do ponto de vista da segurança do trabalho, a cabine do operador de maquinário florestal. Esta permitiu um conforto térmico com o ajuste da temperatura controlada e a diminuição da incidência da radiação solar. De acordo com Lima (2015), a NR 15, em seu anexo III, estabelece níveis adequados e recomendações de trabalho em casos de temperaturas extremas. No entanto, não há uma descrição individualizada frente ao trabalho de exploração florestal, nem mesmo em seus anexos (BRASIL, 1978b).

Em muitas operações florestais, o ambiente térmico é outro fator fundamental, se relacionando com o ponto de vista ergonômico. Este ambiente pode afetar seriamente a produtividade e a saúde do indivíduo, além de diminuir a tolerância a outros perigos ambientais (SOUZA et al., 2015). No entanto, é complexa a avaliação do estresse térmico e a tradução do estresse em termos de esforço fisiológico e psicológico (EPSTEIN & MORAN, 2006). As condições climáticas têm grande efeito sobre o desempenho do trabalhador. Quando o clima é desfavorável, ocorrem indisposição e fadiga, com diminuição da eficiência e aumento do número de acidentes (GRANDJEAN, 1982).

Mohamed & korb (2002) apresentam um estudo de investigação que incidiu sobre a previsão da perda de produtividade dos trabalhadores da construção, devido às variações do ambiente térmico. O documento utiliza uma análise de regressão polinomial estatístico para estabelecer uma relação entre a produtividade e o índice de conforto térmico denominado, Voto Médio Predito (PMV). Os resultados de validação indicam que as equações desenvolvidas podem prever a produtividade com um nível razoável de precisão. Além disso, eles mostram que a produtividade dos trabalhadores diminui à medida que o índice PMV se afasta da gama ótima para todas as tarefas observadas.

Wasterlund (2001) estudou os efeitos do estresse térmico sobre a saúde e a produtividade dos trabalhadores florestais. Para tanto, utilizou métodos de trabalhos manuais e os resultados foram obtidos em condições de clima moderadamente quente. Neste caso, foi sugerido estender a recomendação da Organização Internacional do Trabalho (OIT) para ingestão de, pelo menos, 5 litros de água por dia durante o trabalho florestal pesado.

Os resultados das pesquisas de Kuijt-Eversa e Krause (2003), relacionadas com os aspectos para melhorar o conforto da cabine de carregadeiras de rodas e escavadeiras de acordo com os operadores, revelaram a necessidade de aprimorar o *design* da cabine de escavadeiras quanto ao conforto dos bancos, como também, providenciar melhorias que envolvam o controle do ambiente térmico, dimensões, entrada/saída, visibilidade e confiabilidade.

3.2.9 Iluminação

A iluminação é definida pela quantidade de luz em um ambiente que permita visualizar de forma clara e precisa o ambiente de trabalho (FREITAS, 2016). O sistema de iluminação da máquina deve permitir ao operador desempenhar em trabalhos noturnos todas as tarefas em condições semelhantes às aquelas que são realizadas à luz do dia. O fluxo luminoso incidente em determinada superfície (área) deve ser adequado à operação e a luz deve ser direcionada de forma que não haja ofuscamento por contrastes ou reflexos. O operador não deve sofrer ofuscamento por partes iluminadas da máquina dentro do seu campo de visão. A cor da luz deve conduzir a uma boa visibilidade quando as vizinhanças são escuras.

Segundo Britto et al. (2015), a colheita florestal mecanizada nas empresas estabelece a rotina de 24 horas. Devido à necessidade de expedientes noturnos, estes tendem a ser prejudiciais aos operadores, sobretudo, devido à baixa luminosidade natural, que exige maior atenção do operador e maquinários capazes de compensar a ausência natural (SILVA et al., 2013).

A iluminação adequada é um dos principais itens para o conforto do trabalhador, proporcionando um aumento na produtividade e na qualidade do trabalho (LIMA, 2015). As condições de baixa luminosidade podem ocasionar sensação de cansaço, forçando o operador a assumir posições desconfortáveis e errôneas durante o trabalho (FIALHO, 2012).

Uma iluminação adequada do ambiente de trabalho é essencial para evitar problemas, como fadiga visual, incidência de erros, queda do rendimento e acidentes (ALVES, 2001). Nos trabalhos noturnos, esse item tem especial importância, pois nesse caso, além do risco à saúde dos trabalhadores, a iluminação deficiente representa risco de acidentes.

Para a iluminação correta dos ambientes de trabalho, dois fatores merecem destaque: a intensidade de iluminação, geralmente expressa em lux e a luminância, que é a sensação de brilho e o ofuscamento percebidos por uma pessoa a partir de uma fonte de luz, como por exemplo, uma lâmpada ou refletida por uma superfície (COUTO, 2002).

A visibilidade é outro tópico relacionado com a iluminação. Os operadores devem ter uma boa visão horizontal em torno da máquina e um campo de visão

vertical na parte frontal da mesma. As máquinas devem ser equipadas com limpador de para-brisas e providas de mecanismos para prevenir a condensação da umidade ou a secagem (ATTWOOD et al., 2004).

O espaço de trabalho em torno das máquinas nas operações florestais é comumente iluminado por um dos tipos de lâmpadas alógenas ou xênon (HID). O desempenho destas lâmpadas foi medido com base no número de identificações corretas de figuras de teste, que dependiam da cor e do teste usado, mas a diferença entre os tipos de lâmpadas foi pequena. Em geral, quando as diferenças entre condições de iluminação podiam ser medidas, as lâmpadas de xênon tiveram um melhor desempenho além de apresentarem um menor consumo de energia (POOM et al., 2007).

3.3 Fatores operacionais presentes na colheita florestal

Os fatores operacionais constituem na identificação, classificação e medições a partir de tecnologias apropriadas. A análise da produtividade das máquinas de colheita florestal varia em função das características físicas do terreno e do povoamento florestal (MALINOVSKI et al., 2006).

Para a compreensão do sistema operacional é fundamental entender o conceito de máquina. Este pode ser entendido como o meio mecânico que serve como fonte de deslocamento e força propulsora, para que uma determinada atividade seja executada por algum implemento de operação (MALINOVSKI et al., 2006). Desse modo, todo sistema de uma máquina normalmente é composto pelos seguintes componentes: um motor, um sistema de transmissão de força, um sistema de tração, um sistema de articulação, o material rodante, um sistema hidráulico, freios, comandos, eixos e um sistema elétrico e hidráulico. Esses, por sua vez, exercem influências na saúde ocupacional do trabalhador por meio dos itens relacionados à ergonomia, segurança, visibilidade, iluminação, acesso aos pontos de manutenção, dimensões e peso (JACOVINE et al., 2005).

Para cada atividade, dentro da colheita de madeira, existem implementos de operação especificamente desenvolvidos e todos eles dependem diretamente das características das máquinas para operar. Fazem parte da operação de colheita

florestal: atividades de corte, extração, desgalhamento, traçamento e carregamento (MIYAJIMA et al., 2017).

É importante notar que a avaliação da operacionalidade é dependente da gestão eficiente no trabalho florestal. Ultimamente, algumas empresas florestais já identificaram oportunidades de melhoria no processo produtivo e estão implantando sistemas de gestão da qualidade na indústria, bem como nas atividades desenvolvidas nas áreas de plantio. Essas melhorias têm advindo de adequações dos fatores operacionais para a produtividade (FREITAS et al., 1980; TRINDADE et al., 1993, SILVA et al., 2013), e evoluíram para o conceito de autocontrole, em que o próprio pessoal operacional avalia suas atividades.

3.3.1 Metas de produtividade

Hiels e Benjamin (2013), com base em uma extensiva revisão de literatura, afirmaram que os estudos de produtividade de máquinas florestais têm sido realizados em muitos países ao redor do mundo, englobando um período de 25 anos ou mais. Estes estudos mostraram que muitos fatores influenciavam a produtividade das máquinas. Citaram o povoamento florestal e as condições do local, a configuração do equipamento, os objetivos do manejo e a experiência do operador. Assim, a produtividade pode aumentar ou diminuir com ligeiras alterações em qualquer um desses fatores.

Hiels e Benjamin (2013) concluíram também que equações de produtividade devem ser desenvolvidas usando dados em nível de população com vários operadores. Os mesmos autores afirmam que tais equações devem prever com precisão a produtividade da colheita e sua elaboração deve contemplar o manuseio de maquinários da colheita comumente utilizados na região.

As atividades de colheita de madeira apresentam diversas variáveis que influenciam na produtividade das máquinas que irão realizar as operações de corte, extração, desgalhamento, descascamento, sortimento e carregamento. A pesquisa teve como objetivo identificar e sugerir uma classificação para as principais variáveis físicas do terreno, do povoamento e do planejamento das operações que influenciam nas operações de colheita. Nela, foram encontradas 37 variáveis principais que influenciavam a produtividade de 10 diferentes tipos de máquinas

que podiam interagir em 17 atividades diferentes ao realizar as cinco operações básicas de colheita (MALINOVSKI et al., 2006).

Segundo Stevenson (1999), a produtividade é o índice que mede a relação entre o *output* gerado (os bens produzidos e os serviços fornecidos) e o *input* utilizado (mão-de-obra, os materiais, a energia e outros recursos) para produzir aquele *output*. Muitas medidas de produtividade são possíveis e todas são meras aproximações. Por exemplo, o valor do produto pode ser avaliado por aquilo que o cliente paga ou simplesmente pelo número de unidades produzidas ou de clientes atendidos (RITZMAN & KRAJEWSKI, 2004).

As metas de produção ou produtividade do trabalhador sempre foram determinadas em função de estudos de tempos, das variáveis operacionais e de medidas da produção (SANDERS e McCORMICK, 1993; STANTON et al., 2004; VISSER e SPINELLI, 2012). No entanto, de acordo com Souza et al. (2012), a determinação de metas de produção humanamente sustentáveis deve levar em consideração as limitações físicas e mentais dos trabalhadores. Uma das contribuições da análise ergonômica é a inclusão das questões relativas ao trabalhador, associadas ao estudo de tempos e movimentos (CASTILLO; VILLENA, 2005).

Muitos estudos têm sido realizados sobre a produtividade das operações e dos fatores que influenciam a produtividade da máquina florestal. Esses estudos revelaram que o tempo de ciclo é afetado principalmente pela distância da viagem, condições do terreno, declividade e volume da madeira (NAJAFI et al., 2007; BEHJOU et al., 2008; GHAFARIYAN et al., 2012; GILANIPOOR, 2012; HIESL e BENJAMIN, 2013). A maioria dessas pesquisas teve foco na produtividade, no custo das máquinas e nos impactos ambientais. Fitzmmons & Fitzmmons (2005) acrescentam que a satisfação do empregado guia a produtividade.

As máquinas de colheita florestal têm alto custo de aquisição, manutenção e de operação. Para que haja uma gestão eficiente na sua utilização é necessário o conhecimento dos fatores que afetam a produtividade. Holzleitner et al. (2011) relataram pensamentos similares e também afirmaram que o monitoramento das variáveis econômicas pode ser difícil.

Souza et al. (2015) constataram, após um minucioso estudo dos fatores ambientais, ergonômicos e mecânicos, a necessidade de redução da meta de

produção para trabalhadores da operação no corte florestal em, aproximadamente, 18%. Segundo os mesmos autores, a prescrição de metas de produção com amparo científico possibilita a empresa calcular a sua capacidade real de produção, sem comprometer-se num cenário de riscos económicos, por não atingir as metas ou encargos trabalhistas advindos de acidentes e/ou órgãos fiscalizadores do trabalho (MIYAJIMA et al., 2017).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa florestal localizada na região nordeste do Brasil e desenvolvida no período de maio de 2017 a julho de 2018. Foi escolhido para o estudo um povoamento florestal de *Eucalyptus spp.* com aproximadamente seis anos, sendo o local de baixa declividade e com boa drenagem.

4.2 Coleta de dados e maquinários florestais

A coleta dos dados da pesquisa ocorreu no segundo semestre de 2017, durante as operações mecanizadas de colheita de madeira.

Para proceder à avaliação dos operadores e maquinários, foram utilizados os instrumentos de medição e registro. São eles: metro, estadiômetro, paquímetro antropométrico e balança corporal; trena, goniômetro e clinômetro; medidor de vibração de corpo inteiro, medidor de nível de pressão sonora (Neq - nível equivalente); medidor de temperatura e de umidade do ar; medidor de frequência cardíaca; medidor de iluminância (luxímetro); câmeras fotográficas e filmadoras adaptadas para obter vídeos de partes dos membros superiores (mãos e dedos) e cronômetros. É necessário ressaltar que todos os instrumentos utilizados se encontravam em perfeito estado de uso e devidamente calibrados.

As medições se eram em máquinas florestais, divididas em dois sistemas de colheita: o sistema 1 e o sistema 2.

O “Sistema 1” era formado pelas seguintes operações e respectivas máquinas: Abate, com *Feller Buncher* + Processamento, com *Harvester* + Extração, com *Forwarder*.

Já o “Sistema 2” era formado pelas seguintes operações e respectivas máquinas: Abate e Processamento, com *Harvester* + Extração, com *Forwarder*.

As máquinas analisadas e utilizadas pelos operadores de colheita florestal estão descritas abaixo.

A **Figura 01**, a seguir, apresenta os *Feller Buncher* de Esteiras com cabeçote apropriado, sem dispositivo de nivelamento – FB1 e *Feller Buncher* de Esteiras com cabeçote apropriado, com dispositivo de nivelamento – FB2.

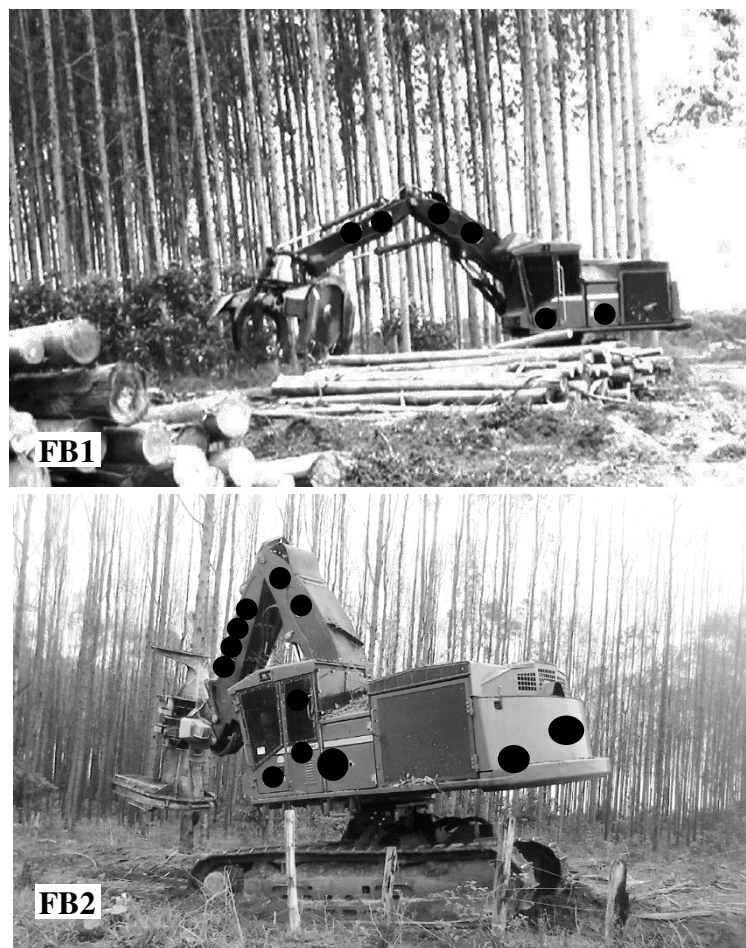


Figura 1: Mosaico com imagens da operação de colheita florestal com o Feller Buncheres (FB1 e FB2)

Fonte: Laboratório de Ergonomia – DEF/UFV, 2017.

A *Feller Buncher* constitui uma das máquinas mais utilizadas na colheita florestal. Sua principal função é realizar a derrubada e o acúmulo em leiras de árvores, que proporciona uma rentabilidade ótima na colheita (NASCIMENTO et al., 2015). A atividade de operação de máquinas florestais exige movimentos repetitivos, posturas estáticas e capacidade psíquica dos trabalhadores, por isso, as pausas são mecanismos importantes e indispensáveis para equilibrar a biomecânica do organismo, compensando a sobrecarga do trabalho (SILVA et al., 2013).

Na **Figura 02** podem ser vistos os maquinários *Forwarders* – FW1; FW2 e FW3.

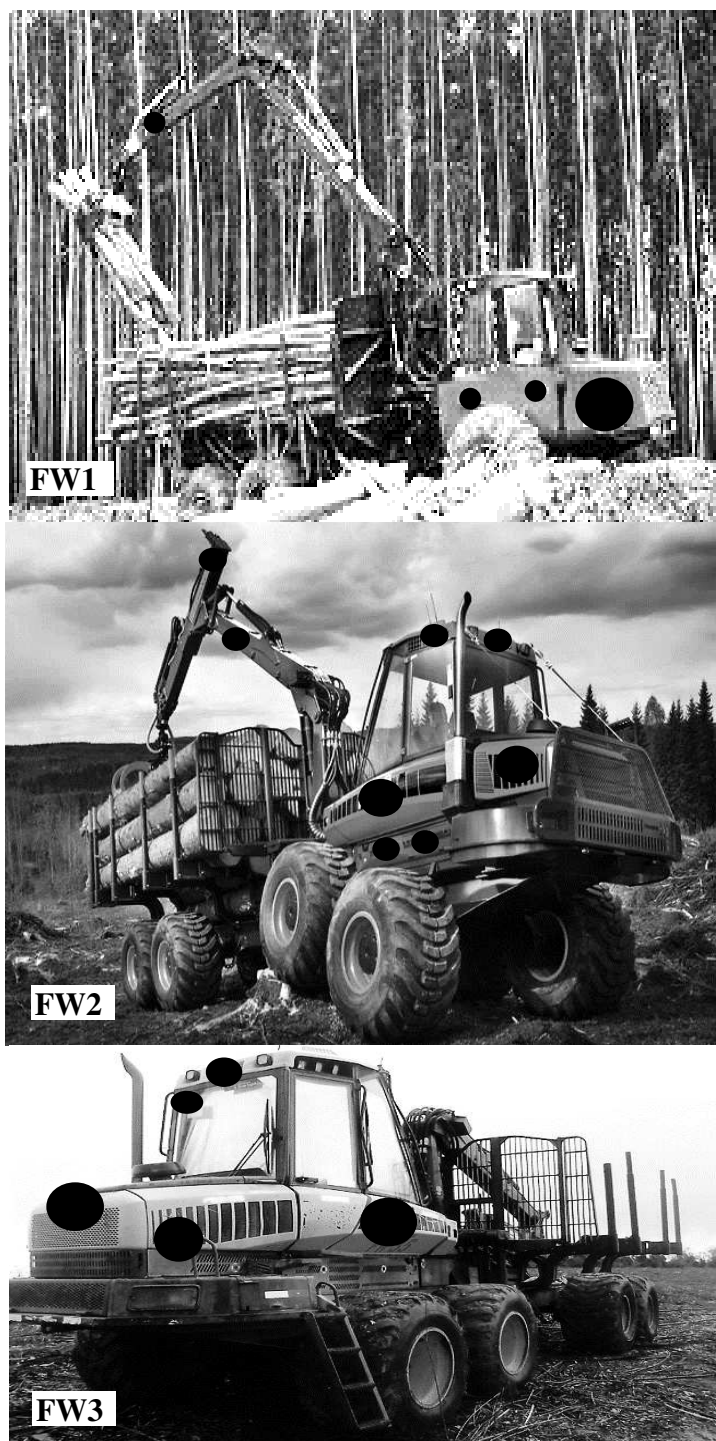


Figura 2: Mosaico com imagens da operação de transbordo florestal com o Forwarder (FW1, FW2 e FW3).

Fonte: Laboratório de Ergonomia – DEF/UFV, 2017.

O *Forwarder* é um maquinário utilizado na extração florestal e sua principal função é o baldeio de madeira até a borda do talhão (SANTOS et al., 2016).

Na **Figura 03** estão apresentados os maquinários do tipo *Harvester*, de esteiras com cabeçote apropriado – HV1; *Harvester*, de esteiras com cabeçote apropriado – HV2; *Harvester*, de pneus com cabeçote apropriado – HV3 e um maquinário agrícola de pneus adaptado com cabeçote tipo *Harvester* – HV4.



Figura 3: Mosaico com imagens da operação de corte florestal com o Harvester HV1, HV2, HV3 e HV4.

