

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Engenharia Agrícola e Ambiental

**AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE TRATORES AGRÍCOLAS
UTILIZADOS EM OPERAÇÕES FLORESTAIS**

Jelvis Santos Machado

Jelvis Santos Machado

**AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE TRATORES AGRÍCOLAS UTILIZADOS
EM OPERAÇÕES FLORESTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental

Orientador: Prof. Stanley Schettino

Montes Claros
UFMG - Instituto de Ciências Agrárias
2019

**Jelvis Santos Machado. AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE TRATORES AGRÍCOLAS
UTILIZADOS EM OPERAÇÕES FLORESTAIS**

Aprovado pela banca examinadora constituída por:

Prof. Sidney Pereira – ICA/UFMG

Prof. Fernando Colen – ICA/UFMG



Prof. Stanley Schettino- Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, 24 de junho de 2019

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Roberto e Elenilda, pelo apoio e confiança.

As minhas irmãs, Daiana e Gleicie, pelo incentivo.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelo encorajamento e companhia.

Ao meu orientador, Stanley, pelos ensinamentos e acompanhamento.

A todos professores envolvidos em minha graduação, pela paciência e ensinamentos.

A Universidade Federal de Minas Gerais, por todo suporte, apoio e estrutura

RESUMO

O presente trabalho teve como finalidade realizar uma avaliação ergonômica, incluindo os riscos e a segurança aos trabalhadores responsáveis pela operação de máquinas agrícolas adaptadas para a realização de atividades florestais. Para este estudo foram selecionados 3 tratores agrícolas, cabinados e com potência mínima de 73,5 KW (100 cv), especificação amplamente utilizada no setor florestal. Os estudos foram realizados na Região Centro-Norte de Minas Gerais, tendo sido levado em conta os seguintes parâmetros ergonômicos: acesso à cabine, posto de trabalho, visibilidade, assento do operador, controles e operação da máquina, ruído, vibração, controle de clima na cabine, exaustão de gases e partículas, iluminação e manutenção. As máquinas foram avaliadas de acordo com as diretrizes contidas no manual de classificação ergonômica “*Ergonomic Guidelines for Forest Machines*” do Instituto de Pesquisa Florestal da Suécia (Skoforsk, 1999) desenvolvida para máquinas florestais, tendo sido elaborado um *check-list* para aplicação em campo. Por meio das avaliações feitas neste trabalho foi possível notar inadequações por parte do maquinário, principalmente o acesso ao posto de trabalho e a iluminação para trabalhos noturnos. Tais inadequações podem elevar os riscos de desenvolvimento de doenças relacionadas a condições posturais e alto esforço físico, adicionada a doenças psicossociais, além de possibilitar redução do rendimento de trabalho. Diante aos resultados obtidos, pode-se concluir que máquinas agrícolas adaptadas para trabalhos em processos florestais apresentam significativas lacunas em relação aos aspectos ergonômicos, apresentando elevado e iminente risco de desenvolvimento de doenças ocupacionais em seus operadores, bem como a predisposição para acidentes de trabalho.

Palavras chaves: Ergonomia dos operadores. Condições de trabalho. Saúde ocupacional. Máquinas agrícolas. Mecanização florestal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Máquinas avaliadas	19
Figura 2 -Parâmetros de medição e referências para acesso a cabines de máquinas	20
Figura 3 - Parâmetros e referências para medidas das cabines de máquinas	21
Figura 4 - Parâmetros e referências para medidas dos assentos dos operadores de máquinas	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Normas regulamentadoras aplicáveis as atividades de silvicultura	16
Quadro 2 - Classificação ergonômica europeia das máquinas florestais segundo princípios de ergonomia, saúde e segurança dos operadores	23
Quadro 3 - Resultados da classificação e avaliação ergonômica das máquinas analisadas	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas de acesso as cabines das máquinas avaliadas em comparação com os padrões estabelecidos em SKOGFORSK (1999)	24
Tabela 2 - Medidas das cabines das máquinas avaliadas em comparação com os padrões estabelecidos em SKOGFORSK (1999)	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAF	– Associação brasileira de produtores de florestas plantadas
BRACELPA	– Associação brasileira de celulose e papel
CLT	– Consolidação das leis do trabalho
CV	– Cavalo vapor força
dB	– Decibéis
EPI	– Equipamentos de proteção individual
IBA	– Indústria brasileira de árvores
LER/DORT	– Lesões por esforço repetitivo e estresse ocupacional
NR	– Norma regulamentadora
SBS	– Sociedade brasileira de silvicultura
SST	– Segurança e saúde no trabalho

Sumário

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 O setor florestal brasileiro	11
2.2 Mecanização florestal	12
2.3 A segurança do trabalho no processo de mecanização	14
2.4 Riscos e condições de trabalho dos operadores	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Máquinas avaliadas	18
3.2 Avaliação ergonômica	19
3.2.1 Acesso a cabine	19
3.2.2 Cabine	20
3.2.3 Visibilidade	20
3.2.4 Assento do operador	20
3.2.5 Controles e operação da máquina	21
3.2.6 Postura de trabalho	22
3.2.8 Ruído	22
3.2.9 Iluminação	22
3.2.10 Manutenção	22
3.3 Classificação ergonômica	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Acesso a cabine	24
4.2 Cabine	25
4.3 Visibilidade	26
4.4 Assento do operador	27
4.5 Controles e operação da máquina	27
4.6 Postura de trabalho	28
4.7 Controle de clima na cabine	28
4.8 Ruído	29
4.9 Iluminação	29
4.10 Manutenção	30
4.11 Classificação ergonômica	31
5 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário mundial como detentor da segunda maior reserva florestal do planeta, perdendo apenas para a Rússia. O Brasil ainda é tido como referência no desenvolvimento das melhores tecnologias do planeta para cultivo de florestas em clima tropical, com impressionantes ganhos de produção (THAME, 2009).

Entre as décadas de 1960 e 1980, houve importante incentivo fiscal para o cultivo de florestas renováveis, neste momento ficou perceptível o potencial de mercado que nosso país apresentaria nos próximos anos, atualmente contando com mais de 7,84 milhões de hectares desses plantios, sendo as espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* as mais representantes (IBA, 2017).

A percepção dessa nova oportunidade de mercado levou grandes empresários a investirem nestes meios de produção. A silvicultura conseguiu apresentar um crescimento significativo tanto para o mercado interno quanto para as exportações devido à mecanização na colheita da madeira. No Brasil a área total de árvores plantadas chegou a totalizar em 2016 uma quantia de 7,84 milhões de hectares, sendo o plantio de eucalipto o que mais se destaca, com 5,7 milhões de hectares de área plantada. Em 2016, o Brasil liderou o ranking global de produtividade florestal, com uma média de $35,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ao ano para os plantios de eucalipto e $30,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ao ano nos plantios de pinus. O setor chegou a empregar no mesmo ano 510 mil pessoas diretamente (IBA, 2017).

Neste ambiente, são comuns as atividades com elevado esforço físico e que elevam os riscos à segurança e saúde do trabalhador no campo. Segundo Nogueira *et al.* (2010) o setor florestal apresenta um dos maiores índices de acidentes de trabalho. Mesmo havendo avanço em melhorias tecnológicas e a inclusão de métodos mais modernos que visem a segurança dos trabalhadores florestais, a atividade florestal ainda é detentora de altos índices de acidentes fatais.

Através do avanço das tecnologias mecânicas e dos investimentos em recursos financeiros destinado ao setor, as metodologias de atividades florestais semimecanizadas podem ser substituídas por outras que adotassem máquinas de grande porte, que fossem mais eficazes para este trabalho, ou seja, a mecanização das atividades (MACHADO; SILVA; PEREIRA, 2008). As primeiras máquinas usadas para isso, na verdade, eram produto da adaptação feita em equipamentos em uso no mercado agrícola e industrial (MENDONÇA

FILHO, 2000).

