

Aspectos ergonômicos da colheita florestal mecanizada: uma revisão bibliográfica

Stanley SCHETTINO (Universidade Federal de Minas Gerais) schettino@ufmg.br
Jelvis Santos MACHADO (Universidade Federal de Minas Gerais) jelvismachado@gmail.com

Resumo:

Neste trabalho é apresentada uma revisão da literatura sobre os aspectos ergonômicos da colheita florestal mecanizada, realizada com consulta a artigos em revistas, livros didáticos, dissertações, teses, projetos e navegações pela internet, que abordam essa questão. A pesquisa concentrou-se em publicações direcionadas ao tema, usando como palavras chave: mecanização florestal; colheita florestal; ergonomia florestal; saúde do trabalhador; doenças ocupacionais; acidentes de trabalho. O período definido para a pesquisa foi de 1979 a 2018. Foi possível verificar que, destarte o elevado grau de mecanização das atividades de colheita florestal, as máquinas ainda apresentam lacunas ergonômicas e que se faz necessário a adequação dessas máquinas às condições físicas dos operadores brasileiros; que existem iminentes riscos de desenvolvimento de patologias ligadas a coluna vertebral, lombalgia, hérnia de disco, distúrbios musculoesqueléticos e doenças psicossociais em seus operadores; e que tais patologias estão relacionadas a condicionantes como alta demanda de tempo dos operadores nas mesma tarefa e posicionamento, atividades repetitivas de alta exigência cognitiva e motora, exposição a ruídos, gases, vibrações, má adequação de assentos, cabines e acesso ao maquinário.

Palavras chave: Ergonomia, Condições de trabalho, Saúde ocupacional, Mecanização florestal.

Ergonomic aspects of mechanized forest harvest: a bibliographic review

Abstract

This paper presents a review of the literature on the ergonomic aspects of the mechanized forest harvest, which is carried out with reference to articles in journals, textbooks, dissertations, theses, projects and navigations through the internet. The research focused on publications directed to the subject, using as keywords: forest mechanization; forest harvesting; forest ergonomics; worker's health; occupational diseases; accidents at work. The period defined for the research was from 1979 to 2018. It was possible to verify that, since the high degree of mechanization of the forest harvesting activities, the machines still present ergonomic gaps and that it is necessary to adapt these machines to the physical conditions of the Brazilian operators; that there are imminent risks of developing pathologies related to the vertebral column, low back pain, herniated disc, musculoskeletal disorders and psychosocial diseases in its operators; and that such pathologies are related to conditioning factors such as high demand of operators' time in the same task and positioning, repetitive activities of high cognitive and motor requirements, exposure to noise, gases, vibrations, poor seat adequacy, cabins and access to machinery.

Key-words: Ergonomics, Working conditions, Occupational health, Forest mechanization.

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 agrícolas 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 (IBÁ 2017).

A percepção dessa nova oportunidade de mercado levou grandes empresários a investirem nestes meios de produção. A colheita florestal conseguiu apresentar um crescimento significativo tanto para o mercado interno quanto para as exportações devido a iniciativa da mecanização na colheita de 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 no país. Em 2016, o Brasil liderou o ranking global de produtividade florestal, com uma média de 35,7 m³/ha ao ano para os plantios de eucalipto e 30,5 m³/ha ao ano nos plantios de pinus. O setor chegou a empregar no mesmo ano 510 mil pessoas diretamente (IBÁ 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) e Assunção; Câmara (2011), 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 colheita florestal ainda é detentora de altos índices de acidentes fatais em meio ao dia a dia de trabalho (NOGUEIRA et al., 2010, ASSUNÇÃO; CAMARA, 2011).

Com o desenvolvimento da indústria mecânica verificado nos últimos tempos, os sistemas de colheita semimecanizados puderam ser substituídos por sistema mecanizados, utilizando máquinas de grande porte, mais eficazes e produtivas para esta atividade (MACHADO et al., 2014).