Fonte: Laboratório de Ergonomia – DEF/UFV, 2017.

Segundo Lima (2015), o *Harvester* é uma máquina de alta tecnologia e utilizada por sua capacidade de operar em condições variadas e em situações adversas. Esse maquinário executa, simultaneamente, operações de derrubada, desganhamento, traçamento, e empilhamento da madeira (MACHADO, 2014). Trata-se de um maquinário constituído por um conjunto motriz de alta mobilidade dentro da floresta, além de grande estabilidade. Também é formado por um cabeçote processador e um braço hidráulico (GUEDES et al., 2017).

4.3 Análise dos fatores ergonômicos

Para proceder à avaliação dos fatores ergonômicos que afetam o conforto e a segurança dos trabalhadores, durante a operação com máquinas florestais, foram analisados os seguintes tópicos: antropometria; repetitividade; carga de trabalho físico; *layout* do posto de trabalho (acesso a cabine, conforto e segurança no interior da cabine, visibilidade, assento, postura de trabalho); biomecânica; ruído e vibração e ambiente térmico do posto de trabalho.

As avaliações procederam de forma qualitativa e quantitativa, de acordo com as diretrizes dos itens que compõe o *checklist* ergonômico para máquinas florestais (ALMQVIST et al., 2006).

4.3.1 Percepção dos operadores sobre a ergonomia e a saúde no trabalho

A análise da percepção envolveu 111 trabalhadores, totalizando 100% dos operadores de maquinário florestal atuantes no abate, processamento e extração que se propuseram a participar deste estudo.

Para elaboração do diagnóstico de análise ergonômica foi aplicado aos operadores um questionário de sondagem (Apêndice A). Este questionário foi previamente utilizado por Ulubeyli et al. (2014) e adaptado para este estudo.

A aplicação se deu em forma de entrevista, que no próprio local de trabalho. O objetivo era evitar erros na interpretação das perguntas e deixar o entrevistado à vontade para respondê-las individualmente ou com o entrevistador. Assim sendo, por meio do questionário adaptado, as informações foram colhidas e compiladas.

Na primeira parte do questionário foi feita a sondagem sobre as especificações do maquinário tais como: nome; fabricante; tipo e modelo; ano do modelo; tempo de trabalho na máquina. Estes dados estão presentes na primeira parte do questionário aplicado.

A segunda parte do questionário se referiu à percepção dos operadores quanto à ergonomia e os sintomas físicos de saúde provenientes do trabalho. Constou de uma avaliação subjetiva dos fatores ergonômicos que contribuem para a sensação de conforto e possíveis sintomas físicos causados pela operação das máquinas florestais. Os questionamentos foram elaborados com escalas graduadas

para cada fator ergonômico analisado e para a sensação de conforto global durante a operação das máquinas florestais. Os operadores foram instruídos a avaliarem as máquinas florestais com o uso dessas escalas, de forma que, para cada fator, foi atribuído um valor correspondente à sensação de conforto percebida por eles.

Os 11 parâmetros ergonômicos utilizados nessa avaliação foram: acesso à cabine; cabine; visibilidade; assento; controles; postura de trabalho; ruído; conforto térmico; gases e partículas; dia típico de trabalho e avaliação geral do operador.

Para cada item da avaliação ergonômica foi aplicado o seguinte *score*:

- 5 → Classificação Ergonômica EXCELENTE
- 4 → Classificação Ergonômica BOA
- 3 → Classificação Ergonômica MÉDIA
- 2 → Classificação Ergonômica RAZOÁVEL
- 1 → Classificação Ergonômica RUIM

Diante do exposto, supracitado, tornou-se possível comparar as classificações ergonômicas com as queixas na saúde ocupacional. Para resolver esse impasse, o presente trabalho criou o “Coeficiente de Satisfação Ergonômica” (CSE) para, de posse das análises de classificação ergonômica do operador, mensurar a aceitação ergonômica dos operadores. Esse coeficiente se baseia na percepção e classificação de cada parâmetro analisado pelos 111 operadores dos maquinários florestais estudados. A equação adotada foi:

$$CSE (\%) = \frac{\sum \text{Score Classificação Ergonômica}}{\sum \text{Pontos nos Parâmetros}} \times 100$$

Onde: o coeficiente (CSE) é calculado em porcentagem por meio da pontuação obtida na classificação ergonômica anterior, e o total de pontos que pode alcançar nos 11 parâmetros, 55 para esse caso. Os maquinários florestais foram classificados de acordo com a seguinte definição dos CSE:

- 85% – 100% → Classificação Ergonômica EXCELENTE
- 75% – 84,9% → Classificação Ergonômica BOA
- 60% – 74,9% → Classificação Ergonômica MÉDIA
- 35% – 59,9% → Classificação Ergonômica RAZOÁVEL
- 0% – 34,9% → Classificação Ergonômica RUIM

Na terceira parte do questionário os operadores responderam sobre a percepção de sintomas físicos relacionados à saúde ocupacional. Ficaram estabelecidas, para a avaliação da frequência de ocorrência dos sintomas físicos (desconforto), as partes do corpo com os 10 parâmetros adotados abaixo: cabeça; pescoço; ombros; parte superior das costas; cotovelos; parte inferior das costas; pulsos/mãos; quadris; joelhos e tornozelos/pés.

A cada item de avaliação foi aplicado o seguinte *score*:

- 5 → NUNCA ocorrem sintomas físicos
- 4 → RARAMENTE ocorrem sintomas físicos
- 3 → ALGUMAS VEZES ocorrem sintomas físicos
- 2 → FREQUENTEMENTE ocorrem sintomas físicos
- 1 → MUITO FREQUENTEMENTE ocorrem sintomas físicos

Para a análise desses sintomas foi proposta a mesma linha de estudo dos dados, e assim criou-se o “Coeficiente da Saúde Ocupacional dos Operadores” (CSO), que serviu para diagnosticar as dores ou incômodos físicos que os trabalhadores sentiam em cada maquinário. Este se baseou na percepção e tolerância à dor, para cada um dos 10 parâmetros sintomáticos analisados. A equação adotada foi:

$$CSO (\%) = \frac{\sum \text{Score Saúde Ocupacional}}{\sum \text{Pontos nos Parâmetros}} \times 100$$

Onde: o coeficiente (CSO) é calculado em porcentagem por meio da pontuação obtida na classificação de saúde ocupacional e o total de pontos que pode alcançar nos 10 parâmetros analisados. A sensação de desconforto com os

maquinários florestais foram classificados, de acordo com a seguinte definição dos CSO:

85% – 100%	→ QUASE NUNCA ocorreram sintomas físicos
75% – 84,9%	→ RARAMENTE ocorrem sintomas físicos
60% – 74,9%	→ ALGUMAS VEZES ocorrem sintomas físicos
35% – 59,9%	→ FREQUENTEMENTE ocorrem sintomas físicos
0% – 34,9%	→ QUASE SEMPRE ocorrem sintomas físicos

4.3.2 Avaliação antropométrica dos operadores

A coleta e análise de dados das variáveis do corpo humano contempladas neste estudo teve como base a metodologia utilizada pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT), na publicação intitulada “Pesquisa antropométrica e biomecânica dos operários da indústria de transformação – RJ: Medidas para postos de trabalho” (INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA, 1988).

81 operadores de maquinários florestais concordaram em participar da avaliação antropométrica, os quais passaram a constituir a amostra estudada. A medição correu por meio de um estadiômetro e de uma fita métrica inelástica. A seguir estão descritos os procedimentos de pesagem e de medida que foram realizados nos operadores:

- 1) Massa corporal: utilizou-se uma balança digital da marca Filizola®, devidamente aferida e com o selo do Inmetro.
- 2) Indivíduo em pé: estatura; altura no nível dos olhos; altura do ouvido; altura do punho; altura do joelho; altura do tórax (linha mamilar); altura do ombro; altura do cotovelo; altura entrepernas; alcance inferior máximo e largura do quadril.
- 3) Indivíduos sentados: altura até a cabeça; altura no nível dos olhos; altura até o ombro; altura do cotovelo; altura das coxas; altura dos joelhos; altura popliteal; profundidade do tórax; profundidade do abdômen; profundidade das nádegas-popliteal; profundidade nádegas-joelhos; alcance frontal máximo; alcance dos antebraços; largura do bideltóide; largura do tórax; largura cotovelo-cotovelo; largura do quadril; comprimento do antebraço; comprimento da mão.

Para classificar o estado nutricional dos operadores foi calculado o índice de massa corporal (IMC). Este índice relaciona a massa (kg) do operador dividida pela altura (m) elevada ao quadrado, cuja a formula é:

$$IMC = \frac{Massa (kg)}{Altura^2 (m^2)}$$

Posteriormente, os trabalhadores foram classificados segundo os pontos de corte preconizados pela Organização Mundial de Saúde - OMS (1998), conforme apresentado a seguir:

IMC < 18,5	→	DESNUTRIDOS (inadequado)
18,6 < IMC < 24,9	→	EUTRÓFICOS (adequado)
25 < IMC < 30	→	SOBREPESO (inadequado)
30 < IMC < 34,9	→	OBESIDADE GRAU I (inadequado)
35 < IMC < 40	→	OBESIDADE GRAU II (inadequado)
IMC > 40	→	OBESIDADE GRAU III (inadequado)

Para uma melhor distribuição dos grupos durante a análise, o IMC foi dividido em dois grupos: adequado e inadequado.

O banco de dados foi elaborado no *software Excel* e as análises da estatística descritiva foram realizadas com o auxílio dos *softwares Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows*, versão 17.0. Ambos os *softwares* com licença individual expedida para uso do autor deste trabalho.

Para o cálculo estatístico das variáveis antropométricas (peso, altura e IMC) foi realizada uma análise descritiva de cada variável por meio de média, mediana (mínimo e máximo), desvios-padrão, desvio-padrão da média e coeficiente de variação.

O cálculo dos percentis também foi realizado na análise antropométrica das variáveis. O percentil é uma medida separatriz que divide a amostra em 100 partes iguais a partir do menor para o maior, em relação a algum tipo específico de

dimensão corporal. Para o cálculo dos percentis das variáveis antropométricas, os valores indicados foram 5%, 50% e 95%.

Para o cálculo dos percentis das variáveis estudadas nas máquinas, os valores indicados foram 95% e 5%, dependendo da variável analisada. Isso significa que, no percentil menor (5%), houve possibilidade de 5% da população de operadores (amostra) estarem abaixo do universo pesquisado e, no maior (95%), 5% acima.

Posteriormente, os dados antropométricos foram confrontados com as medições ergonômicas das máquinas florestais, com a avaliação das dimensões das cabines e dos assentos das máquinas.

4.3.3 Avaliação ergonômica do posto de trabalho nas máquinas florestais

A avaliação ergonômica envolveu as nove máquinas florestais utilizadas nas operações de corte e extração e adotou a metodologia adaptada de Almqvist et al. (2006), desenvolvida com base em parâmetros estabelecidos pelos “*Ergonomic Guidelines for Forest Machines*”, publicados pelo Skogforsk (1999), e nas Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego aplicadas à área (BRASIL, 2018).

O acesso à cabine deve ser fácil, seguro e com o mínimo risco de acidentes. O acesso permite ao operador se movimentar para entrar na cabine da máquina, com a ajuda de degraus individuais ou em forma de escada e corrimãos ou alças para se segurar. O conjunto deve permitir ao operador apoiar-se em três pontos. Neste sentido, a pesquisa buscou observar: a existência e condição da escada ou degrau; a altura do primeiro degrau em relação ao solo; a presença de quinas “vivas”, e a facilidade de acesso.

Os vários componentes das máquinas foram avaliados quantitativamente, com base nas metodologias propostas por Gellerstedt (2006) e referências ergonômicas contidas no *Guideline* de classificação ergonômica “*Diretrizes Ergonômicas para Máquinas Florestais*” (SKOGFORSK, 1999). O projeto da cabine, incluindo as dimensões, tem influência crítica na eficiência do trabalho do operador. Uma cabine restrita ou mal projetada obriga o operador a trabalhar em

postura fixa ou inadequada, que, além de cansativa, com o passar do tempo pode ser danosa para a saúde.

Diante do explicitado e da inexistência de um roteiro simplificado para promover as medições e análise, a seguir, este trabalho propôs a criação de uma metodologia para a avaliação do posto de trabalho do operador.

A cabine (**Figura 04**) foi avaliada com base nas seguintes medições:

- A) altura;
- B) largura na altura dos apoios para os antebraços (distância da porta à parede lateral oposta);
- C) comprimento medido na altura dos apoios para os antebraços (anterior-posterior);
- D) distância da parte interna do encosto até a parede traseira, na altura da cabeça e assento para trás;
- E) distância da parte interna do encosto até a parede dianteira, na altura da cabeça e assento para frente;
- F) distância do encosto, na altura dos joelhos, com assento na posição máxima para frente até um anteparo frontal (espaço para os joelhos) e
- G) distância do encosto, na altura dos pés, com assento na posição máxima para frente até um anteparo frontal (espaço para pernas e pés).

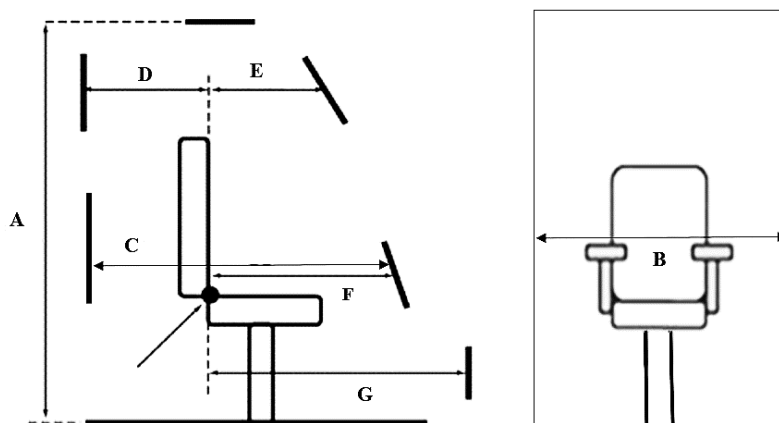


Figura 4: Croqui da avaliação nas dimensões das cabines nas máquinas florestais estudadas.

Obs.: As letras que especificam as medições.

Fonte: Adaptado *Guideline* Skogforsk (1999).

Da mesma maneira, este estudo procedeu à melhoria dessas condições no posto de trabalho a partir da avaliação do assento (**Figura 05**), com base na aferição dos seguintes parâmetros:

- a) espaço para pernas;
- b) ajuste da altura do assento;
- c) inclinação lateral;
- d) inclinação anterior/posterior;
- e) inclinação do encosto;
- f) inclinação do assento;
- g) distância entre apoios dos antebraços;
- h) giro horizontal de apoio dos antebraços;
- i) ajuste da altura dos apoios para os antebraços;
- j) giro vertical dos apoios dos antebraços;
- k) comprimento dos apoios dos antebraços e
- l) inclinação lateral do assento.

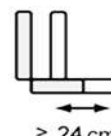
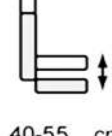

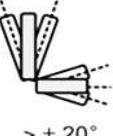

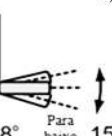
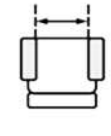
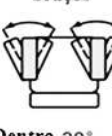
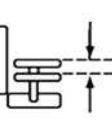
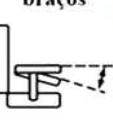
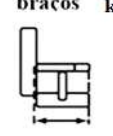
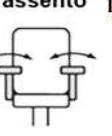
<p>Espaço para pernas a)</p>  <p>≥ 24 cm</p>	<p>Altura b)</p>  <p>40-55 cm</p>	<p>Inclinação lateral c)</p>  <p>±10-15°</p>	<p>Inclinação anterior-posterior d)</p>  <p>> ± 20°</p>	<p>Inclinação do encosto e)</p>  <p>- 5-30°</p>	<p>Inclinação do assento f)</p>  <p>Para cima 8° Para baixo 15°</p>
<p>Distância entre apoios dos braços g)</p>  <p>42-52 cm</p>	<p>Giro horizontal de apoio dos braços h)</p>  <p>Dentro 30° Fora 15°</p>	<p>Ajuste da altura de apoio i)</p>  <p>12-27 cm</p>	<p>Giro vertical de apoio dos braços j)</p>  <p>< - 30-0°</p>	<p>Comprimento de apoio dos braços k)</p>  <p>20-30 cm</p>	<p>Inclinação lateral do assento l)</p>  <p>± 10°</p>

Figura 5: Croqui da avaliação e recomendação das dimensões dos assentos nas máquinas florestais estudados, de acordo com os parâmetros do Guideline de Skogforsk (1999).

Obs.: As letras que especificam as medições.

Fonte: Adaptado *Guideline* Skogforsk (1999).

No Brasil, as dimensões do local de trabalho e dos acessos a maquinários florestais são normatizadas pela NBR 4252, a NR-12 e a NR-17 – as quais utilizamos para este trabalho. A norma Sueca também foi utilizada para a avaliação

de máquina e do *layout* do posto de trabalho, qual seja, o Guia Ergonômico para Máquinas Florestais (ALMQVIST, 2006).

4.3.4 Avaliação e classificação ergonômica das máquinas florestais

As máquinas florestais analisadas foram classificadas, de acordo com o perfil ergonômico, em três classes: BOA (melhor condição ergonômica); MÉDIA (condição ergonômica intermediária); e DEFICIENTE (pior condição ergonômica). Para tanto, a cada item de avaliação foi aplicado o seguinte *score*:

- 1 (classificação ergonômica BOA);
- 2 (classificação ergonômica MÉDIA);
- e 3 (classificação ergonômica DEFICIENTE).

No final, os valores obtidos para cada máquina foram somados e a classificação se deu da seguinte forma:

- Menor de 25 → Classificação Ergonômica BOA
- De 26 a 43 → Classificação Ergonômica MÉDIA
- Maior de 44 → Classificação Ergonômica RUIM

Os parâmetros foram determinados para serem analisados de acordo com o *score* de classificação ergonômica. São eles: acesso à cabine (dimensão); acesso à cabine (segurança); cabine (dimensão); cabine (conforto); visibilidade; assento do operador; controles (operacionalidade); operação (comandos); postura de trabalho; ruído na cabine; vibração (maquinário); vibração; clima da cabine; gases e partículas na cabine; iluminação de trabalho; instruções e treinamento; manutenção (condições).

Após a classificação nos parâmetros ergonômicos foi realizada uma avaliação quantitativa da exposição ao ruído, vibração e níveis de esforço físico, obedecendo a metodologia dos itens 4.3.4.7, 4.3.4.8 e 4.3.4.9.

A seguir estão descritas as análises a que foram submetidos esses parâmetros:

4.3.4.1 Dimensões e segurança do acesso à cabine

O acesso ao posto de trabalho em máquinas florestais foi avaliado 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 06**).

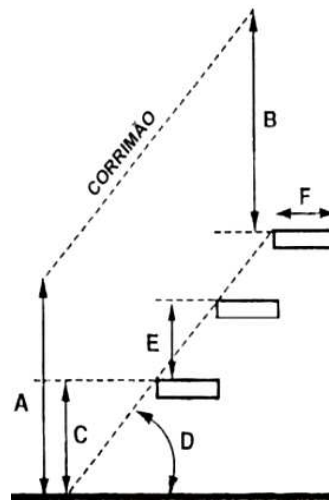


Figura 6: Variáveis de acesso à cabine.
Fonte: Adaptado *Guideline* Skogforsk (1999).

O desenho e o posicionamento dos degraus são importantes para que eles não sejam atingidos ou danificados enquanto estiver ocorrendo a operação, bem como facilitar o acesso do operador ao posto de trabalho com o máximo de segurança possível.

4.3.4.2 Visibilidade

A visibilidade foi utilizada na avaliação ergonômica de cabines de máquinas para indicar se área de trabalho do operador está claramente perceptível durante os turnos diurnos ou noturnos.

Uma visibilidade reduzida aumenta o risco de acidentes, diminui a produtividade e obriga o operador a assumir uma postura inadequada, principalmente nos casos em que ele é forçado a manter a cabeça virada ou seu pescoço curvado para trás, a fim de visualizar a operação realizada.

Os parâmetros relacionados aos fatores avaliados foram de acordo com o grupo técnico do Laboratório de Ergonomia da Universidade Federal de Viçosa

(LABERO/UFV), sendo que: a) visibilidade do terreno próximo à máquina (pelos menos a 2m na lateral e a 5m à frente quando em deslocamento); b) visibilidade vertical (ângulo entre uma linha horizontal e o teto da cabine maior que 65° em *harvesters* e 50° em *forwarders*); c) visibilidade operacional em todas as direções, sem obstruções por braço hidráulico, partes da cabine e grades, pois o operador não deve ter necessidade de mudar da posição sentada para ver o local de trabalho e d) limpeza das janelas e do para-brisa.

