

Avaliação biomecânica e da carga física de trabalho
dos trabalhadores florestais em regiões montanhosasBiochemical and physical work load evaluation
of forest workers in mountain regionsLuciano José Minette¹, Stanley Schettino², Victor Gomes Lauriano Souza³,
Cristiane Leal Duarte⁴ e Amaury Paulo Souza⁵

Resumo

Este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação biomecânica e da carga de trabalho físico dos trabalhadores nas atividades manuais de plantio e tratos culturais para implantação de florestas em regiões montanhosas. Os dados foram coletados em áreas pertencentes a uma empresa florestal no Estado de Minas Gerais, tendo sido amostrados 45 trabalhadores florestais. Para a avaliação biomecânica foi utilizado o Modelo Biomecânico Bidimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (2DSSPP™), da Universidade de Michigan. Para a avaliação da carga física de trabalho, foi utilizada a carga cardiovascular, conforme metodologia proposta por APUD (1989), a partir do monitoramento da frequência cardíaca dos trabalhadores. Os resultados mostraram que o ambiente de trabalho estudado proporcionava riscos de lesões músculo-esqueléticas e de acidentes aos trabalhadores. A análise biomecânica indicou que todas as atividades avaliadas ultrapassaram a carga-limite recomendada em pelo menos uma fase do ciclo e, ou, em pelo menos uma das articulações estudadas. Na avaliação da carga de trabalho físico, apenas as atividades de plantio florestal manual com chucho e aplicação de herbicida encontram-se dentro dos limites de carga cardiovascular recomendados. Os riscos de lesão encontrados são decorrentes das características intrínsecas das atividades, exigindo posturas com o tronco inclinado e os braços esticados, gerando forças de compressão excessivas sobre o disco L₅-S₁ da coluna vertebral, além da necessidade de o trabalhador se deslocar e transportar cargas em terrenos com declividade acentuada, favorecendo o surgimento de dores musculares causadas por posturas forçadas inadequadas ou ferimentos por quedas.

Palavras-chave: Ergonomia, biomecânica do trabalho, sobrecarga de trabalho, organização do trabalho.

Abstract

This research aimed to perform a biomechanical and physical workload evaluation of workers at manual forest establishment in hilly regions. The data were collected in forests belonging to a forest company in the State of Minas Gerais, with 45 forest workers sampled. For the biomechanical evaluation the Two-Dimensional Biomechanical Model for Predicting Postures and Static Forces (2DSSPP™) of the University of Michigan was used. For the assessment of physical workload, the cardiovascular load was used, according to the methodology proposed by APUD (1989), for heart rate monitoring of workers. The results showed that the investigated working environment provided risks of musculoskeletal injuries and accidents to workers. Biomechanical analyses indicated that all analyzed activities exceeded the recommended load limit in at least one phase of the cycle, or in at least one of the joints studied. In assessing the physical work load, only the activities of manual planting with a planting bar (called "chucho") and herbicide application were within the recommended cardiovascular load limits. The risks of injury found from the intrinsic characteristics of activities, demanded postures with the upper body leaning and arms stretched, generating excessive compressive forces on the L5-S1 spinal disc, due to the need of the worker to move and carry loads on steep slopes, favoring the appearance of muscle pains caused by inadequate forced positions or injuries from falls.

Keywords: Ergonomics, occupational biomechanics, work overload, work organization.

¹Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal. UFV - Universidade Federal de Viçosa - Campus UFV - Centro - 36.570-000 - Viçosa, MG. E-mail: minette@ufv.br.

²Professor convidado no curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. UFV - Universidade Federal de Viçosa - Campus UFV - Centro - 36.570-000 - Viçosa, MG. E-mail: stanley.schettino@oi.com.br.

³Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos. UFV - Universidade Federal de Viçosa - Campus UFV - Centro - 36.570-000 - Viçosa, MG. E-mail: victorlauriano@yahoo.com.br; eng.florestal_cld@yahoo.com.br.

⁴Engenheira Florestal. Pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho. UFV - Universidade Federal de Viçosa - Campus UFV - Centro - 36.570-000 - Viçosa, MG. E-mail: eng.florestal_cld@yahoo.com.br.

⁵Professor Titular do Departamento de Engenharia Florestal. UFV - Universidade Federal de Viçosa - Campus UFV - Centro - 36.570-000 - Viçosa, MG. E-mail: amaury@ufv.br.

INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro vem crescendo a taxas significativas nas últimas décadas (ABRAF, 2012), sendo importante buscar novas alternativas de implantação florestal com sistemas mais adequados para alcançar a sustentabilidade econômica, ambiental e social, garantindo a saúde e a segurança no trabalho. Diante de um cenário de escassez de mão de obra no meio rural, a mecanização das atividades florestais é uma realidade quando se busca o aumento da produtividade e a redução de custos nas empresas florestais. Entretanto, ainda existem diversas situações onde a força humana é imprescindível, principalmente em terrenos com elevadas declividades e a falta de tecnologias para mecanização a custos compatíveis. Tais atividades apresentam elevados dispêndio energético, repetitividade e índices de acidentes de trabalho, além da possibilidade do desenvolvimento de distúrbios osteomusculares (SILVA et al., 2008; FIEDLER et al., 2011; GALEAZZI et al., 2012).