No Brasil a mecanização das atividades florestais, na maioria das vezes, só é possível graças a máquinas importadas, as quais apresentam elevados custos de aquisição e manutenção, tornando-as inacessíveis a pequenas empresas e pequenos produtores de madeira. Procurando contornar esses aspectos financeiros a prática de desenvolver, adaptar e testar diversos modelos de máquinas com princípios diferentes, vem se tornando uma alternativa cada vez mais comum e praticada por empresas florestais de pequeno e médio portes, além de produtores de madeira independentes (SCHETTINO, 2010). Sob essa ótica, destacam-se os tratores agrícolas, os quais, com as devidas adaptações, são amplamente utilizados nas atividades silviculturais e de colheita de madeira.

De acordo com Rozin, Schlosser e Werner (2010), com a operação dessas máquinas adaptadas, tem-se um operador exposto a vários fatores ambientais que irá interferir diretamente em seu rendimento e na sua saúde e segurança, como, por exemplo, a posição do corpo no acesso às cabines e no posto de trabalho; posição de comandos e alavancas; condições climáticas, como as temperaturas extremas, radiação solar, problemas de ventilação e umidade; nível de intensidade sonora produzida pelo motor e ou transmissão da máquina; partículas suspensas no ar como poeiras e gases de escapamento; vibração do assento causada pela máquina e pelas irregularidades do terreno.

Diante do exposto, este trabalho foi proposto com o objetivo de avaliar diferentes máquinas agrícolas adaptadas ao trabalho florestal e verificar se suas características atendem às medidas de segurança, ergonomia e condição de trabalho necessárias à manutenção da saúde e segurança dos operadores, quando no desenvolvimento de atividades florestais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O setor florestal brasileiro

O setor florestal brasileiro ainda é considerado jovem no que diz respeito a sua organização. Sua significância começou a partir dos anos 60 quando o governo federal estabeleceu políticas de incentivos fiscais, que partia da premissa de diminuir a exploração predatória dos recursos florestais e estimular a implementação de florestas consideradas renováveis, principalmente com eucalipto, o principal impulsionador do setor, como resultado dessa política a área plantada passou de 400 mil ha no final dos anos 60 para 6 milhões de ha em 1994. A partir dos anos 90 foi observado um significativo crescimento desse setor, impulsionando a produção cada vez mais ocupada por mão de obra mais especializada e o desenvolvimento de novas tecnologias (MACHADO, 2002).

Segundo Valverde *et al.* (2005, p. 23):

As espécies florestais exóticas, como as dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, se adaptaram tão bem no Brasil e graças à avançada tecnologia silvicultural brasileira, se promovem aqui produtividades, no mínimo, dez vezes maiores que as de muitos países de clima temperado, muitos deles competidores internacionais”. Afirmam ainda os autores que “este rápido crescimento das plantações florestais confere ao país uma vantagem competitiva invejável e assustadora a estes competidores, devido às condições favoráveis de clima, solo, extensão territorial, mão de obra, infraestrutura e capacidade gerencial produtiva.

Como demonstrativo da significância desse crescimento, as exportações de produtos florestais do Brasil não passavam de 1,7% até os anos 90; já em 2007 o setor foi responsável por 4% do total das exportações mundiais de produtos de origem florestal. Este considerado volume correspondeu a um montante de US\$ 9,1 bilhões, representando 5,6 % do valor total exportado pelo Brasil. Destaca-se o setor de celulose e papel com US\$ 4,7 bilhões e um crescimento de 18,0 % em relação a 2006 (SBS, 2008).

Os produtos de base florestal vêm apresentando constante crescimento e expansão no cenário internacional nos últimos anos, levando o Brasil a ocupar espaço entre os países com maiores plantios florestais do mundo (BRACELPA, 2009). Somente em 2001, foram plantados quase 150 mil ha com espécies comerciais de eucaliptos e pinus, aumentando assim a necessidade de ampliação de técnicas silviculturais e de colheita florestal (SBS, 2008).

A crise econômica mundial de 2008 não pode deixar de ser citada, uma vez que trouxe impacto negativo para o setor de produção florestal através da interrupção e redução dos

investimentos pretendidos, em florestas plantadas e em novos processos industriais (IBA, 2017).

De acordo com o anuário estatístico da ABRAF de 2013, ano base 2012 “em nível setorial, os segmentos mais afetados pelos efeitos da crise foram o madeireiro e o de siderurgia a carvão vegetal, especialmente os guseiros ou siderúrgicas independentes”. (ABRAF, 2013, p.45). Pode-se observar assim a redução do plantio anual, redução do volume de exportação em todos os setores, vendas e fusões de empresas do setor de celulose e papel, além da queda de produção e do fechamento de empresas do setor de madeira processada mecanicamente.

Entretanto, nos anos seguintes o setor florestal começou a se reerguer de maneira fortalecida. Só em 2016, as associadas à IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores, órgão setorial das empresas de base florestal) investiram R\$ 12,4 bilhões. Os investimentos industriais totalizaram R\$ 7,7 bilhões e o restante, R\$ 4,7 bilhões, foi investido na produção florestal. A receita proveniente das exportações do setor brasileiro de árvores plantadas atingiu US\$ 8,9 bilhões, uma retração de 1,1% em comparação a 2015 (IBÁ, 2017).

Segundo dados da IBÁ, (2017):

A indústria brasileira de árvores plantadas foi responsável pela geração de R\$ 11,4 bilhões em tributos federais, estaduais e municipais ao longo do ano de 2016, o que corresponde a 0,9% de toda a arrecadação do País. Este valor representa uma redução de 5% em relação a 2015, em função, principalmente, da retração das vendas domésticas de papel, painéis de madeira e produtos sólidos de madeira.

2.2 Mecanização florestal

Por meio da mecanização dos sistemas produtivos é possível elevar consideravelmente os níveis de produtividade das culturas, principalmente fazendo uso da capacidade operacional das atividades mecanizadas, em comparação às atividades em que a fonte de potência é por meio de propulsão humana ou por tração animal (BURLA, 2001).

Com respeito ao processo de mecanização das operações florestais, o qual foi intensificado na década de 1990, é importante destacar que esse processo vem procurando melhorar as práticas de formação de florestas e de produção florestal, além de procurar minimizar o impacto da utilização de máquinas no meio ambiente. De acordo com Seixas (2005), a preocupação com a compactação do solo levou ao desenvolvimento de máquinas, cujos atrativos são a redução da área impactada, maior adaptabilidade a condições adversas do terreno, superação de obstáculos, boa dirigibilidade e maior conforto para o operador.

Conforme as inovações sobre mecanização florestal foram ganhando impulso, as etapas pesquisadas nessa área, classificadas como relevante nesse período, referiam-se à

implantação, disponibilidade de máquinas e impacto ao meio ambiente. Desde então, os processos de mecanização das operações buscaram, e ainda buscam, a redução dos custos e o aumento de competitividade como forma de auferir ganhos em competitividade. Segundo Seixas (2005), deve-se acrescentar nesses avanços o problema da utilização das máquinas sobre o meio ambiente pois, segundo o autor, o tráfego de máquinas em uma floresta pode causar danos em árvores remanescentes, além de influenciar a qualidade dos recursos hídricos e gerar a compactação do solo florestal.

O desconhecimento de experiência de mecanização de atividades silviculturais e a inexistência de máquinas e implementos projetados para realizar atividades em terrenos para uso florestal faz com que seja necessário adaptar equipamentos da agricultura (BURLA, 2001) e construção civil para as atividades florestais. Mashadi e Nasrolahi (2009) salientam o fato de que a realização de atividades agrícolas mecanizadas exige atenção redobrada às normas de segurança e, principalmente aos fatores ligados a inclinação do terreno e a estabilidade lateral e frontal das máquinas utilizadas. Atualmente, a silvicultura mecanizada baseia-se em implementos florestais acoplados ou tracionados por trator agrícola, sendo o emprego desses conjuntos limitado as condições de garantia de segurança e estabilidade do conjunto.

Por sua vez, a mecanização da colheita florestal no Brasil, na grande maioria das vezes, se dá a partir de máquinas importadas e com elevados custos de aquisição e manutenção, nem sempre acessíveis a todas as empresas e, muito menos, aos pequenos produtores de madeira. Estes fatores de ordem financeira tem levado a indústria mecânica nacional a desenvolver, adaptar e testar diversos modelos de máquinas com princípios diferentes, quer seja a partir de tratores agrícolas ou de máquinas desenvolvidas para a construção civil, dentre outras; e essa tem sido a alternativa encontrada por empresas florestais de pequeno e médio portes, além de produtores de madeira independentes ou vinculados a empresas por meio de contratos de fomento florestal, para a mecanização de suas atividades de colheita de madeira (SCHETTINO *et al.*, 2017).