4.3.4.4 Assento do operador

O assento dos maquinários florestais foi avaliado separadamente, medido e comparado com os parâmetros do *Guideline* de Skogforsk (1999).

4.3.4.5 Operação da máquina

As funções de uma máquina florestal devem ser simples e sequenciais, e sempre se comportarem da mesma maneira. Diferentes funções que exigem grande atenção não devem ser concorrentes com outras funções operadas manualmente. Informações mal projetadas e apresentadas nos *displays* podem causar fadiga e contribuir para dores no pescoço, ombros e de cabeça.

Movimentos repetitivos e precisos das mãos, braços e cabeça exigem esforços dos músculos e articulações durante o turno efetivo de trabalho, o que pode resultar em alto risco de surgimento de dores no pescoço, ombros e braços. Como prevenção, os controles do braço hidráulico e do cabeçote ou garra devem permitir frequentes pausas durante cada ciclo (do braço hidráulico, por exemplo).

4.3.4.6 Postura de trabalho

A postura e movimentos do corpo do operador na cabine são influenciados pela própria cabine, assento, visibilidade e operação dos controles. A postura de trabalho também é afetada pela vibração e pelos solavancos produzidos pela máquina. Logo, uma postura inadequada pode causar danos à saúde do trabalhador. Os tópicos avaliados foram: a) possibilidade de adoção de postura normal do operador; b) facilidade de mudança de postura; c) nivelamento da cabine para adequar postura e d) giro da cabine do *harvester* independente do braço hidráulico.

4.3.4.7 Ruído na cabine das máquinas

O ruído foi avaliado individualmente para as máquinas analisadas. A NR15 regulamenta o nível de exposição do trabalhador ao ruído (BRASIL, 2014). Para uma jornada de 8 horas de trabalho, o máximo estabelecido é de 85 dB(A). O tempo máximo de exposição permitido diminui progressivamente com o aumento do nível de ruído.

A avaliação do ruído obedeceu à Norma de Higiene Ocupacional (NHO01), da FUNDACENTRO, que estabelece o Nível de Exposição Normalizado (NEM), ou seja, o nível de exposição ao ruído convertido para uma jornada de trabalho de oito horas.

Os critérios adotados para a tomada de decisão nos maquinários florestais foram os presentes na NHO01, descritos na **tabela 01**, a seguir.

Tabela 1: Critérios para análise do ruído pelo do Nível de Exposição Normalizado (NEM).

NEM dB(A)	Dose diária (%)	Consideração técnica	Atuação recomendada
Até 82	0 a 50	Aceitável	No mínimo a manutenção da condição existente
82 a 84	50 a 80	Acima do nível de ação	Adoção de medidas preventivas
84 a 85	80 a 100	Região de incerteza	Adoção de medidas preventivas e corretivas para reduzir a dose diária
Acima de 85	Acima de 100	Acima do limite exposição	Adoção imediata de medidas corretivas

Fonte: NHO01 (FUNDACENTRO, 2001).

A avaliação foi realizada utilizando-se um medidor do nível equivalente de ruído (audiômetro). O microfone do instrumento foi instalado próximo ao ouvido do operador. Os valores obtidos foram confrontados com os limites máximos de exposição determinados pela Norma Regulamentadora N° 15 - Atividades e Operações Insalubres, do Ministério do Trabalho (BRASIL, 2014b).

Ainda, foram considerados: a) interferência do ruído na conversa e na escuta de sinais acústicos de alerta e b) presença de ruídos indesejáveis por falta de manutenção.

4.3.4.8 Vibração transmitida ao operador

As vibrações causam solavancos desconfortáveis e cansativos para o operador. Além disso, trabalhos de precisão se tornam mais difíceis e o operador pode ter dificuldades em manter os olhos na árvore ou na parte da máquina que está sendo manejada. Muitos anos de exposição à vibração de uma máquina podem ter um efeito danoso à saúde do operador. A parte inferior da coluna vertebral é particularmente propensa a danos, causados mais frequentemente por choques mecânicos. Pescoço e ombros são vulneráveis, especialmente em combinação com o giro frequente da cabeça e na necessidade de olhar para cima.

O nível de vibração e choques é afetado pela velocidade de condução, condições do solo, pneus, molas, sistema de amortecimento no chassi, cabine e assento, além da técnica de trabalho do operador. Normalmente, a vibração de corpo inteiro é transmitida ao operador por meio da cabine e do assento.

Na avaliação da vibração foi utilizado um medidor de copo inteiro, o qual possui um sensor denominado acelerômetro triaxial (direções X, Y e Z) e um aparelho registrador dos valores de aceleração em $m\ s^{-2}$. O acelerômetro foi instalado sobre o assento do operador.

Os resultados das medições foram comparados com os valores recomendados pela Norma de Higiene Ocupacional da FUNDACENTRO (NHO09), expressos em Aceleração Resultante de Exposição Normalizada (AREN). Os valores da Norma são: limite para o nível de ação, $AREN = 0,5\ m\ s^{-2}$ e o limite de exposição ocupacional diário (8 h), $AREN = 1,1\ m\ s^{-2}$.

4.3.4.10 O ambiente térmico na cabine das máquinas

Para a avaliação do conforto, o ambiente térmico em locais de temperaturas amenas foi analisado utilizando-se o índice denominado Temperatura Efetiva Corrigida. O valor do índice de temperatura efetiva corresponde a todas as combinações de temperatura, velocidade e umidade relativa do ar que produzem a mesma sensação térmica (IIDA, 1995).

No caso de calor intenso, o ambiente térmico foi avaliado com base no Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), definido por equações apropriadas NR15 (BRASILb, 2014). Em função do índice obtido, o regime de trabalho intermitente, com descanso no próprio local de trabalho, foi definido para os tipos de atividades leves, moderadas e pesadas. Também devem ser considerados

limites para o regime de trabalho intermitente, com descanso em outro local (local de descanso). O IBUTG foi medido utilizando-se o medidor da marca *Instrutherm*, modelo TGD-400.

A avaliação do ambiente térmico envolveu os seguintes fatores: a) temperatura do ar; b) umidade relativa do ar; c) uniformidade da temperatura; d) fluxo de ar; e) proteção contra radiação solar.

4.3.4.11 A exaustão de gases, poeiras e partículas

Os itens avaliados foram: a) sistema de filtros do aparelho ar condicionado (manutenção); b) facilidade de troca do filtro e c) percepção do operador quanto a odores presentes na cabine.

4.3.4.12 Iluminação do local de trabalho

O nível de iluminação foi avaliado com luxímetros e teve como referência a normas ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1-interior (ABNT, 2013) e a ISO/FDIS-8995-2 *Lighting of work places-Part-2-outdoor* (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2006), bem como a metodologia do *Ergonomic Checklist for Forest Machines* (ATTWOOD et al., 2004).

Com relação à iluminação, foram avaliados os seguintes itens: a) quantidade de faróis e distribuição do fluxo luminoso (iluminância) e a capacidade do operador enxergar o trabalho realizado a uma distância 50% superior ao comprimento do braço hidráulico; b) cor e qualidade das luzes; c) material antirreflexo para luz solar e iluminação artificial (pintura e cortinas); d) regulagem dos faróis e possibilidade de desligamento individual ou em grupo; e) facilidade para reposição das lâmpadas; f) direcionamento do feixe de luz a um determinado ponto e g) visibilidade noturna das árvores, feixes de toras e do terreno em locais adjacentes as máquinas.

4.3.4.13 Treinamento e instruções

Este tópico trata do treinamento e das instruções orais e escritas (manuais e fichas), assim como do conteúdo das informações que são mostradas nas telas do computador da máquina, de avisos e instruções coladas no interior ou fora da cabine. Isto permite que o operador utilize a máquina da forma correta. A falha em

fornecer as informações necessárias pode resultar em acidentes, estresse severo e desconforto para o operador, além de baixa produtividade.

Os tópicos avaliados foram: a) idioma português; b) instruções operacionais; c) manutenção feita pelo operador; e d) treinamento e instrução oral.

4.3.4.14 Manutenção da máquina

A manutenção de máquinas florestais no campo geralmente é realizada em condições adversas (clima, sol, chuva, dia ou noite). Os mecânicos podem adotar posturas inadequadas para alcançar determinada parte da máquina, como: subir na máquina; trabalhar sob a máquina; realizar excesso de esforço físico; levantar materiais pesados; entrar em contato com líquidos nocivos e perigosos e manipular peças escorregadias, quentes e sujas.

Os itens avaliados foram: a) facilidade de acesso; b) acesso seguro aos locais de manutenção; c) trabalho seguro; d) risco de movimentação da máquina; e) facilidade da manipulação de capôs, coberturas, etc.; f) facilidade de manutenção e substituição da bateria; e g) posturas adotadas pelos mecânicos.

4.4. Classificação dos fatores operacionais na colheita florestal

4.4.1 Pedregosidade:

Corresponde à microtopografia do terreno e caracteriza-se pela presença natural de obstáculos de origem rochosa que interfiram no deslocamento das máquinas, bem como dificultem as operações de corte, devido aos danos que podem ocasionar no conjunto de corte.

Os obstáculos foram subdivididos em três classes:

- ✓ Classe 1: nenhuma ocorrência natural de obstáculos de origem rochosa.
- ✓ Classe 2: pequena presença de obstáculos de origem rochosa, com leves restrições ao deslocamento de máquinas e leves restrições relacionadas à operação de corte.
- ✓ Classe 3: presença de obstáculos de origem rochosa, com fortes restrições ao deslocamento de máquinas e às operações de corte.

4.4.2 Análise dos fatores operacionais de campo

A metodologia para coleta e análise de dados dos fatores operacionais consistiu na identificação, classificação e medições utilizando-se as tecnologias apropriadas, e teve como base o estudo de Malinovski et al. (2006), onde se propôs a avaliação e a classificação das variáveis físicas e de povoamento florestal, conforme as limitações que se apresentam para mecanização da colheita. A seguir, são descritas as variáveis analisadas neste estudo.

4.4.3 Leira

As leiras caracterizam-se pela presença de obstáculos de origem lenhosa, ordenados sobre o terreno, ocasionados pela limpeza para o plantio do povoamento, e que interferem no deslocamento das máquinas, sendo:

- ✓ Classe 1: nenhuma ocorrência de obstáculos de origem lenhosa.
- ✓ Classe 2: pequena presença de obstáculos de origem lenhosa, com leves restrições ao deslocamento de máquinas.
- ✓ Classe 3: presença de obstáculos de origem lenhosa, com fortes restrições ao deslocamento de máquinas.

4.4.4 Sub-bosque

Os sub-bosques caracterizam-se pela presença de vegetação indesejável entre as linhas de plantio, sem uso econômico momentâneo, que interferiram no deslocamento das máquinas e na visibilidade dos operadores.

- ✓ Classe 1: nenhuma ocorrência de sub-bosque.
- ✓ Classe 2: pequena presença de sub-bosque, com leves restrições ao deslocamento de máquinas e à visibilidade dos operadores.
- ✓ Classe 3: presença de sub-bosque, com fortes restrições ao deslocamento de máquinas e à visibilidade dos operadores.

4.4.5 Capacidade de sustentação do solo

A capacidade de sustentação do solo corresponde à resistência do solo à pressão efetuada pelas máquinas sobre ele e caracteriza-se pelas restrições impostas em virtude das condições de drenagem do terreno, umidade, tipo e cobertura do solo, que influenciam o deslocamento das máquinas no momento do ano em que será feita a colheita da madeira na área.

- ✓ Classe 1: solo firme, bem drenado, pouco úmido e com cobertura vegetal, em níveis de nenhuma interferência ao deslocamento das máquinas sobre o terreno, no momento da colheita.
- ✓ Classe 2: solo firme, drenagem precária, pouco úmido e com cobertura vegetal, apresentando restrições com tempo chuvoso, com alguma interferência ao deslocamento das máquinas sobre o terreno, no momento da colheita.
- ✓ Classe 3: solo pouco firme, drenagem precária, úmido e com cobertura vegetal, apresentando restrições de tempo chuvoso, com média interferência ao deslocamento das máquinas sobre o terreno, no momento da colheita.
- ✓ Classe 4: solo úmido, drenagem ruim, sem cobertura vegetal, apresentando fortes restrições de tempo chuvoso, com alta interferência ao deslocamento das máquinas sobre o terreno, no momento da colheita.
- ✓ Classe 5: solo sempre úmido, drenagem ruim, sem cobertura vegetal, apresentando fortes restrições de tempo chuvoso, com extrema dificuldade no deslocamento das máquinas sobre o terreno.

4.4.6 Declividade do terreno

A declividade do terreno corresponde à inclinação da superfície do terreno em percentagem de acordo com as seguintes classes:

- ✓ Classe 1: $\leq 15\%$;
- ✓ Classe 2: $15,1 < 25\%$;

- ✓ Classe 3: $25,1 < 35\%$;
- ✓ Classe 4: $> 35,1\%$.

4.4.7 Tipo de solo

O tipo de solo corresponde, genericamente, às três classes de solos mais comuns nas propriedades florestais, a partir das quais se derivam os demais tipos de solo, podendo vir a causar restrições às operações de colheita de madeira.

As classes genéricas são:

- ✓ Classe 1: Argilosos;
- ✓ Classe 2: Arenosos;
- ✓ Classe 3: Hidromórficos.

4.4.8 Povoamento florestal

O povoamento Florestal refere-se ao gênero que compõe a unidade homogênea de corte. Para este trabalho, o estudo ocorreu com o plantio de *Eucalyptus spp.*

4.4.9 Espaçamento

O Espaçamento representa a distância média do espaçamento do plantio da unidade homogênea de corte, sendo o valor expresso em metros.

4.5 Produtividade do trabalhador

A determinação do limite de produtividade considerou o estudo de Couto (2006), o qual desenvolveu o índice de TOR-TOM e estipulou diminuições da porcentagem de trabalho efetivo, conforme a exposição ao ruído. Para o nível de ruído abaixo de 80 dB(A) não há pausas determinadas; entre 80 dB(A) e 85 dB(A), são necessários 2% a mais do tempo total de trabalho para pausas determinadas; entre 86 dB(A) e 95 dB(A), 5% de pausas determinadas; entre 96 dB(A) e 100

dB(A), 10% de pausas determinadas; e acima de 100 dB(A), são necessários 15% de pausas determinadas.

Em conformidade com o trabalho de Couto (2006), o qual aborda a repetitividade, foi proposta a avaliação considerando os seguintes fatos: número alto de peças concluídas; não existência de pausas curtíssimas; não existência da diversidade dos atos operacionais; existência de movimento que seja bastante repetitivo e tempo de ciclo curtíssimo. Vídeos obtidos das operações das máquinas florestais foram utilizados para análise da repetitividade.

Alguns mecanismos para recuperação da sobrecarga de trabalho devido à repetitividade foram desenvolvidos, como: atividades de baixa exigência ergonômica, alternância dos grupamentos musculares, pausas, ginásticas laborais e descanso.

O risco de LER/DORT entre os operadores de máquinas florestais foi avaliado de acordo com a metodologia OCRA (COLOMBINI et al., 2008) e com base nas técnicas apresentadas por Couto (2000).

De acordo com esses trabalhos e outras sugestões, a **Tabela 02** demonstra os parâmetros para verificação das porcentagens de pausas e atividades com baixa exigência ergonômica nos maquinários florestais estudados durante o ciclo de trabalho de 08 horas.

Tabela 2: Metodologia para a porcentagem de pausas das máquinas florestais.

Parâmetros ergonômicos	Condição do trabalho
Repetitividade	Movimentos por turno do antebraço e mãos obtidos por estudo tempo e movimento utilizando filmadoras apropriadas (cerca de 10.700).
Força	Trabalho sentado, com baixa aplicação de forças pelos dedos, mãos e antebraços.
Peso movimentado	Trabalho sentado, sem movimentação de peso.
Postura dos segmentos corporais	Desvio moderado da cabeça, do tronco e dos punhos em até 25% dos ciclos e até 25% duração do ciclo.
Esforço estático	Contração muscular estática de pequena intensidade, porém mantidas por um tempo prolongado. Esforço estático leve e moderado. Diversos tipos de contração estática concomitantes.
Carga mental	Reponsabilidade por alimentar uma linha de produção. Alguma operação crítica na sua posição de trabalho, com impacto na qualidade do produto.
Necessidades pessoais	Recomendação da Organização Internacional do Trabalho (OIT)

Fonte: Adaptado de Couto (2006).

As análises de ruído e vibração, previamente descritas nos itens 4.3.4.8 e 4.3.4.9, foram averiguadas neste tópico, uma vez que podem influenciar de maneira significativa no trabalho florestal. Apresentam importância considerável, a ponto de existirem normas nacionais (NR's) e internacionais que regulamentam os níveis de exposição (ISO's), prevenindo doenças no trabalhador florestal.

4.5.1 Determinação do limite e ajustes de metas de produtividade

A produtividade foi obtida por meio de estudos de tempos e medição da produção por turno de trabalho de 08 horas.

Em conformidade com o trabalho de Barnes (1977), o tempo efetivo de trabalho corresponde ao tempo que o trabalhador está, de fato, produzindo, descontando-se todos os tempos improdutivos como as atividades de baixa exigência ergonômica e pausas recomendadas. As atividades de baixa exigência ergonômica são aquelas nas quais o trabalhador não está nem produzindo e nem em pausa, como na manutenção do equipamento. O tempo de trabalho efetivo foi obtido pela Equação 4:

$$TE = TT - TP - TB \text{ (eq. 4)}$$

Em que: TE = Tempo de trabalho efetivo; TT = Tempo de trabalho total, equivalente à jornada de trabalho; TP = Tempo de pausas recomendadas; e TB = Tempo com atividade de baixa exigência ergonômica.

Para a coleta de dados, o trabalho determinou os tempos de trabalho efetivo; os de pausa e os de atividade de baixa exigência ergonômica. As variáveis que determinaram a produtividade média correspondem ao número de árvores e o volume médio por árvore derrubada e traçada por trabalhador.

A determinação do limite de produtividade constitui de uma importante ferramenta para a adequação do posto de trabalho das máquinas às exigências dos fatores ergonômicos, visando minimizar a incidência de doenças, dores musculares, lesões, além de melhorar o bem-estar, o desempenho e a qualidade do trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Percepção dos operadores sobre a ergonomia e a saúde no trabalho

O questionário aplicado aos operadores de máquinas florestais permitiu conhecer os tipos de maquinários envolvidos no trabalho diário, o coeficiente de satisfação, relacionado aos parâmetros ergonômicos, e também o coeficiente de saúde ocupacional, relacionado à frequência de ocorrência dos sintomas físicos elencados.

5.1.1 Classificação ergonômica

As organizações têm solicitado a adoção de metas de produção baseadas no amparo científico e legal de condutas que visem à saúde, segurança e bem-estar do ser humano.

Além da determinação de metas de produção baseadas em fatores ergonômicos com pausas determinadas, frente às limitações funcionais do trabalhador, é necessário o estudo da percepção do operador. Essa análise da percepção pode determinar um prognóstico de possíveis pontos falhos que devem ser corrigidos na busca do trabalho humanamente sustentável.

A percepção dos operadores sobre os parâmetros ergonômicos frente às questões de segurança do trabalho é fundamental para a prestação do devido amparo a sua saúde no ambiente que está submetido para execução de suas tarefas.

Na **tabela 03** encontra-se a classificação dos nove tipos de máquinas florestais estudadas em função dos parâmetros ergonômicos preestabelecidos na metodologia, por meio da mensuração do CSE.

Tabela 3: Classificação ergonômica dos maquinários florestais na percepção dos operadores.

Parâmetros	FB1	FB2	FW1	FW2	FW3	HV1	HV2	HV3	HV4	CSE %
Acesso a cabine	R	R	B	B	B	B	B	E	B	M 73,3
Cabine	E	E	B	E	B	M	B	E	B	E 86,7
Visibilidade	B	B	B	E	B	M	M	B	M	B 75,6
Assento	B	B	M	B	M	M	M	B	M	M 68,9
Controles	B	B	B	B	M	B	M	B	M	M 73,3
Postura de trabalho	B	B	M	B	B	M	B	E	B	B 77,8
Ruído	R	R	M	M	M	M	M	E	R	R 57,8
Conforto térmico	B	B	B	E	B	B	B	E	B	B 84,4
Gases e partículas	B	B	M	M	R	M	M	R	R	R 57,8
Dia típico de trabalho	M	M	B	B	M	M	M	B	B	M 68,9
Avaliação geral do operador	R	R	R	B	M	M	M	B	M	R 57,8
Classificação Final CSE (%)	M (69)	M (69,1)	M (69,)	B (81,9)	M (67,3)	M (65,4)	M (67,3)	B (85,4)	M (65,4)	-

Onde: R = Razoável; M = Média; B = Boa; E = Excelente; CSE = Coeficiente de Satisfação Ergonômica.

