



Núcleo de Meio Ambiente
 Universidade Federal do Pará
 Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá
 Belém, Pará, Brasil
<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

Hellen Thaís Miléo

Universidade Federal do Oeste do Pará
 hellenmileo@gmail.com

Juliana Mendes de Oliveira

Universidade Federal do Oeste do Pará
 julianameoli@yahoo.com.br

Laura Fernanda de Lima Lobato

Universidade Federal do Oeste do Pará
 laura.fll@hotmail.com

Rommel Noce

Universidade Federal do Oeste do Pará
 noce.rommel@gmail.com

ESTUDO ERGONÔMICO PARA IMPLANTAÇÃO DE SERRARIA PARA USO COMUNITÁRIO NA FLONA DO TAPAJÓS – PA

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo realizar um estudo ergonômico para implantação de serraria para uso comunitário na Floresta Nacional do Tapajós, por meio do levantamento antropométrico dos comunitários, avaliação ergonômica dos trabalhadores em serviço, aplicação de Check-list para a averiguação da qualidade ergonômica e aplicação do questionário nórdico para a verificação da saúde dos trabalhadores. Foi desenvolvido em novembro de 2016. A população estudada foi composta por 100% dos trabalhadores envolvidos nas atividades da serraria, dos quais foram capturadas imagens e vídeos, durante a jornada de trabalho, em seguida foram selecionadas posturas representativas das atividades. Os dados obtidos foram analisados no software 3D SSPP, que indica a simulação dos esforços sofridos em cada grupo de articulações. Como resultado observou-se que a postura do auxiliar de montagem foi a mais prejudicial ao trabalhador. As articulações que sofreram maiores forças atuantes e maior desequilíbrio entre os lados esquerdo e direito, foram: frente do pé, tornozelo, joelho e quadril. A compressão do disco L4/L5 ultrapassou o recomendado apenas na postura de auxiliar de montagem, com maior comprometimento no percentil 95%. Somente as posturas referentes as atividades limpeza pré desdobro, manuseio da serraria móvel- trás e auxiliar de desdobro, foram consideradas aceitáveis no balanço corporal. As articulações que apresentaram menores percentuais de capazes foram a do joelho, quadril e tornozelo, com maior comprometimento para o percentil 95%. Observou-se ainda que 75% dos trabalhadores avaliaram as condições de trabalho como ruins e as maiores queixas relatadas pelos mesmos foram decorrente a dores na coluna lombar (42,9%).

PALAVRAS-CHAVE: Ergonomia florestal, Serraria ergonômica, Saúde no trabalho.

Recebido em: 2017-10-29
 Avaliado em: 2017-11-13
 Aceito em: 2017-11-15

ERGONOMIC STUDY FOR SAWMILL IMPLANTATION FOR COMMUNITY USE IN FLONA OF TAPAJÓS - PA

ABSTRACT: The aim of this study was to carry out an ergonomic study for the implementation of sawmill for community use in the Tapajós National Forest, by means of anthropometric survey of the community members, ergonomic evaluation of the workers in service, checklist application for the determination of the ergonomic quality and application of the Nordic questionnaire for the verification of workers' health. It was developed in November 2016. The study population consisted of 100% of the workers involved in the activities of the sawmill, from which images and videos were captured during the working day, after which representative positions were selected. The obtained data were analyzed in 3D SSPP software, which indicates the simulation of the stresses suffered in each group of joints. As a result, it was observed that the posture of the assembly assistant was the most detrimental to the worker. The joints that suffered major forces and greater imbalance between the left and right sides were: front of the foot, ankle, knee and hip. The L4 / L5 disc compression exceeded the recommended one only in the assembling position, with a greater compromise in the 95% percentile. Only the postures related to pre-deployment cleaning activities, handling of the mobile sawmill and auxiliary de-folding were considered acceptable in the body balance. The joints that presented lower percentages of capable were those of the knee, hip and ankle, with greater compromise for the 95% percentile. It was also observed that 75% of the workers evaluated the working conditions as bad and the biggest complaints reported by them were due to pain in the lumbar spine (42.9%).

KEYWORDS: Ergonomics, Ergonomic sawmill, Health at work.

ESTUDIO ERGONÓMICO PARA IMPLANTACIÓN DE ASERRADEROS PARA USO COMUNITARIO EN LA FLONA DEL TAPAJÓS – PA

RESUMEN: Este trabajo tuvo por objetivo realizar un estudio ergonómico para implantación de aserraderos para uso comunitario en el Bosque Nacional del Tapajós, a través del levantamiento antropométrico de los comunitarios, evaluación ergonómica de los trabajadores en servicio, aplicación de Check-list para la averiguación de la calidad ergonómica y aplicación del cuestionario nórdico para la verificación de la salud de los trabajadores. Fue desarrollado en noviembre de 2016. La población estudiada fue compuesta por el 100% de los trabajadores involucrados en las actividades de la serraría, de los cuales fueron capturadas imágenes y videos, durante la jornada de trabajo, luego fueron seleccionadas posturas representativas de

las actividades. Los datos obtenidos fueron analizados en el software 3D SSPP, que indica la simulación de los esfuerzos sufridos en cada grupo de articulaciones. Como resultado se observó que la postura del auxiliar de montaje fue la más perjudicial para el trabajador. Las articulaciones que sufrieron mayores fuerzas actuantes y mayor desequilibrio entre los lados izquierdo y derecho, fueron: frente del pie, tobillo, rodilla y cadera. La compresión del disco L4 / L5 superó lo recomendado sólo en la postura de auxiliar de montaje, con mayor compromiso en el percentil 95%. Sólo las posturas referentes a las actividades limpieza previa desdoblado, manejo de la serraria móvil trasera y auxiliar de desdoblamiento, fueron consideradas aceptables en el balance corporal. Las articulaciones que presentaron menores porcentajes de capaces fueron la de la rodilla, cadera y tobillo, con mayor compromiso para el percentil 95%. Se observó que el 75% de los trabajadores evaluaron las condiciones de trabajo como malas y las mayores quejas relacionadas por los mismos se debieron a dolores en la columna lumbar (42,9%).

PALABRAS CLAVES: Ergonomía forestal, Aserradero ergonómico, Salud en el trabajo.