O aumento do uso da mecanização em meio a esses processos se deve, entre outros fatores à necessidade de se reduzir custos, implicando numa necessidade de aumento do rendimento das atividades florestais e, conseqüentemente, elevando seu nível de produtividade (SILVA *et al.*, 2014). Entretanto a mecanização traz consigo riscos à saúde dos operadores dessas máquinas e algumas observações devem ser feitas para minimizar estes riscos. Furlani e Silva (2006) afirmam que o maquinário usado na mecanização florestal deve possuir boa aderência, estabilidade, manobrabilidade, oferecer comodidade (conforto) e segurança para o operador (ergonomia).

2.3 A segurança do trabalho no processo de mecanização

No processo de mecanização florestal brasileiro é muito comum o emprego de máquinas importadas, o que eleva muito os custos com aquisição e manutenção se tornando assim muitas vezes um limitante financeiro para empresas de menor porte e muito menos a pequenos produtores de madeira. Diante destes fatores e limitações financeiras, tem-se uma indústria mecânica nacional desenvolvendo e adaptando modelos de máquinas com princípios diferentes com maior frequência, quer seja a partir de tratores agrícolas ou de máquinas destinadas a construção civil, dentre outras (SCHETTINO, 2010).

Rozin, Schlosser e Werner (2010) afirmam que a adaptação destas máquinas expõe o operador a diferentes fatores ambientais. Os autores observam que fatores como a posição do corpo no acesso às cabines e no posto de trabalho; posição de comandos e alavancas; condições climáticas, como as temperaturas extremas, radiação solar, problemas de ventilação e umidade; nível de intensidade sonora produzida pelo motor e ou transmissão da máquina; partículas suspensas no ar como poeiras e gases de escapamento; vibração do assento causada pela máquina e pelas irregularidades do terreno, podem influenciar diretamente o seu rendimento, saúde e segurança.

Em uma situação ideal a ergonomia deve ser aplicada nas etapas primárias do projeto de uma máquina. Este projeto deve sempre priorizar a qualidade e condições do trabalho no momento da sua utilização, estas condições deve incluir o ser humano como principal componente. Desta maneira as características do operador devem ser consideradas juntamente com características das partes mecânicas e ambientais para que ambas possam atender e se ajustarem as necessidades ergométricas estabelecidas, mas em geral, não é esse tipo de metodologia que observa-se nos projetos de máquinas adaptadas para a colheita florestal (IIDA, 1995).

O treinamento para novas habilidades, segundo Iida (1995, p. 440) “é uma das implicações mais importantes do progresso tecnológico”, pois se trata da necessidade de adaptar os recursos humanos a novas exigências criadas pelo mesmo.

Com isso percebe-se a necessidade do aprendizado constante nas operações destas máquinas dotadas de grande porte tecnológico. Assim observa-se que as empresas do setor florestal devem estar sempre capacitando seus operadores; um processo complexo que envolve vários aspectos simultaneamente, como emocionais, culturais, cognitivos, orgânicos e até mesmo, psicossociais (ALMEIDA, 2015).

No que diz respeito a proteção legal, existe atualmente um total de 35 normas regulamentadoras (NRs) e mais normativas técnicas postuladas na CLT. Esses meios funcionam como elemento básico para a prática do exercício da higiene e segurança do trabalho nas empresas que atuam no meio rural (MACEDO, 2012). Estas normativas foram aprovadas pela Lei nº 6.514, por intermédio das Portarias nº 3.214/78 e nº 3.067/88, criadas com intuito de tratar de diversos temas pertinentes à segurança, saúde e prevenção de acidentes no trabalho, sendo constituintes da CLT (SOUTO, 2009).

As NRs podem ser divididas em duas categorias, sendo a primeira classificada como NRs genéricas, as quais não estão ligadas a uma atividade econômica propriamente dita, pois tratam genericamente ao que diz respeito às condições de risco à segurança no trabalho em geral. A segunda categoria classificada como NRs específicas, pode ser subdividida em estruturantes, que compõem a estrutura do conjunto de normas e auxiliam no estabelecimento de uma política de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) e, as não estruturantes, peculiares a alguma atividade econômica, contendo em seu escopo, diretrizes determinadas no delineamento das NRs estruturantes e não estruturante (MATTOS; MÁSCULO, 2011).

Segundo Paiva *et al.* (2011), no que diz respeito a silvicultura, existe um total de 17 normativas aplicáveis ao setor, conforme apresentado na Tabela 1.

Ainda sobre as normas apresentadas acima, merecem destaque a NR 17, que retrata a ergonomia no trabalho e a NR 31, cujo tema faz referência à segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal, e Aquicultura, duas normas importantes para a abordagem deste trabalho.

Referente a NR 17, Mattos e Másculo (2011) destacam sua função: “estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente”..

Em relação a NR 31 Araújo (2013, p. 1400) destaca entre suas diretrizes:

Estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura com a segurança e saúde e meio ambiente do trabalho.

Quadro 1. Normas regulamentadoras aplicáveis as atividades de silvicultura

NORMA	TEMA	CLASSE
NR1	Disposições gerais	G
NR5	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)	G
NR6	Equipamento de Proteção Individual (EPIs)	G
NR7	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)	Ee
NR8	Edificações	G
NR9	Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)	Ee
NR11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais	G
NR12	Máquinas e Equipamentos	G
NR15	Atividades e Operações insalubres	G
NR17	Ergonomia	G
NR20	Líquidos Combustíveis e Inflamáveis	G
NR21	Trabalho a Céu Aberto	G
NR23	Proteção Contra Incêndios	G
NR24	Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho	G
NR26	Sinalização de Segurança	G
NR27	Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no Ministério do trabalho	G
NR31	Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração florestal e aquicultura	Ene

Classes: G – Genérica; Ee – Específica estruturante; Ene – Específica não estruturante.

Fonte: Adaptada de Paiva *et al* (2011).

2.4 Riscos e condições de trabalho dos operadores

Algumas das condições de exposição discutida entre diferentes autores destacam o contato direto com os equipamentos de corte, desproteção da queda da árvore e adoção de posturas inadequadas por parte do trabalhador (SANT'ANNA; MALINOVSKI, 2002; SILVA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2010; MEDEIROS; JURADO, 2013).

Devido à expansão dos métodos mecanizados utilizados na produção florestal, as avaliações ergonômicas das máquinas florestais têm sido solicitadas com maior frequência. Observa-se que há uma grande amplitude de variação entre os diversos modelos de máquinas florestais no país pois existem nacionais e importadas, de pneus e de esteiras, específicas e adaptadas e, ainda, para sistemas de colheita para toras curtas e para árvores inteiras (SCHETTINO, 2010).

Pode-se diagnosticar que o aumento de absenteísmo nas atividades florestais apresenta relação direta com a frequência de dores lombares e tendinites apresentadas por pessoas que executam o trabalho florestal o que causa difícil realocação do profissional. Estes diagnósticos elevam as evidências de que as máquinas utilizadas não estão munidas de adaptações adequadas ao homem ou que os trabalhadores estão em constantes posturas incorretas no seu manuseio, acarretando problemas de lombalgias, de tendinites, de conforto, de fadiga precoce, de produtividade e de incidência de erros na execução do trabalho (MINETTI, 1996).

A NR 31 prevê que a empresa florestal, ou produtor florestal deve custear por exames médicos aos funcionários, que devem ser realizados com certa periodicidade, conforme determinado em norma. Entretanto a não constância do cumprimento dessas normas se torna frequente (SILVA et al., 2010 e SILVA et al., 2009). Não diferente de outros processos automatizados, a mecanização florestal propicia o desenvolvimento de doenças oriundas do trabalho repetitivo e monótono, atrelados a possíveis lesões por esforço repetitivo e estresse ocupacional, conhecidas como LER/DORT (ARAÚJO, 2013).