Obs.: FB1, FB2, FW1, FW2, FW3, HV1, HV2, HV3 e HV4 são as máquinas florestais estudados nesse trabalho. As letras nos parâmetros seguem o esboço metodológico.

Ao se avaliar o parâmetro acesso à cabine, percebeu-se que os *Feller Buncher* tiveram as piores classificações, sendo determinado um índice de RAZOÁVEL para esses maquinários. O estudo de Brito (2007) ressalta essa situação, e descreve o acesso à cabine nos *Feller Buncher* como uma situação de periculosidade, pois esse se dá muito próximo do braço hidráulico.

Na avaliação ergonômica da cabine, foram considerados fatores como o espaço suficiente para o operador mudar de posição quando necessário, guardar itens pessoais e kit de primeiros socorros, além da segurança. A pesquisa demonstrou o CSE com variações entre EXCELENTE e BOM. Apenas o modelo HV1 obteve classificação ergonômica MÉDIA.

Segundo Fernandes et al. (2011), as máquinas *Feller-Buncher* possuem problema de visibilidade para o operador em vários lados de dentro da máquina. Na frente do maquinário existem grades de proteção do para-brisa contra queda de

galhos e de um dos lados há o cabeçote de corte, que pode estar vazio ou carregado de árvores. No entanto, os dados coletados nesta pesquisa indicaram uma classificação BOA para os *Feller Buncher* (FB1 e FB2) no parâmetro visibilidade. O maquinário que recebeu uma melhor avaliação dos operadores neste item foi o FW2, com EXCELENTE.

Dentro do posto de trabalho, o assento é um parâmetro ergonômico importante para ser avaliado. Tem como objetivo principal aliviar o peso dos pés e auxiliar no apoio do operador, de modo que possa manter uma postura estável durante o trabalho e assim, relaxar os músculos não exigidos pela tarefa. As informações coletadas referentes ao assento abordaram itens sobre o conforto, possibilidade de ajuste, vibração e espaço. Neste caso, observou-se um CSE com variações entre MÉDIA e BOA. Entende-se que este resultado revela a necessidade de melhorias principalmente nos maquinários FW1, FW3, HV1, HV2 e HV4, os quais apresentaram uma classificação ergonômica MÉDIA.

Em relação aos controles foi investigada a acessibilidade, a possível ativação acidental de algum controle e a capacidade cognitiva. Na avaliação subjetiva dos operadores verificou-se que a maioria dos maquinários recebeu uma avaliação BOA. As exceções correspondem aos modelos FW3, HV2 e HV4, que apresentaram um coeficiente de satisfação ergonômica MÉDIA. Neste parâmetro, é necessário considerar também as habilidades do ser humano relacionadas às suas capacidades psicomotoras e variáveis antropométricas.

No que se refere à postura de trabalho foi investigado a possibilidade de manter-se relaxado, durante a operação ou de ser capaz de mudar de posição. Neste parâmetro, merece destaque o maquinário HV3, que obteve um índice de satisfação ergonômica EXCELENTE. Os demais apresentaram um CSE com variações entre MÉDIA e BOA.

Outro fator gerador de desconforto ao operador foi o ruído. Esse foi classificado como RAZOÁVEL nos *Feller Buncher* (FB1 e FB2) e no *Havester* HV4. A exposição do operador florestal ao ruído é uma das causas de acidentes e de perdas auditivas relacionadas ao trabalho. Fatores como o tempo de exposição, a intensidade do ruído e a susceptibilidade do indivíduo têm relação direta com os danos à saúde (MATTAS et al., 2010). Seus efeitos nocivos não se restringem à

audição, podendo acarretar distúrbios emocionais, cardiovasculares, fadiga e estresse (LIMA, 2015).

Em se tratando do parâmetro conforto térmico, foi observado, na maioria dos maquinários, uma CSE BOA, com destaque para o FW2 e HV3, que foram classificados com CSE EXCELENTE. Portanto, no ponto de vista dos operadores, os instrumentos apresentaram boas condições térmicas e em conformidade ergonômica.

Ao se observar a classificação de gases e partículas no ambiente interno da cabine, foi possível perceber que os trabalhadores classificaram o *Forwarder* FW3 e os *Harvesters* HV3 e HV4 como RAZOÁVEL. Normalmente, em *harvester* e *forwarders* modernos, com cabine fechada, os riscos de exposição do operador a gases e poeiras são mínimos. Embora reduzido, entretanto, existe o risco de penetrar na cabine, fumaça do escapamento, poeira do solo, das árvores e também pólen. Tal fator deve ser monitorado e analisado através do programa de prevenção de riscos ambientais na empresa florestal, presente na NR 09 (TAQUETTI et al., 2016).

Em relação ao parâmetro referente a um dia típico de trabalho, os apontamentos envolveram questões sobre interrupções na jornada diária e as condições gerais de trabalho (ritmo imposto, esforço físico e mental). Observou-se que, no geral, o CSE variou entre MÉDIA e BOA.

Na avaliação geral do maquinário florestal, as máquinas FB1, FB2 e FW1 foram considerados razoáveis, tendo as piores avaliações. Os maquinários florestais com melhor Coeficiente de Satisfação Ergonômica foram o HV3 e o FW2. No entanto, na avaliação subjetiva dos operadores, a classificação final que considera todos os parâmetros ergonômicos analisados aponta os maquinários FW2 e HV3 como sendo os de melhor classificação ergonômica, com CSE na categoria de BOA.

Segundo Drinko et al. (2015), é de suma importância ressaltar que a escolha pelo uso das máquinas de esteiras ou pneus é baseada, principalmente, no seu menor custo de aquisição, diversidade de modelos existentes no país, facilidade de assistência técnica e de manutenção, bem como, devido ao seu maior valor de revenda. Porém, há argumentos opostos, como o alto custo de manutenção das esteiras e a restrição na operação em terrenos acidentados e com obstáculos (SEIXAS & BATISTA, 2014).

5.1.2 Classificação em relação a saúde ocupacional

A saúde ocupacional é a expressão utilizada para designar fatores relacionados à saúde do trabalhador enquanto atua no ambiente de trabalho. Caracteriza-se pelo comportamento específico, de determinado ofício, em razão das condições peculiares a que os profissionais estão submetidos (ARAÚJO JÚNIOR, 2009). A vigilância da saúde do operador, além de ser efetuada por meio de exames em diversas especialidades, pode se valer também, de outros mecanismos, como os questionários de autorreferência de sintomas físicos (SERRANHEIRA et al. 2003). Nesse sentido, este estudo analisou as respostas obtidas no questionário adaptado dirigido aos operadores de máquinas florestais com relação à percepção dos sintomas físicos elencados. Conforme descrito na metodologia, foi aplicada a equação que definiu o CSO (**Tabela 04**), de acordo com o maquinário operado.

Tabela 4: Classificação das máquinas florestais, quanto à percepção dos operadores sobre a saúde ocupacional.

Parâmetros	FB1	FB2	FW1	FW2	FW3	HV1	HV2	HV3	HV4	CSO %
Cabeça	R	R	R	R	AV	R	R	AV	AV	AV 73,3
Pescoço	R	R	R	R	AV	AV	AV	AV	AV	AV 68,9
Ombros	R	R	AV	R	AV	AV	AV	AV	AV	AV 66,7
Parte superior das costas	R	R	R	R	R	AV	AV	AV	AV	AV 71,1
Cotovelos	N	N	N	R	R	R	R	AV	AV	R 82,2
Parte inferior das costas	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV 60,0
Pulsos/mãos	N	N	R	AV	R	AV	R	AV	AV	R 75,6
Quadris	R	R	AV	R	R	R	R	AV	AV	AV 73,3
Joelhos	R	R	AV	R	R	R	R	AV	AV	AV 73,3
Tornozelos e pés	N	N	R	R	R	R	R	AV	AV	R 80,0
Classificação Final CSO (%)	R (84,0)	R (84,0)	R (74,0)	R (76,0)	R (72,0)	AV (70,0)	R (72,0)	AV (60,0)	AV (60,0)	

Onde: N= Nunca R = Raramente AV = Algumas Vezes; CSO = Coeficiente de Saúde Ocupacional.

Obs.: FB1, FB2, FW1, FW2, FW3, HV1, HV2, HV3 e HV4 são as máquinas florestais estudados nesse trabalho. As letras nos parâmetros seguem o esboço para medições na metodologia.

Na análise da **Tabela 04** merece destaque o sintoma físico “dores na parte inferior das costas”. Os operadores dos nove tipos de maquinários foram unânimes em relatar que, em algum momento, experimentaram esse sintoma. É necessário entender que esse é um meandro de difícil avaliação, uma vez que a causa dessa dor pode estar relacionada a uma série de fatores, dentre os quais se destacam: a predisposição genética; a sobrecarga pelas horas extras trabalhadas; a falta de musculatura no abdome; a obesidade e o estresse. No entanto, é um dado que não pode ser ignorado, uma vez que a dorsalgia (nome técnico para dor nas costas) foi a doença que mais afastou os brasileiros dos postos de trabalho em 2017.

Segundo dados recentes do Ministério da Fazenda, publicados em março de 2018, a dor nas costas foi a líder absoluta em número de casos (83,8 mil) e também de licenças do trabalho (160 mil licenças) em 2017. E ainda, nos últimos dez anos, a enfermidade tem liderado a lista de doenças mais frequentes entre os auxílios-doença concedidos pelo Instituto Nacional do Seguro Social – INSS (BRASIL, 2018).

As dores no pescoço, ombro e parte superior das costas vêm em seguida. Ao considerar estas três partes do corpo, observa-se que o CSO encontrado para o ombro foi o de menor valor (66,7%), portanto, o segundo sintoma que os operadores mais relataram. Este incômodo ocupa a oitava posição em número de casos (46,7 mil) de trabalhadores no Brasil também em 2017 (BRASIL, 2018). Em relação aos maquinários, observou-se que as mesmas queixas se fazem presentes na operação com o *Harvesters*, o que no caso do HV4 pode indicar alguma falha estrutural neste maquinário, visto que a alavanca do cabeçote está na frente da cabine.

Outras partes do corpo como cabeça, quadril e joelho foram citadas pelos operadores na mesma frequência, com um coeficiente de saúde ocupacional de 73,3%. Vale ressaltar que esta queixa foi mais frequente nos seguintes tipos de maquinários: FW1; HV3; HV4. Ainda analisando os dados da tabela, observou-se que, para cotovelos, pulsos/mãos e tornozelos/pés, o CSO encontrado foi mais favorável, uma vez que a análise dos dados permitiu afirmar que as queixas de sintomas nestas partes do corpo ocorreram de forma rara.

Após a aplicação da equação para calcular o CSO de todos os maquinários envolvidos na pesquisa, verificou-se que os trabalhadores classificaram a operação com o HV1, HV3 e HV4 como as mais fatigantes. Essas se enquadraram na

classificação do CSO de 60 a 74,9%, que significa a ocorrência de sintomas físicos em algumas vezes. Nos demais maquinários, a frequência de desconforto ao trabalhador permaneceu com CSO de 75 a 84%, o que corresponde a uma ocorrência rara no conjunto de sintomas elencados. A NR 31, que regulamenta o trabalho com a exploração florestal no Brasil, evidencia a importância de se observar as queixas dos operadores, uma vez que cabe ao empregador realizar avaliações dos riscos para a segurança e saúde desses trabalhadores (BRASIL, 2011d).

Com base nos resultados encontrados, sugere-se uma atenção peculiar na adoção de medidas de prevenção e proteção que assegurem, para todas as atividades, locais de trabalho, máquinas, equipamentos e ferramentas, os processos produtivos seguros e em conformidade com as normas de segurança e saúde. É conveniente ressaltar que, muitas vezes, as doenças se manifestam silenciosamente ou seus sintomas são ignorados, de forma que o trabalhador acaba buscando ajuda tardiamente.

Os dados das **Tabelas 02 e 03** não evidenciaram nenhuma conexão ao serem comparados, visto que ambos não seguem uma distribuição normal, ou seja, não são diretamente e nem inversamente proporcionais. Ou seja, avaliando somente a percepção dos operadores, não se pode observar uma relação direta entre a classificação ergonômica do maquinário e as queixas sintomáticas na saúde do operador. Tal resultado já era esperado, uma vez que a percepção do operador representa somente uma variável da avaliação ergonômica. Assim sendo, a pesquisa apresenta outros parâmetros que complementarão a avaliação ergonômica das máquinas florestais estudados.

5.2 Avaliação antropométrica dos operadores

5.2.1 Perfil antropométrico

De acordo com Minette et al. (2015), a análise da antropometria dos operadores é necessária em estudos que têm como enfoque a parte ergonômica dos sistemas de colheita mecanizados. Diante disso, começou-se a perceber que, para aumentar o rendimento da operação e diminuir o índice de acidentes, o operador

deve estar perfeitamente relacionado com seu posto de trabalho, de maneira a trabalhar com atenção, melhor visibilidade, comandos ajustados à sua postura de trabalho e com conforto e segurança (MINETTE et al., 2007).

Tabela 5: Análise do perfil antropométrico dos operadores.

Variáveis Cm	Percentis %			Média	DP* da Média cm (±)	DP* cm (±)	CV** %
	5	50	95				
Indivíduo em Pé							
Estatura	169,90	175,55	182,11	175,95	1,04	4,43	2,52
Altura do nível dos olhos	157,40	162,65	170,24	163,49	1,10	4,67	2,85
Altura do ouvido	154,88	159,50	165,65	159,47	0,95	4,05	2,54
Altura do punho	81,42	86,35	90,87	86,80	0,69	2,95	3,40
Altura do joelho	48,42	52,20	56,05	52,42	0,61	2,60	4,96
Altura do tórax	123,92	130,00	134,53	129,48	0,87	3,69	2,85
Altura do ombro	138,34	145,50	150,88	145,44	0,98	4,15	2,85
Altura do cotovelo	104,22	109,00	113,46	108,92	0,77	3,27	3,01
Altura entrepernas	76,28	81,55	88,09	81,50	0,87	3,71	4,55
Alcance inferior máximo	63,77	67,30	70,34	67,16	0,52	2,20	3,27
Largura do quadril	33,00	35,40	37,79	35,29	0,43	1,84	5,21
Indivíduo Sentado							
Altura do cotovelo	64,84	67,25	72,83	68,00	0,70	2,95	4,34
Altura da coxa	57,85	60,00	63,58	60,56	0,45	1,91	3,15
Altura do joelho	54,93	56,75	61,00	57,33	0,47	1,99	3,46
Altura popliteal	42,85	46,50	49,15	46,14	0,56	2,36	5,12
Profundidade do tórax	21,43	23,00	26,08	23,41	0,37	1,55	6,64
Profundidade do abdômen	22,93	24,50	27,21	24,99	0,40	1,70	6,81
Profundidade nádegas- popliteal	42,28	45,00	49,23	44,86	0,53	2,26	5,04
Profundidade nádegas- joelhos	49,70	55,60	58,15	55,08	0,73	3,09	5,62
Alcance frontal máximo	75,28	80,00	85,45	80,00	0,83	3,54	4,43
Alcance dos antebraços	42,35	46,00	49,58	46,03	0,52	2,20	4,78
Largura bideltóide	43,28	45,40	48,70	45,78	0,49	2,07	4,51
Largura do tórax	28,54	31,60	32,73	31,12	0,37	1,57	5,04
Largura do cotovelo-cotovelo	42,93	46,50	52,08	46,99	0,68	2,88	6,14
Largura do quadril	34,35	36,25	41,78	37,39	0,83	3,52	9,42
Comprimento do antebraço	26,00	28,25	31,65	28,53	0,41	1,72	6,03
Comprimento da mão	16,17	17,50	20,00	17,76	0,29	1,24	6,96
Altura do banco	39,93	43,35	47,56	43,85	0,58	2,47	5,63
Peso (kg)	73,46	82,00	94,60	83,77	1,68	7,12	8,51

Onde: DP* = Desvio Padrão e CV ** = Coeficiente de Variação.

Para projetar o posto de trabalho do maquinário deve-se contemplar o correto posicionamento e dimensionamento dos componentes do posto de operação. Para isso, a ergonomia recorre a outra ciência, a antropometria. Segundo Schettino et al. (2017), a antropometria é a parte da antropologia física que estuda as dimensões do corpo humano. Então, essas medidas corporais de que trata a

antropometria são usadas para definir a localização dos componentes do local de trabalho. A **Tabela 05** apresenta o perfil antropométrico dos 81 operadores que participaram do estudo.

É possível observar que os valores das variáveis antropométricas dos trabalhadores contrapõem com as medições ergonômicas indicada nas máquinas, segundo *Guidelines* de Skogforsk (1999). Como exemplo, cita-se o maquinário florestal *Feller-buncher*, no qual o acesso faz-se, muitas vezes, por meio de um degrau que se situa por baixo do mecanismo de corte. Este fato é perigoso em razão de estar por baixo de braços hidráulicos erguidos (MINETTE et al., 2015). Nessas condições, o trabalhador pode cair ou escorregar da máquina, resultando em acidentes.

Portanto, as variáveis como estatura, alcance inferior, altura das pernas e altura ao nível dos olhos devem ser consideradas ao projetar esse acesso. Uma entrada no maquinário mal projetada também pode constituir obstáculo para operadores mais velhos (SKOGFORSK, 1999).

Os estudos de Fontana & Seixas (2007) evidenciam que há necessidade de adaptar o posto de trabalho das máquinas florestais importadas com relação ao biótipo do trabalhador florestal brasileiro. Nesse sentido, as análises antropométricas do presente estudo podem servir de subsídio para esta discussão.

Com relação à estatura, é fundamental ressaltar a amplitude dos valores, os quais variaram de 1,69 a 1,82 metros. Em maquinários florestais com uma mesma regulagem padronizada, essa deverá atender às diversas médias antropométricas do operador, conforme o *Guidelines* descrito por Skogforsk (1999).

Porém, é notório que os trabalhadores analisados destoaram da média em todas as variáveis analisadas. E, ainda, apresentaram desvios-padrão baixos, confirmando uma homogeneidade estatística nas variáveis antropométricas da amostra, representadas pelos baixíssimos coeficientes de variação. Tal fato indica que, por não representam grandes variações, a instalação de mecanismos de regulagens pode ser feita a fim de atender os mínimos e máximos da amostra, representados pelo percentil 5% e 95%. As sugestões de adaptações dos maquinários e o posto de trabalho adequado às medições antropométricas estão descritas no item 5.3.

5.2.2. Índice de massa corporal (IMC) dos operadores

A adaptação do homem ao trabalho é bastante complexa. Nesse sentido, a ergonomia pode contribuir para uma melhor adequação, a partir do conhecimento do ser humano, projetando o ambiente de trabalho e ajustando-o às suas capacitações e limitações (MASSAD et al.; 2011). Para a análise ergonômica com qualidade é importante o conhecimento das dimensões antropométricas dos trabalhadores, a qual possibilita determinar um perfil dos trabalhadores e contrapor às condições de realização do trabalho (BRITTO et al., 2015).

Com isso, muitos ajustes são adotados a fim de propor adaptações nos postos de trabalho e melhoria das técnicas. O objetivo é certificar ambientes mais ergonômicos, seguros e saudáveis ao ser humano e, conseqüentemente, aumentar a produtividade e a qualidade do trabalho nos maquinários florestais (SANT'ANNA & MALINOVSKI, 2002; FIEDLER, 1998; MINETTE, 1996; GRANDJEAN, 1982).

Após os procedimentos de pesagem e medidas, os indivíduos foram classificados (**Tabela 06**), utilizando-se o parâmetro para categorização do estado nutricional, segundo a OMS (1998).

Tabela 6: Classificação do IMC dos operadores florestais segundo a OMS (1998).

IMC	N	%	Classificação
Eutrofia	18	22,22	Adequado
Sobrepeso	49	60,49	Inadequado
Obesidade Grau 1	14	17,28	Inadequado
Total	81	100	

Onde: n= número de operadores e IMC = Índice de Massa Corporal.