A implantação de florestas de eucalipto envolve um conjunto de operações que pode iniciar com o preparo do terreno e terminar com o último trato cultural do povoamento estabelecido. De acordo com Higa et al. (2000), as etapas geralmente são: limpeza da vegetação, abertura de carregadores e estradas, controle de formigas, preparo do solo (marcação de covas, coveamento, sulcamento, adubação, etc.), plantio e replantio, irrigação e tratos culturais (capinas, roçadas e aplicações de herbicidas). Estas operações podem ser realizadas por métodos manuais, semi-mecanizados ou mecanizados, dependendo da declividade do terreno e de fatores econômicos, ambientais e sociais.

Ao realizar essas atividades manualmente, em terrenos acidentados, de acordo com Espinosa (1999) a carga física de trabalho e as posturas desconfortáveis podem se apresentar como um problema ergonômico, representando um dos principais fatores de risco de lesões para os trabalhadores. O aparecimento de sintomas de fadiga por sobrecarga física depende do esforço desenvolvido, da duração do trabalho e das condições individuais, como estados de saúde, nutrição e condicionamento decorrente da prática da atividade (FIEDLER et al., 2011). À medida que aumenta a fadiga, reduz-se o ritmo de trabalho, atenção e rapidez de raciocínio, tornando o trabalhador menos produtivo e mais sujeito a erros e acidentes (FERREIRA, 2006).

Dependendo da maneira como as atividades florestais são executadas, os trabalhadores são expostos a cargas com pesos acima dos limites toleráveis (FIEDLER, 1998). Ainda, quando o trabalhador adota uma postura forçada por períodos prolongados, existe risco eminente de uma sobrecarga mecânica, que pode desencadear quadros algicos e desequilíbrios de força, colocando em risco, desta forma, a integridade física e psicológica do trabalhador (KISNER; COLBY, 2009).

Estudos demonstram serem grandes os riscos de danos a coluna lombar dos trabalhadores, devido ao posicionamento das costas e as elevadas cargas manuseadas em atividades de plantio e adubação (VOSNIAK et al., 2011). Por sua vez, Britto (2012) ao avaliar biomecanicamente atividades de plantio, adubação, roçada e aplicação de herbicida, concluiu que todas apresentam, em maior ou menor grau, risco de causar injúrias aos trabalhadores, semelhante aos resultados encontrados por Ferreira (2006), que enfatiza a susceptibilidade dos trabalhadores florestais a transtornos patológicos da coluna vertebral.

De acordo com IIDA (2005), o objetivo da biomecânica ocupacional é analisar as interações associadas ao ser humano e o trabalho e as possíveis consequências que implica a partir dos movimentos do sistema musculoesquelético, estudando as posturas e as forças aplicadas. Por sua vez, os limites que um indivíduo pode exercer durante uma atividade física podem ser determinados através da medida dos índices fisiológicos, bem como se torna possível definir, de acordo com a capacidade física do trabalhador, a duração da jornada de trabalho e das pausas, assim como a frequência delas. O limite de carga física de trabalho pode ser calculado indiretamente com base na frequência cardíaca do trabalho ou na carga cardiovascular (APUD, 1989).

Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação biomecânica e da carga de trabalho físico dos trabalhadores nas atividades manuais de plantio e tratos culturais para implantação de florestas em regiões montanhosas, visando à melhoria da saúde, conforto, segurança e bem-estar dos trabalhadores florestais.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Amostragem

Este estudo foi realizado em áreas pertencentes a uma empresa florestal no Estado de Minas Gerais – Brasil, com altitude média de

800 metros. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é Aw - tropical chuvoso de savana, ou seja, inverno seco e chuvas máximas no verão, sendo que a estação chuvosa ocorre entre os meses de outubro e março. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.300 mm. O solo da região foi classificado como Latossolo Vermelho-amarelo álico, textura argilosa e a topografia é ondulada (TONELLO et al., 2006). Os levantamentos de campo foram realizados nos meses de agosto e setembro.

A amostra abrangeu 45 trabalhadores, correspondendo a 100% da população, com idade média de 32,4 anos, peso médio de 68,8 Kg e estatura média de 1,70 m. Todos os trabalhadores foram informados sobre os objetivos e a metodologia do trabalho, tendo assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido estando, portanto, em conformidade com a Resolução nº 196/1996 da Comissão de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde.

As atividades florestais analisadas encontram-se caracterizadas na Tabela 1.