As primeiras máquinas usadas na colheita de madeira, na verdade, eram produto da adaptação feita em equipamentos em uso no mercado agrícola e industrial (MENDONÇA FILHO, 2000). De acordo com Rozin et al. (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 as 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.

Desta forma, este estudo teve como objetivos analisar, por meio de revisões bibliográficas, as diferentes percepções e conclusões a respeito das condições ergonômicas oferecidas pelo maquinário utilizado na colheita florestal mecanizada.

2. Material e métodos

São vários os caminhos possíveis para a reflexão a respeito da produção de conhecimento pertinente a uma área de estudo. Neste estudo foi realizada uma revisão bibliográfica a partir de uma abordagem qualitativa, de forma a tratar das condições de trabalho na colheita florestal no Brasil, sendo as condições ergonômicas disponíveis ao operador da colheita mecanizada, o principal tema revisado.

Como as análises dos estudos são predominantemente de cunho qualitativo, não se objetiva chegar aos temas através da utilização de medidas, mas sim interpretar os sentidos das ideias centrais de cada autor e, por fim, propor uma sintetização comum entre elas. No entanto, antes de chegarmos a análise qualitativa dos artigos, foi realizada a caracterização do conjunto de produção a partir da frequência de temáticas abordadas.

A análise qualitativa dos conteúdos dos artigos foi realizada a partir de uma adaptação da técnica de análise de conteúdo, modalidade temática, descrita por BARDIN (1977), de forma que as temáticas e núcleos de sentido integram um mesmo processo analítico.

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica realizada por meio de consulta na base de dados SciELO (Scientific Electronic Library Online) e no Banco de Teses da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, usando como palavras chave: mecanização florestal; colheita florestal; ergonomia florestal; saúde do trabalhador; doenças ocupacionais; acidentes de trabalho. O período definido para a pesquisa foi de 1979 a 2018. Foram incluídos todos os artigos que relatavam investigações originais sobre o assunto, excluindo revisões sistemáticas e meta análises.

3. 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, partindo 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, momento em que a área plantada passou de 400 mil hectares (ha) no final dos anos 60 para 6 milhões de ha em 1994. A partir dos anos 90 observou-se um significativo crescimento desse setor impulsionando a produção cada vez mais preenchida por mão de obra mais especializada e o desenvolvimento de novas tecnologias (MACHADO et al., 2014).

Segundo Valverde et al. (2005), as espécies florestais exóticas, como as dos gêneros Pinus e Eucalyptus, se adaptaram tão bem no Brasil e graças à avançada tecnologia silvicultural brasileira alcançam 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 de colheita florestal (SBS, 2008).

Segundo dados da Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ (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.

Ainda, a partir dos anos 90, observou-se uma ampla expansão da colheita mecanizada, sendo inseridas nesse setor produtivo grandes máquinas florestais provenientes de países da América do Norte e Europa, principalmente. Para o processo da colheita da madeira, normalmente é empregado um sistema combinado de tratores florestais, tais como os conjuntos feller buncher com skidder e harvester com forwarder.

Como observado por SANT'ANNA, (2014) os métodos escolhidos para a colheita dependem de vários fatores que devem ser levados em conta, como econômicos uma vez que este limitará a dimensão do projeto devido ao elevado custo para mecanizar a colheita, além dos fatores topográficos que irão impor suas limitações a instalação em terrenos ondulados.

4. A colheita florestal mecanizada

Dentre as definições para colheita florestal, o mais completo é o que diz que este processo é um conjunto de operações efetuadas em meio ao ambiente florestal que visa extrair, preparar e levar a madeira até o local de transporte, utilizando de técnicas e padrões específicos, com finalidade de transformá-la em produto final (MACHADO et al., 2014). Os autores ainda dividem todo este processo em etapas ou sub processos da colheita em: corte (derrubada, desgalhamento e processamento ou traçamento); descascamento (quando executado no campo), extração e carregamento.