INTRODUÇÃO

A Cooperativa Mista da Flona do Tapajós – COOMFLONA foi criada em 2005, pelos extrativistas moradores da unidade de conservação (UC) Floresta Nacional do Tapajós, com objetivo de viabilizar o manejo florestal sustentável de produtos madeireiros e não madeireiros dentro da UC (SILVA-RIBEIRO et al., 2014). O processo de operacionalização da COOMFLONA é gerido com autonomia pelos próprios cooperados, todos de origem tradicional das comunidades da Floresta Nacional do Tapajós.

Atualmente, a COOMFLONA movimentada, cerca de quatro milhões de reais por ano provenientes da comercialização de madeira que gera trabalho e renda para 212 cooperados.

É responsável pelo manejo de mais de 1000 ha por ano se tornando referência de sucesso para o Brasil e para a América Latina (ESPADA; VASCONCELOS SOBRINHO, 2015). Sendo portanto, a principal fonte de renda e benefícios sociais para as comunidades tradicionais amazônicas existentes na Floresta Nacional do Tapajós.

Em 2013, a cooperativa recebeu a certificação FSC (Forest Stewardship Council) 100% comunitário, expandindo sua aceitação no mercado e abrindo portas para exportação (COOMFLONA, 2014).

Com o selo, a COOMFLONA busca comprovar que a madeira extraída é proveniente de um manejo responsável social, ambiental e economicamente, e assim atingir um mercado mais exigente, preocupado com a origem do produto. A procura por madeira cresceu significativamente com a certificação, no entanto a maior procura é por madeira serrada. Com isso, surgiu a necessidade de implementar uma serraria para processar a madeira em tora e acessar mercados externos e internos com tal exigência, já que os cooperados contam apenas com uma serraria móvel.

As atividades florestais em geral, assim como nas serrarias, são realizadas em ambientes desfavoráveis, onde os trabalhadores são expostos à condições adversas, seja em locais com

ruído e temperatura elevados ou realizando atividades com uso de equipamentos e ferramentas que exijam esforços físicos e posturas inadequadas (FIEDLER et al., 2007; VOSNIAK et al., 2010; BARBOSA et al., 2014), dependendo da maneira que tais atividades são executadas, os trabalhadores são levados a levantar cargas com pesos acima dos limites toleráveis (MINETTE et al., 2015;), causando grandes dispêndios energéticos e comprometendo sua saúde.

Segundo Silva et al. (2008) e Fiedler et al. (2009) ao adotar más posturas ou manusear equipamentos mal projetados, ainda que em um período curto de tempo, podem causar danos ao sistema músculo-esquelético. No entanto, há fatores ergonômicos que podem ser introduzidos ou adaptados de forma a contribuir para a redução do impacto que a tarefa exige (SOUZA et al., 2015).

A ergonomia se dedica a estudar o relacionamento entre homem e seu trabalho visando intervenções e

projetos que busquem a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas, para melhor adaptação do trabalho ao homem (IIDA, 2005). Utilizando-se da antropometria, que se trata do estudo das medidas físicas do corpo, como ferramenta para auxiliar no desenvolvimento de postos de trabalhos adaptados aos trabalhadores (FERNANDES et al., 2009), assim como afirma Oliveira et al. (2011), as medidas antropométricas são essências para projeção de postos de trabalho, equipamentos, móveis, entre outros.

Portanto, para a implantação de uma serraria dentro da Flona do Tapajós, faz-se necessário um estudo, abrangendo desde a avaliação ergonômica dos trabalhadores, até a elaboração de padrões ergonômicos de maquinário, que respeitem as normas de segurança do trabalho. Sabendo-se que na área florestal é muito frequente a ocorrência de lombalgias, comprometendo cerca de 30,5% dos trabalhadores (ALVES et al., 2006), principalmente por conta de

más posturas, levantamento de cargas excessivas, bem como pela projeção incorreta de postos de trabalhos (SILVA et al., 2007), reiterando a importância de estudos preliminares à sua concepção.

Segundo Britto et al. (2014), a elaboração de postos de trabalhos adaptados as necessidades do corpo humano aumentam consideravelmente o conforto, a saúde, o bem-estar e o desempenho dos indivíduos, como demonstra Minette et al. (2007a) em seu trabalho sobre avaliação de níveis de conforto em máquinas de colheita florestal, quando aplicado estudos ergonômicos percebeu-se que o rendimento dos trabalhadores aumentou e os índices de doenças ocupacionais e acidentais diminuiram.

A ergonomia tem contribuído para melhoria das condições de trabalho (MINETTE et al., 2007b), aumento da produtividade e qualidade do produto final (CARMO et al., 2010), porém em muitos países trata-se de um conceito novo por conta da sua pouca utilização

e baixos investimentos em pesquisa (FONTANA; SEIXAS, 2007; BRITTO et al., 2015). É notório os grandes benefícios que os estudos ergonômicos podem trazer, principalmente quando ocorrem antes da concepção dos postos de trabalho, permitindo assim que este seja mais adequado às necessidades dos indivíduos que irão usufruir do espaço, diminuindo as consequências nocivas ao trabalhador.

Diante disto, este trabalho tem como objetivo geral realizar estudo ergonômico para implantação de serraria para uso comunitário na Floresta Nacional do Tapajós – PA.

MATERIAL E MÉTODOS

REGIÃO DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido em novembro de 2016, na Floresta Nacional do Tapajós, localizada no Estado do Pará, no município de Belterra, ao longo da Rodovia Santarém Cuiabá BR 163, possui uma área de aproximadamente 540.000 ha (GONÇALVES; SANTOS, 2008), foi

criada pelo Decreto 73.684 de 19/02/74, gerenciada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Tem por coordenada geográfica 2°45'S e 4°15'S e 54°45'O e 55°30'O (GOUVEIA, 2015). O clima na região é do tipo Am, na classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25,5 °C, sendo que as chuvas se concentram nos meses de janeiro a maio, ocasionando uma precipitação média anual de 1.820 mm. A vegetação do local é classificada como Floresta Ombrófila Densa, caracterizada pela dominância de indivíduos arbóreos de grande porte (GOUVEIA, 2015).

POPULAÇÃO ESTUDADA

A população pesquisada foi composta por 100% dos trabalhadores envolvidos nas atividades da serraria, totalizando 7 trabalhadores, todos do sexo masculino, com idade média de 39 anos, distribuídos nas seguintes atividades: operador de serraria portátil; auxiliar do operador, empilhador, operador de skidder.