Quando os indivíduos que estão inadequados são agrupados é possível perceber que 77,77% estão acima do peso. Tal constatação pode estar associada à jornada de trabalho desses operadores, os quais permanecem por muitas horas, sentados, na mesma posição, com locomoção reduzida e alimentação desbalanceada. Segundo Magalhães et al. (2014), pessoas nessas condições apresentam maior predisposição a doenças cardiovasculares, diabetes, depressão e

envelhecimento precoce. Esses fatos comprometem inegavelmente a rentabilidade do trabalhador durante a jornada de trabalho, pois diminui a atenção, a agilidade no manuseio do maquinário e a eficácia nas tomadas de decisões no campo, o que poderá ocasionar algum tipo de acidente com o maquinário florestal.

O predomínio de sobrepeso entre os operadores corrobora os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares POF 2008-2009 (IBGE, 2011), que se encontra na população brasileira adulta, ou seja, há a prevalência de indivíduos com sobrepeso (49,0%) e, em segunda posição (33,5%), de indivíduos eutróficos.

Nas Américas tem sido observado um aumento da obesidade, independentemente do nível de desenvolvimento do país (PINHEIRO et al., 2004). O excesso de peso, cumpre salientar, pode contribuir para tornar a atividade mais desgastante, pois acaba gerando uma sobrecarga à coluna, o que também está relacionado com as jornadas de trabalho muito longas.

É de conhecimento geral que, em uma jornada de trabalho árdua, o excesso de trabalho não só prejudica a produção/hora; apresenta, também, efeitos negativos que podem ser imediatos, como sintomas de fadiga, má alimentação, estresse, dores corporais e obesidade, além de outros como, a ausência de tempo para o lazer ou atividade física (SILVA; ROTENBERG; FISCHER, 2011; SILVA et al., 2016). Silva et al. (2016), ao associarem a jornada de trabalho com o IMC, observaram que, dos funcionários que trabalham de seis a oito horas, 46,7% desses indivíduos possuía sobrepeso/obeso, enquanto que apenas 26,7% tinha classificação do índice de massa corporal normal/baixo.

5.3 Avaliação ergonômica do posto de trabalho nas máquinas florestais

5.3.1 Avaliação das cabines

Para as proposições de adaptações nos maquinários florestais, foram investigadas as dimensões dos espaços nos postos de trabalho. Na **Tabela 07** são descritos os resultados das medidas das cabines dos nove máquinas florestais estudados, juntamente com os valores do *Guideline* (SKOGFORSK, 1999) e as recomendações antropométricas referentes aos operadores.

Tabela 7: Avaliação ergonômica das cabines das máquinas estudadas

Parâmetros (cm)	VRG *	VRA **	FB1	FB2	FW1	FW2	FW3	HV1	HV2	HV3	HV4
A) Altura da cabine	180	182	180	180	166	179	179	151	160	189	180
B) Largura da cabine na altura dos apoios para os antebraços	100	85	91	91	112	137	137	91	89	127	137
C) Comprimento da cabine medida na altura dos apoios para os antebraços	162	-	151	151	178	160	160	160	172	176	185
D) Distância da parte interna do encosto até a parede traseira da cabine	55	-	44	44	42	49	49	73	49	65	59
E) Distância da parte interna do encosto até a parede dianteira da cabine	65	-	103	103	62	122	122	91	54	83	100
F) Distância do encosto na altura dos joelhos	83	-	92	92	88	69	69	74	48	81	80
G) Distância do encosto, na altura dos pés	115	-	116	116	48	75	75	113	112	101	116

*VRG – Valor de Referência Ergonômica para máquinas Florestais, *Guideline* (SKOGFORSK, 1999). **VRA – Valor Antropométrico obtido para os *Feller Bunchers, Forwarders e Harvesters*, com os operadores utilizados no estudo. Os espaços em branco representam que não há um valor antropométrico exato para dimensionar o parâmetro.

Obs.: FB1, FB2, FW1, FW2, FW3, HV1, HV2, HV3 e HV4 são as máquinas florestais estudados nesse trabalho. As letras seguem o esboço para medições na metodologia.

É importante a percepção de que os valores antropométricos obtidos (VRA), definidos como parâmetro e adotados na **Tabela 07**, estão de acordo com a análise antropométrica na **Tabela 05**. Ou seja, a avaliação ergonômica da altura da cabine (**Tabela 07**), parâmetro A, está em conformidade com a estatura do operador

(**Tabela 05**), que é de 182cm, com o percentil 95%. Esse valor supera os 180cm recomendados no *Guideline* (VRG).

Dando continuidade ao mesmo raciocínio, a largura da cabine na altura dos apoios para os antebraços parâmetro B, que apresenta um VRA de 85cm, se relaciona com o alcance frontal máximo do operador, que é de 85,45cm, com o percentil 95%. Reportando o trabalho de Fernandes et al. (2010) e acrescentando os 15cm, observa-se que esse parâmetro atende à diretriz de 100cm do VRG.

A análise dos maquinários permite afirmar que os *Feller Bunchers* (FB1 e FB2) e os *Harvesters* HV1 e HV2 não atendem ao parâmetro em destaque. No entanto, todos os *Forwarders* tiveram medidas adequadas. Porém, ressalta-se que uma cabine muito larga reduz a visibilidade nos dois lados do maquinário florestal (FERNANDES et al., 2010).

Segundo Ribas et al. (2014), o comprimento da cabine, descrito no parâmetro C, é fundamental para a perfeita regulagem do assento e melhor acomodação do operador para acessar o painel, além de que possibilita a locomoção, mesmo que reduzida, do trabalhador dentro da cabine. Com isso, verificou-se, na prática, a eficácia do valor 162cm para o VGR, recomendado pelo *Guideline* de Skogforsk (1999), uma vez que as visitas técnicas *in loco* registraram queixas nos *Feller Buncher* (FB1 e FB2), *Harvester* (HV1) e *Forwarder* (FW2 e FW3), os quais não se enquadram nessa diretriz.

A distância da parte interna do encosto até a parede traseira da cabine parâmetro D é fundamental para permitir a locomoção do operador e a regulagem do assento (FONTANA & SEIXAS, 2007). Essa medida é calculada subtraindo-se do comprimento da cabine parâmetro C a distância do encosto na altura dos joelhos parâmetro F, e obtendo o valor recomendado de 79cm, superior ao do *Guideline*, o qual só recomendava 55cm - valor esse que se mostrou insuficiente no presente estudo e classifica todas as máquinas como inadequados, com exceção do HV1, que foi o único a apresentar um valor aproximado do recomendado.

Para a determinação da distância da parte interna do encosto até à parede dianteira da cabine, parâmetro E, é necessário verificar se essa distância está em conformidade com o alcance frontal máximo, nos percentis de 5% e 95%, a fim de permitir ao operador o perfeito acionamento dos comandos superiores do maquinário.

O valor de 65cm no *Guideline* de Skogforsk (1999) apresenta um parâmetro coerente que atinge os percentis máximos e mínimos da população estudada com um razoável conforto. Somente o FW1 e o HV2 não se apresentam em conformidade com esse parâmetro. Para a distância do encosto na altura dos joelhos, parâmetro F, foi avaliado se o *Guideline* de Skogforsk (1999) atendia ao percentil 95% dos parâmetros antropométricos, alcance inferior e profundidade nádegas-joelhos. Como os valores se enquadravam, adotou-se 83cm como o recomendado.

Segundo Minette et al. (2015), a distância do encosto, na altura dos pés, parâmetro G, é fundamental para: o acionamento dos controles pelos pedais; a determinação do espaço necessário para alocar as pernas e esticá-las; e também para o operador endireitar seu corpo. O valor do VRG de 115cm foi coerente nos equipamentos avaliados, pois obedeceu, dentre outras variáveis antropométricas no percentil de 95%, o alcance inferior máximo.

Somente os *Feller Bunchers* (FB1 e FB2) e o HV4 se enquadraram na diretriz. Com a finalidade de atender às diretrizes traçadas pelo *Guideline* de Skogforsk (1999), e também a outras sugestões, como os resultados encontrados nesta pesquisa, foram propostas adaptações a um posto de trabalho com a finalidade de torná-lo adequado ao perfil antropométrico dos operadores analisados no estudo (**Figura 07**).

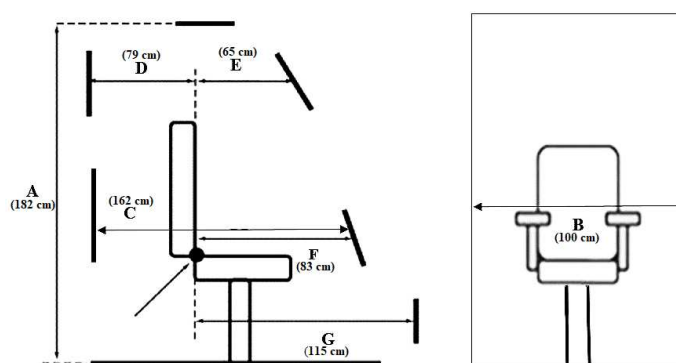


Figura 7: Dimensões da cabine das máquinas florestais, ajustada conforme as recomendações antropométricas.

É importante ressaltar que, apesar de existir, há dezenove anos, um estudo consolidado sobre os parâmetros ergonômicos mínimos para projeção de um posto

de trabalho adequado em máquinas florestais, que é o *Guideline* "Diretrizes Ergonômicas para Máquinas Florestais" (SKOGFORSK, 1999), observa-se que, em vários fatores estruturais da cabine, não a metodologia do estudo técnico não foi obedecida.

5.3.2 Avaliação dos assentos

O assento do operador nas máquinas florestais deve possuir ajustes para prover apoio adequado para corpo, em especial para os pés, coxas, nádegas e costas, permitindo uma manipulação confortável e conveniente dos controles, uma adequada visibilidade dos instrumentos e do trabalho para uma faixa ente 5% a 95% da população de operadores. Para esta avaliação antropométrica foi utilizada a ferramenta estatística percentil, visando à projeção de uma situação ergonomicamente favorável.

A atividade no maquinário florestal obriga o operador a permanecer, durante longas jornadas, sentado na mesma posição, com alta limitação na locomoção dentro da cabine. Esse fato é um grande gerador de queixas na região lombar.

No geral, o assento é projetado para proporcionar condições que possam amenizar as doenças ocupacionais, como, no caso, das advindas pelas vibrações, as quais são reduzidas com a utilização de uma suspensão de amortecimento de vibração inserida no assento (FORASTIERE et al., 2016).

Brito et al. (2007) destacam a importância de observar se o assento está adequado à caixa torácica do operador. Os autores recomendam que a borda do assento deve ficar, pelo menos, 2cm afastada da parte interna da coxa. Além desses detalhes, Minette et al. (2015) propõem que o ângulo assento-encosto tenha variação, para melhor acomodar o operador.

Na **Tabela 08**, abaixo, estão descritas as medidas dos assentos das máquinas florestais, os valores no *Guideline* (SKOGFORSK, 1999) e a recomendação antropométrica referente aos operadores.

Tabela 8: Análise antropométrica dos assentos nas máquinas florestais

Parâmetros	VRG *	VRA **	FB1	FB2	FW1	FW2	FW3	HV1	HV2	HV3	HV4
a) Espaço para pernas (cm)	≥ 24	-	15	15	16	≥ 24	≥ 24	13	20	12	6
b) Ajuste da altura do assento (cm)	40-55	40-48	48-56	48-56	40-53	40-55	40-55	44-49	44-54	40-55	42-51
c) Inclinação lateral (graus°)	±10-15	-	0	0	0	±10-15	±10-15	0	0	±10-15	0
d) Inclinação anterior/posterior (graus°)	> ±20	-	0	0	> ±20	> ±20	> ±20	0	> ±20	> ±20	> ±20
e) Inclinação do encosto (graus°)	-5-30	-	-5-30	-5-30	-5-30	0	-0	0	31°	-5-30	-5-30
f) Inclinação do assento (graus°)	+8 a -15	-	0	0	+8 a -15	+8 a -15	+8 a -15	0	0	+12 a 20	0
g) Distância entre apoios dos antebraços (cm)	42-52	43-49	52	52	44	40,5	40,5	61,5	50,5	50	44
h) Giro horizontal de apoio do antebraços (graus°)	In.:30 Out.:15	-	In.:30 Out.:15	In.:30 Out.:15	In.:30 Out.:15	In.:30 Out.:15	In.:30 Out.:15	0 0	0 0	In.:30 Out.:15	In.:30 Out.:15
i) Ajuste da altura dos apoios para os antebraços (cm)	12-27	25	6	6	10	12-27	12-27	6,5	15-40	12-23	12-27
j) Giro vertical dos apoios dos antebraços (graus°)	< -30-0	-	0	0	< -30-0	< -30-0	< -30-0	***	< -30-0	-30	< -30-0
k) Comprimento dos apoios dos antebraços (cm)	20-30	26-32	25	25	33	36	36	33	35,5	24-32,5	36
l) Inclinação lateral do assento (graus°)	±10	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*VRG – Valor de Referência Ergonômica para máquinas Florestais, *Guideline* (SKOGFORSK, 1999). **VRA – Valor Antropométrico para os *Feller Bunchers*, *Forwarders* e *Harvesters*, com os operadores utilizados no estudo. *** O assento do HV1 analisado estava com o braço quebrado. **Obs.:** FB1, FB2, FW1, FW2, FW3, HV1, HV2, HV3 e HV4 são as máquinas florestais estudados nesse do trabalho. As letras nos parâmetros seguem o esboço para medições na metodologia.

Segundo Fernandes et al. (2010), o espaço para as pernas, parâmetro **a** da **Tabela 08**, é fundamental para estabilização ergonômica do sistema coluna Joelho do operador, sendo essencial para permitir o acionamento dos comandos inferiores (pedais) em maquinários florestais. De acordo com Robin (1987), esse espaço livre serve para a movimentação dos pés e para a troca de postura durante o trabalho. Segundo Skogforsk (1999), em seu *Guideline* para máquinas florestais, esse espaço deve ser superior a 24cm, determinação esta que só foi obedecida pelos *Forwarders* FW2 e FW3.

Em relação ao ajuste da altura do assento, parâmetro **b** da **Tabela 08**, segundo a referida diretriz deve haver ajuste com regulação na variação de 40-55cm (SKOGFORSK, 1999). Porém, na **Tabela 05**, ao analisar a altura do banco nos percentis 5% e 95% dos operadores, constatou-se que a regulação ergonômica ótima está aproximadamente entre 40-48cm, de acordo com a variável antropométrica. Neste caso, o valor está em consonância com o indicado pelo *Guideline*, de maneira que todos os maquinários *Forwarders* (FW1, FW2, FW3) e o *Harvester* HV3 atendem às necessidades ergonômicas dos trabalhadores.

Para o parâmetro **c** da **Tabela 08**, inclinação lateral, o *Guideline* estabelece entre $\pm 10-15$ graus de ajuste (SKOGFORSK, 1999). Ao efetuar a medição nas máquinas florestais, percebeu-se que somente FW2, FW3 e HV3 tinham o ajuste recomendado, enquanto nos demais, a inclinação lateral era fixa. Esse fator surpreende, pois a inclinação lateral é fundamental para o acesso do operador no seu posto de trabalho e maior abrangência para acionamento dos comandos superiores. Segundo a norma ISO 15077, publicada em 2008, essa inclinação permite que o trabalhador sentado tenha maior alcance aos comandos da máquina. Também estabelece onde devem permanecer esses controles, além da zona de acesso e aqueles locais inacessíveis pelo operador. De acordo com Grandjean (1988), conhecer essa abrangência é imprescindível para o planejamento dos controles de acionamento do painel da máquina.

Ao analisar as inclinações: anterior/posterior, do parâmetro **d**; do encosto, parâmetro **e**, e a do assento, parâmetro **f** (**Tabela 08**), percebeu-se que o *Guideline* estabelece uma variação do maior para o menor ângulo a se atingir (SKOGFORSK, 1999). Porém, somente o FW1 e o HV3 obedeceram aos parâmetros estabelecidos. Essa regulação permite uma melhor adaptação na postura, pois quando o

trabalhador permanece sentado, com a coluna ereta, faz com que a coluna vertebral assumira a posição de um “S” alongado e invertido, diminuindo a pressão no disco intervertebral em comparação a uma postura curvada para frente (GRANDJEAN, 1998). Para Azevedo (2014), trabalhar sentado pode originar uma série de dores e complicações no ser humano, o que justifica a responsabilidade com as medidas corretas para o assento, de maneira a permitir a flexibilidade das posturas e o retardo no aparecimento da fadiga muscular.

A distância entre apoios dos antebraços, parâmetro **g** (**Tabela 08**), possui o valor de referência mínimo fixado em 42cm e o máximo em 52cm, conforme a diretriz (SKOGFORSK, 1999). Um descanso do braço pode ser classificado como ergonomicamente bom, quando esse é regulável e não restringe os movimentos do trabalhador (FERNANDES et al., 2010). Nesse quesito, todas as máquinas florestais analisadas foram desfavoráveis ergonomicamente, pois nenhuma possui regulagem para se adaptar às características antropométricas distintas.

Para o giro horizontal, parâmetro **h**, e vertical, **j**, de apoio dos antebraços (**Tabela 07**), as medidas encontradas revelaram que somente os *Forwarders* (FW1, FW2 e FW3), os *Harvesters* HV2 e os HV4 se enquadram nesse quesito de mobilidade. Esta constatação é preocupante, pois uma das funções desse mecanismo é oferecer como apoio ao punho no manuseio do *joystick*, principal controle no direcionamento e manuseio do cabeçote no corte florestal mecanizado (TAQUETTI et al., 2016). Destaca-se que o *Harvester* HV1 estava com o braço danificado, acentuando a condição de insegurança.

O ajuste da altura dos apoios para os antebraços, parâmetro **i** da **Tabela 08**, é calculado por meio da subtração de dois parâmetros antropométricos: a altura do banco e a altura dos cotovelos (**Tabela 08**). Ao se subtrair para os percentis 5% e 95%, foi encontrado um ajuste padrão de 25cm, que corresponde aos máximos e mínimos para os operadores analisados. Porém, a diretriz complementa dizendo que esse ajuste deve estar entre 12 e 27 centímetros (SKOGFORSK, 1999). Segundo Lima (2015), esse ajuste deve ser compatível com o manuseio do *joystick*, a fim de prevenir lesões ocupacionais. Não se enquadraram no *Guideline* os *Feller Bunchers* (FB1 e FB2) as máquinas FW1 e HV1.

O comprimento dos apoios dos antebraços, parâmetro **k** da **Tabela 08**, se relaciona com a variável antropométrica, comprimento do antebraço, que estimou

um ajuste entre 26 a 32cm. Essas medidas extrapolam aquelas que são referência no *Guideline* (SKOGFORSK, 1999), fato que necessita ser atualizado. Apesar do HV3 não se enquadrar totalmente na diretriz, foi o único que se apresentou em concordância com as medidas antropométricas dos trabalhadores. Já a inclinação lateral do assento, parâmetro **I**, não pode ser analisada devido à ausência de dados.

5.4 Avaliação e classificação ergonômica das máquinas florestais

5.4.1. Estudo da classificação ergonômica nas máquinas florestais

A **Tabela 09**, a seguir, classifica as condições de trabalho na operação com os maquinários florestais, de acordo com os parâmetros preestabelecidos na descrição metodológica do estudo proposto.

Ao analisar o acesso à cabine, obteve-se a classificação do dimensionamento (R) RUIM para todos os maquinários do estudo. No trabalho de Fontana & Seixas (2007), os autores obtiveram uma classificação do acesso à cabine do *Forwarder* e *Skidder* também ruim. Nesse caso, a problemática encontrada foi quanto ao degrau de acesso. Porém, ao avaliar as nove máquinas florestais, percebeu-se que somente os *Harvesters* apresentaram uma classificação ruim quanto à segurança do acesso à cabine, excetuando-se o HV3 (**Tabela 09**).