Segundo Machado et al. (2014), o sistema de colheita de madeira, no que se refere à forma da matéria prima, pode ser dividido em cinco sistemas:

- Sistema de Toras Curtas: se caracteriza por todos os trabalhos subsequentes ao corte serem realizados no próprio local da derrubada. No Brasil, é um sistema muito usado devido ao baixo impacto negativo ao meio ambiente, no tocante ao solo.
- Sistema de Toras Longas ou Fuste: neste caso, o desgalhamento e o destopo da árvore são feitos no local do corte, mas as operações complementares de traçamento e descascamento são realizadas à beira das estradas circundantes ao talhão ou em pátios intermediários. É um sistema muito utilizado em terrenos planos e suavemente ondulados e pode ser considerado um dos mais baratos quando mecanizado.
- Sistema de Árvores Inteiras: nesse sistema a árvore é removida do talhão, sem raízes, logo após o corte, para um local previamente estabelecido, onde é realizado o processamento completo, porém é um sistema que requer alto índice de mecanização, mas com a vantagem de poder ser utilizado em terrenos planos e acidentados.
- Sistema de Árvores Completas: como o nome sugere, as árvores são retiradas inclusive com as raízes, nos casos em que as mesmas apresentam valor comercial, como com árvores de

alta concentração de resina ou com propriedades consideradas medicinais.

- Sistema de Cavaqueamento: neste caso, as árvores são derrubadas, desgalhadas, destopadas, descascadas e cortadas em cavacos dentro do próprio talhão, posteriormente são extraídas e transportadas à indústria.

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 da colheita, elevando seu nível de produtividade (SILVA et. al. 2010).

Entretanto, a mecanização traz consigo riscos à saúde dos operadores dessas máquinas. Furlani e Silva (2006) afirmam que o maquinário usado na mecanização florestal deve possuir boa aderência, estabilidade, manobrabilidade, oferecer comodidade e segurança para o operador (ergonomia). A atividade de operação de máquinas agrícolas e florestais engloba dois fatores importantes, o operador e a máquina, constituindo assim a relação homem-máquina. A ergonomia e a segurança no posto de operação agem sobre essa relação buscando a eficiência da realização do trabalho com o menor risco possível ao trabalhador. Quando o sistema homem-máquina é ineficaz o operador pode ser exposto a elevada carga de trabalho, física e/ou mental, ocasionando perda na produtividade e na qualidade do trabalho, aumentando a ocorrência de acidentes e o desenvolvimento de doenças ocupacionais (RINALDI et al., 2008).

5. A ergonomia no processo de mecanização florestal

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

Segundo Rozin et al. (2010), o operador destas máquinas adaptadas fica exposto 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, devendo 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 às necessidades psicofisiológicas dos trabalhadores (IIDA, 1995). Entretanto, em geral, tais aspectos não são observados nos projetos de máquinas adaptadas para a colheita florestal (SCHETTINO et al., 2017).

Atualmente as máquinas utilizadas no Brasil com maior frequência no processo de colheita florestal pelas grandes indústrias, principalmente de celulose e papel, são os chamados tratores florestais arrastadores os *skidders*; os tratores abatedores – *feller bunchers*; o traçador mecânico ou garra traçadora, tratores transportadores ou auto-carregáveis – *forwarders*; *slingshot* (cabecote de corte e processamento) e o trator florestal colhedor – *harvester*. Sendo estes

tratores importados de países como Estados Unidos, Canadá e Suécia (BELMONTE, 2005).

Com isso percebe-se a necessidade do aprendizado constante nas operações destas máquinas dotadas de grande aporte tecnológico. As empresas do setor florestal devem estar sempre capacitando seus operadores, num processo complexo que envolve vários aspectos simultaneamente, como aspectos emocionais, culturais, cognitivos, orgânicos e até mesmo, psicossociais (ALMEIDA et al., 2015). O treinamento para novas habilidades, segundo Iida (1995), 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.

No Brasil, a legislação trabalhista exige dos empregadores ou equiparados que seus trabalhadores usem determinados dispositivos para proteção contra possíveis acidentes quando executando suas atividades e alguns requisitos ergonômicos são especificados pela Norma Regulamentadora (NR) 17 para os postos de trabalho. A NR-17 – Ergonomia, do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelece parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 1990).