Conforme vai se estendendo o tempo ao qual os trabalhadores vão sendo acomodados a esses repetitivos movimentos, flexão e abdução, vibração e postura estática, maior será a probabilidade à distúrbios em partes musculoesqueléticas do corpo. Mendonça Junior & Assunção (2005) completam que esses fenômenos devem ser compreendidos junto ao posto de trabalho, para assim propor medidas preventivas.

Skogforsk (1999) desenvolveu um manual guia que propõe uma avaliação ergonômica feita em máquinas utilizadas na colheita mecanizada florestal. Esse guia, que também pode ser aplicado a qualquer outra máquina em uso nas atividades florestais, visa avaliar os seguintes itens: acesso à cabine, cabine, visibilidade, assento do operador, controles e operação da máquina, ruído, vibração, controle de clima na cabine, exaustão de gases e partículas, iluminação e manutenção. Objetiva-se avaliar cada item de modo a facilitar as operações, considerando-se as variáveis antropométricas dos operadores, inclusive visando à prevenção de acidentes. A avaliação ergonômica deve ser um fator decisivo na avaliação de compra de uma máquina destinada para trabalhos expostos a ambientes com alto risco de acidentes, além dos critérios técnicos de segurança, a condição ergonômica da máquina tem influência direta sobre o rendimento do trabalho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

São vários os caminhos possíveis para uma reflexão a respeito da produção de conhecimento pertinente a uma área de estudo. Neste caso foram feitas avaliações por meio de *check-list* de diferentes máquinas agrícolas utilizadas em atividades florestais. Este tipo de maquinário muitas vezes é adaptado para outras finalidades, como é o caso da silvicultura e produção florestal. A partir de uma abordagem qualitativa e quantitativa dos aspectos de cada máquina, foi possível identificar o grau de segurança que cada uma apresentava e se cada uma estava dentro dos padrões esperados para essa finalidade.

As máquinas avaliadas foram escolhidas de forma aleatória e de acordo com suas disponibilidades de acesso entre dezembro de 2018 e junho de 2019. Para tanto, foi atribuído como critério que as máquinas apresentassem pelo menos 73,5 KW (100 cv) e que contassem com cabines climatizadas, padrão amplamente utilizado no setor florestal brasileiro. Para que houvesse uma maior caracterização a respeito dos maquinários agrícolas, foram selecionados tratores de fabricantes distintos.

Todas as etapas deste estudo foram realizadas na mesorregião do norte de Minas Gerais na cidade de Montes Claros MG, situando-se a 16°44'06" de latitude sul e 43° 51' 43" de longitude oeste, uma distância de 422 quilômetros ao norte da capital mineira e no município de Francisco Dumont: situado a 17° 17' 41" de latitude sul e 44° 14' 32" longitude oeste.

3.1 Máquinas avaliadas

A metodologia consistiu das avaliações das seguintes máquinas (Figura 1):

- BX 110 – Trator agrícola, marca Agrale, modelo BX 110, com 80,8 KW de potência, versão 4x4, com cabine fechada e climatizada, fabricado no Brasil;
- 6100J – Trator agrícola, marca John Deere, modelo 6100J, com 73,5 KW de potência, versão 4x4, com cabine fechada e climatizada, fabricado no Brasil;
- BM 100R – Trator agrícola, marca Valtra, modelo BM 100R, com 73,5 KW de potência, versão 4x4, com cabine fechada e climatizada, fabricado no Brasil.



Figura 1 – Máquinas avaliadas.
(Fonte: Jelvis Santos Machado – acervo próprio).

3.2 Avaliação ergonômica

As máquinas foram avaliadas de acordo com as diretrizes contidas no manual de classificação ergonômica, “*Ergonomic Guidelines for Forest Machines*” do Instituto de Pesquisa Florestal da Suécia (SKOFORSK, 1999), desenvolvida para máquinas florestais. As diretrizes ergonômicas cobrem todas as máquinas fora de estradas que são equipadas com cabines, que pesam mais de duas toneladas e são utilizadas em atividades florestais, o que significa que tais máquinas, bem como escavadeiras e tratores agrícolas estão incluídas. Para tanto, este manual avalia e classifica diferentes aspectos ergonômicos:

3.2.1 Acesso a cabine

Para avaliação do acesso ao posto de trabalho foram mensuradas as seguintes variáveis: posição, dimensão dos degraus, altura do primeiro degrau ao solo, distância entre degraus, profundidade de degraus, altura e largura da porta de acesso à cabine. As medições foram realizadas de acordo com os parâmetros especificados na Figura 2. Para determinação das medidas foi utilizada uma fita métrica e a máquina estacionada ao nível do solo.

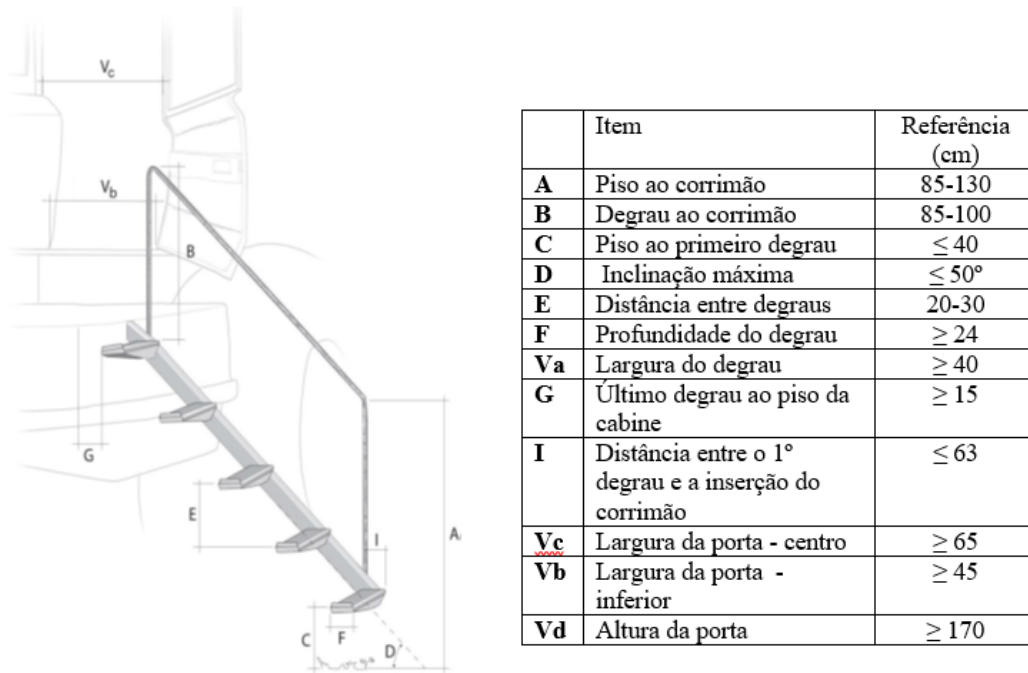


Figura 2. Parâmetros de medição e referências para acesso a cabines de máquinas.

Fonte: Skogforsk (1999).

3.2.2 Cabine

Através de uma fita métrica foi possível obter as seguintes variáveis: comprimento, largura e altura da cabine (Figura 3). Na análise qualitativa foi observada e avaliada presença de saliência, estado de conservação e tipo de material.

3.2.3 Visibilidade

Dimensões dos vidros e observação da visibilidade da parte externa da máquina, foram feitas a partir do ponto de assento do operador. Avaliada com a utilização de trena após a determinação de pontos de visada desde o interior das cabines.

3.2.4 Assento do operador

As variáveis comprimento do assento, largura do assento, altura do encosto, inferior e superior, comprimento e altura do descanso para os braços, ângulo do assento-encosto, ângulo de giro e variação de distância horizontal (Figura 4) foram obtidas através de fita métrica e transferidor.