LEVANTAMENTO ANTROPOMÉTRICO DOS COMUNITÁRIOS

O levantamento antropométrico foi realizado com todos os 7 comunitários envolvidos nas atividades da serraria. Foram tomadas medidas antropométricas estáticas de estatura e massa com o auxílio de uma balança e um estadiômetro. As medidas antropométricas auxiliaram no uso do software 3D SSPP.

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS TRABALHADORES EM SERVIÇO ATRAVÉS DO SOFTWARE 3D SSPP

Foram capturadas imagens e vídeos dos trabalhadores durante a jornada de trabalho com uso de máquina fotográfica. Em seguida foram selecionadas imagens representativas das atividades desenvolvidas na serraria, conforme a Quadro 1.

O equipamento utilizado pelos comunitários é uma serraria portátil da marca Lucas Mil, modelo 827.

Os dados contendo os ângulos das articulações, bem como estatura e massa, foram carregados no software 3D SSPP – 3D Static Strength Prediction Program (UNIVERSIDADE DE MICHIGAN, 2009) que indica a simulação dos esforços sofridos em cada grupo de articulações dos trabalhadores com valores das forças atuantes em Newtons (N). O programa também prediz a força de compressão no disco entre as vértebras L4/L5, indicando se ultrapassou o limite recomendado de 3426 N.

O programa também fornece o percentual de capazes para cada grupo de articulação, que diz respeito a porcentagem de indivíduos que seriam capazes de executar determinada atividade sem causar comprometimento a sua saúde.

Quadro 1. Posturas selecionadas para avaliação biomecânica.

	<p>Postura 1 - limpeza pós desdobro: Postura: tronco levemente inclinada com o joelho direito flexionado, braço direito esticado e esquerdo flexionado. Atividade: Limpeza da serragem do local após o desdobro da madeira.</p>
	<p>Postura 2 - limpeza pré desdobro: Postura: Pé esquerdo paralelo ao chão, e direito levemente levantado, tronco extremamente curvado, mãos na altura da cabeça, joelhos flexionados. Atividade: Limpeza da tora de madeira antes do desdobro, raspagem da casca morta.</p>
	<p>Postura 3 – auxiliar de montagem: Postura: Pés paralelos ao chão, tronco inclinado para baixo, mãos na altura do chão, joelhos levemente flexionados. Atividade: Auxiliar na montagem da serraria móvel.</p>
	<p>Postura 4 - manuseio da serraria portátil - frente: Postura: Tronco levemente inclinado para frente, braços estendidos para frente, pé direito na frente do esquerdo, joelho direito flexionado. Atividade: Manuseio da serraria móvel com movimentos para frente.</p>
	<p>Postura 5 - manuseio da serraria portátil - trás: Postura: Tronco suavemente inclinado para trás, mãos esticadas para frente, pé direito na frente do esquerdo, joelhos levemente flexionados. Atividade: Manuseio da serraria móvel com movimentos para trás.</p>
	<p>Postura 6- auxiliar de desdobro: Postura: Tronco agachado levemente inclinado para frente, pés paralelos, mãos na altura do chão e joelhos flexionados. Atividade: Auxiliar na chegada de uma nova tora para desdobro.</p>

Fonte: Miléo (2016)

CHECK-LIST

Para verificação da qualidade ergonômica dos trabalhadores e seus postos de trabalho foi utilizado o *check-list* proposto por Couto (1995), composto de 10 perguntas relacionadas a jornada de trabalho dos

trabalhadores da serraria. Cada pergunta é norteadada a repostas sim ou não que ao final foram enquadradas dentro do escore, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Critério de interpretação do Check-list.

Pontuação	Classificação
10 pontos	Condição ergonômica excelente
7 a 9 pontos	Boa condição ergonômica
5 a 7 pontos	Condição ergonômica razoável
3 a 5 pontos	Condição ergonômica ruim
Menos de 3 pontos	Condição ergonômica péssima

Fonte: Couto (1995).

QUESTIONÁRIO NÓRDICO

Foram aplicados questionários para a verificação da saúde dos trabalhadores, utilizou-se o questionário nórdico proposto por Lida (2005), composto por perguntas relacionadas a ocorrência de sintomas de dor e desconforto em diferentes partes do corpo (pescoço, ombros, cotovelo, punhos e mão, coluna dorsal e lombar, quadris/coxas, joelhos e tornozelos/pés), referentes aos doze

meses e aos sete dias anteriores a pesquisa, além da ocorrência de afastamento das atividades no último ano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

LEVANTAMENTO ANTROPOMÉTRICO DOS COMUNITÁRIOS.

De acordo com o levantamento antropométrico realizado com os comunitários da serraria, foi possível estabelecer os percentis 5%, 50% e

95%, representando o universo amostral onde no menor percentil (5%) há a possibilidade de 5% da população estar abaixo da amostragem

pesquisada e no maior percentil (95%), 5% acima (Tabela 3). Os trabalhadores apresentaram estatura média de 1,67 m e massa de 68,9 kg.

Tabela 3. Percentil 5%, 50% e 95% para estatura e massa.

Percentil	Estatura (m)	Massa (Kg)
5%	1,56	61,90
50%	1,69	76,60
95%	1,74	78,60

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS TRABALHADORES EM SERVIÇO ATRAVÉS DO SOFTWARE 3D SSPP.

A partir da análise feita pelo software 3D SSPP das forças atuantes em cada grupo de articulação, para cada posição, obtivemos os seguintes resultados médios:

Forças atuantes nos membros superiores

Percebeu-se que a variação entre os lados direito e esquerdo não foram pronunciadas nos membros superiores, para quase todas as posturas estas forças se equivaleram (Figura 1).

Observou-se na Figura 1-A que a postura que apresentou maior esforço na mão tanto esquerda quanto direita foi a terceira (auxiliar de montagem), com 300 N em cada, seguido da postura 5 (manuseio da serraria portátil – trás) com 50 N em cada mão, postura 1 (limpeza pós desdobro) com 20,10 N na mão esquerda e 24,30 N na mão direita e postura 6 (auxiliar de desdobro) com 5 N em cada mão. A postura 2 (limpeza pré-desdobro) não apresenta esforços nas mãos e a postura 4 (manuseio da serraria portátil – frente) apresentou força atuante somente na mão direita (1,7 N). A postura 3

apresentou maior sobrecarga nas mãos devido ao esforço necessário para levantar a tora de madeira.