Avaliação Biomecânica do Trabalho

A avaliação biomecânica foi realizada por análise bidimensional, através de fotos e filmagens dos trabalhadores na execução das atividades em diversas posturas. A partir do congelamento dos movimentos, os ângulos formados nas articulações (cotovelo, ombro, coxofemorais, joelho e tornozelo) foram me-

didados, além da força de compressão no disco entre as vértebras Lombar 5 e Sacral 1 (L_5-S_1) da coluna vertebral. Os ângulos, associados às características das forças utilizadas, como magnitude e direção, à quantidade de mãos utilizadas e às características antropométricas de altura e peso da população em estudo, foram empregados para a realização da análise, tendo sido selecionadas as posturas estáticas forçadas e medidos os ângulos para inserção no programa computacional de Modelo Biomecânico Bidimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (2DSSPP™), versão 4.2e, desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 1990). Dentro de cada fase dos ciclos das atividades, foram selecionadas as posturas representativas para serem analisadas biomecanicamente.

O programa computacional forneceu a carga limite recomendada, que corresponde ao peso que mais de 99% dos homens e 75% das mulheres em boas condições de saúde conseguem levantar. Essa carga limite induz a uma força de compressão (Newton) da ordem de 3.426,3 N sobre o disco L_5-S_1 da coluna vertebral, que pode ser tolerada pela maioria dos trabalhadores jovens e em boas condições de saúde.

Avaliação da Carga de Trabalho Físico por Meio da Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca dos trabalhadores foi coletada utilizando equipamento Polar Electro, modelo S610i. O transmissor foi fixado ao tra-

Tabela 1. Descrição das atividades florestais analisadas.
Table 1. Description of forest activities analyzed.

Atividades	Caracterização da atividade
Coveamento manual com enxadão	Abertura de covas previamente demarcadas, com auxílio de enxadão pesando 850 g. Meta de produção 300 covas/dia.
Plantio manual com enxadão	Abertura da cova com auxílio de enxadão pesando 850 g. Preparação do local para aplicação de adubo (sacola com 10 Kg de adubo). Retirada da muda da bandeja (pesando 1,0 Kg e capacidade para 70 mudas), retirada do tubete e introdução da muda na cova. Aplicação do adubo e fechamento da cova. Meta de produção 300 covas/dia.
Plantio manual com chucho	Abertura de cova, com auxílio de chucho pesando 180 g. Preparação do local de aplicação de adubo (sacola com 10 Kg de adubo). Retirada da muda da bandeja (pesando 1,0 Kg e capacidade para 70 mudas), retirada do tubete e introdução da muda na cova. Aplicação do adubo e fechamento da cova. Meta de produção 300 covas/dia.
Plantio manual com plantadora e aplicação de gel	Plantio com auxílio de plantadora manual com reservatório costal para gel (pesando 4,8 Kg e capacidade para 20 litros de gel). Retirada da muda da bandeja (pesando 1,0 Kg e capacidade para 80 mudas), introdução da muda na plantadeira, plantio e deposição de gel próximo a muda. Meta de produção 480 mudas/dia.
Aplicação de calcário	Distribuição de 1,5 Kg de calcário entre plantas, com auxílio de um reservatório com 34,0 Kg e dosador com capacidade e 750 g. Meta de produção 550 plantas/dia.
Distribuição de sulfato de amônia	Distribuição de 1,6 Kg de sulfato de amônia entre plantas, com auxílio um reservatório com 34,0 Kg e dosador com capacidade 1,6 Kg. Meta de produção 550 plantas/dia.
Aplicação de herbicida	Aplicação de herbicida com aplicador costal pesando 5,4 Kg e abastecido com 10 litros de herbicida. Atividade repetida durante o turno de 8 h de trabalho, sem meta de produção fixa.

balhador na altura do tórax, por meio de correia elástica, as frequências emitidas a cada 5 segundos foram captadas e armazenadas pelo receptor de pulso. O conjunto foi instalado após o início da jornada de trabalho e retirado ao término de um período representativo do trabalho para coleta de dados, variando de 24 a 225 minutos, conforme a atividade avaliada.

Desta forma, foi determinada a carga de trabalho físico imposta por cada atividade e estabelecidos os limites aceitáveis para permitir um desempenho contínuo no trabalho, bem para como ajustar a carga de trabalho físico à capacidade dos trabalhadores. Esses dados permitiram calcular a carga cardiovascular, conforme metodologia proposta por APUD (1989). A carga cardiovascular no trabalho corresponde à percentagem da frequência cardíaca durante o trabalho em relação à frequência cardíaca máxima utilizável. O valor desta carga foi calculado pela Eq. 1.

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

CCV = carga cardiovascular, em porcentagem;
FCT = frequência cardíaca de trabalho (bpm);
FCM = frequência cardíaca máxima (220 - idade);
FCR = frequência cardíaca de repouso (bpm).