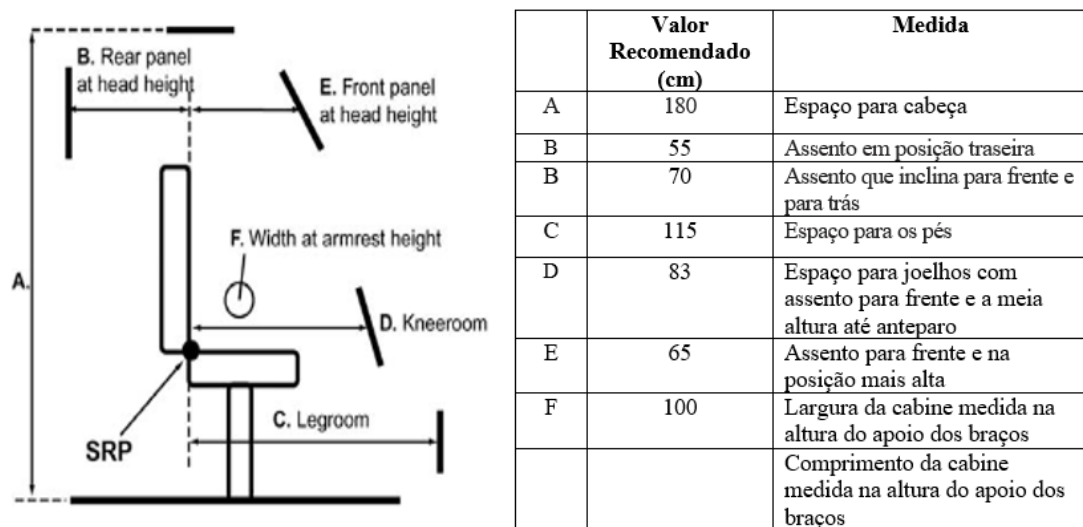


Figura 3. Parâmetros e referências para medidas das cabines de máquinas.

Fonte: Skogforsk (1999).

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

Figura 4. Parâmetros e referências para medidas dos assentos dos operadores de máquinas.

Fonte: Skogforsk (1999).

3.2.5 Controles e operação da máquina

Os controles foram avaliados com relação à configuração, cor, empunhamento, magnitude da força de acordo com a frequência de uso. As distâncias dos controles no posto de trabalho da máquina foram obtidas a partir do ponto de referência do assento com auxílio de uma fita métrica.

3.2.6 Postura de trabalho

Nesta seção foram avaliados a postura e os movimentos do operador no espaço de trabalho que são influenciados pelo design da cabine, do assento e dos controles, e pela manipulação dos controles. Foram realizadas medidas das posturas e movimentos realizados pelo operador, com auxílio de uma fita métrica.

3.2.7 Controle de clima na cabine

Verificação a respeito da disposição de comandos de climatização assim como a observação da sensação térmica dentro da cabine, foram realizadas conforme instruções do manual de classificação ergonômica.

3.2.8 Ruído

Foi avaliado o nível de ruído gerado na cabine de operação, por meio de um decibelímetro digital. As medições foram feitas em nível de altura dos ombros do operador.

3.2.9 Iluminação

A observação a respeito da iluminação das máquinas foi realizada a partir da contagem do número de faróis, disposição de controles direcionais dos feixes de luz e cálculos de distância de visualização do pontos de trabalho.

3.2.10 Manutenção

Foi feita a avaliação visual dos pontos de manutenção observando se dispunha de acesso adequado e seguro para o operador da máquina.

3.3 Classificação ergonômica

Segundo SKOGFORSK (1999), todos os itens são medidos e avaliados em suas respectivas seções e são colocados em uma das cinco classes ergonômicas, de acordo com os elementos do design e função da máquina que influenciam as condições de trabalho do operador. O manual denomina 5 classes, sendo elas; A, B, C, D e E, variando desde A (com as melhores condições de segurança, produtividade e manutenção), até E, que não satisfaz aos requerimentos de segurança quando, neste caso, a máquina não deve ser operada (Quadro 2).

Quadro 2. Classificação ergonômica europeia das máquinas florestais segundo princípios de ergonomia, saúde e segurança dos operadores

Classificação Ergonômica	Descrição
A	Apresenta produtividades elevadas ao longo de todo o ano, em todos os tipos de terrenos e condições de florestas. Elevado nível de segurança. Manutenção fácil e realizada com segurança.
B	Apresenta produtividades elevadas, mas somente em condições melhores que na classe anterior (ex.: terrenos planos, florestas de altíssima produtividade e/ou condições climáticas favoráveis). Mesmo nível de segurança, mas, por outro lado, em padrões menos elevados que na classe A.
C	Apresenta produtividades elevadas em menos tempo, em condições de solo e floresta melhores e/ou em condições climáticas melhores que na classe B. Mesmo nível de segurança, mas, por outro lado, em padrões menos elevados que na classe B.
D	Dificilmente apresenta produtividades elevadas, em qualquer condição de solo e floresta e/ou em condições climáticas. Apresenta baixos padrões de segurança, com risco de injúrias ao operador.
E	A máquina não satisfaz as normativas europeias de segurança e/ou apresenta sérias falhas, capazes de expor o operador a riscos iminentes de injúrias. A máquina não deve ser utilizada até que os problemas sejam corrigidos e a mesma possa ser classificado dentro das classes anteriores.

Fonte: Adaptado de Skogforsk (1999).

Foram feitas avaliações em relação aos aspectos ergonômicos de cada máquina segundo diretrizes contidas no manual de classificação ergonômica, “Ergonomic Guidelines for Forest Machines”, sendo os itens de cunho qualitativo, classificados em relação a adequação aos padrões ergonômicos recomendados.

Para cada item avaliado, a classificação ergonômica recebeu um escore, variando de 1 para classificação A até 5 para classificação E. Para o cálculo da classificação ergonômica final de cada máquina avaliada, foram consideradas as respectivas médias de todos os itens avaliados.

4 REULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Acesso a cabine

Os resultados das avaliações de acesso a cabine das diferentes máquinas avaliadas encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Medidas de acesso as cabines das máquinas avaliadas em comparação com os padrões estabelecidos em SKOGFORSK (1999)

Item	Valor recomendado (cm)	Valor encontrado (cm)			
		BX 110	6100J	BM 100R	
A	Piso ao corrimão	85-130	150	130	130
B	Degrau ao corrimão	85-100	126	75	70
C	Piso ao primeiro degrau	≤ 40	46	55	65
D	Inclinação máxima	≤ 50°	90	75	45
E	Distância entre degraus	20-30	30	32	25
F	Profundidade do degrau	≥ 24	11	19	10
Va	Largura do degrau	≥ 40	30	34	33
G	Último degrau ao piso da cabine	≥ 15	23	30	25
I	Distância entre o 1° degrau e a inserção do corrimão	≤ 63	100	75	65
Vc	Largura da porta - centro	≥ 65	88	65	75
Vb	Largura da porta - inferior	≥ 45	43	35	50
Vd	Altura da porta	≥ 170	140	144	148

O trator BX 110 foi avaliado segundo as diretrizes do manual e apresentou em relação a avaliação da cabine, ligeira divergência de medidas recomendadas. O operador tem que entrar e sair da máquina com alguns movimentos irregulares. Foi verificado a disponibilidade do corrimão, mas o mesmo apresentou lacunas na construção, podendo ser usado, mas com algumas dificuldades. Os degraus são de ferro e sem quinas expostas mas apresentaram medidas de largura e profundidade inferior ao esperado. A porta da cabine apresentou medidas inferiores ao recomendado, sendo que um operador de maior estatura somente poderá entrar na cabina com certa dificuldade.

O trator 6100J também apresentou em sua cabine ligeira divergência entre as médias encontradas e as recomendadas, colocando o operador em desconfortável manipulação ao entrar e sair da cabine. O corrimão está disponível, mas com lacunas em sua construção o que gera consideráveis dificuldades em sua utilização. Os degraus se mostraram firmes e com boa localização, mas suas medidas de largura e profundidade não atingiram o recomendado de acordo com manual de classificação ergonômica referência para este estudo. A porta da cabine é fácil de manusear e permanece aberta quando a máquina está inclinada ou exposta a ventos, porém, não atende às medidas recomendadas.

Por sua vez, o acesso a cabine do trator BM 110R apresentou grandes divergências quanto as medidas recomendadas expondo o operador a realizar movimentos indevidos ao entrar e sair da cabine. As dimensões de largura e profundidade dos degraus são inferiores ao esperado, a porta da cabine é fácil de manusear e permanece aberta quando a máquina está inclinada. O corrimão poderia apresentar medidas mais adequadas.