Tabela 9: Classificação ergonômica das máquinas florestais

Parâmetros	FB1	FB2	FW1	FW2	FW3	HV1	HV2	HV3	HV4
Acesso à cabine (dimensão)	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Acesso à cabine (segurança)	B	B	B	B	B	R	R	B	R
Cabine (dimensão)	M	M	R	B	B	B	B	B	B
Cabine (conforto)	M	M	R	B	B	B	B	B	B
Visibilidade	B	B	B	B	M	M	M	B	R
Assento do operador	R	R	B	M	M	M	B	B	R
Controles (operacionalidade)	B	B	B	B	B	B	B	B	M
Operação (comandos)	B	B	B	B	B	B	B	B	M
Postura de trabalho	M	M	B	M	M	M	B	B	M
Ruído na cabine	B	B	B	B	B	B	M	B	M
Vibração (maquinário)	B	B	B	B	B	R	M	B	M
Vibração (conforto)	M	M	R	M	M	M	M	M	M
Clima da cabine	B	B	B	B	B	M	B	B	M
Gases e partículas na cabine	M	M	B	M	M	M	M	B	B
Iluminação de trabalho	B	B	B	B	B	B	B	B	M
Instruções e treinamento	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Manutenção (condições)	M	M	R	R	R	M	M	B	R
Classificação Geral	M	M	M	B	M	M	M	B	M

Onde: R= Ruim, M= Média, B= Boa

Obs.: FB1, FB2, FW1, FW2, FW3, HV1, HV2, HV3 e HV4 são as máquinas florestais do estudo.

Quanto às variáveis conforto e dimensionamento da cabine, a pior classificação foi para o *Forwarder* (FW1). Essas variáveis são fundamentais, uma vez que tornam possível ao operador florestal uma jornada de trabalho mais eficiente (LIMA, 2015).

Quanto ao parâmetro visibilidade, foi analisado o trabalho nas máquinas durante o turno diurno e, sobretudo, o noturno. O pior desempenho foi para o *Harvester* (HV4), que obteve uma classificação ergonômica (R) RUIM. Segundo Minette et al. (2007), a visibilidade está relacionada a uma melhor adaptação do posto de trabalho às características do trabalhador, com comandos ajustados à sua

postura de trabalho, como proposto no presente estudo, o qual possibilita um maior conforto e segurança, já que estes, conseqüentemente, aumentam o rendimento da operação, com redução do índice de acidentes e doenças ocupacionais.

O *Feller Bunchers* (FB1 e FB2) e o *Harvester* (HV4) obtiveram conceito (R) RUIM (**Tabela 09**) para o parâmetro assento do operador. As características do assento são de fundamental importância na redução do trabalho estático e muscular, o qual pode causar fadiga muscular, com o aumento da probabilidade de acidentes e doenças, como a hérnia de disco (PAULUK & MICHALOSKI, 2016).

Para o parâmetro vibração do maquinário, somente o HV1 obteve a classificação ergonômica (R) RUIM (**Tabela 09**). A vibração afeta principalmente a coluna do trabalhador, pois devido ao desempenho da atividade, torna-se difícil manter o tronco ereto, uma vez que a vibração provocada pelo maquinário durante a operação submete a coluna constantemente a impactos (PAULUK & MICHALOSKI, 2016). De acordo com o trabalho de Santos Filho (2002) e Cunha et al. (2012), esse parâmetro se relaciona intensamente com os níveis de ruídos e a saúde ocupacional do trabalhador; por isso se propôs uma avaliação em separado no tópico posterior.

Foram avaliadas as condições dos maquinários pelo parâmetro manutenções. Como as metas de trabalho são estabelecidas em virtude da necessidade de madeira no pátio da fábrica, a maioria das manutenções realizadas era de reparo, com poucas manutenções preventivas. Esse foi o parâmetro no qual apenas um tipo HV3 conseguiu uma classificação (B) BOA (**Tabela 09**). Concomitantemente, o que apresentou maior número de maquinários com classificação (R) RUIM, incluindo nesse quesito os *Forwarders* (FW1, FW2 e FW3) e o *Harvester* (HV4). Segundo Carmo et al. (2015), no seu estudo de otimização com *Forwarder*, ao caracterizar os tempos em que as máquinas não estão disponíveis para operação, verificou-se que o gasto necessário com tempo ocioso consumido durante a atividade de manutenção e reparo é baixo, considerando que essa pausa, previne futuras perdas com acidentes e panes inesperadas no equipamento.

É fundamental ressaltar que o *Harvester* (HV1) estava com o braço do assento quebrado quando foi realizada a análise. Logo, para uma manutenção

correta, a conservação dos itens ergonômicos deveria ser considerada nesta análise em reparos periódicos (PAULUK & MICHALOSKI, 2016).

Os tópicos controle (operacionalidade), operação (comandos), postura de trabalho, ruído na cabine, vibração (conforto), clima da cabine, gases e partículas na cabine, iluminação de trabalho, e instruções e treinamento não apresentaram máquinas em condições ruins (**Tabela 09**). Os maquinários florestais FW2 e HV3 foram os que obtiveram as melhores médias, com classificação geral (B) BOA.

5.4.2 Estudo da avaliação dos níveis de exposição ao ruído e vibração

As características dimensionais das máquinas, como a distância para o acionamento de pedais e alavancas, podem causar danos à saúde do operador. Ademais, o funcionamento dos componentes mecânicos dos maquinários produz vibrações e ruídos que atingem o posto de operação (DA SILVA et al., 2017). A vibração é um movimento oscilatório, caracterizado pela frequência do seu ciclo, magnitude e direção. Essa frequência é expressa em ciclos por segundo (Hertz), sendo a responsável pela resposta do corpo humano à vibração (PADILHA & CATAI, 2017). As vibrações de baixa frequência resultam no desconforto para o operador e podem causar lesões, como, por exemplo, na coluna vertebral (SERVADIO et al., 2007).

Nos maquinários florestais, as vibrações e ruídos dependem das forças e torques gerados no motor durante o seu funcionamento. Também é um fator de relevância o caminho que transmite essa energia até o posto de trabalho (CVETANOVIC & ZLATKOVIC, 2013).

Os parâmetros estabelecidos para a adoção do nível de conformidade na vibração de corpo inteiro foram representativos de abaixo do nível de alerta ($0,5 \text{ m s}^{-2}$) e abaixo do nível de exposição ($1,10 \text{ m s}^{-2}$).

Na análise realizada não foi diagnosticado o ruído de impacto dos maquinários florestais e a adequação se deu para um turno de trabalho de 08 horas diárias com Limite de Ação (80,0 dB(A)) e Limite de Exposição Máximo Permitido (85,0 dB(A)).

O trabalho na cabine das máquinas florestais envolve um baixo nível de atividade física, onde o operador permanece sentado no seu posto de trabalho, em

ambiente climatizado e bem diferente do corte florestal com motosserra (SANT'ANNA, 2014). Mesmo assim, a mensuração dos níveis de esforço físico foi feita através da frequência cardíaca em repouso e durante a atividade. Essa deve ser inferior ao limite da soma da frequência de repouso com 35 batimentos por minuto.

A **Tabela 10**, abaixo, apresenta a análise dos maquinários florestais com os respectivos níveis de ruído e vibração, associada à frequência cardíaca encontrada nos operadores.

Tabela 10: Níveis de ruído (NEM) e vibração (AREN)

Máquinas florestais	NEM dB(A)	AREN (m s ⁻²)
FB1	84,6	0,45
FB2	84,6	0,60
FW1	82,6	0,38
FW2	75,0	0,70
FW3	75,0	0,70
HV1	78,9	0,27
HV2	76,2	0,37
HV3	77,4	0,33
HV4	78,6	0,37

Onde: NEM = Nível de Exposição Normalizado (Ruído convertido para uma jornada de trabalho de 8 horas); AREN = Aceleração Resultante de Exposição Normalizada (Aceleração convertida para uma jornada de trabalho de 8 horas, critério de avaliação da exposição ocupacional à vibração)

Para o conjunto de máquinas florestais estudado (**Tabela 10**) percebe-se que, de fato, ocorreu uma evolução do maquinário florestal em relação ao ruído e vibrações.

A vibração de corpo inteiro em todos os maquinários florestais estudados ficou abaixo do nível de exposição (1,10 m s⁻²). Porém, a média geral dos operadores permaneceu próxima do nível de alerta (0,5 m s⁻²). As máquinas FB2, FW2 e FW3 obtiveram índices ligeiramente superiores ao nível de alerta, fato que carece de maior apuração nos maquinários, embora se mantenha em uma classificação normalizada, perante o Anexo VIII da NR 15 (BRASIL, 2014). Neste caso, não há metas de produtividade a serem ajustadas para a vibração.

Os índices de vibração obtidos neste estudo foram muito próximos daqueles encontrados no trabalho de Silva et al. (2017), o qual foi considerado em desacordo, com a norma de segurança europeia (DIRETIVA 2002/44/ CE).

A **Figura 08** permite visualizar a intensidade do ruído, em conjunto com os níveis de vibração encontrados nos maquinários estudados.

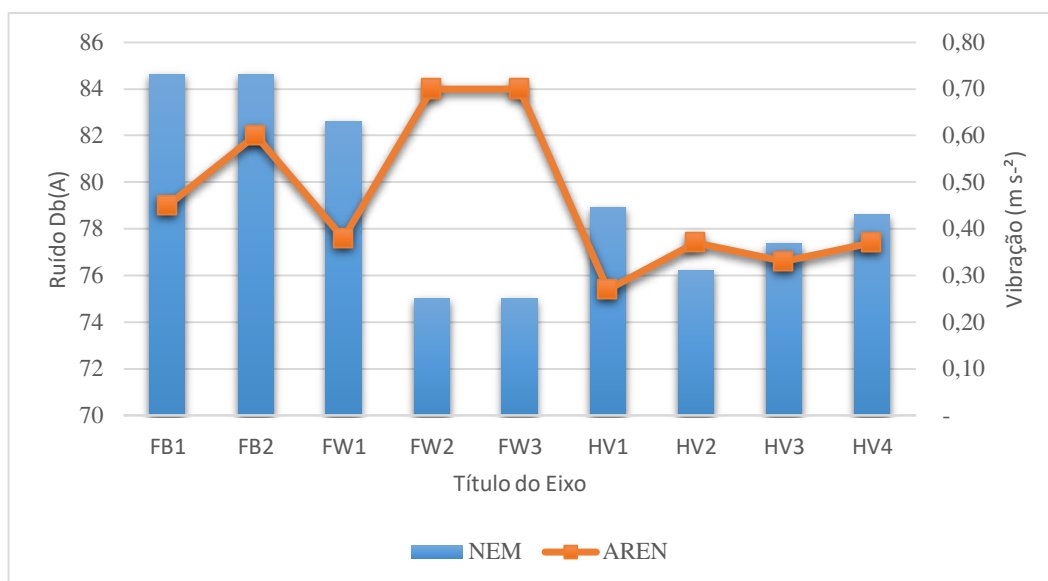


Figura 8: Nível de Exposição Normalizado (Ruído convertido para uma jornada de trabalho de 8 horas) e Aceleração Resultante de Exposição Normalizada.

A análise de ruído demonstrou a necessidade de todos os operadores utilizarem o protetor auricular recomendado, uma vez que, na média, todos os maquinários florestais estão próximo do limite de ação de 80 dB(A) estabelecido pela NR 15 (BRASIL, 2014). No campo há diversos talhões e maquinários florestais trabalhando de maneira integrada, de modo que, em alguns momentos, o ruído de um pode interferir no outro (BAESSO et al., 2011).

Conforme pode ser visualizado na **Figura 08**, para o trabalho nos *Feller Bunchers* (FB1 e FB2), o nível de atenção deve ser redobrado, visto que o ruído não pode ultrapassar o limite de exposição máximo permitido de (85,0 dB(A)). Se, porventura, vier a ocorrer a exposição acima do limite, deverá ser proposta uma nova adequação. Neste caso, para cada 5 dB(A) acima do limite, o operador terá uma redução de 50% em sua jornada de trabalho (HOEPPNER, 2015). Porém, não há metas de produtividades a serem ajustadas em nenhum maquinário florestal por causa do ruído.

A exposição à vibração é determinada pela intensidade e tempo de exposição do operador, além das partes do corpo utilizadas na realização de tais

atividades (SANTOS et al., 2014). Devido ao fato de ser considerada nociva e representar grandes riscos à saúde, conforto e à segurança das pessoas envolvidas nas atividades com equipamentos de grande emissão de movimentos, é importante ter metas reajustadas, quando a vibração ultrapassar o limite tolerável proposto.

Ressalta-se que, além da atividade executada, a velocidade do maquinário e a calibração do pneu interferem consideravelmente nos índices de vibração e ruído (CUONG et al., 2013; DA SILVA et al., 2017).

5.5 Classificação dos fatores operacionais na colheita florestal

Na atividade de colheita florestal são empregados vários subsistemas, cabendo a cada empresa optar pelo mais adequado às suas condições. Segundo Jaconive et al. (2005), algumas empresas brasileiras estão adquirindo máquinas e colocando-as em diferentes condições, sem um estudo prévio e acompanhamento mais amplo, gerando, entre outras coisas, baixa qualidade das operações. Com isso, esse estudo analisou os fatores operacionais na **Tabela 11**.

Tabela 11: Classificação dos fatores operacionais da colheita mecanizada.

	Fatores operacionais	Classificação
Variáveis físicas do terreno	Pedregosidade	Classe 1
	Leiras	Classe 2
	Sub-bosque	Classe 2
	Capacidade de sustentação do solo	Classe 1
	Declividade do terreno	Classe 1
	Tipo de solo	Classe 1
	Qualidade dos fustes	Classe 1
Variáveis do povoamento	Povoamento florestal	<i>Eucalyptus spp.</i>
	Espaçamento	3x3m

Para o fator pedregosidade, a categorização estabelecida foi a classe 1. Tal ponderação indica que o local era praticamente livre de obstáculos de origem rochosa, o que facilita a movimentação das máquinas florestais pelos talhões. Segundo Francisco et al. (2016), esse parâmetro associado com a declividade pode limitar a utilização de máquinas na área.

A presença de leiras se enquadrou na classe 2, ou seja, pequena presença de obstáculos de origem lenhosa, com leves restrições ao deslocamento das máquinas.

Apesar da baixa interferência, observou-se que as leiras restringem o deslocamento das máquinas e também a visibilidade do operador. De acordo com Ataíde et al. (2015), é fundamental a observação desse fator para a avaliação de risco de acidentes na colheita florestal.

O sub-bosque obteve a classe 2, que confere a característica de pequena presença, com leves restrições ao deslocamento de máquinas e à visibilidade dos operadores. Esse parâmetro é similar com a presença de leiras, uma vez que o sub-bosque também se fez pouco presente, porém, ainda assim interfere nas operações da colheita (ATAÍDE et al., 2015).

A capacidade de sustentação do solo também foi analisada e teve a classe 1 associada. Tal evidência indica que o solo é firme, bem drenado, pouco úmido e com cobertura vegetal, com níveis de nenhuma interferência ao deslocamento das máquinas sobre o terreno no momento da colheita. Isso representa um dos pontos fundamentais no dimensionamento e na caracterização dos riscos na colheita florestal (SAMPIETRO & SILVA, 2016).

Em relação aos demais parâmetros relacionados à declividade e ao tipo do solo, esse se enquadraram em classe 1, ou seja, argiloso e com declividade menor que 15% (baixa), Estas características contribuem perfeitamente para a colheita florestal mecanizada no terreno. Tais análises também devem ser realizadas levando em consideração a restrição de máquinas, de forma a estimar a melhor utilização das mesmas em função da declividade do terreno (FERREIRA et al., 2017).

Leite et al. (2014) comprovaram que a produtividade das máquinas é afetada pela declividade do terreno e o tipo de solo, podendo, em alguns casos, inviabilizar a mecanização florestal.

Os fustes foram enquadrados na classe 1 (retos), ou seja, no terreno, havia menos de 20% das árvores plantadas com tortuosidades nos fustes. Geralmente, a tortuosidade está relacionada com danos mecânicos ocasionados por ventos. Esses dificultam a colheita, podem gerar acidentes e diminuem o valor da madeira (SCHETTINO et al., 2018).

Em relação às variáveis de povoamento, o gênero *Eucalyptus spp.* representa a árvore mais comercializada no Brasil, principalmente pela característica de fuste retilíneo e rápido crescimento (IBA, 2016). O espaçamento influencia a produtividade das máquinas de colheita, principalmente nas operações de corte e

extração. Máquinas como *Harvesters* e maquinários de esteira, que possuem gruas ou braços, podem deslocar em uma linha e realizar o corte nas linhas laterais. Já as máquinas como o *Feller bunchers* necessitam de espaço para derrubar as árvores. Os *Forwarders* são afetados diretamente pelo espaçamento na entrelinha, quando em operações de desbaste, em que há a necessidade do deslocamento no interior do povoamento.

5.6 Produtividade dos trabalhadores

A produtividade na colheita florestal mecanizada deve ser embasada nas preocupações com a saúde dos trabalhadores florestais. Essa tem sido crescente nos últimos anos, em virtude da dificuldade de encontrar mão de obra treinada e capacitada para operar máquinas de alta performance, e, também, devido ao alto preço dos maquinários florestais.

As doenças ocupacionais, ou seja, aquelas que acontecem devido ao ambiente de trabalho são classificadas como Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e Distúrbios Osteomusculares relacionados ao Trabalho (DORT), as quais ocasionam repercussões negativas aos trabalhadores e às empresas. Para os trabalhadores, as doenças ocupacionais causam marcas devastadoras e, muitas vezes, os indivíduos se sentem como adoentados (deprimidos, ociosos e desanimados) e não como pessoas saudáveis, devido aos episódios de dor crônica (SILVA et al., 2009). Quando essa condição ocorre, muitos são os que se afastam do trabalho ou, até mesmo, se aposentam precocemente por invalidez. Já para as empresas, os principais problemas são: redução da produtividade; aumento da rotatividade e absenteísmo; processos indenizatórios; custos relacionados a tratamentos médicos, fisioterapêutico, psicológico e reintegração do trabalhador, entre outros (ANDRIETTA, 2004; MINETTE et al., 2011; SILVA et al., 2011; SOUZA et al., 2015; LIMA, 2015; MIYAJIMA et al., 2017).

Na colheita florestal mecanizada os operadores se adequam às características organizacionais das empresas, que são pautadas pela intensificação do trabalho e o estabelecimento de metas ajustadas, de acordo com a necessidade de madeira no pátio da fábrica. Nas áreas operacionais e executivas podem ser ressaltados os seguintes fatores: atenção para não errar; submissão a monitoramento

de cada etapa do trabalho; impossibilidade de pausas; dificuldade de relacionamento com colegas e supervisores; além de mobiliário, equipamentos e instrumentos que não propiciam conforto e bem-estar (BRASIL, 2006).

Foi realizada uma análise para cada maquinário florestal do estudo e esses tiveram os dados de porcentagem de pausas similares conforme o parâmetro ergonômico. A **Tabela 12** apresenta o nível de pausas recomendadas de acordo com o trabalho dos operadores florestais.

Tabela 12: Nível de conformidade para pausas em Harvester, Feller Buncher e Forwader, em função da exigência ergonômica.

Parâmetros ergonômicos	Condição do trabalho	Número de movimentos diagnosticados	Pausas recomendadas (%)
Repetitividade	Movimentos por turno do antebraço e mãos obtidos por estudo tempo e movimento utilizando filmadoras apropriadas (cerca de 10.700).	Entre 8000 a 12000 (8 horas)	7,00
Força	Trabalho sentado, com baixa aplicação de forças pelos dedos, mãos e antebraços.	-	0,00
Peso movimentado	Trabalho sentado, sem movimentação de peso.	-	0,00
Postura dos segmentos corporais	Desvio moderado da cabeça, do tronco e dos punhos em até 25% dos ciclos e até 25% duração do ciclo.	-	1,00
Esforço estático	Contração muscular estática de pequena intensidade, porém mantidas por um tempo prolongado. Esforço estático leve e moderado. Diversos tipos de contração estática concomitantes.	-	2,00
Carga mental	Responsabilidade por alimentar uma linha de produção. Alguma operação crítica na sua posição de trabalho, com impacto na qualidade do produto.	-	2,00
Necessidades pessoais	Recomendação da Organização Internacional do Trabalho (OIT)	-	5,00
Total de pausas recomendadas (%)			17,00

A **Tabela 12** representa a estimativa de produtividade para os operadores de máquinas florestais, de acordo com a porcentagem de pausas, em função da saúde ocupacional no seu regime de trabalho.

As doenças osteomusculares surgem quando os limites físicos, fisiológicos e psicológicos dos trabalhadores são ultrapassados. Elas surgem quando os fatores de risco do ambiente de trabalho não são manejados corretamente e assim, ocorre

sobrecarga no sistema musculoesquelético dos trabalhadores, com consequentes transtornos e distúrbios (COUTO et al., 2007).

Para a análise de LER/DORT nos operadores florestais, o limite mínimo de 17% de pausas foi adotado de acordo com a descrição das atividades desenvolvidas. Os maquinários florestais devem obedecer a esse índice, para determinar o limite de sua produtividade. Nesse sentido, buscou-se verificar, por meio do estudo de tempo, o nível de conformidade de pausas dos tipos de maquinários florestais estudados (**Tabela 13**).