A frequência cardíaca limite (FCL) (bpm) corresponde a 40% da carga cardiovascular do trabalho (Eq. 2).

$$FCL = 0,40 \times (FCM - FCR) + FCR \quad (2)$$

Quando a carga cardiovascular ultrapassa 40% (acima da frequência cardíaca limite), é necessário reorganizar o trabalho, sendo determinado, de acordo com APUD (1989), o tempo de repouso (pausa) necessário (Eq. 3).

$$Tr = \frac{Ht(FCT - FCL)}{FCT - FCR} \quad (3)$$

Onde:

Tr = tempo de repouso (min);
Ht = duração do trabalho (min).

A partir da carga cardiovascular média pode-se também classificar a atividade em: muito leve, leve, moderadamente pesada, pesada e extremamente pesada, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Classificação da atividade segundo frequência cardíaca média de trabalho.

Table 2. Activity classification according to average heart rate of work.

Frequência Cardíaca Média (bpm)	Classificação da Atividade
< 75	Muito leve
75,1 – 100	Leve
100,1 – 125	Moderadamente pesada
125,1 – 150	Pesada
> 150,1	Muito pesada

Fonte: Adaptado de Couto (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação Biomecânica

A sobrecarga postural e o trabalho estático podem gerar fadiga muscular, transtornos musculoesqueléticos, compressão de estruturas nervosas e até mesmo o agravamento de lesões prévias nos tecidos moles (músculos, ligamentos) dos membros inferiores (COUTO, 1995). Para cada uma das fases das atividades analisadas são mostrados os resultados das análises das forças aplicadas nas articulações e no disco L₅-S₁ da coluna vertebral dos trabalhadores, bem como os percentuais de capazes para cada uma das articulações analisadas (Tabela 3).

Considerando o risco de compressão do disco L₅-S₁ da coluna vertebral, as atividades de coveamento manual, plantio manual com chuchu, plantio manual com aplicação de gel na fase de abastecimento do costal, aplicação de calcário na fase de enchimento da bolsa e distribuição de sulfato de amônia apresentam valores acima do limite máximo recomendado pelo modelo 2DSS-PPTM, que é de 3.426,3 N, indicando o risco de lesão nas articulações da coluna vertebral. Merece destaque negativo os valores encontrados para o abastecimento do costal (plantio com aplicação de gel) e o coveamento manual, que apresentaram, respectivamente, forças de compressão de 4.724,0 e 4.402,0 N. Estes valores decorrem das características intrínsecas das atividades, exigindo posturas com o tronco inclinado e os braços esticados, gerando forças de compressão excessivas sobre o disco L₅-S₁ (CHAFFIN et al. 2001).











Nas demais atividades (plantio manual com enxadão, plantio manual com aplicação de gel nas fases de plantio e deslocamento entre covas, aplicação de calcário e aplicação de herbicida), a força de compressão sobre o disco L₅-S₁ da coluna vertebral foi abaixo do limite máximo recomendado, indicando não haver risco de lesão

nas articulações. Mesmo assim, as atividades de plantio manual com enxadão e aplicação de herbicida, embora tenham apresentando valores de força de compressão do disco L₅-S₁ da coluna vertebral próximos, porém, abaixo do valor limite (3.176,0 e 3.155,0 N, respectivamente),

tais valores indicam que os trabalhadores podem ainda serem acometidos por lombalgias em nível médio de gravidade, devido a distensão dos músculos e ligamentos da coluna, que costumam afastar o indivíduo de suas atividades por até 10 dias, podendo ser recorrente (COUTO, 2002).

Tabela 3. Resultado da avaliação biomecânica para as atividades de implantação e manutenção florestal realizadas pelo método manual.

Table 3. Results of biomechanical evaluation to establishment and maintenance forest activities performed manually.