Segundo Fernandes *et al.* (2010), o posicionamento e as características das vias de acesso ao posto de operação da máquina podem, muitas vezes, ser causa de acidentes. As dimensões dos degraus, a distância entre eles, a altura do primeiro degrau ao solo e a distância vertical do último degrau à plataforma da máquina devem ser projetados de acordo com as variáveis antropométricas dos operadores das máquinas. Além disso, o acesso mal projetado também pode constituir obstáculo para operadores mais velhos (SKOGFORSK, 1999). De fato, este parece ser um problema recorrente no setor florestal, conforme os resultados encontrados por Minette *et al.* (2008), ao avaliarem 13 máquinas de colheita florestal e concluírem que todas estavam com as variáveis de acesso fora dos valores indicados.

4.2 Cabine

Os espaços dentro das cabines das máquinas objeto deste estudo foram avaliadas com finalidade de verificar a comodidade proporcionada ao operador. As medidas encontradas são apresentadas na Tabela 2.

Quanto a cabine, todos os tratores avaliados apresentam cabines fechadas, o que gera proteção contra objetos que poderiam ser projetados desde o solo. Além disso, em todas verificou-se existir espaço suficiente para acomodar um kit de primeiros socorros ou itens pessoais. Todas apresentaram apenas uma saída de emergência, localizada em sua janela traseira.

Tabela 2. Medidas das cabines das máquinas avaliadas em comparação com os padrões estabelecidos em SKOGFORSK (1999)

Item	Valor recomendado (cm)	Valor encontrado (cm)		
		BX 110	6100J	BM 100R
A Espaço para cabeça	180	146	137	160
B Assento em posição traseira	55	12	30	35
C Assento que inclina para frente e para trás	70	--	--	--
D Espaço para os pés	115	95	72	60
E Espaço para joelhos com assento para frente e a meia altura até anteparo	83	64	35	63
F Assento para frente e na posição mais alta	65	31	85	85
G Largura da cabine medida na altura do apoio dos braços	100	120	143	116
H Comprimento da cabine medida na altura do apoio dos braços	--	162	150	--

Em geral, todos os tratores avaliados apresentaram cabines com dimensões inferiores aquelas recomendadas pela norma de referência deste estudo, fato que gera preocupação sob a ótica da ergonomia. O correto dimensionamento do posto de trabalho deve permitir que dentro da cabine haja espaço suficiente, de modo que o operador, independentemente de sua compleição física e de seu peso, possa adotar posições de trabalho confortáveis. Para evitar a fadiga, o operador deve ser capaz de se sentar com conforto, adotando uma postura correta, principalmente com relação ao uso de músculos e juntas, evitando torções, abaixamentos e outros movimentos desconfortáveis (SKOGFORSK, 1999).

4.3 Visibilidade

Todos os tratores avaliados apresentaram resultados satisfatórios sob esse aspecto pois, a partir do assento, o operador consegue visualizar o chão em pelo menos 2 metros de distância a partir da roda e 5 metros a partir da frente da máquina. Por apresentar ampla área envidraçada na região dianteira, traseira e laterais, a cabine apresenta boa visibilidade o que proporciona ao operador não necessitar mudar de posição para ver a área de trabalho. Vale

ressaltar que, em todos os casos, a limpeza das janelas apresentou-se deficitária, dado a ausência de limpadores nas janelas laterais e traseiras, sendo necessário que a mesma seja feita de forma manual.

Segundo Minette *et al.* (2008), com relação à visibilidade e o ideal é que o operador de máquinas de colheita florestal tenha visão clara da área operacional sem necessidade de adotar posturas incorretas de trabalho, as quais podem provocar tensão nos músculos resultando, inicialmente, em fadiga e dor e, a médio e longo prazos, em distúrbios osteomusculares.

4.4 Assento do operador

Em todas as máquinas avaliadas, os níveis de regulagem dos assentos dos operadores não atendem ao esperado para máquinas florestais. Em todos os casos, o espaço para as pernas é inferior a 10 centímetros, ante ao ideal de pelo menos 24 centímetros, de acordo com a norma de referência. Em todos os tratores não existe a possibilidade de inclinação do encosto, bem como foram verificadas deficiências em suas regulagens de altura, profundidade e espaçamento entre os apoios para braço. Ainda, no trator BM 100R o assento, além das deficiências já citadas, apresenta elevado nível de ruído durante a operação da máquina, tornando sua operação um tanto quanto desconfortável.

Quando uma operação puder ser executada por uma pessoa sentada, deverá existir um assento para essa pessoa, cujo projeto, construção e dimensões sejam adequados a ela e à tarefa. Deve haver uma inclinação entre assento e encosto superior a 90 graus, para forçar o tronco contra o encosto, de modo a fazer uso total do assento (TEWARI; DEWANGAN, 2009). Ainda, de acordo com Skogforsk (1999), o assento deve ter ajuste de altura, distância e comprimento e os apoios para os braços devem ser ajustáveis em altura. Tais variáveis do assento e de apoio para os braços devem ser dimensionadas de acordo com os padrões antropométricos dos trabalhadores da região.

4.5 Controles e operação da máquina

As máquinas avaliadas neste estudo também apresentaram deficiências quanto aos comandos e instrumentos, uma vez que sua localização deve ser projetada de forma que os braços os alcancem dentro de seu raio normal de ação, sem que o operador precise curvar o dorso ou deslocar o corpo, evitando-se assim, maior fadiga e maior tempo na execução das

tarefas (BARRETO *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2014). Com relação aos comandos movimentados pelas pernas, podem ser de maior exigência de força, desde que seja observada a posição ideal que permita a exata movimentação (MERINO *et al.*, 2012). A questão da não conformidade de comandos e instrumentos em tratores agrícolas foi claramente abordada por Rozin *et al.* (2010) que, ao analisarem 35 postos de operação de 101 modelos de tratores agrícolas nacionais, concluíram que apenas 23,1% destes postos de operação atendiam as normas vigentes.

Ainda, nenhuma das máquinas avaliadas apresentou qualquer mecanismo que impossibilite o acionamento acidental de controles ao sair ou entrar na cabine, o que sugere a predisposição a ocorrência de acidentes.

4.6 Postura de trabalho

Com relação a este item de checagem, novamente todas as máquinas avaliadas apresentaram lacunas. Em comum, as dificuldades posturais para operadores acima da estatura média, bem como a insuficiência de regulagem do assento e controles e de espaço para os pés, fatores capazes de proporcionar posturas desconfortáveis durante a operação da máquina.

De acordo com Gellerstedt (2006), as posturas incorretas mais frequentes são aquelas em que o indivíduo afunda no assento ou quando se inclina para um lado, posições fatigantes e prejudiciais à saúde. Quando o trabalhador está sentado, o assento deve facilitar e não o obrigar a manter uma boa postura. Ainda, de acordo com o autor, o assento deve ser projetado para eliminar o desconforto causado por pressões desnecessárias na parte inferior das coxas e pela restrição do fluxo de sangue nas nádegas, em virtude da má distribuição do peso do indivíduo. Sentar-se durante longo período de tempo numa mesma posição causa sensações desagradáveis. O projeto do assento deve permitir que o operador assuma diversas posições durante o período de trabalho, sem perda do apoio necessário. Quando se negligenciam alguns desses princípios, há a tendência de predominar desconforto, o que poderá vir a causar consideráveis ineficiências e insatisfação ao trabalho, bem como o surgimento de doenças ocupacionais.

4.7 Controle de clima na cabine

Como a cabine de todas as máquinas avaliadas é fechada e climatizada, não foram identificados problemas relacionados a calor durante a operação, sendo possível manter a

temperatura dentro da faixa de conforto térmico a qual, segundo citações feitas por Lida (1995), é delimitada pelas temperaturas entre 20 e 24°C, com umidade relativa entre 40 e 60% e velocidade do ar moderada, da ordem de 0,2 m/s.