Tabela 13: Avaliação do tempo de efetivo trabalho e adequação ao nível de conformidade recomendado.

Parâmetros	<i>Feller Buncher (FB1 e FB2)</i>	<i>Forwarder (FW1; FW2 e FW3)</i>	<i>Harvesters (HV1; HV2; HV3 e HV4)</i>
Total de tempo repetitivo (min)	414	319	390
Total de tempo de baixa exigência ergonômica (min)	66	161	90
Tempo do turno de trabalho (min)	480	480	480
Tempo de pausas ou tempo de baixa exigência ergonômica (%)	13,75	33,54*	18,75
Avaliação do nível de conformidade recomendado para pausas ergonômicas (17,0 %)	Insuficiente	Suficiente	Suficiente

* O tempo de viagem estimado em 25% do tempo do ciclo operacional dos forwarders foi considerado como de baixa exigência ergonômica.

Em relação ao descrito, é pertinente esclarecer que o total de tempo repetitivo representa o efetivo trabalho, em que os maquinários florestais realizaram as operações de abate, processamento e extração. As atividades de baixa exigência ergonômica representam o tempo gasto com tarefas de baixa intensidade física, como dirigir o maquinário florestal ou até atividades fora da operação como o Diálogo Diário de Segurança (DDS), que são atividades relacionadas com: café; preparo para iniciar e finalizar o trabalho; checagem do equipamento e ginástica laboral.

Conforme demonstrado na **Tabela 13**, as análises com o estudo de tempo identificaram que o trabalho efetivo para os *Feller Bunchers* foi de aproximadamente 86,25% (414min), restando somente um volume de 13,75% (66min) para as atividades de baixa exigência ergonômica. Este valor não está em

conformidade com os 17,0% de pausas recomendadas e, portanto, deve ser ajustado para 81,6 minutos, o tempo de baixa exigência ergonômica e pausas. Com isso, o trabalho efetivo nos *Feller Bunchers* iria diminuir, pois as pausas devem aumentar para 17% e as metas de produtividade devem ser ajustadas.

O trabalho com os *Forwarders* e *Harvesters* foi suficiente dentro do nível de conformidade para atividades com baixa exigência ergonômica. Porém, a viagem do *Forwarder* não foi considerada uma atividade repetitiva, pois o operador só possui a função de dirigir o maquinário dentro do talhão, e essa corresponde a 25% (120min) no trabalho no maquinário. A produtividade pode ser aumentada, mas, para isso, deve-se reduzir a porcentagem de pausa no *Forwarders* e *Harvesters*, aumentando concomitantemente o tempo de efetivo trabalho.

Segundo Souza et al. (2015), há poucos estudos que estimam a produtividade na colheita florestal, de acordo com a inferência de fatores ergonômicos. Geralmente, esses estudos remetem a pesquisas que focam a produção do trabalhador, em função dos fatores florestais, operacionais e edáficos. Diversos autores (VISSER & SPINELLI, 2012; MAESANO et al., 2013; MIYAJIMA et al., 2017) abordaram diferentes fatores que influenciam a produtividade, porém, sem levar em consideração os fatores antrópicos.

De acordo com Gallis (2013), deve-se estimar a produtividade e o controle de fadiga do trabalho em operações florestais por meio de pausas. O seu trabalho concluiu que pausas ativas de 10 min podem aliviar os operadores florestais dos efeitos da fadiga, uma vez que permitem tempo para a recuperação e mantêm a adaptação ao trabalho. Tal afirmação foi contemplada ao se estabelecer o limite recomendado de 17% de pausas recomendadas neste trabalho.

6 CONCLUSÕES

Sobre a influência da percepção destes trabalhadores, quanto aos parâmetros ergonômicos e da saúde ocupacional preestabelecidos, foram criados o Coeficiente de Satisfação Ergonômica (CSE) e o Coeficiente de Saúde Ocupacional (CSO). Os maquinários FW2 e HV3 obtiveram melhor CSE, ou seja, os parâmetros ergonômicos foram melhor avaliados pelos operadores. Em relação ao CSO, a maioria dos maquinários florestais obteve a categorização de RARAMENTE, ou seja, poucas queixas referentes à saúde ocupacional. Porém, o parâmetro dores na parte inferior das costas deve ser ressaltado, e sua origem averiguada.

A análise antropométrica dos operadores permitiu determinar um posto de trabalho adequado para o grupo amostral de operadores de máquinas florestais. Os Valores de Referência Antropométrica Obtidos (VRA) que mais se destacaram na análise foram: 182cm para altura da cabine, 85cm para largura, 40-48cm para o ajuste da altura do assento e 43-49cm de distância dos antebraços.

Do ponto de vista da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), os maquinários do tipo FW2 e HV3 obtiveram as melhores classificações, alcançando conceito BOM para o universo de parâmetros adotados.

Os fatores operacionais permaneceram constantes durante todo o estudo, e sua classificação revelou não haver empecilhos para a mecanização na colheita florestal. Em relação à avaliação dos fatores ergonômicos, todos estiveram em conformidade, porém, em relação à dimensão do acesso, a cabine foi classificada como RUIM para todo o grupo de maquinários.

O estudo permitiu determinar o grau de exposição dos operadores ao ruído (NEM) e à vibração (AREN). O nível de ruído, embora inferior ao limite estabelecido pelas normas, requer atenção, pois esteve próximo ao limite para a jornada de trabalho em questão. O nível de vibração foi inferior ao limite recomendado pela Norma de Higiene Ocupacional da FUNDACENTRO (NHO09), porém, próximo do nível de alerta.

Os resultados das análises de movimentos repetitivos indicaram que os trabalhadores com *Feller Bunchers* (FB1 e FB2) deveriam ter no mínimo 17% de tempo de pausas ou atividade com baixa exigência ergonômica por turno de trabalho. Para isso ocorrer, deve-se aumentar em 3,25% as pausas para os

maquinários FB1 e FB2. Com isso, o tempo seria reduzido do trabalho efetivo e, como consequência, as exigências de produtividade devem ser alteradas. Nos *Forwarders* e *Harvesters* foi constatado uma percentagem de pausas e tempo de baixa exigência ergonômica, superior ao recomendado, portanto, dentro da recomendação ergonômica com menor risco de surgimento de doenças ocupacionais.

Assim, por meio desta pesquisa, ressalta-se a importância dos estudos ergonômicos com maquinários florestais, para alcançar uma maior produtividade e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. F.; ABRAHÃO, R. F.; TERESO, M. J. A. Avaliação da Exposição Ocupacional à Vibração de Corpo Inteiro em Máquinas de Colheita Florestal. **Revista CERNE**, v. 21. n. 1. p. 1-8. Campinas, SP. 2015.

ALMQVIST, R.; GELLERSTEDT, S.; TOBISH, R. Ergonomic Checklist for Forest Machines. **Swedish University of Agricultural Sciences**, p. 23-29, 2006.

ALVES, J. U. **Análise ergonômica das atividades de propagação vegetativa de *Eucalyptus spp.* em viveiros**. 2001. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, 2001.

ANDRIETTA, A. J. Evolução do perfil dos trabalhadores na agropecuária paulista de 1985 a 2002. **Informações Econômicas**, São Paulo, SP. v. 34, n. 9, p. 7–18, set. 2004.

ARAÚJO JÚNIOR, F. M. **Doença ocupacional e acidente de trabalho: análise multidisciplinar**. São Paulo: LTr, p. 208, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA - ABERGO. **O que é ergonomia**. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em: 30 nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO-CIE 8995-1 Iluminação de ambientes de trabalho**. Rio de Janeiro. 2013. 46 p.

ATAÍDE, G. M. ; CASTRO, R. V. O. ; CORREIA, A. C. G. ; REIS G. G. ; Reis M. G. F.; ROSADO, A. M. Interação árvores e ventos: aspectos ecofisiológicos e silviculturais. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 2, p. 523-536, 2015.

ATTWOOD, D. A.; DEEB, J. M.; DANZ-REECE, M. E. **Ergonomic Solutions for the Process Industries**. Oxford: Elsevier, 2004, 459 p.

AZEVEDO, A. M. Avaliação Ergonômica do Ambiente de Trabalho na atividade do operador agrícola. **Cognitio Unilins**, v. 1, n. 1, 2014.

BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; JUNIOR, F. A. R.; JUNIOR, R. G. M., FERNANDES, H. C. Avaliação dos níveis de ruído em um conjunto trator pulverizador trabalhando com e sem assistência de ar. In: MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. de (Eds.). **Ergonomia e segurança no trabalho florestal e agrícola III**, Parte II. 3. ed. Visconde do Rio Branco- MG: Suprema, p. 89–102. 2011.

BAESSO, M. M.; GAZZOLA, M.; BERNARDES, S.; BRANDELERO, E.; MODOLO, A. Avaliação do Nível de Ruído, Itens de Segurança e Ergonomia em

Tratores Agrícolas. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 4, 368-380, 2015.

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, 2015.

BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho**, 6ª edição. Editora Edgard Blüchen, 635 p. 1977.

BARROSO, L. B.; BRONDANI, M. Segurança no trabalho em microdestilaria. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 2, n. 2, p. 87-101, 2018.

BEHJOU, F. K.; MAJNOUNIAN, B.; NAMIRANIAN, M.; DVORAK, J. Time study and skidding capacity of the wheeled skidder Timberjack 450c in Caspian forests. **Journal For Science**, v. 54; n. 4 4; p. 183-188, 2008.

BONFATTI, R. J.; DE VASCONCELLOS, L. C. F.; FERREIRA, A. P. Ergonomia, desenvolvimento e trabalho sustentável: um olhar para a saúde do trabalhador. **Rev. bras. med. trab**, n. 15, v. 3, p. 257-266, 2017.

BONJER, F. H. Energy expenditure. In: International Labour office. **Enciclopedia de medicina, higiene y seguridad del trabajo**, Madrid, INP, v. 1, p. 750-760, 1974.

BOUERI FILHO, J. J. **Antropometria aplicada à arquitetura, urbanismo e desenho industrial**. São Paulo: Estação das Letras e Cores Editora, 2008, 152 p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA FAZENDA. SECRETARIA DE PREVIDÊNCIA. **Saúde do trabalhador**. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/2018/03/saude-do-trabalhador-dor-nas-costas-foi-doenca-que-mais-afastou-trabalhadores-em-2017/>>. Acesso em 30 nov. 2018.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. DEPARTAMENTO DE AÇÕES PROGRAMÁTICAS ESTRATÉGICAS. ÁREA TÉCNICA DE SAÚDE DO TRABALHADOR. **Lesões por esforços repetitivos (LER) Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) Dor relacionada ao trabalho. Protocolos de atenção integral à saúde do trabalhador de complexidade diferenciada**. Disponível em: <bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/dor_relacionada_trabalho_ler_dort.pdf>. Acesso em 30 nov. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 15 - Atividades e Operações Insalubres**. Portaria n.º 1.297, de 13 de agosto de 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 17 – Ergonomia**. Portaria nº 3.751, de 23 de novembro de 1990.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 31 - Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura**. Portaria nº 86, de 03 de março de 2005.

BRITO, A. B. **Avaliação e redesenho da cabine do “Feller buncher” com base em fatores ergonômicos**. 2007. 151f. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

BRITTO, P. C.; DA SILVA LOPES, E.; DRINKO, C. H. F.; GONÇALVES, S. B. Fatores Humanos e Condições de Trabalho em Atividades de Implantação e Manutenção Florestal. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 503-511, 2015.

ÇALISKAN, E.; ÇAGLAR, S. An assessment of physiological workload of forest workers in felling operations. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 35, p. 5651-5658, 2010.

CALVO, A. Musculoskeletal Disorders (MSD) Risks in Forestry. A Case Study to Suggest an Ergonomic Analysis. **Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal**, v. 6, 2009.

CARMO, F. C. D. A.; FIEDLER, N. C.; MINETTE, L. J.; DE SOUZA, A. P. Otimização do uso do trator florestal forwarder em função da produtividade, custos e capacidade de carga. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 561-566, 2015.

CASTILLO, J. J. & VILLENA, J. **Ergonomia: Conceitos e Técnicas**. Lisboa: Dinalivro, 2005.

CEZAR-VAZ, M. R.; BONOW, C. A.; PIEKAK, D. R.; KOWALCZYK, S.; VAZ, J. C.; BORGES, A. M. Câncer de pele em trabalhadores rurais: conhecimento e intervenção de enfermagem. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 49, n. 4, p. 564-571, 2015.

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; FANTI, M. **Método OCRA - para a análise e a prevenção do risco por movimentos repetitivos**. São Paulo, Ltr. 2008, 350 p.

COSTANZA, R.; FISHER, B.; ALI, S.; BEER, C.; BOND, L.; BOUMANS, R. Quality of life: an approach integrating opportunities, human needs, and subjective well-being. **Ecol. Economics**, v. 61, p. 267-276, 2007.

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

COUTO, H. A. **Índice Tor-Tom: indicador ergonômico da eficácia de pausas e outros mecanismos de regulação**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 2006. 335 p.

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

CUMMINS, R. A.; ECKERSLEY, R.; PALLANT, J.; VAN VUGT, J; MISAJON, R. Developing a national index of subjective wellbeing: The Australian Unity Wellbeing Index. **Soc. Indicat. Res**, v. 64, p. 159-190, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; DUARTE, M. A. V.; DE SOUZA, C. M. A. Vibração e ruído emitidos por dois tratores agrícolas. **Revista Idesia (Arica)**, v. 30, n. 1, p. 25-34, 2012.

CUONG, D. M.; ZHU, S.; ZHU, Y. Effects of tyre inflation pressure and forward speed on vibration of an unsuspended tractor. **Journal of Terramechanics, Newcastle upon Tyne**, v. 50, p. 185-198, 2013.

CVETANOVIC, B.; ZLATKOVIC, D. Evaluation of whole-body vibration risk in agricultural tractor drivers. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, Sofia, v. 19, n. 5, p. 1155-1160, 2013.

FONSECA, A. F. C.; SANTOS, F. R.; CATAI, R. E.; AMARILLA, R. S. D. Análise da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de uma empresa florestal. **Análise**, v. 38, n. 26, 2017.

DA SILVA, A. C.; JÚNIOR, M. R. F.; RIBEIRO, L. C.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, R. R. D. Ruído e Vibração no Posto de Operação de um Trator Agrícola em Função da Pressão dos Pneus e Velocidade Operacional. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 5, p. 454-458, 2017.

DE PAULA, A.; HAIDUKE, I. F.; MARQUES, I. A. A. Ergonomia e Gestão: complementaridade para a redução dos afastamentos e do stress, visando melhoria da qualidade de vida do trabalhador. **Revista Conbrad**, v. 1, n. 1, p. 121-136, 2016.

DE PAULA, W. F. P. & DA SILVA, L. P. Preparação e caracterização de resíduo pós-industrial de madeira plástica reforçado com resíduos de pó de madeira. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 2, n. 1, p. 114-124, 2016.

DIRETIVA 2002/44/EC – Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. **Jornal Oficial da Comunidade Europeia**, Lisboa, n. 177, p. 13-19, 2002.

DO NASCIMENTO, T. P. & FIEDLER, N. C. Análise de posturas na atividade de colheita do Açaí no Estado do Acre. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 3, p. 236-240, 2017.

DREBES, L. M.; SCHERER, C. B.; GONÇALVES, J. R.; DÖRR, A. C. Acidentes típicos do trabalho rural: um estudo a partir dos registros do hospital universitário de Santa Maria, RS, Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3467-3476, 2014.

DRINKO, C. H.; DA SILVA LOPES, E.; DE OLIVEIRA, F. M. Produtividade e Custos do Corte de Pinus com *Harvester* de Pneus e Esteiras. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v.11, n. 22; p. 3664. 2015.

EDITORA SARAIVA. (Ed.). **Segurança e medicina do trabalho**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2008, 1041 p.

MORAN, D. S. Thermal comfort and the heat stress indices. **Ind Health**, v. 44, n. 3, p. 388-98, 2006.

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

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

FERREIRA, F. D. A. C.; DA SILVA LEITE, E.; DE FREITAS, L. C.; DAS VIRGENS, A. P. Potencial de krigagem em modelos digitais de elevação para o planejamento da colheita florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 579-586, 2017.

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

FIALHO, P. B.; SOUZA, A. P. DE.; MINETTE, L. J.; SILVA, J. C. Comparação entre parâmetros dimensionais e antropométricos na avaliação ergonômica de guarda-roupas fabricados no polo moveleiro de Ubá, MG. **Revista Estudos em Design**, v. 16, n. 1, p. 1-22, 2008.

FIEDLER, N. C. **Análise de posturas e esforços despendidos em operações de colheita florestal no Litoral Norte do Estado da Bahia**. 1998. 103f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FIOH. OWAS. **Manual Ovako Working Analysing System**. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 1990. 503p.

FITZMMONS, J. A. & FITZMMONS, M. J. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. Tradução Jorge Ritter. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FREITAS, L.C. **Manual de segurança e saúde do trabalho**. Edições Sílabo, 2016.

FONTANA, G. & SEIXAS, F. Avaliação ergonômica do posto de trabalho de modelos de "forwarder" e "skidder". **Rev. Árvore**, v. 31, n. 1, 2007.

FORASTIERE, P. R.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; DO NASCIMENTO SANTO, D. W. F. Caracterização das Vibrações Mecânicas no e Ruído no Posto de Operação no Trator Agrícola Modificado “Transformax”. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 24, n. 4, p. 291-301. 2016.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. D. B.; LIMA, E. D.; SANTOS, D. Tecnologia da geoinformação aplicada no mapeamento das terras à mecanização agrícola. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 29, n. 1, p. 45-51. 2014.

FREITAS, S. M.; SILVA A. P.; CANEVA, R. A.; BEIG, O. **Avaliação e controle de qualidade em florestas de eucaliptos**. Piracicaba: IPEF, 1980. 8 p.

FUNES, R.; ANDRADE, M. J.; BEZERRA, S. F. A. Análise Ergonômica do Trabalho (AET) aplicada ao trabalho na agricultura: experiências e reflexões. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.40, n. 131, p. 88-97. 2015.

FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de higiene ocupacional: NHO 01: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. São Paulo: Fundacentro, 2001a. 40 p.

GALLIS, G. Increasing Productivity and Controlling of Work Fatigue in Forest Operations by Using Prescribed Active Pauses: a Selective Review. Croatian. **Journal of Forest Engineering**, v. 34, n. 1. p. 103-112, 2013.

GELLERSTEDT S, editor. **European ergonomic and safety guidelines for forest machines**. Swedish University of Agricultural Sciences, 2006, 101 p.

GERASIMOV, Y.; SOKOLOV, A. Ergonomic evaluation and comparison of wood harvesting systems in Northwest Russia. **Applied Ergonomics**, v. 45, p. 318-338, 2013.

GHAFFARIYAN, M. R.; NAGHDI, R.; GHAJAR, I.; NIKOOY, M. **Time prediction models and cost evaluation of cut-to-length (CTL) harvesting method in a mountainous forest**. Small-scale For. Disponível em: <<http://doi:10.1007/s11842-012-9204-4>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

GILANIPOOR, N.; NAJAFI, A.; HESHMAT, S. S. M. Productivity and cost of farm tractor skidding. **J For Sci**, v. 58, n. 1, p. 21-26, 2012.

GOSCIANSKA, J.; RADNIECKI, J. Comfort of use and level of understanding of new equipment in agricultural tractors and machinery – analyses of questionnaires. **Efficient 20 IEE Report**,v.26, n.7, p.765-779, 2009.

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

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GRANDJEAN, E. Assento de Trabalho. In: **Manual de ergonomia**: Adaptando o Trabalho ao Homem. 4ª ed. Porto Alegre, Bookman, p. 60-72, 1988.

GUEDES, I. L. ; AMARAL E. J.; LEITE, E. S. ; FERNANDES, H. C. ; SANT'ANNA, C. M. Performance and Cost Evaluation of Two Cable Yarder Systems in The Extration Of Eucalyptus Wood. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 571-580, 2017.

HIELS, P.; BENJAMIN, J. G. Applicability of international harvesting equipment productivity studies in Maine, USA: a literature review. **Forests**, v. 4, n. 4, p. 899-921, 2013.

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

HOLZLEITNER, F.; STAMPFER, K.; VISSER, R. Utilization rates and cost factors in timber harvesting based on long-term machine data. Croat., **J. For. Eng.** v. 32, p. 501–508, 2011.