Atividade	Fase do Ciclo	Postura Típica	Tempo na postura (%)	Força de compressão no disco L5-S1 (N)	Condição de suportar a carga	Articulação	Percentual de capazes nas articulações (%)
Coveamento Manual	Abertura de cova		69	4.402,0 ± 330	CRL	Cotovelos	92
						Ombros	88
						Coxofemorais	84
						Joelhos	100
Plantio manual com enxadão	Plantio		61	3.176,0 ± 241	SRL	Cotovelos	100
						Ombros	100
						Coxofemorais	94
						Joelhos	100
Plantio manual com chucho	Plantio		66	3.481,0 ± 258	CRL	Cotovelos	100
						Ombros	100
						Coxofemorais	93
						Joelhos	100
Plantio manual com aplicação de gel	Plantio		38	1.131,0 ± 67	SRL	Cotovelos	100
						Ombros	100
						Coxofemorais	92
						Joelhos	100
Plantio manual com aplicação de gel	Abastecimento do costal		16	4.724,0 ± 366	CRL	Cotovelos	98
						Ombros	93
						Coxofemorais	74
						Joelhos	83
Plantio manual com aplicação de gel	Deslocamento entre covas		31	1.469,0 ± 95	SRL	Cotovelos	100
						Ombros	100
						Coxofemorais	94
						Joelhos	93
Aplicação de calcário	Enchimento da Bolsa		19	3.623,0 ± 275	CRL	Cotovelos	100
						Ombros	100
						Coxofemorais	97
						Joelhos	95
Aplicação de calcário	Levantamento da Bolsa		16	2.185,0 ± 177	SRL	Cotovelos	100
						Ombros	100
						Coxofemorais	85
						Joelhos	88
Distribuição de sulfato de amônia	Enchimento da bolsa		21	3.659,0 ± 281	CRL	Cotovelos	100
						Ombros	100
						Coxofemorais	88
						Joelhos	96
Aplicação de herbicida	Aplicação de herbicida		59	3.155,0 ± 229	SRL	Cotovelos	100
						Ombros	100
						Coxofemorais	92
						Joelhos	100
						Tornozelos	100

SRL: postura sem risco de lesão nas articulações; CLR: postura com risco de lesão nas articulações.

Além da postura adotada pelos trabalhadores, outro aspecto que deve ser observado é o levantamento e transporte de cargas, casos do plantio com aplicação de gel, aplicação de calcário e distribuição de sulfato de amônia, as quais apresentaram, em maior ou menor grau, riscos as articulações coxofemorais, joelhos e tornozelos. De acordo com Silva et al. (2008), o levantamento de cargas, comum em todas essas atividades, pode causar sérios danos as articulações dos membros inferiores dos trabalhadores, visto que o peso levantado pode sobrecarregar as articulações do quadril, joelho e tornozelos, provocando desgaste articular, tendinites, lesão do menisco e ruptura dos ligamentos.

Ainda, considerando as articulações dos membros inferiores, podem ser considerados agravantes a declividade do terreno, prejudicando a postura dos trabalhadores e obrigando-os a repetidas vezes apoiarem todo o peso do corpo e dos equipamentos em uma única perna; e as longas distâncias percorridas pelos trabalhadores em terrenos íngremes e com obstáculos como pedras, buracos e resíduos de colheita. Sob esta ótica, é importante observar o elevado percentual de tempo em que os trabalhadores permaneceram nas posturas típicas para as diferentes atividades analisadas, com destaque para o coveamento manual, o plantio com enxadão e com chucho e a aplicação de herbicida, indicando que a postura deverá ser corrigida de forma a evitar futuros problemas de saúde aos trabalhadores.

Ainda, pelos resultados obtidos, ao se analisar as articulações observa-se que para todas as atividades há comprometimento das coxofemorais, diminuindo o percentual de trabalhadores capazes de executarem as atividades. Tal resultado pode estar relacionado com as forças que as ferramentas e as cargas levantadas e transportadas exerciam sobre o corpo dos trabalhadores, somando-se a os constantes movimentos e deslocamentos durante o trabalho, as condições irregulares dos terrenos irregulares e presença de obstáculos como resíduos da colheita florestal.

Para a realização das atividades estudadas, a boa postura é fundamental para evitar sobrecargas biomecânicas. Porém, em geral não tem sido possível a obtenção de um bom posicionamento durante a realização das mesmas, o que leva importantes alterações biomecânicas que são prejudiciais para o organismo dos trabalhadores. Para manter uma postura ou realizar um movimento, as articulações devem ser conserva-

das, tanto quanto possível, na sua posição neutra. Nessa posição, os músculos e ligamentos que se estendem entre as articulações são tensionados o mínimo. Além disso, os músculos são capazes de liberar a força máxima, quando as articulações estão na posição neutra (DUL; WEERDMEESTER, 1995).

Os resultados obtidos foram semelhantes aos observados por Britto et al. (2014), que ao realizar uma avaliação da postura de trabalhadores de diferentes estaturas na execução das atividades de implantação florestal, concluiu que o quadril foi a articulação mais afetada nas atividades estudadas, sendo mais evidente nos trabalhadores de maior estatura, ocasionado pela maior inclinação da coluna lombar e maior incidência de pesos dos equipamentos.