Ainda, foi aprovada em 2005 a NR-31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura. Tem por objetivo 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 (BRASIL, 2005).

Referente a NR 17, Mattos; 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) destaca 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.

Diante da importância das atividades florestais, considerando o número de trabalhadores envolvidos e a escassez de pesquisas aplicadas nesta área, ressalta-se a importância da avaliação ergonômica durante o trabalho e a consequente aplicação de seus resultados. Essa avaliação pode levar a um conhecimento detalhado sobre o trabalho florestal onde, a partir desses conhecimentos, poderá haver subsídios para a busca de condições mais seguras no ambiente de trabalho, melhorando a atividade da pessoa que a realiza, e proporcionando-lhe maior conforto levando, assim, ao aumento do bem-estar e da segurança no trabalho (BATISTA et al., 2014).

A preocupação com o bem-estar, saúde e segurança do ser humano no trabalho, seja este pesado ou leve, vem se acentuando no decorrer dos últimos anos, o que se justifica, visto que quando o trabalho apenas representa uma obrigação ou necessidade, a situação é desfavorável, tanto para o empregado quanto para o empregador (GRANDJEAN, 1988). A busca de soluções para esses fatores leva os pesquisadores a se utilizarem dos conhecimentos da segurança do trabalho por meio da ergonomia para resolver esses problemas.

6. Riscos ergonômicos e condições de trabalho dos operadores

Algumas das condições de exposição discutidas entre diferentes autores destacam o contato direto com os equipamentos de corte, desproteção da queda da árvore e adoção de posturas inadequadas por parte dos trabalhadores (CANTO et al., 2007; SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2010; MEDEIROS; JURADO, 2013).

Devido à expansão dos métodos mecanizados utilizados na colheita florestal, as avaliações ergonômicas das máquinas florestais têm sido solicitadas com maior frequência. Nos processos produtivos do setor florestal, existe 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); cada qual com suas vantagens e, ou dificuldades técnicas, operacionais, de segurança e ergonômicas.

Sob a ótica da segurança do trabalho, pode-se diagnosticar que o aumento de absenteísmo na colheita florestal 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 constantemente expostos a 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 (MINETTE, 1996).

Não diferente de outros processos automatizados, a mecanização da colheita florestal propicia a doenças oriundas do trabalho repetitivo e monótono, atrelados a possíveis lesões por esforço repetitivo e estresse ocupacional, conhecidas como lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho - LER/DORT (ARAÚJO, 2013). A NR 31 prevê que a empresa florestal, ou o produtor florestal, deve custear exames médicos aos funcionários, que devem ser realizados com certa periodicidade, conforme determinado na avaliação dos riscos ocupacionais. Entretanto a não constância do cumprimento dessas normas se torna frequente e vem sendo verificada em diferentes regiões do País (SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2010).

Foi discutido por Silva et al. (2013) em um de seus estudos, a associação dos fatores de riscos psicossociais e organizacionais intrínsecos à ocorrência de LER/DORT, em operadores de harvester e forwarder, em uma empresa florestal. Foram discutidos nesse estudo fatores como riscos organizacionais ao trabalho noturno, posturas inadequadas, hora extra, repetitividade na operação e pausas para descanso mal definidas ou não padronizadas. Dentre os fatores abordados vale destacar o desgaste dos ligamentos e tendões e as desordens musculoesqueléticas ocasionadas por meio dos movimentos repetitivos gerados pelo manuseio dos joysticks, condição de trabalho que visivelmente pode transparecer a não apresentar riscos.

A maioria das máquinas utilizadas na colheita florestal no Brasil são importadas, conseqüentemente foram adaptadas as condições ergonômicas da região em que foram fabricadas. Desta maneira, a grande maioria desse maquinário está em desacordo com fatores antropométricos, clima, vegetação e relevo brasileiro (FIEDLER, 1995).

