

FELIPE LEITÃO DA CUNHA MARZANO

**AVALIAÇÃO DE METAS DE PRODUÇÃO EFICIENTES E COMPATÍVEIS
COM FATORES ERGONÔMICOS DE ATIVIDADES DE SILVICULTURA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M393a
2013

Marzano, Felipe Leitão da Cunha, 1985-

Avaliação de metas de produção eficientes e compatíveis
com fatores ergonômicos de trabalhadores de silvicultura / Felipe
Leitão da Cunha Marzano. – Viçosa, MG, 2013.

xv, 62 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Amaury Paulo de Souza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 56-62.

1. Trabalhadores rurais. 2. Ergonomia. 3. Higiene do
trabalho. 4. Produtividade. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Engenharia Florestal. Programa de
Pós-Graduação em Ciência Florestal. II. Título.

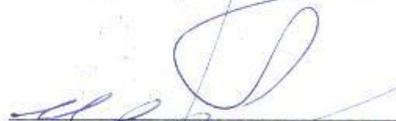
CDO adapt. CDD 634.9966

FELIPE LEITÃO DA CUNHA MARZANO

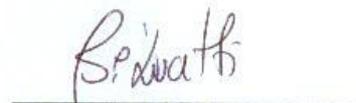
**AVALIAÇÃO DE METAS DE PRODUÇÃO EFICIENTES E COMPATÍVEIS
COM FATORES ERGONÔMICOS DE ATIVIDADES DE SILVICULTURA**

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

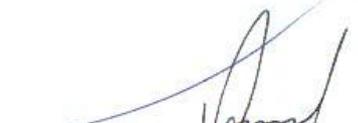
APROVADA: 03 de julho de 2013.



Prof. Luciano José Minette
(Coorientador)
(UFV)



Prof. Amanda Piaia Silvatti
(UFV)



Prof. Amaury Paulo de Souza
(Orientador)
(UFV)

Da floresta eu recebo
Força para trabalhar
Da floresta eu tenho tudo
Tudo, tudo, Deus me dá

É um primor a floresta
Da maneira que é feita
Com amor se harmoniza
E deixa a terra satisfeita

Devemos viver na Terra
Com toda satisfação
E se queremos ter a vida
Agradecemos a nossa mãe

(Alfredo Gregório)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e pela saúde.

Aos meus pais, Luiz Sérgio Arteiro Marzano e Regina Leitão da Cunha, por todo o apoio e dedicação. Aos meus avós João Fonseca Marzano (*in memorian*), Diva Arteiro Marzano (*in memorian*), Paulo Leitão da Cunha (*in memorian*) e Silvia Edméa Gurjão Leitão da Cunha.

À minha companheira, Maria do Socorro Corrente da Silva, por todos os bons momentos.

Aos Professores Amaury Paulo de Souza e Luciano José Minette, pela orientação e amizade.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF).

Aos amigos do Laboratório de Ergonomia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

BIOGRAFIA

FELIPE LEITÃO DA CUNHA MARZANO, filho de Luiz Sérgio Arteiro Marzano e Regina Leitão da Cunha. Nasceu no dia 03 de julho de 1985, na capital do estado do Rio de Janeiro. Lá completou o Ensino Médio, em 2003, no Colégio Bahiense.

Em 2006 ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, concluindo o mesmo em 2011. Nesse mesmo ano ingressou no programa de Pós Graduação, nível de Mestrado, em Ciência Florestal, pela Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do Professor Amaury Paulo de Souza.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	4
2.1. Objetivos específicos	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1. Condições de trabalho	5
3.2. Produção e produtividade	6
3.2.1. Estudo de tempos.....	6
3.3. Fatores ergonômicos	7
3.3.1. Carga de trabalho físico	7
3.3.2. Ambiente térmico (calor)	8
3.3.3. Ruído	9
3.3.4. Vibração	10
3.3.5. Trabalho repetitivo.....	10

3.3.6. Biomecânica.....	11
3.4. Metas de produção.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1. Local de estudo.....	14
4.2. População amostrada.....	14
4.3. Atividades de silvicultura estudadas.....	15
4.3.1. Alinhamento e marcação.....	16
4.3.2. Coveamento semimecanizado.....	17
4.3.3. Plantio com gel.....	18
4.4. Condições de trabalho.....	20
4.4. Produção e produtividade.....	21
4.4.1. Estudo de tempos.....	21
4.4.2. Produtividade do trabalhador e meta de produção atribuída.....	22
4.5. Análise Ergonômica.....	22
4.5.1. Carga de trabalho físico.....	22
4.5.2. Ambiente térmico (calor).....	24
4.5.3. Ruído.....	25
4.5.4. Vibração.....	26
4.5.5. Trabalho repetitivo.....	27
4.5.6. Análise biomecânica.....	28
4.6. Determinação de metas de produção em função de fatores ergonômicos.....	28
4.6.1. Determinação do tempo de recuperação da fadiga (TRF) e do tempo de trabalho efetivo recomendado (TER).....	29
4.6.2. Determinação de metas de produção.....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5.1. Condições de trabalho.....	30