As funções que exigem movimentos repetitivos de flexão associada à rotação de tronco e posturas de trabalho estáticas também são importantes fatores de risco para a ocorrência de lesões nas articulações e na coluna vertebral, segundo os resultados apresentados. Esses resultados vão de encontro aqueles encontrados em outros estudos. Segundo Chaffin et al. (2001), movimentos de flexão de tronco em grandes amplitudes constituem fator de risco para a coluna vertebral. Basile (2004), estudando a atividade de capina de café, descreveu como fatores de risco para a coluna vertebral a permanência em posturas estáticas, dinâmicas e assimétricas além da repetitividade. Essa semelhança entre os resultados dos estudos pode ser explicada pelo fato das funções exercidas pelos trabalhadores da atividade de capina de café e nas atividades de implantação florestal serem muito semelhantes, onde os trabalhadores permanecem em posturas assimétricas de tronco, utilizam os membros inferiores para deslocamentos e posicionamentos no terreno, além de utilizarem em excesso os membros superiores para manusear ferramentas, transportar materiais, entre outros. Em outro estudo, Fiedler et al. (2011) observaram que atividades manuais realizadas em áreas com declividade acentuada necessitam de correções, pois podem gerar problemas de coluna dentre outros problemas que afetam o bem-estar físico.

Avaliação da Carga de Trabalho Físico

A partir das mensurações das frequências cardíacas foi possível calcular a carga cardiovascular das atividades avaliadas, assim como classificá-las segundo Couto (2002) e definir a jornada de trabalho recomendada (Tabela 4).

Tabela 4. Carga cardiovascular (CCV), frequência cardíaca média (FCM), frequência cardíaca máxima (FCMax), classificação da atividade e jornada de trabalho recomendada para as atividades de implantação e manutenção florestal realizadas pelo método manual.

Table 4. Cardiovascular load (CCV), mean heart rate (FCM), maximum heart rate (FCMax), classification of activity and work journey recommended for the establishment and maintenance of forest activities performed manually.

Atividade	CCV (%)	FCM (bpm)	FCMax (bpm)	Classificação da atividade ¹	Jornada trabalho recomendada ²
Coveamento manual com enxadão	50	138	150	Pesada	51 / 09 min
Plantio manual com enxadão	44	123	141	Moderadamente pesada (tendência a pesada)	54 / 06 min
Plantio manual com chucho	30	107	124	Moderadamente pesada	60 / 00 min
Plantio manual com aplicação de gel	41	122	152	Moderadamente pesada (tendência a pesada)	58 / 02 min
Distribuição de calcário	54	122	179	Moderadamente pesada (tendência a pesada)	42 / 18 min
Distribuição de sulfato de amônia	47	120	158	Moderadamente pesada (tendência a pesada)	55 / 05 min
Aplicação de herbicida	38	117	149	Moderadamente pesada	60 / 00 min

¹ Classificação da atividade baseada na FCM de acordo com Couto (2002).

² Jornada de trabalho recomendada = minutos trabalhados / minutos de descanso por hora trabalhada.

Como pode ser observado, na maior parte das atividades avaliadas a carga cardiovascular (CCV) encontrada foi superior aos 40% recomendado por APUD (1989). Apenas as atividades de plantio florestal manual com chucho e aplicação de herbicida encontram-se dentro dos limites de CCV recomendados, porém, os ciclos de trabalho avaliados permitem classificar tais atividades como moderadamente pesadas, visto que a frequência cardíaca média durante toda a jornada de trabalho foi de 107 e 117 bpm, respectivamente.

O trabalho pesado ainda pode ser observado de maneira intensa no setor florestal, onde os conceitos de ergonomia e saúde ocupacional têm sido usualmente ignorados, de acordo com resultados encontrados por Ferreira (2006), Silva et al. (2008), Fiedler et al. (2011) e Canzian et al. (2014). Mesmo em sobrecargas mínimas, como a observada na atividade de plantio manual com aplicação de gel, apenas 1,0% acima do valor recomendado, podem produzir enfermidades no organismo humano, resultando em afastamento do trabalho e aposentadorias precoces (APUD et al., 1999).

Durante a execução de atividades que requerem grande esforço cardiovascular, o fluxo sanguíneo para o coração pode ser prejudicado, a ponto de ocorrer tonteira e vertigem, quando se reduz o fluxo sanguíneo para o cérebro, podendo dar origem à hipertensão arterial e ao acidente vascular cerebral (KATCH; McARDLE, 1996).

Para Couto (1995), durante uma jornada de trabalho de oito horas, a frequência cardíaca não deve exceder a 110 bpm, pois os trabalha-

dores quando expostos a estas situações podem ter a integridade de sua saúde comprometida, ficando susceptíveis aos Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho - DORT, estresse, cansaço mental, problemas cardiovasculares dentre outras patologias. De acordo com Rio e Pires (1999), o trabalho que exige frequências cardíacas elevadas pode aumentar o suprimento de açúcar no sangue, dando origem a diabetes.

Observando as frequências cardíacas máximas ao longo da jornada de trabalho, pode-se verificar que em todas as atividades avaliadas houve picos onde os trabalhadores estão expostos a sobrecargas que podem aumentar ainda mais os riscos à saúde. Grandjean (1982) afirma que o limite de aumento da frequência cardíaca durante o trabalho aceitável para um desempenho contínuo no homem, é de 35 bpm; isso significa que o limite é atingido quando a frequência cardíaca média estiver 35 bpm acima da frequência cardíaca média de repouso e para as mulheres esse limite é de 30 bpm.