A postura que teve maior esforço nos pulsos (Figura 1-B) foi de auxiliar de montagem (postura 3), apresentando 304,17 N em cada pulso, decorrente da força atuante sobre as mãos vista na Figura 1-A, se mostrando prejudicial ao trabalhador, levando em conta que somente 13% dos trabalhadores são capazes de desempenhar essa atividade sem risco para os pulsos. Seguida pela postura 5 com 54,17 N em cada pulso, postura 1 com 15,9 N no pulso esquerdo e 20,1 N no pulso direito, postura 6 com 9,17 N em ambos os pulsos, postura 2 com 4,27 N em cada pulso e postura 4 com 4,17 N no pulso esquerdo e 2,4 N no direito.

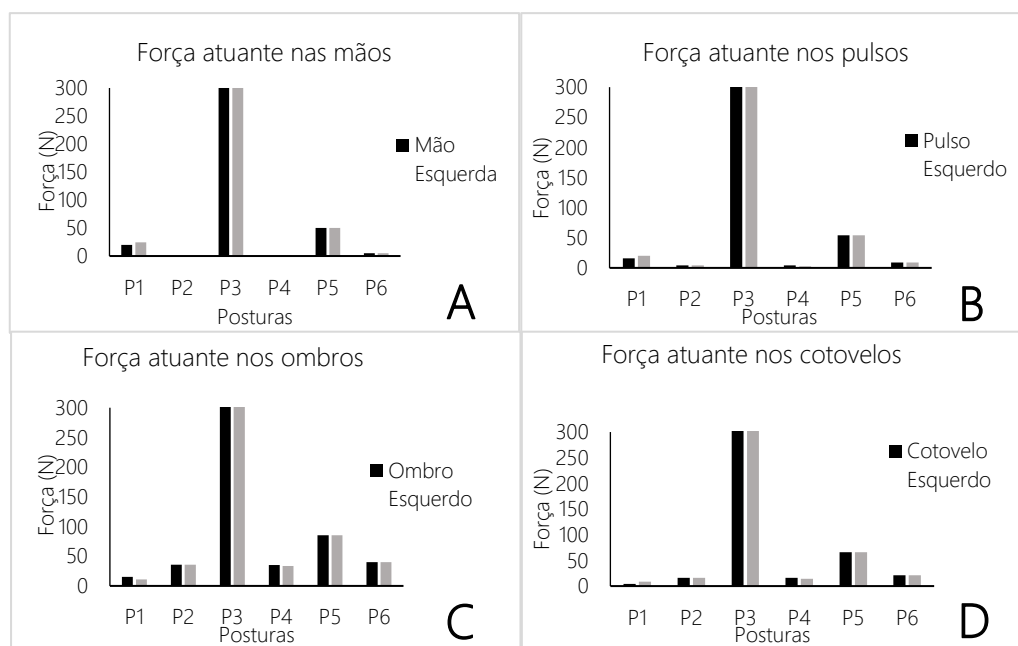
A partir da Figura 1- C entende-se que a postura de auxiliar de montagem (postura 3) apresentou maiores esforços nos cotovelos, com 315,80 N de força atuante e um percentual de capazes de 51%, a postura que apresentou menor sobrecarga foi a de limpeza pós desdobro (postura 1) com 4,30 N no

cotovelo esquerdo e 8,5 no cotovelo direito. As demais posturas apresentaram 16,20 N em ambos os cotovelos na postura de limpeza pré desdobro (postura 2), a postura 4 de manuseio da serra portátil – frente obteve 15,8 N no cotovelo esquerdo e 14 N no direito, o manuseio da serra portátil – trás (postura 5) teve 65,80 N de força atuante em cada cotovelo e a sexta postura 20,8 N.

Observou-se que a maior sobrecarga nos ombros (Figura 1-D) é visualizada na atividade de auxiliar de montagem (postura 3) com 335,03 N de força atuando em cada ombro, a menor sobrecarga aconteceu na atividade de limpeza pós desdobro (postura 1) com 15,00 N no ombro esquerdo e 10,80 N no ombro direito.

Temos que para todos os grupos de articulação dos membros superiores a atividade de auxiliar de montagem foi a que se mostrou mais dispendiosa para o trabalhador, visto que nesta postura foram observadas as maiores forças atuantes.

Figura 1. Forças atuantes nos membros superiores.



Onde: A) Força atuante nas mãos; B) Força atuante nos pulsos; C) Força atuante nos ombros; D) Força atuante nos cotovelos.