Edholm (1968), citado por Grandjean (1982), em seus trabalhos, citou que as condições climáticas têm grande efeito sobre o rendimento do trabalho do operador. As condições necessárias à existência de conforto correspondem a um estado térmico neutro, em que a grande maioria dos trabalhadores não tem razão de se queixar do ambiente. Tal condição existe quando não há calor ou frio em excesso, a umidade não é muito alta nem há demasia secura do ar, não ocorrem correntes de vento fortes e nem a atmosfera é abafada. Quando o clima é desfavorável, ocorrem indisposição e fadiga, diminuindo a eficiência e aumentando os acidentes. Quando o trabalhador é obrigado a suportar temperaturas elevadas, o rendimento do trabalho cai. Os riscos compreendem não só a diminuição do rendimento, mas também a prostração, em virtude do calor ou da insolação.

4.8 Ruído

A avaliação de ruído demonstrou que os operadores das três máquinas não estão expostos a doses de ruído elevadas, tendo sido os valores encontrados abaixo do limite de ação estipulado pela NR-15.

Tal situação não expõe os operadores aos efeitos indesejáveis à sua saúde causados pelo ruído, como zumbido, aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca, insônia, estresse e irritabilidade, além da PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído, caracterizada pela redução da acuidade auditiva decorrente da exposição prolongada e de caráter irreversível (AYBEK; KAMER; ARSLAN, 2010; GUEDES *et al.*, 2010).

4.9 Iluminação

Em geral, para todas as máquinas avaliadas, a partir do assento da cabine foi possível notar que as lâmpadas de iluminação permitem uma boa visibilidade geral, não causam cansaço ocular e reproduzem fielmente importantes cores. No trator BX110, o sistema de iluminação pode ser desligado em grupo, mas não individualmente, assim como não é possível um direcionamento preciso a um ponto específico. Nos demais tratores, o sistema de iluminação pode ser desligado em grupo e também individualmente e, ainda, é possível um direcionamento preciso a um ponto específico. Tal constatação permite afirmar que as máquinas avaliadas,

embora com algumas restrições, permitem o trabalho noturno sem prejuízo à saúde e segurança dos operadores.

Para Iida (1995), o correto planejamento da iluminação contribui para aumentar a satisfação no trabalho, melhorar a produtividade e reduzir a fadiga e os acidentes. Os fatores que influem na discriminação são: qualidade da luz, tempo de exposição (depende do tamanho, contraste e nível de iluminação do objeto), contraste entre figura e fundo (diferença de brilho entre a figura e o fundo), ofuscamento (produzido pela presença de luzes, janelas ou áreas excessivamente brilhantes em relação ao nível geral do ambiente, ao qual o olho foi acostumado) e fadiga visual (provocada pelo esgotamento dos pequenos músculos ligados ao globo ocular, responsáveis pela movimentação, fixação e focalização dos olhos).

Ainda, afirma o autor, luz apropriada é essencial em qualquer local e horário de trabalho. Não basta a intensidade adequada de luz, é necessário também que exista um contraste luminoso bem ajustado entre a máquina e o “pano de fundo”, com ausência completa de qualquer brilho que ofusque. O tempo necessário para a percepção do estímulo é influenciado pela luz e pelas características do próprio objeto, ou seja, quanto melhor a luz, mais curto foi o tempo necessário para uma visibilidade exata.

4.10 Manutenção

Em todos os casos, as máquinas não apresentaram cantos acentuados e bordas afiadas. As baterias estão localizadas, em local externo a cabine e de fácil acesso. Verificou-se significativa deficiência no acesso aos pontos de manutenção. Tal condição expõe os mecânicos ao risco de acidentes e desenvolvimento de doenças ocupacionais, visto que a manutenção de máquinas florestais no campo geralmente é realizada em condições adversas (clima, sol, chuva, dia ou noite) e, ainda, os mecânicos podem adotar posturas inadequadas para alcançar determinada parte da máquina; subir e 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.

Diante desse quadro, a frequência de dores lombares e tendinites em pessoas que executam o trabalho florestal, tanto em posição sentada como em pé, é fator primordial no absenteísmo repetido e prolongado do trabalhador, e causa difíceis problemas para a sua reclassificação profissional. A frequência destes distúrbios leva a suspeitar de uma não correta adaptação da máquina ao homem, bem como de posturas de trabalhos incorretas dos trabalhadores. O planejamento incorreto de um sistema de trabalho, bem como dos

equipamentos, ferramentas e meios auxiliares, impõe ao trabalhador solicitações excessivas e desnecessárias, acarretando problemas de lombalgias, de tendinites, de conforto, de fadiga precoce, de produtividade e de incidência de erros na execução do trabalho.

4.11 Classificação ergonômica

Após o cálculo dos escores para os itens avaliados, as máquinas BX110, 6100J e BM 100R receberam, respectivamente, a seguinte pontuação: 2,9, 2,8 e 2,8, equivalente a classificação geral C. Os resultados das avaliações ergonômicas das máquinas analisadas neste estudo encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3. Resultados da classificação e avaliação ergonômica das máquinas analisadas

Item	BX110	6100J	BM 100R
Acesso à cabine	D	D	D
Cabine	B	B	B
Visibilidade	B	B	B
Assento do Operador	C	C	C
Controles da Máquina	D	D	D
Ruído	A	A	A
Postura de Trabalho	C	C	C
Climatização	B	B	B
Iluminação	C	B	B
Manutenção	E	E	E
CLASSIFICAÇÃO GERAL**	C	C	C

** Conforme critérios estabelecidos por Skogforsk (1999).

De acordo com essa classificação, todas as máquinas avaliadas, largamente utilizadas em operações florestais de silvicultura e colheita, somente são capazes de apresentar produtividades elevadas em condições de solo e floresta melhores e, ou, em boas condições climáticas, entretanto com baixos níveis de segurança e grande risco de desenvolvimento de doenças ocupacionais em seus operadores.

Essas classificações indicam a necessidade de análises adicionais que promovam melhores condições de trabalho para os operadores dessas máquinas agrícolas utilizadas em operações florestais, incluindo adaptações (ajustamento das condições de espaço de trabalho ao trabalhador brasileiro) que concorram para um maior rendimento nessas atividades, sem deixar de lado os quesitos de ergonomia e segurança do trabalho.

Algumas medidas que podem ser tomadas para a utilização dessas máquinas com padrão ergonômico baixo podem ser: regulamentação de um tempo pré-determinado máximo que o operador pode operar a mesma; modificar ou adaptar a máquina (opção muito onerosa); e aquisição de máquinas de classes maiores, a quais tendem a possuir mais tecnologia embarcada e, conseqüentemente, melhores condições ergonômicas.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi conduzido, as análises permitiram concluir que:

- As máquinas agrícolas utilizadas em operações florestais de silvicultura e colheita apresentam padrões ergonômicos deficientes, em quase todos os aspectos avaliados.
- Todas as máquinas avaliadas neste trabalho receberam a classificação ergonômica C, indicando apresentar produtividades elevadas apenas em condições de solo e floresta melhores e, ou, em condições climáticas favoráveis, com médio padrão de segurança, apresentando risco de danos a saúde dos operadores.
- Existe grande e iminente risco de desenvolvimento de doenças ocupacionais nos operadores destas máquinas, além do risco de acidentes.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília, DF, 2013. 148 p.
- ALMEIDA, S.F.; ABRAHÃO, R.F.; TERESO, M.J.A. Avaliação da exposição ocupacional à vibração de corpo inteiro em máquinas de colheita florestal. *Cerne*, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2015.
- ARAÚJO, G. M. **Normas regulamentadoras comentadas: legislação de segurança e saúde no trabalho**. Editora GVC, v. 1, 10^a ed., 2013, 1.400 p
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. São Paulo, SP, BRACELPA, 2009. Relatório Anual 2008/2009. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/index.html>>. Acesso em: 18 abri. 2018.
- AYBEK, A.; KAMER, H. A.; ARSLAN, S. Personal noise exposures of operators of agricultural tractors. **Applied Ergonomics**, v. 41, p. 274-281, 2010.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70; 1979.
- BARRETO, E.A.; TERESO, M.J.A; ABRAHÃO, R.F. Projeto de cabine de unidade mecânica de auxílio à colheita da cana-de-açúcar (unimac cana) com base na ergonomia. *Ciência Rural*, v. 43, n. 5, p. 823-830, 2013.
- BURLA, E. R. **Mecanização de atividades silviculturais em relevo ondulado**. Belo Oriente: Cenibra, 2001.
- FERNANDES, H.C.; BRITO, A.B.; MINETTE, L.J.; SANTOS, N.T.; RINALDI, P.C.N. Avaliação ergonômica da cabine de um trator florestal. **Rev. Ceres**, v. 57, n.3, p. 307-314, 2010.
- FERNANDES, H.C.; BRITO, A.B.; SANTOS, N.T.; MINETTE, L.J.; RINALDI, P.C.N. Análise antropométrica de um grupo de operadores brasileiros de “*feller-buncher*”. **Sci. For.**, v. 37, n. 81, p. 17-25, 2009.
- FIEDLER, N. C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira**. Viçosa: UFV, 1995. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal - Universidade Federal de Viçosa).
- FONTANA, G. **Avaliação ergonômica do projeto interno de cabines de Forwarders e Skidders**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2005. 80 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz).
- FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. **Apostila didática no 3 – Tratores Agrícolas**. Jaboticabal, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/deptos/engenharia/furlani/apostila_nr3/tratores.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2018.
- GELLERSTEDT, S. (Ed.). **European ergonomic and safety guidelines for forest machines**. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 2006. 101 p.
- GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man: an ergonomic approach**. London: Taylor and Francis, 1982. 379 p.