As atividades plantio manual com enxadão, plantio manual com aplicação de gel, distribuição de calcário e distribuição de sulfato de amônia foram classificadas em moderadamente pesada; com uma forte tendência a pesada; e pesada segundo metodologia descrita por Couto (2002). As atividades moderadamente pesadas podem ocasionar lombalgias que costumam afastar o trabalhador de suas atividades por aproximadamente 7 a 10 dias, com recidivas frequentes; já as atividades pesadas provocam distúrbios dos discos intervertebrais que podem

ocasionar quadro algíco intenso e incapacitante, gerando afastamentos prolongados e muitas vezes permanentes (COUTO, 1995).

Desta forma, as jornadas de trabalho recomendadas foram calculadas, e apenas nas atividades de plantio florestal com chuchu e aplicação de herbicida, não foi necessário períodos de descanso durante o turno de trabalho, todas as demais necessitam de pausas. A ausência das pausas nas atividades pesadas está relacionada ao acúmulo de ácido lático que resulta em fadiga, provocando cansaço, desmotivação, irritabilidade, redução das capacidades cognitivas e sintomas psicossomáticos (RIO; PIRES, 1999).

Embora os resultados das análises apontem para a necessidade de pausas para descanso, isso não acontecia devido à organização do trabalho em metas, o que induzia o trabalhador a cumprir sua tarefa rapidamente para ser logo liberado, prejudicando o mecanismo de recuperação de fadiga e oferecendo riscos à sua saúde.

As pausas devem ser frequentes e menores, pois até certo limite, melhor será a recuperação do trabalhador e mais fácil a manutenção do ritmo de trabalho. As mesmas devem ser distribuídas adequadamente durante a jornada de trabalho e somente devem ser utilizadas pausas longas quando for impossível outra forma, pois elas representam um auxílio ao mecanismo fisiológico de compensação e recuperação do trabalhador, evitando fadiga (MINETTE, 1996). Também não devem ser instituídas livremente pelos trabalhadores, pois podem se tornar menos eficiente que as programadas, em razão de poderem ter sido escolhidas em momentos inadequados (COUTO, 1995).

Ainda, como forma de prevenir o aparecimento de lesões músculo-esqueléticas e, ou, ligamentares, assim como neurológicas devido a situações de stress, a implementação da prática de ginástica laboral, pode ser uma medida eficaz no cenário avaliado. De fato, Santos et al. (2007) observaram que, após uma intervenção através do programa de ginástica laboral, houve uma redução considerável da incidência de dores lombares na população amostrada, com melhora da qualidade de vida em relação às condições de trabalho, preparação psicossocial, melhoria do relacionamento interpessoal, estado de humor, motivação e disposição para enfrentar a jornada de trabalho, atuando positivamente na prevenção das DORT. Resultados semelhantes foram encontrados por Candotti et al. (2011) que observaram, ainda, que a ginásti-

ca laboral foi eficaz na diminuição da intensidade e frequência da dor, e na correção dos hábitos posturais durante o trabalho.

O presente estudo demonstra que os trabalhadores florestais no exercício de suas atribuições nas atividades analisadas, adotam posturas inadequadas à mecânica corporal, as quais poderão acarretar lesões lombares e músculo-esqueléticas a curto e longo prazo. Portanto, necessitam ser orientados quanto aos riscos a que estão se sujeitando e os possíveis danos que poderão sofrer, sendo imprescindível o acesso destes trabalhadores a cursos de reciclagem e aprimoramento sobre posturas no ambiente de trabalho, procurando assim, diminuir o risco de lesões decorrentes das atividades realizados pelos mesmos.

CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi conduzido, pode-se concluir que:

- O ambiente de trabalho estudado proporcionava riscos de lesões músculo-esqueléticas e de acidentes, principalmente em função da necessidade de o trabalhador se deslocar e transportar cargas em terrenos com declividade acentuada, favorecendo o surgimento de dores musculares causadas por posturas forçadas inadequadas ou ferimentos por quedas.
- Todas as atividades avaliadas ultrapassaram a carga-limite recomendada em pelo menos uma fase do ciclo e, ou, em pelo menos uma das articulações estudadas, devido à adoção de posturas estáticas de flexão do tronco por longos períodos de tempo e movimentos repetitivos de flexão associada à rotação do tronco.
- A análise biomecânica indicou a existência de risco significativo de lesão nas articulações da coluna vertebral para as atividades de coveamento manual, plantio manual com chuchu, plantio manual com aplicação de gel na fase de abastecimento do costal, aplicação de calcário na fase de enchimento da bolsa e distribuição de sulfato de amônia; riscos estes decorrentes das características intrínsecas das atividades, exigindo posturas com o tronco inclinado e os braços esticados, gerando forças de compressão excessivas sobre o disco L₅-S₁ da coluna vertebral.
- Na avaliação da carga de trabalho físico, apenas as atividades de plantio florestal manual com chuchu e aplicação de herbicida encontram-se dentro dos limites de carga cardiovascular recomendados, embora tenham sido classificadas

como moderadamente pesadas em função da frequência cardíaca máxima, não sendo, portanto, necessária qualquer alteração na organização do trabalho para essas atividades.