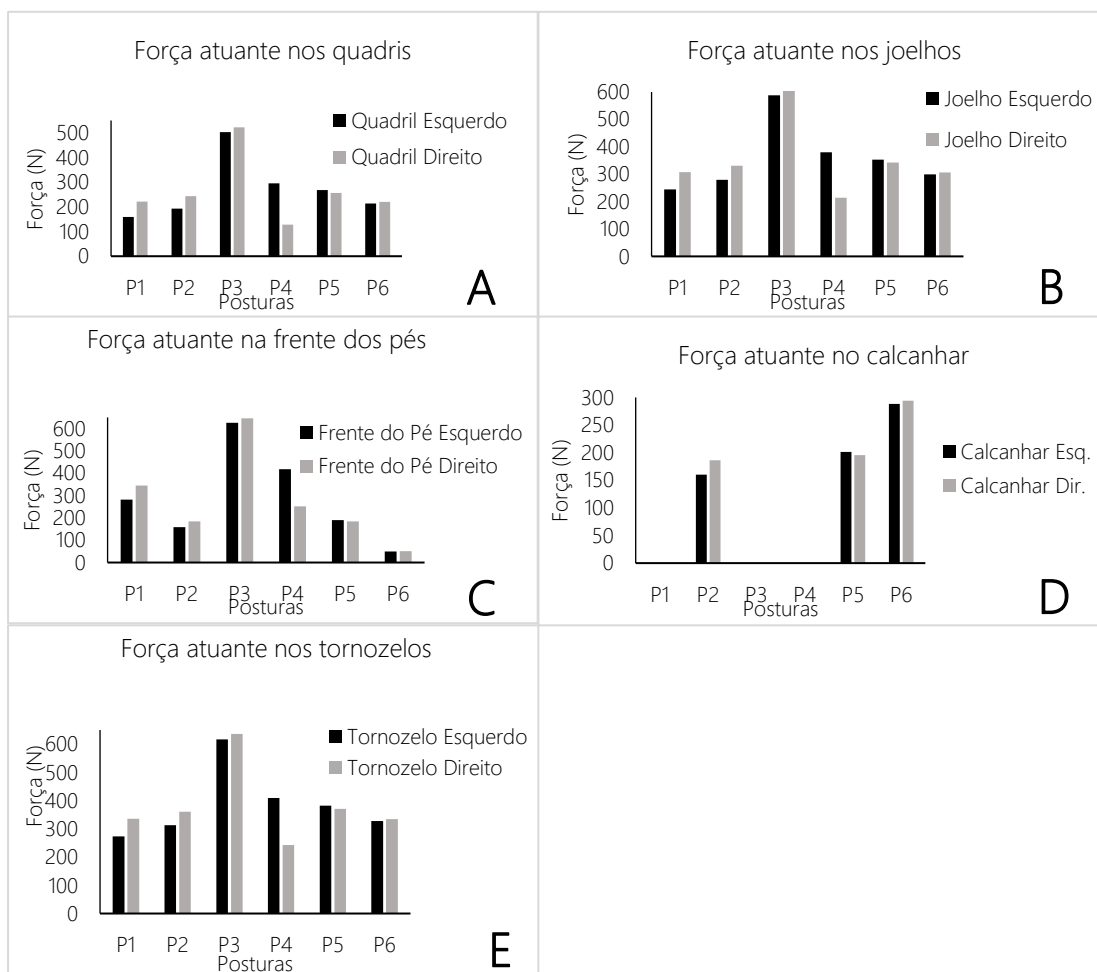
Fonte: Miléo (2017).

Forças atuantes nos membros inferiores

Nos membros inferiores percebe-se maiores variações entre lado esquerdo e direito, pois os mesmos sofrem de acordo com a flexão dos joelhos, posição dos pés e inclinação da coluna (Figura 2). O desequilíbrio que estas variações causam no balanço corporal é muito prejudicial e geram posturas aceitáveis ou inaceitáveis. São classificadas como aceitáveis as

posturas que apresentam um bom equilíbrio desses parâmetros, e que requerem pouco dispêndio energético do trabalhador para se manter. As posturas com balanço corporal inaceitável não devem ser mantidas por um longo período de tempo ou repetitivas vezes, pois são potencialmente lesivas ao corpo humano.

Figura 2. Forças atuantes nos membros inferiores.



Onde: A- Força atuante nos quadris. B- Força atuante nos joelhos. C- Força atuante na frente dos pés. D- Força atuante nos calcanhares. E- Força atuante nos tornozelos.

Fonte: Miléo (2017).

Na Figura 2-A temos que a postura que indicou maior desequilíbrio entre os lados do quadril foi a de manuseio da serraria portátil - frente (postura 4), sendo 294,87 N no quadril esquerdo e 128,1 N no direito, uma diferença de 166,77 N, apresentando um percentual de capazes de 83%. A postura que

obteve menor desequilíbrio nos quadris foi a de auxiliar de desdobro (postura 6), apresentando uma diferença de apenas 6,47 N de um lado para outro. No entanto, a postura que obteve maior esforço nos quadris foi a de auxiliar de montagem (postura 3), com 503,63 N no quadril esquerdo e 522,07 N no

direito com percentual de capazes de 46%.

Nos joelhos (Figura 2-B), observa-se que a postura da atividade manuseio da serraria portátil - frente (postura 4) apresentou maior desequilíbrio entre os lados direito e esquerdo, com 380,23 N de sobrecarga do joelho esquerdo e 213,5 N no joelho direito, a postura 6 (auxiliar de desdobro) foi a mais equilibrada entre as demais. Considerando a sobrecarga exercida na articulação, a postura 3 (auxiliar de montagem) foi a que apresentou maior esforço, ultrapassando 600 N no joelho direito e apenas 23% de percentual de capazes.

Na Figura 2-C observamos que a postura 4 foi a que apresentou maior desequilíbrio entre a frente do pé direito e esquerdo, apresentando uma diferença de a sobrecarga entre os lados de 166,77 N. A postura 6 se mostrou bem equilibrada na frente dos pés com uma variação de sobrecarga de apenas 0,90 N entre os lados. A postura 3 foi a que apresentou maior força atuando na variável em questão,

com 626,10 N na frente do pé esquerdo e 645,60 N na frente do pé direito, quando comparado as demais articulações estes foram os maiores valores encontrados, ou seja, dentre todas as variáveis e posturas analisadas a frente do pé da postura 3 foi a que apresentou maior sobrecarga exercida.

Com relação as forças atuantes nos calcânhares as posturas apresentaram pouca variação entre os lados direito e esquerdo (Figura 2 - D), sendo que a postura 2 (limpeza pré desdobro) foi a que apresentou maior desequilíbrio, o calcânhar esquerdo obteve sobrecarga de 160,37 N e o direito de 186,00 N, uma diferença de 25,63 N. A postura 6 (auxiliar de desdobro) foi a que apresentou maior sobrecarga nos calcânhares tanto no esquerdo com 288,20 N, como no direito com 293,73 N. As posturas 1, 3 e 4 não apresentaram sobrecarga nos calcânhares.

Observa-se que a postura que apresentou maior desequilíbrio de sobrecarga entre o tornozelo esquerdo e direito foi a postura 4 de manuseio da

serraria móvel - frente (Figura 2 – E), com 408,83 N no tornozelo esquerdo e 242,1 N no direito, e a postura onde os tornozelos estão mais equilibrados é a de auxiliar de desdobro (postura 6). A postura que maior sofreu esforços foi a postura de auxiliar de montagem (postura 3), onde ambos os tornozelos apresentaram sobrecarga de mais de 600 N e 24% de percentual de capazes.

Segundo Silva et al. (2008) o levantamento de cargas, comum nas atividades florestais, podem sobrecarregar as articulações dos membros inferiores dos trabalhadores, podendo ocasionar sérios danos, como desgaste articular, tendinites, lesões e até ruptura de ligamento, principalmente no joelho, tornozelo e quadril. Observamos resultados semelhantes, onde o tornozelo e joelho sofreram compressões maiores que 600 N.