IIDA I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgar Blücher; 1995. 465 p.

_____. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 614 p.

_____. **Ergonomia: projeto e produção**. 3ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2016. 850 p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBA. **Relatório Anual dos Indicadores de desempenho nacional do setor de árvores plantadas referentes ao ano de 2017**. Disponível em: <https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil**. Rio de Janeiro. IBGE, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA – INT. **Pesquisa antropométrica e biomecânica dos operários da indústria de transformação - RJ. (Medidas para postos de trabalho)**. Rio de Janeiro, v. 1, 1988, 128 p.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION – IEA. **Definition and Domains of ergonomics**. Santa Monica, USA, Aug, 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO/FDIS-8995-2 Lighting of work places – Part-2: Outdoor**. ISO, Geneve, 2006. 29 p.

JACOVINE, L. A. G.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; LEITE, H. G.; MINETTI, L. J. Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 29, n. 3, 2005.

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

KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. São Paulo: Manole, 1998, 746 p.

KUIJT-EVERS, L. F. M.; KRAUSE, F. Aspects to improve cabin comfort of wheel loaders and excavators according to operators. **Applied Ergonomics**, v. 34, n. 3, p. 265–271, 2003.

LACERDA, L. C.; FIEDLER, N. C.; CHICHORRO, J. F.; MINETTE, L. J.; CARMO, F. C. D. A. D. Analysis of The Production Capacity From a Harvester in the Forest in Own and Outsourced Modules. **Revista Árvore**, v. 41, n. 1, 2017.

LARSON, S.; HERR, A.; GREINER, R. Human wellbeing and natural environments. **Int. J. Cultur. Econ. Soc. Sustain**, v. 2, p. 39-49, 2006.

LEITE, E. S. et al. Modelagem do desempenho da extração de madeira pelo “forwarder”. **Revista Árvore**, v. 38, n. 5, p. 879-887, 2014.

LIMA, C. F. **Estudos Ergonômicos e Levantamento de Riscos Na Colheita Florestal Mecanizada com “Harvester”**. 2015. 39f. Faculdade Internacional Siguinorelli. Pós-Graduação Lato Sensu, Monografia (Especialização). Barbacena, Minas Gerais. 2015.

LIMA, M. V.; FELIPE, B.; VEGLIA, E. PPRA-programa de prevenção a riscos ambientais. **Sínteses: Revista Eletrônica do SIMTEC**, n. 5, p. 27-27, 2016.

MACHADO, C. C. (Org). **Colheita Florestal**. Editora UFV, 3. ed. Viçosa, MG, p. 185-229, 2014.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S. O setor florestal brasileiro. In: MACHADO, C. C. (Org). **Colheita Florestal**. Editora UFV, 2. ed. Viçosa, MG, 2008. p. 15-42.

MAESANO, M; PICCHIO, R.; MONACO, A. L; LASSERRE, F. N. B.; MARCHETTI, M. Productivity and energy consumption in logging operation in a Cameroonian tropical forest. **Ecological Engineering**, v. 57, p. 149-153, 2013.

MAGALHÃES, F. J.; MENDONÇA, L. B. D. A.; REBOUÇAS, C. B. D. A.; LIMA, F. E. T.; CUSTÓDIO, I. L.; OLIVEIRA, S. C. D. Risk factors for cardiovascular diseases among nursing professionals: strategies for health promotion. **Revista brasileira de enfermagem**, v. 67, n. 3, p. 394-400, 2014.

MALINOVSKI, R. A.; MALINOVSKI, J. R.; YAMAJI, F. N. M. Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Floresta**, v. 36, n. 2, 2006.

MASSAD, M. D.; LEITE, A. M. P.; DUTRA, T. R. Fatores ergonômicos relacionados à saúde e à segurança em trabalhadores de um viveiro florestal. In: **V Workshop de Análise Ergonômica do trabalho e II Encontro Mineiro de Estudos em Ergonomia; 2011; Viçosa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2011.

MATTAS, D. M. P.; DALLMEYER, A. U.; SCHLOSSER, J. F.; DORNELLES, M. E. Conformidade de acessos e de saídas de postos de operação em tratores agrícolas segundo norma NBR/ISO 4252. **Revista Engenharia Agrícola**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 74-81, 2010.

MCCARTHY, G.; ALMEIDA, S.; AHRENS, J. Understanding employee well-being practices in Australian organisations. **Int. J. Health, Wellness Soc**, v. 1, p. 181-198, 2011.

MESSINGEROVÁ, V.; MARTINUSOVÁ, L.; SLANČÍK, M. Ergonomic parameters of the work of integrated technologies at timber harvesting. **Croatian Journal of Forest Engineering**, v. 26, n. 2, p. 79-84, 2005.

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

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

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**, v. 11, n. 6, p. 664-667, 2007.

MINETTE, L. J.; DE SOUZA, A. P.; DA SILVA, E. P.; MEDEIROS, N. M. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista Ceres**, v. 55, n 1, 2015.

MIYAJIMA, R. H.; TONIN, R. P.; FENNER, P. T.; SIMÕES, D. Análise Quantitativa do Risco Técnico-Econômico de um Trator Florestal Skidder. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2, p. 12-15, 2017.

MOLENTO F. H. B. & VIEIRA, C. R. D. M. O risco na pesquisa de campo em saúde na Amazônia brasileira: mais de um século de desafios (1901-2015). **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 7, n. ESP, p. 231-244, 2016.

MYLEK, M. R.; SCHIRMER, J. Beyond physical health and safety: supporting the wellbeing of workers employed in the forest industry. **Forestry**, v. 0, p. 1-16, 2015.

NAJAFI, A; SOBHANI, H; SAEED, A; MAKHDoom, M.; MARVIMOHAJER, M. R. Time study of skidder HSM 904. **J Iran Nat Res**, v. 60, n. 3 p. 921–930, 2007.

NASCIMENTO, A. C. N.; LEITE, A. M. P. L.; SOARES, T. S. S.; FREITAS, L. C. Avaliação técnica e econômica da colheita florestal com *feller-buncher*. **Cerne**, v. 17, n. 1, p. 9-15, 2015.

NASCIMENTO, K. A. O.; CATAI, R. E. Dimensionamento e Classificação de Riscos da Colheita Florestal em Relevo Declivoso. **Biofix Scientific Journal**, v. 2, p. 28-33, 2017.

NORBERG, A. N.; DE SANTA HELENA, A. A.; OLIVEIRA, J. T. M.; DUTRA, V. G.; RIBEIRO, P. C.; SANTANA, T. S. D. B. Microbiota Fúngica de Condicionadores de Ar Residenciais no Município de Belford Roxo, Rio de Janeiro, Brasil. **Anais do Seminário Científico da FACIG**, n. 2, 2017.

NYANTUMBU, B. et al. Hand-arm vibration syndrome in South African gold miners. **Occupational Medicine**, Oxford, v. 57, p. 25-29, 2007.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.; ALVES, G. S.; CUNHA, J. P. A. R. Avaliação dos níveis de ruído emitido por um trator agrícola em diferentes operações mecanizadas. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n.12, 2011.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAUDE – OMS. **Promoción de la salud glosario**. Genebra: OMS, 1998.

ØSTENSVIK, T.; VEIERSTEDB, K. B.; CUCHETC, E.; NILSENA, P.; HANSED, J. J.; CARLZONE, C.; WINKEL, J. A search for risk factors of upper extremity disorders among forest machine operators: A comparison between France and Norway. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 38, p. 1017–1027, 2008.

PADILHA, R. A. B.; CATAI, R. E. Análise experimental de vibração ocupacional de mãos e braços na utilização de ferramentas pneumáticas em montadora. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 22, p. 30-43, 2017.

PARKS, K. M.; STEELMAN, L. A. Organizational wellness programs: a meta-analysis. **J. Occupat. Health Psychol**, v. 13, p. 58-68, 2008.

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

PINHEIRO, A. R. O.; FREITAS, S. F. T.; CORSO, A. C. T. Uma abordagem epidemiológica da obesidade. **Rev Nutr.**; v. 17, n. 4, p. 523-533, 2004.

POJE, A.; SPINELLI, R.; MAGAGNOTTI, N.; MIHELIC, M. **Exposure to noise in wood chipping operations under the conditions of agro-forestry.** **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 50, p. 151-157, 2015.

POOM, L. A.; LÖFROTH, C; NORDÉN, B; THOR, M. Testing human visual detection with xenon and halogen lamps as used on forest machines. **International Journal of Forest Engineering**, v. 18, n. 2, 2007.

REHN, B.; LUNDSTRÖM, R.; NILSSON, L.; LILJELIND, I.; JÄRVHOLM, B. Variation in exposure to whole-body vibration for operators of forwarder vehicles— aspects on measurement strategies and prevention. **International Journal of Industrial Ergonomics**, p. 31-842, 2005.

RITZMAN, L.; KRAJEWSKI, L. **Administração da produção e operações.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

ROBIN, P. **Segurança e ergonomia em maquinaria agrícola - tratores agrícolas.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1987.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle de vibração: PPRA.** São Paulo: Editora LTr, 2009.

SALIM, C. A. Doenças do trabalho: exclusão, segregação e relações de gênero. **Revista São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 17, n. 1, 2003.

SAMPIETRO, J. A.; SILVA, E. L. Compactação de um cambissolo causada por máquinas de colheita florestal espacializada com geoestatística. **Floresta**, v. 46, n. 3, p. 307-314, 2016.

SANDERS, M. M.; MCCORMICK, E. J. **Human factors in engineering and design.** 7 ed. New York: McGraw-Hill. 1993.

SANT'ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra de Minas Gerais. **Revista Cerne**, v. 8, n. 1, p. 115-121, 2002.

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

SANTOS FILHO, P. F. **Avaliação dos níveis de ruído e vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automática dedados.** 2002. 53f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

SANTOS, L. N.; FERNADES, H. C.; SILVA, M. L. D.; TEIXEIRA, M. M.; SOUZA, A. P. D. Evaluation of Forwarder Wood Extraction Cost of Operation. **Cerne**, v. 22, n. 1, p. 27-34, 2016.

SANTOS, L. N.; FERNANDES, H. C.; Souza A. P.; JÚNIOR, M. R. F.; SILVA, R. M. F. Avaliação dos níveis de ruído e vibração de um conjunto trator-pulverizador em função da velocidade de trabalho. **Reveng**, Viçosa, MG. p. 112–1118, 2014.

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

SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J.; BERMUDEDES, W. L.; CAÇADOR, S.; SOUZA, A. P. Ergonomic study of timber manual loading in forestry fomentation areas. **Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v. 5, n. 2, p. 145-150, 2017.

SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J.; SORANSO, D. R.; CAMARINHA, A. C. M.; SCHETTINO, C. F. Avaliação ergonômica da colheita florestal em área com madeira danificada pelo vento. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 1, p. 70-78, 2018.

SCHLOSSER, J. F.; DEBIASI, H. Conforto, preocupação com o operador. **Revista Cultivar Máquinas**, n. 1, p. 3-9, 2002.

SEIXAS, F.; BATISTA, J. L. F. Comparação técnica e econômica entre *harvesters* de pneus e com máquina base de esteiras. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 185-191, 2014.

SERRANHEIRA, F.; PEREIRA, M.; SANTOS, C. S.; CABRITA, M. Auto-referência de sintomas de Lesões músculo-esqueléticas e trabalho (LMELT) numa grande empresa em Portugal. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, Lisboa, v. 21, n. 2, p. 37-48, 2003.

SERVADIO, P.; MARSILI, A.; BELFIORE, N. P. Analysis of driving seat vibrations in high forward speed tractors. **Biosystems engineering**, London, v. 97, n. 2, p. 171-180, 2007.

SILVA, A. A.; ROTENBERG, L.; FISCHER, F. M. Jornadas de trabalho na enfermagem: entre necessidades individuais e condições de trabalho. **Revista Saúde Pública**, v. 45, n. 6, p. 1117- 1126, 2011.

SILVA, E. P. **Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho de Operadores da Colheita Florestal Mecanizada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 156p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2011.

SILVA, E. P.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; BAETA, F. C.; FERNANDES, H. C.; MAFRA, S. C. T.; VIEIRA, H. A. N. F. Caracterização da saúde de

trabalhadores florestais envolvidos na extração de madeira em regiões montanhosas. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1169-1174, 2009.

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, J. L. O.; MIRANDA, L. K. M.; VIANA, F. P. Percepção dos riscos ambientais de trabalhadores de uma usina sucroalcooleira. **Revista Estudos**, v. 42, n. 4, p. 627-637, 2015.

SILVA, L. F.; FRANCO, J. M.; FERNANDES, G. A.; CORRÊA, M. P. Exposição do Trabalhador Rural à Radiação Ultravioleta: Estudo no Sul de Minas Gerais (Rural Worker Exposure To Ultraviolet Radiation: A Study In The South Of Minas Gerais). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, 2016.

SILVA, L. R.; MENDES, R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 1, p. 9-17, 2005.

SILVA, P. N.; CAPDEBOSCQ, M.C.; SANTOS, A. C. B.; IEKER, A. S. D.; RINALDI, W. Associação entre o índice de massa corporal, jornada de trabalho e nível de atividade física dos servidores do hemocentro do hospital universitário de Maringá. **Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR**, v. 20, n. 3, p. 165-170, 2016.

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

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**, v. 39, n. 4, p. 713-722, 2015.

SOUZA, A. P.; MARZANO, F. L. C.; SCHETTINO, S.; MINETTE, L. J. Production targets consistent with ergonomic factors of forestry activities. In: AREZES, P. M.; BAPTISTA, J. S.; BARROSO, M. P.; CARNEIRO, P. CORDEIRO, P.; COSTA, N.; MELO, R. B.; A. MIGUEL, A. S.; PERESTRELO, G. (Ed.) **Occupational safety and hygiene III**. Boca Raton: CRC Press, 2015. p. 71-74.

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

B. Cabine

B1) Há espaço suficiente na cabine para que o operador possa mudar de posição quando necessário?

Pouco Muito

B2) No interior da cabine, você se sente protegido contra objetos que possam ser projetados do lado de fora?

Pouco Muito

B3) Há espaço na cabine para itens pessoais e kit primeiros socorros?

Pouco Muito

C. Visibilidade

C1) No interior da cabine a visibilidade frontal é boa?

Discordo Concordo

C2) No interior da cabine a visibilidade lateral é boa?

Discordo Concordo

C3) A visibilidade para o carregamento é boa?

Discordo Concordo

C4) O operador é capaz de enxergar qualquer ponto da área de trabalho sem se deslocar do assento?

Discordo Concordo

C5) O sistema de iluminação permite boa visibilidade durante as operações noturnas?

Discordo Concordo

C6) a cabine é protegida contra ofuscamentos?

Discordo Concordo

D. Assento

D1) O assento é confortável?

Discordo Concordo

D2) O assento pode ser ajustado de acordo com as preferências do operador?

Discordo Concordo

D3) Os ajustes do assento podem ser feitos de forma rápida e fácil?

Discordo Concordo

D4) A vibração durante a operação de deslocamento causa desconforto?

Discordo **Concordo**

D5) A vibração durante a operação de carregamento / descarregamento causa desconforto?

Discordo **Concordo**

D6) A vibração durante a operação de abate / processamento causa desconforto?

Discordo **Concordo**

D7) Há espaço suficiente para esticar ou dobrar as pernas?

Discordo **Concordo**

E. Controles

E1) O operador pode acessar todos os controles mais importantes sem se deslocar do assento?

Discordo **Concordo**

E2) É possível a ativação acidental de algum controle?

Discordo **Concordo**

E3) O operador pode entender todas as informações, textos, símbolos e cores necessários durante a operação?

Discordo **Concordo**

F. Postura de trabalho

F1) Você pode se manter em uma posição relaxada durante a operação da máquina?

Discordo **Concordo**

F2) Você pode mudar de posição no interior da cabine quando deseja relaxar algum grupamento muscular?

Discordo **Concordo**

G. Ruído

G1) O ruído no interior da cabine causa desconforto durante alguma fase da operação?

Discordo **Concordo**

H. Conforto térmico

H1) A temperatura no interior da cabine é confortável?

Discordo **Concordo**

H2) Você permanece protegido da incidência de raios solares durante toda a operação?

Discordo **Concordo**

H3) A temperatura e a velocidade do ar podem ser controladas pelo operador de forma fácil?

Discordo **Concordo**

I. Gases e partículas

I1) Os gases e poeira causam desconforto no interior da cabine durante alguma fase da operação?

Discordo **Concordo**

J. Dia Típico de Trabalho

J1. Há normalmente muitas interrupções ou paradas quando operando a máquina?

Muitos **Poucos**

J2. Como são as condições de trabalho em geral?

Difícil **Fácil**

J3. O seu trabalho permite variação de postura física? (Mudanças entre em pé/sentado/em movimento, trabalhando com diferentes partes importantes do corpo)?

Pouco **Muito**

J4. Como é o ritmo de trabalho, em média, durante um dia de trabalho?

Alto **Baixo**

J5. Como é que o seu corpo se sente depois de um dia de trabalho típico?

Cansado **Descansado**

J6. Como é que a sua mente se sente depois de um dia de trabalho típico?

Cansada **Descansada**

J7. Quanto estressado você geralmente se sente quando o dia de trabalho termina?

Tenso **Descontraído**

K. Doença e Fadiga

Especificações sobre afastamentos do trabalhador:

Em Relação aos Últimos 12 meses	Dias
K1. Quantos dias nos últimos 12 meses você faltou ao serviço devido a um acidente de trabalho?	
K2. Devido a problemas de saúde causados pelo trabalho?	
K3. Devido a outros problemas de saúde?	
K4. Quantos dias você trabalhou, apesar do fato de que você poderia/deveria estar em licença médica?	

K5. Em sua opinião trabalhar quando não se sente fisicamente bem prejudica a qualidade e produtividade do seu trabalho?

K6. Você sofre de sintomas como:

Sintoma	Relação	Sim	Não
() Dor de cabeça?	Relacionado ao trabalho?	()	()
() Distúrbios do sono?	Relacionado ao trabalho?	()	()
() Outro _____	Relacionado ao trabalho?	()	()

K7. Quando você se considera totalmente recuperado depois de um dia de trabalho?

- () depois de uma noite de descanso
- () depois de um fim-de-semana
- () depois de uma semana de folga ou mais
- () depois de um tempo de férias
- () praticamente nunca

K8. Você considera bom o equilíbrio entre seu trabalho e seu tempo privado?

- () Sim
- () Não

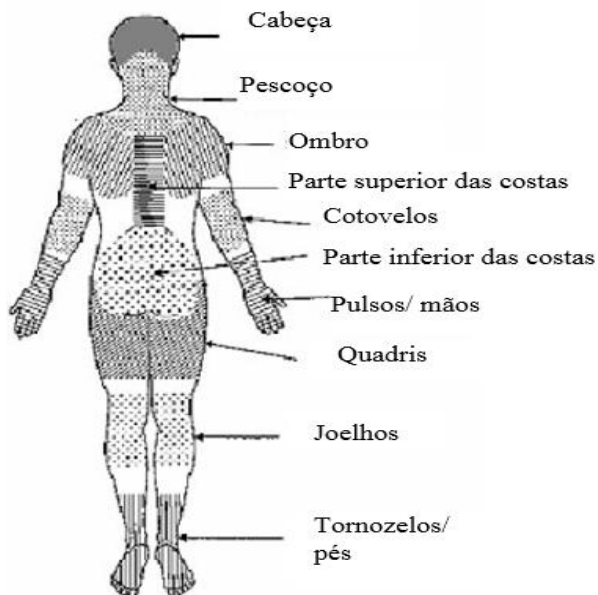
L. SINTOMAS FÍSICOS

Você já teve algum sintoma (dor, dolorido, desconforto), no período de 12 meses anteriores, em uma ou mais partes do corpo listada abaixo?

Se a resposta for 'Nunca' para uma parte do corpo, vá diretamente para a próxima parte - caso contrário também perguntar SRT, PRT, NRT para essa região do corpo!

Parte do corpo	Nunca	Raramente	Algumas vezes	Frequente	Muito frequente	SRT	PRT	NRT
Cabeça								
Pescoço								
Ombros								
Parte superior das costas								
Cotovelos								
Parte inferior das costas								
Pulsos e mãos								
Quadris								
Joelhos								
Tornozelos e pés								

Mapa das diferentes partes do corpo



SRT – Somente relacionada ao trabalho (trabalho atual)

PRT – Parcialmente relacionada ao trabalho (parte trabalho atual e outra não)

NRT – Não relacionada ao trabalho (somente relacionados a outros fatores e não ao atual trabalho)