- Todas as demais atividades apresentaram carga cardiovascular acima do limite recomendado, bem como elevadas frequências cardíacas médias, tendo sido classificadas como moderadamente pesadas com tendência a pesada e pesada, indicando a necessidade de reorganização do trabalho e adequação das cargas e posturas adotadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico da ABRAF - 2012**: Ano base 2011. Brasília, 2012. 149 p.

APUD, E. **Guidelines on ergonomics study in forestry**. Genebra: ILO, 1989. 241 p.

APUD, E.; GUTIÉRREZ, M.; LAGOS, S.; MAUREIRA, F.; MEYER, E.; ESPINOSA, J. **Manual de Ergonomia Florestal**. Concepción: Laboratorio de ergonomia de la Universidad de Concepción, 1999.

BASILE, D. R. S. **Avaliação da incidência de lombalgia nos trabalhadores envolvidos na atividade capina de cafezal**. 2004. 86 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade) – Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, 2004.

BRITTO, P. C. **Análise de fatores ergonômicos em atividades de implantação florestal**. 2012. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR. Irati, 2012.

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.

CANDOTTI, C. T.; STROSCHEIN, R.; NOLL, M. Efeitos da ginástica laboral na dor nas costas e nos hábitos posturais adotados no ambiente de trabalho. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 699-714, 2011

CANZIAN, W.P.; FIEDLER, N.C.; KRAUSE JR, J.; BRINATE, I.B.; BIGHI, K.N. **Carga física de trabalho e análise biomecânica das operações de colheita florestal em áreas declivosas no sul do Espírito Santo**. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 17., 2014, Campinas. **Resumos Expandidos...** Campinas, 2014. p. 64-67.

CHAFFIN, D. B.; ANDERSSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional**. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2001. 579 p.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995, v. 1. 353 p.

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

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: E. Blucher, 1995. 148 p.

ESPINOSA, J. **Manual de ergonomia florestal**. Concepción: Laboratorio de Ergonomia de La Universidad de Concepción, 1999. 102 p.

FERREIRA, P. C. **Avaliação ergonômica de algumas operações florestais no município de Santa Bárbara – MG**. 2006. 79 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade) – Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, 2006.

FIEDLER, N. C. **Avaliação de posturas e esforços despendidos em operações de colheita florestal no norte do estado da Bahia**. 1998. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FIEDLER, N. C.; BARBOSA, R. P.; ANDREON, B. C.; GONÇALVES, S. B.; SILVA, E. N. Avaliação das posturas adotadas em operações florestais em áreas declivosas. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 4, p. 402-409, 2011.

GALEAZZI, E. O.; DAL CONTE, M.; VIDMAR, M. E.; LEGUISAMO, C. P.; TOAZZA, L.; CHIESA, F. L. Avaliação da carga de trabalho físico baseada na frequência cardíaca em operadores de fornalhas. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 5, n. 3, p. 605-610, 2012

- GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man – an ergonomic approach**. London: Taylor & Francis, 1982. 379 p.
- HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. **Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. 31 p. (Documentos, 54).
- HIDA I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 632 p.
- KATCH, F. I.; McARDLE, W. D. **Nutrição, exercício e saúde**. Rio de Janeiro: Medsi, 1996. 666 p.
- KISNER, C., COLBY, L. A. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 5.ed. São Paulo: Manole, 2009. 972 p.
- MINETTE, L. J. **Avaliação de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. 1996. 211 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- RIO, R. P.; PIRES, L. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica**. Belo Horizonte: Health, 1999. 200 p.
- SANTOS, A. E.; ODA, J. Y.; NUNES, A. P. M.; GONÇALVES, L.; GARNÉS, F. L. S. Benefícios da ginástica laboral na prevenção dos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. **Arquivos de Ciência e Saúde da UNIPAR**, Umuarama, v. 11, n. 2, p. 99-113, 2007.
- 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.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.
- UNIVERSITY OF MICHIGAN. **2D Static Strength Prediction Program™ – v 4.2e. Users's manual**. Ann Arbor: University of Michigan, 1990. 64 p.
- VOSNIAK, J.; LOPES, E. S.; INOUE, M. T.; BATISTA, A. Avaliação da postura de trabalhadores nas atividades de plantio e adubação em florestas plantadas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 584-592, 2011.

Recebido em 11/07/2014
Aceito para publicação em 21/02/2015