- GUEDES, I.L.; MINETTE, L.J.; SILVA, E.P.; SOUZA, A.P. Avaliação dos níveis de ruído e vibração na atividade de coveamento semimecanizado em região montanhosa. **Engenharia na Agricultura**, v. 18, n. 1, p. 9-12, 2010
- IIDA, I. **Ergonomia** – Projeto e produção. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. 465 p.
- INDUSTRIA BRASILEIRA DE ARVORES - IBA. Relatório 2017 – ano base 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em 25 Maio. 2018.
- LIMA, J.S.S.; SOUZA, A.P.; MACHADO, C.C.; OLIVEIRA, R.B. Avaliação de alguns fatores ergonômicos nos tratores “Feller-Buncher” e “Skidder” utilizados na colheita de madeira. Viçosa, SIF. 2005. **Rev. Árvore**, v. 29, n.2, p. 291-298.
- MACEDO, R. B. **Segurança, saúde, higiene e medicina do trabalho**. Curitiba, PR: IESDE Brasil, 2012. 160 p.
- MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S. **O setor florestal brasileiro e a colheita florestal**. In: MACHADO, C. C. Colheita florestal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p. 293-309.
- MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. Viçosa. 2002. 468p.
- MASHADI, B.; NASROLAHI, H. Automatic control of a modified tractor to work on steep side slopes. **Journal of Terramechanics**, Oxford, Inglaterra, v. 46, p. 299-311, 2009.
- MATTOS, U. A. O.; MÁSCULO, F. S. **Higiene e segurança do trabalho para engenharia da produção**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2011, 420p.
- MENDONÇA FILHO, W. F. de. Análise Operacional de Colheitadeiras Florestais. **Revista Floresta e Ambiente**. UFRRJ. Rio de Janeiro. v.7, n. 1, jan/dez 2000, p.265-278.
- MEDEIROS, J. V.; JURADO, S. R. Acidentes de trabalho em madeireiras: uma revisão bibliográfica. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 2, p.87-96, 2013.
- MENDONÇA JUNIOR, H. P.; ASSUNÇÃO, A. A. Associação entre distúrbios do ombro e trabalho: breve revisão de literatura. **Rev. Bras. Epidemiol**, v. 8, n. 2, 2005, p. 167-176.
- MERINO, G.S.A.D.; TEIXEIRA, C.S.; SCHOENARDIE, R.P.; MERINO, E.A.D.; GONTIJO, L.A. Usability in product design - the importance and need for systematic assessment models in product development – Usa-Design Model (U-D). **Work**, v. 41, n. 1, p. 1045-1052, 2012.
- MINETTE, L.J. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. Viçosa: UFV, 1996. 211 p. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal - Universidade Federal de Viçosa).
- MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P.; SILVA, E.P.; MEDEIROS, N.M. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista Ceres**, **55**(1): 066-073, 2008.
- MURRELL, H. **Ergonomics: man in his working environment**. New York: Chapman and Hall, 1979. 496 p.
- NOGUEIRA, M. M.; LENTINI, M. W.; PIRES, I. P.; BITTENCOURT, P. G.; ZWEEDE, J. C. **Procedimentos simplificados em segurança e saúde no trabalho do manejo florestal**. Belém, PA: Instituto Floresta Tropical - Fundação Floresta Tropical, 2010, 80 p.

- PAIVA, H. N.; JACOVINE, L. A. G.; TRINDADE, C.; RIBEIRO, G. T. **Cultivo de eucalipto: Implantação e manejo**. 2ª ed., Viçosa: UFV, 2011, 354 p.
- ROCHA, B. P. L.; VIEIRA, G. C.; ALVES, T. F.; FREITAS, L. C.; BRITO, G. S. Percepção dos trabalhadores quanto as variáveis ergonômicas das máquinas florestais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2434-2440, 2012.
- ROZIN, D.; SCHLOSSER, J.F.; WERNER, V. Conformidade dos comandos de operação de tratores agrícolas nacionais com a norma NBR ISO 4253. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 1014–1019, 2010.
- SANT'ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra de Minas Gerais. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 115- 121, 2002.
- SEIXAS, F. Avanços tecnológicos e impasses na colheita florestal. **Visão Agrícola**, v. 2, n. 4, p. 83-86, 2005.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (SBS). **Fatos e Números do Brasil Florestal** – 2008. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>. Acesso em: 19 maio. 2018.
- SILVA, E.P.; MINETTE, L.J.; SANCHES, A.L.P.; SOUZA, A.P.; SILVA, F.L.; MAFRA, S.C.T. Prevalência de sintomas osteomusculares em operadores de máquina de colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 739-745, 2014.
- SILVA, J.L. **Identificação dos riscos associados ao corte semimecanizado na conversão de áreas, para implantação de florestas comerciais**. 2013. 53 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- SILVA, E. P.; COTTA, R. M. M.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; VIEIRA, H. A. N. F. **Diagnóstico das condições de saúde de trabalhadores envolvidos na atividade em extração manual de madeira**. *Revista Árvore*, v. 34, n. 3, p. 561-565, 2010.
- SILVA, E. P.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; BAÊTA, 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.
- SCHETTINO, S. **Avaliação dos aspectos ergonômicos dos principais equipamentos utilizados na colheita florestal mecanizada**. Curitiba: PUC-PR, 2010. Dissertação (Pós graduação em engenharia de segurança do trabalho – Pontifícia Universidade Católica do Paraná).
- SCHETTINO, S.; CAMPOS, J.C.C.; MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P. Work precariousness: ergonomic risks to operators of machines adapted for forest harvesting. **Revista Árvore**, 2017; 41(1): e410109.
- SKOGFORSK – The forestry research institute of Sweden. **Ergonomic guidelines for forest machines**. Uppsala, Sweden: Swedish National Institute for Working Life, 1999. 86 p.
- SOUTO, D. F. **Saúde no trabalho: uma revolução em andamento**. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2009. 336 p.

TEWARI, V.K.; DEWANGAN, K.N. Effect of vibration isolators in reduction of work stress during field operation of hand tractor. **Biosystems Engineering**, v. 103, n. 2, p. 146-158, 2009.

THAME, A. C. M. Reserva Legal. **Revista Opiniões sobre o setor de florestas plantadas**. dez. 2009/fev.2010. Disponível em: <http://www.revistaopinioes.com.br/cp/edicao_materias.php?id=31>. Acesso em: 21 maio 2018.

VALVERDE, S. R. et al. Reflexões sobre o Mercado da Madeira de *Eucalyptus spp.* no Brasil. **Revista da Madeira**, Viçosa, v. 15, n. 87, fev. 2005. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=704&subject=Eucalipto&title=Mercado da madeira de eucalipto no Brasil>. Acesso em: 12 maio 2018.