Balço corporal

Dentre as posturas analisadas três delas foram consideradas aceitáveis, sendo elas as posturas limpeza pré

desdobro (postura 2), manuseio da serraria móvel- trás (postura 5) e auxiliar de desdobro (postura 6). As posturas de limpeza pós desdobro (postura 1) e de manuseio da serraria móvel – frente (postura 4) foram consideradas críticas, ou seja, com potencial risco de lesão. Somente a postura de auxiliar de montagem (postura 3) foi considerada inaceitável, demonstrando-se uma postura lesiva aos trabalhadores.

Compressão do disco L4/L5

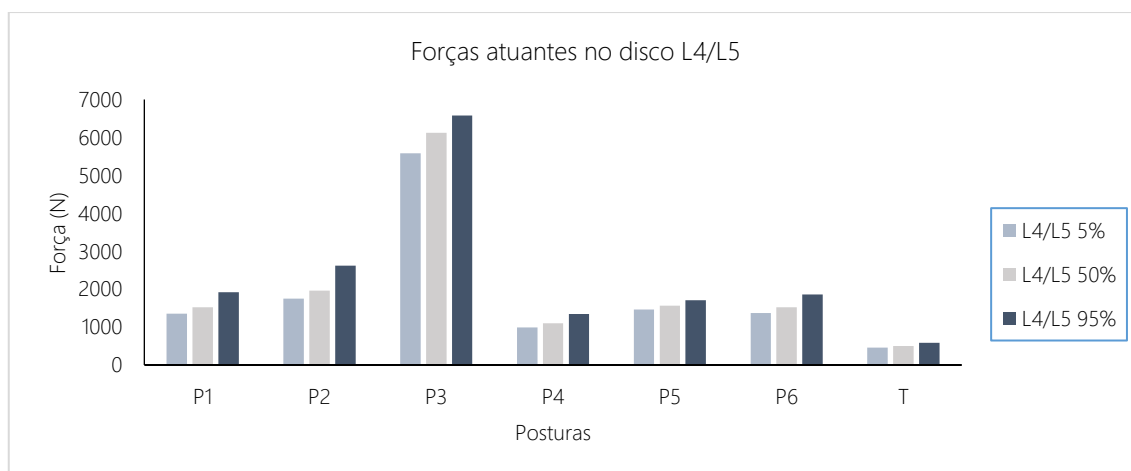
Para a análise de compressão adotou-se como testemunha a posição do trabalhador em pé com os braços paralelos ao corpo, uma postura neutra onde a compressão do disco seria a mínima para cada um dos percentis. Observa-se na Figura 3 que a postura de auxiliar de montagem (posição 3) foi a que apresentou maior compressão total do disco L4/L5 para os diferentes percentis, ultrapassando o valor recomendado pelo programa (3426 N), com valores absolutos de 5580,4 N (5%), 6118,3 N (50%) e 6581,1 (95%). A menor compressão do disco foi

observada na postura de manuseio da serraria móvel – frente (postura 4), correspondente aos valores de 990,9 N (5%), 1096,8 N (50%) e 1345,1 N (95%).

Quando comparadas aos valores das testemunhas 460, 3 N (5%), 497,5 N (50%) e 586,2 N (95%), vemos que a compressão no disco exercida por todas as posturas é superior a posição neutra, demonstrando que estas posturas são potencialmente lesivas aos trabalhadores, forças excessivas de compressão podem provocar distúrbios na coluna vertebral, ocasionando dores muito fortes e incapacitantes, levando ao afastamento temporário e até mesmo permanente dos funcionários

tendo em vista a impossibilidade de desenvolver atividades pesadas (COUTO, 1995). Vale ressaltar que o percentil 95%, em todas as posturas, foi o que apresentou maiores desgastes, o que corrobora com o trabalho desenvolvido por Britto et al. (2014), sobre avaliação biomecânica de trabalhadores de diferentes estaturas em atividades florestais, no qual identificou que os trabalhadores de maior estatura (percentil 95%) foram mais afetados na execução das atividades. Os postos de trabalho devem ser repensados de maneira a adequar-se as diferentes estaturas.

Figura 1. Compressão dos discos L4/L5 da coluna vertebral para as diferentes posturas.



Percentual de capazes

O percentual de capazes nos indica a porcentagem de trabalhadores que poderiam ser capazes de desempenhar determinada atividade, sem risco de lesão. Percebemos na Figura 4, que os menores percentuais de capazes foram encontrados na postura de auxiliar de montagem (postura 3), para todos os grupos de articulações, isto se deve ao fato de que nesta postura o trabalhador se agacha carregando um peso superior ao limite recomendado de 23 kg (NIOSH, 1994), sendo que no pulso apenas 13% dos indivíduos estudados seriam capazes de executar a atividade. Observando o joelho desta mesma postura, somente 23 % dos trabalhadores executariam esta posição. Com relação ao tornozelo apresentou 24% de percentual de capazes, no tronco 33% e no quadril 46%. O esforço exercido pelo trabalhador para mover a tora de madeira do chão é tão grande que poucos trabalhadores conseguiriam executar esta atividade sem risco de lesão, comprometendo principalmente o pulso. Na postura 2 de limpeza pré desdobro, o percentual de capazes para o joelho foi de 33%, por conta do esforço para agachar.

As demais posturas e articulações apresentaram percentuais superiores a 80%,

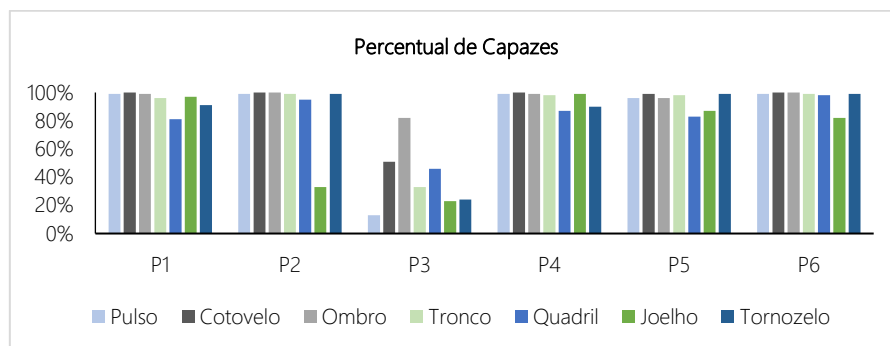
porém nenhuma postura apresentou 100% de capazes para todos os grupos de articulação, o que não é o ideal. O ideal seria é que todas as posturas e para cada grupo de articulação o percentual de capazes fosse de 100%, onde todos os trabalhadores estariam aptos a realizar todas as atividades sem riscos à sua saúde.