Com relação as diferenças antropométricas, Fernandes et al. (2009) avaliaram um grupo de operadores de feller buncher com o objetivo de comparar as medidas destes operadores com as observadas em operadores dos Estados Unidos, local de fabricação da máquina em estudo. Como conclusões deste estudo foi percebido que o biotipo de operadores brasileiros e norte-americanos são estatisticamente diferentes, apontando para a necessidade de ajustes no posto

de trabalho, sendo o principal deles correspondente às dimensões do assento, propondo possibilidade de regulagem e ajuste do mesmo. Assentos de postos de trabalho devem atender a necessidades como altura ajustável, borda frontal arredondada e encosto com forma adaptada ao corpo, protegendo a região lombar, assim como determina a NR 17 (BRASIL, 1990).

Schettino (2010) avaliou as condições ergonômicas dos tratores florestais harvester e forwarder. Dentre as avaliações foram feitas classificações do nível de acomodação ergonômica segundo a lista de verificação (*checklist*) de Almqvist et al. (2006). Esta listagem avaliou o acesso a cabine, comandos e instrumentos, assento, cabine, climatização da cabine, visibilidade, ruído, vibração e exaustão de gases e poeira. Ao final do estudo, concluiu que essas máquinas, embora apresentem elevado padrão tecnológico e tenham contribuído para redução da carga física de trabalho dos trabalhadores envolvidos nos processos de colheita de madeira, além de contribuir para a redução dos índices de acidentes, ainda apresentam, em maior ou menor intensidade, riscos ergonômicos aos operadores. Ainda, que para redução dos riscos ergonômicos levantados, devem ser realizados estudos adicionais visando adaptar os projetos ergonômicos de alguns itens das máquinas analisadas ao perfil antropométrico dos trabalhadores brasileiros, quais sejam: acesso às cabines, comandos e instrumentos e assentos.

Outro estudo, desta feita em tratores feller buncher e skidder utilizados na colheita florestal foi elaborado por Lima et al. (2005), concluindo que: o acesso ao posto de operação foi classificado como médio no trator feller buncher e bom no skidder, em virtude do grau de dificuldade apresentado, como altura, número dos degraus e ângulo de abertura das portas; o assento foi considerado bom nos tratores, em função das regulagens presentes, como em relação ao volante e de maneira a minimizar a vibração no corpo do operador em razão da sua massa; e o posto do operador do trator feller buncher foi classificado como médio, em virtude de o espaço livre na plataforma de apoio ser de 30% da área total. O espaço aumentaria se os comandos dos pedais fossem colocados em joystick. No skidder, o espaço útil da plataforma é de 55%, considerado como bom.

Minette et al. (2008) avaliaram o posto de trabalho em 13 máquinas florestais e destacaram as piores condições de acesso para o feller buncher. Ainda, que há necessidade de intervenção ergonômica nos postos de trabalho dos operadores de máquinas de colheita florestal, proporcionando assim adaptação das condições de trabalho às características dos operadores.

Rocha et al. (2012), com o objetivo avaliar os níveis de satisfação de trabalhadores, quanto as variáveis ergonômicas de máquinas florestais (harvester, forwarder, skidder e feller buncher), concluíram que operadores se mostraram satisfeitos com relação às variáveis ergonômicas analisadas, sendo o feller buncher a máquina que apresentou os melhores índices. A iluminação foi o quesito que apresentou o menor grau de satisfação entre os trabalhadores. A avaliação mostrou-se como uma ferramenta de auxílio no planejamento ergonômico, permitindo nortear medidas de controle, visando promover melhorias nas condições de saúde e segurança dos trabalhadores bem como no rendimento das operações.