Dos grupos de articulação analisados pelo programa as articulações que apresentaram menores percentuais de capazes, entre todas as posturas, foi a do joelho, quadril e tornozelo, ou seja, correm mais riscos de lesão nas diferentes posturas.

Caso também observado no trabalho desenvolvido por Nascimento et al. (2016), onde averiguou a situação ergonômica dos trabalhadores em atividade de desdobro em serraria móvel, constatou que as articulações mais prejudicadas foram o quadril, joelhos e tornozelo, apresentando 65% de percentual de capazes para o quadril.

Quando observado os percentis 5%, 50% e 95%, referentes a estatura e massa, percebemos que o percentil que apresentou menor percentual de capazes foi o de 95%. O que indica que os trabalhadores dentro desse percentil apresentam maiores riscos de lesões para as articulações estudadas.

Figura 4. Percentual de capazes para as diferentes posturas.



CHECK-LIST

De acordo com os dados obtidos com o check-list de Couto (1995), 75% dos trabalhadores avaliaram as condições de trabalho como ruins, e 25% avaliaram como razoável. Nenhum trabalhador classificou condição ergonômica boa ou excelente. O que nos remete à necessidade de avaliação dos postos de trabalhos para propor melhorias, pois o desconforto é um indicador de risco.

Apesar do diagnóstico, todos os trabalhadores relataram o uso de EPIs (equipamento de proteção individual), e pausas obrigatórias durante a jornada de trabalho, assim como local adequado para necessidades fisiológicas. Recomenda pausas frequentes e menores, pois facilita a

recuperação do trabalhador e ajuda a manter o ritmo de trabalho, indica-se que sejam distribuídas durante a jornada de trabalho e não concentradas em uma pausa longa.

As maiores queixas foram decorrentes dos esforços sofridos pelo trabalho, como por exemplo, posições forçando membros inferiores, repetitividade dos movimentos e esforços na coluna.

QUESTIONÁRIO NÓRDICO

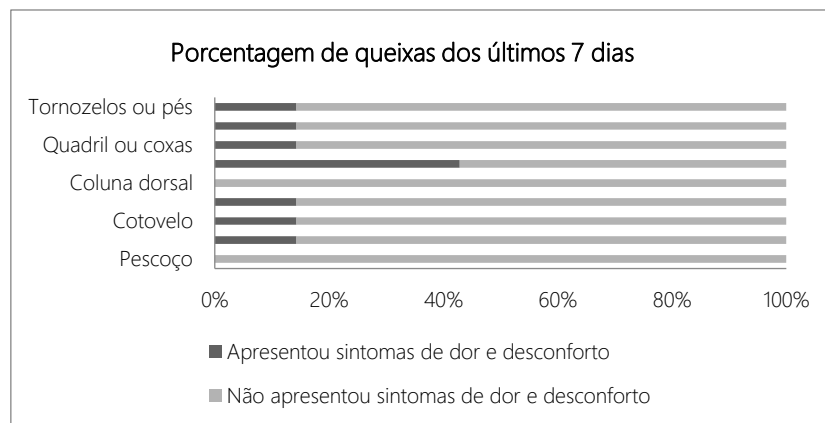
O questionário nórdico foi aplicado para todos os trabalhadores da serraria, visando identificar sintomas de dor e desconforto no período de 12 meses e de 7 dias anteriores a pesquisa, além do afastamento, no último ano, por conta

de fatores relacionados as atividades desenvolvidas na serraria.

Nos últimos 7 dias 14,3% dos trabalhadores queixaram-se de dores nos ombros, cotovelos, punhos/mãos, quadris/coxas, joelhos e tornozelos/pés, porém as maiores queixas foram decorrentes à coluna lombar (42,9%), comum entre os trabalhadores da área florestal, o que colabora para o

aparecimento de lombalgias entre os trabalhadores. De acordo com Alves et al. (2006) a grande ocorrência de lombalgia no setor florestal é decorrente da adoção de posturas inadequadas no levantamento e manuseio de carga, além da própria execução de atividades corriqueiras da área (Figura 5).

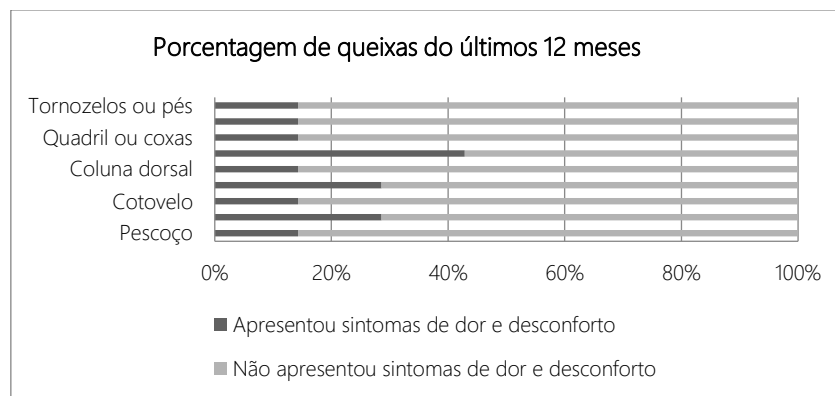
Figura 5. Porcentagem de desconforto apresentado pelos trabalhadores nos últimos 7 dias.



Com relação aos últimos 12 meses 14,3% dos trabalhadores queixaram-se de dores e desconfortos nos tornozelos/pés, joelhos, quadril/coxas, coluna dorsal, cotovelo e pescoço (Figura 6), 28,6% apresentaram

sintomas de dor ou desconforto nos punhos/mãos, e ombro, e 42,9% na coluna lombar, no entanto, nenhum trabalhador deixou de exercer sua atividade devido a qualquer problema relacionado.

Figura 6. Porcentagem de desconforto apresentado pelos trabalhadores nos últimos 12 dias.



CONCLUSÃO

Através da avaliação ergonômica dos trabalhadores concluímos que a postura de auxiliar de montagem foi a mais prejudicial ao trabalhador.