7. Conclusões

Com base nos artigos e literaturas selecionadas foi possível perceber que:

- As máquinas utilizadas na colheita mecanizada, por mais tecnológicas que sejam, ainda apresentam riscos ergonômicos, capazes de ocasionar patologias ligadas a coluna vertebral, lombalgias, hérnias de disco, distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho e doenças psicossociais em seus operadores;
- Estas patologias estão relacionadas a condicionantes como alta demanda de tempo dos

operadores nas mesma tarefa e posicionamento, atividades repetitivas de alta exigência cognitiva e motora, exposição a ruídos, gases, vibrações, má adequação de assentos, cabines e acesso ao maquinário; e

- Ainda, é possível observar que os estudos sobre colheita mecanizada, de modo geral, concordam que as máquinas ainda apresentam lacunas ergonômicas e que se faz necessário a adequação dessas máquinas às condições físicas dos operadores brasileiros, sendo também importante dar continuidade aos estudos que visem buscar uma melhor condição ergonômica em máquinas importadas, considerando o perfil antropométrico dos operadores brasileiros.

Referências

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.

ALMQVIST, R.; GELLERSTEDT, S.; TOBISH, R. *Ergonomic checklist for forest machines*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 2006. 23 p.

ARAÚJO, G. M. *Normas regulamentadoras comentadas: legislação de segurança e saúde no trabalho*. Editora GVC, v. 1, 10ª ed., 2013, 1.400 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. *Relatório Anual 2008/2009*. São Paulo, SP, BRACELPA, 2009. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/index.html>>. Acesso em: 18 abri. 2018.

ASSUNÇÃO, A. A.; CÂMARA, G. R. *A precarização do trabalho e a produção de acidentes na colheita de árvores*. Caderno CRH, v. 24, n. 62, p. 385-396, 2011.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70; 1979.

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

BELMONTE, G. Z. *Construção de um banco de dados sobre máquinas utilizadas na produção de madeira, na etapa de colheita florestal*. Relatório de Estágio. Universidade Federal de Santa Maria, 2005, Santa Maria, RS. 62 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Portaria nº 3.751, de 23 de novembro de 1990*. Aprova a norma regulamentadora de ergonomia – NR-17. Brasília: MTE: 1990.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Portaria nº 86, de 3 de março de 2005*. Aprova a norma regulamentadora de segurança e saúde no trabalho na agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura – NR-31. Brasil: MTE, 2005.

CANTO, J. L.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; GARLET, A.; CARVALHO, R. M. M. A.; NOCE, R. *Avaliação das condições de segurança do trabalho na colheita e transporte florestal em propriedades rurais fomentadas no Estado do Espírito Santo*. Revista Árvore, v. 31, n. 3, p. 513-520, 2007.

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”*. Piracicaba, Scientia Forestalis., 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).

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_nr3tratores.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2018.

GRANDJEAN, E. *Fitting the task to the man*. London: Taylor e Francis, 1988. 363 p.

IIDA, I. *Ergonomia – Projeto e produção*. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. 465 p.

INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. *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.* Revista *Árvore*, v. 29, n. 2, p. 291-298, 2005.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S. *O setor florestal brasileiro e a colheita florestal.* In: MACHADO, C. C. *Colheita florestal.* 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014. p. 15-45.

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. *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 madeiras: uma revisão bibliográfica.* Revista *Agrogeoambiental, Pouso Alegre*, v. 5, n. 2, p.87-96, 2013.

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*, v. 55, n. 1, p. 66-73, 2008.

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.

RINALDI, P.C.N.; FERNANDES, H.C.; SILVEIRA, J.C.M.; MAGNO JUNIOR, R.G.; MINETTI, L.J. *Características de segurança e níveis de ruído em tratores agrícolas.* Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p. 215-224, 2008.

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, 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. *Corte.* In: MACHADO, C. C. *Colheita florestal.* 3 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2014. p. 74-105.

SCHETTINO, S. *Avaliação dos aspectos ergonômicos dos principais equipamentos utilizados na colheita florestal mecanizada.* Curitiba: PUC-PR, 2010. Monografia (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*, v. 41, n. 1, e410109, 2017.

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.; 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.

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*, v. 37, n. 5, p. 889-895, 2013.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

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.; SOARES, N.S.; LOPES, M.S.; JACOVINE, L.A.G.; NEIVA, S.A. *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.