As articulações que sofreram maiores forças atuantes e maior desequilíbrio entre os lados direito e esquerdo foram: frente do pé (645,60 N), tornozelo (636,03 N), joelho (607,47 N) e quadril (522,07 N).

A compressão do disco L4/L5 ultrapassou o recomendado apenas na postura de auxiliar de montagem (6581,1 N), com maior comprometimento no percentil 95%.

Somente as posturas referentes as atividades limpeza pré desdobro, manuseio da serreria móvel- trás e

auxiliar de desdobro, foram consideradas aceitáveis no balanço corporal.

Os menores percentuais de capazes foram observados na atividade de auxiliar de montagem, apresentando maiores riscos para as articulações do pulso (13%), joelho (23%), tornozelo (24%) nesta postura, com relação as demais posturas as articulações que apresentaram menores percentuais de capazes foram a do joelho, quadril e tornozelo, ou seja, correm maiores riscos de lesão nas diferentes posturas, com maior comprometimento para o percentil 95%.

Com a avaliação do check-list observou-se que 75% dos

trabalhadores avaliaram as condições de trabalho como ruins e 25% como razoável, nenhum trabalhador classificou condição ergonômica boa ou excelente. A partir da análise do questionário nórdico temos que a maior queixa relatada foi decorrente a dores na coluna lombar (42,9%), não houveram afastamentos por qualquer problema relacionado ao trabalho, nos últimos 12 meses.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. U.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; GOMES, J. M.; SILVA, K. R.; MARÇAL, M. A.; SILVA, E. P. Avaliação biomecânica de atividades de produção de mudas de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 331-335, 2006.
- BARBOSA, R. P.; FIEDLER, N. C.; CARMO, F. C. A.; MINETTE, L. J.; SILVA, E. N. Análise de posturas na colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 733-738, 2014.
- BRITTO, P. C.; LOPES, E. S.; DRINKO, C. H. F.; GONÇALVES, S. B. Fatores Humanos e Condições de Trabalho em Atividades de Implantação e Manutenção Florestal. **Floresta e ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 4, p. 1-9, 2015.
- BRITTO, P. C.; LOPES, E. S.; LAAT, E. F.; FIEDLER, N. C. Avaliação biomecânica de trabalhadores de diferentes estaturas nas atividades de Plantio e Adubação Florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 191-196, 2014.
- CARMO, M. D.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica da operação de aplicação de gel em duas empresas florestais. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 3, n. 1, p. 210-223, 2010.
- COOPERATIVA MISTA DA FLONA DO TAPAJÓS. COOMFLONA, 2014. Disponível em: <http://webtapajos.com.br/verdeflona/?page_id=440>. Acesso em: 12 out. 2016.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo, 1995. v. 1, 353 p.
- ESPADA, A. L. V.; VASCONCELLOS SOBRINHO, M. Manejo comunitário e governança ambiental para o desenvolvimento local. **Administração Pública e Gestão Social**, v.7, n. 4, p.169-177, 2015.
- 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". **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 17-25, 2009.
- FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. M. L. S.; GATTO, A. C.; LOPES, E. S.; OLIVEIRA, J.

T. S. Avaliação das condições do ambiente de trabalho em atividades poda de árvore. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 19-24, 2007.

FIEDLER, N. C.; WANDERLEY, F. B.; NOGUEIRA, M.; OLIVEIRA, J. T. S.; GUIMARÃES, P. P.; ALVES, R. T. Otimização do *layout* de marcenarias no sul do espírito Santo baseado em parâmetros ergonômicos e de Produtividade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.1, p.161-170, 2009.

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

GONÇALVES, F. G.; SANTOS, J. R. Composição florística e estrutura de uma unidade de manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. **Revista Acta Amazônica**, v. 38 p. 229 – 244, 2008.

GOUVEIA, D. M. **Dinâmica e estrutura de espécies arbóreas após a exploração madeireira na floresta nacional do tapajós**. 2015. 117f. Dissertação (Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus. 2015.

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

MINETTE, L. J.; PIMENTA, A. S.; FARIA, M. M.; SOUZA, A. P.; SILVA, E. P.; FIEDLER, N. C. Avaliação da carga de trabalho físico e análise biomecânica

de 13 trabalhadores da carbonização em fornos tipo “rabo-quente”. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 31, n. 31, p. 853-858, 2007.

MINETTE, L. J.; SCHETTINO, S.; SOUZA, V. G. L.; DUARTE, C. L.; SOUZA, A. P. Avaliação biomecânica e da carga física de trabalho dos trabalhadores florestais em regiões montanhosas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 47, p. 541-550, 2015.

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

NASCIMENTO, G. S. P., SOUZA, A. P., MINETTE, L. J., OLIVEIRA, J. M. Avaliação biomecânica de trabalhadores na atividade de desdobro de madeira tropical com serraria móvel, 2016 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 18., 2016, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: MG, 2016. p.6.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. NIOSH. **Applications manual for the revised NIOSH lifting equation**. Cincinnati, OH,:U.S. Dept. of Health and Human Services (NIOSH), Public health Service, 1994. 164 p.

OLIVEIRA, J. M.; LUCIA, R. M. D.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J. NOCE, R. Ergonomia de carteiras escolares e sua influência no estresse físico de alunos

do ensino fundamental. **Estudos em Design**. Rio de Janeiro: v. 19, n. 2, p. 1-15, 2011.

SILVA, E. P.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; BAETA, F. C.; VIEIRA, H. A. N. F. Avaliação biomecânica do trabalho de extração manual de madeira em áreas acidentadas. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 231-235, 2008.

SILVA, E. P.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. Análise ergonômica do trabalho de coveamento semimecanizado para o plantio de eucalipto. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, n. 76, p. 77-83, 2007.

SILVA-RIBEIRO, R. B.; GAMA, J. R. V.; MELO, L. O. Seccionamento para cubagem e escolha de equações de volume para a floresta nacional do

tapajós. **CERNE**. v. 20, n. 4, p. 605-612, 2014.

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

UNIVERSITY OF MICHIGAN. **3D static strength prediction program**. Michigan, 2009. Software.

VOSNIAK, J.; LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C.; ALVES, R. T.; VENÂNCIO, D. L. Avaliação da carga de trabalho físico e da postura na atividade de coveamento semimecanizado em povoamento florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 589-598, 2010.