5.2. Produção e Produtividade.....	31
5.2.1. Estudo de tempos.....	31
5.1.1.1 Alinhamento e marcação.....	32
5.1.1.2 Coveamento semimecanizado	33
5.1.1.3 Plantio com gel.....	33
5.1.2 Produtividade do trabalhador e meta de produção atribuída	35
5.2 Análise Ergonômica	35
5.2.1 Carga de trabalho físico	36
5.2.2 Ambiente térmico (calor)	37
5.2.3 Ruído	39
5.2.4 Vibração	40
5.2.5 Trabalho repetitivo.....	41
5.2.5.1 Alinhamento e marcação.....	41
5.2.5.2 Coveamento semimecanizado	42
5.2.5.3 Plantio com gel.....	43
5.2.6 Análise Biomecânica	43
5.2.6.1 Alinhamento e marcação.....	44
5.2.6.2 Coveamento semimecanizado	45
5.2.6.3 Plantio com gel.....	45
5.3 Determinação de metas de produção em função de fatores ergonômicos	46
5.3.1 Determinação do Tempo de recuperação da fadiga (TRF)	46
5.3.1.1 Alinhamento e marcação.....	47
5.3.1.2 Coveamento semimecanizado	48
5.3.1.3 Plantio com gel.....	49
5.3.2 Meta de produção recomendada (MPr).....	50
5.3.2.1 Alinhamento e marcação.....	50

5.3.2.2	Coveamento semimecanizado	51
5.3.2.3	Plantio com gel.....	51
6	CONCLUSÕES	53
7	RECOMENDAÇÕES	55
8	REFERÊNCIAS.....	56

RESUMO

MARZANO, Felipe Leitão da Cunha, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2013. **Avaliação de Metas de produção eficientes e compatíveis com fatores ergonômicos de trabalhadores de silvicultura.** Orientador: Amaury Paulo de Souza. Coorientadores: Luciano José Minette e Carlos Cardoso Machado.

O crescimento do setor florestal no Brasil e no mundo torna necessário o aperfeiçoamento das técnicas utilizadas nas operações de silvicultura e colheita florestal. As metas de produção sempre foram determinadas com base em estudos de tempo e produtividade, no entanto as variáveis ergonômicas devem ser incluídas neste processo. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise ergonômica das atividades de alinhamento e marcação, coveamento semimecanizado e plantio e determinar metas de produção para o trabalhador compatíveis com o bem-estar, a satisfação e a segurança no trabalho, minimizando o surgimento de doenças ocupacionais e visando a melhoria da eficiência do processo. As condições de trabalho foram avaliadas com a aplicação de questionários e medições em campo. O estudo de tempos foi realizado para se conhecer os tempos gastos em cada atividade e determinar a produtividade dos trabalhadores. As variáveis ergonômicas analisadas foram carga física de trabalho, ambiente térmico, exposição a ruído e vibração, repetitividade e

biomecânica. As metas de produção foram determinadas em função do tempo de pausa necessário pelo fator crítico entre os analisados. Em todas as atividades analisadas o tempo de trabalho efetivo foi inferior a 50% da jornada de trabalho e o tempo não trabalhado, próximo a 40%. Na atividade de plantio não eram realizadas pausas ergonômicas. A produtividade média dos trabalhadores foi de 310 marcas por hora na atividade de alinhamento e marcação, 210 covas por hora na atividade de coveamento semimecanizado e 183 mudas por hora na atividade de plantio. A carga cardiovascular foi superior ao limite de 40% em todas as atividades. A exposição ao calor, expressa em Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), foi inferior ao limite no mês de Setembro, mas no mês de Outubro foi superior, exigindo até 75% de pausas na atividade de plantio. Os valores de ruído foram superiores ao limite de 85 dB(A), mas a atenuação proporcionada pelo uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI) reduziu esses valores a níveis aceitáveis. Os valores de vibração foram superiores ao nível limite de exposição, constituindo o fator crítico na atividade de coveamento semimecanizado. O fator repetitividade estava presente em todas as tarefas analisadas. De acordo com a análise biomecânica, as articulações mais afetadas foram coxofemoral, ombro, joelho e pulso. A força de compressão do disco L5-S1 foi inferior ao limite recomendado. As metas de produção recomendadas foram de 1240 a 1740 marcas por jornada de trabalho para a atividade de alinhamento e marcação, 667 covas para a atividade de coveamento semimecanizado e de 367 a 733 mudas para a atividade de plantio.

ABSTRACT

MARZANO, Felipe Leitão da Cunha, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2013. **Evaluation of production targets efficient and consistent with ergonomic factors of forestry workers.** Adviser: Amaury Paulo de Souza. Co-advisers: Luciano José Minette e Carlos Cardoso Machado.

The growth of the forest sector in Brazil and in the world necessitates the improvement of techniques used in forestry operations and forest harvesting. Production targets were always determined based on studies of time and productivity, however ergonomic variables should be included in this process. The aim of this study was the ergonomic analysis of alignment and marking activities, semi-mechanized tillage and planting and determining production targets for the employee, compatible with the well-being, satisfaction and safety, minimizing the emergence of occupational diseases and improving the efficiency of the process. The working conditions were assessed with questionnaires and field measurements. The time study was conducted to know the time spent on each activity and determine the workers' productivity. The ergonomic variables analyzed were physical work load, thermal environment, exposure to noise and vibration, repetitive tasks and biomechanics. Production targets were determined as a function of pause time required between the critical factors analyzed. In all activities

analyzed the effective work time was less than 50% of the working day and time not worked, close to 40%. In planting activity the ergonomic breaks were not performed. The average productivity of workers was 310 marks per hour in the activity alignment and marking 210 graves per hour in the activity of semi-mechanized tillage and 183 seedlings per hour in the planting activity. The cardiovascular load was higher than the limit of 40% in all activities. WBGT values were below the limit in September, but in October were higher, requiring up to 75% of breaks in planting activity. The noise values were higher than the limit of 85 dB (A), but the attenuation provided by the use of the personal protective equipment reduced these values to acceptable levels. The vibration values were higher than the threshold level of exposure, constituting the critical factor in the activity of semi-mechanized tillage. The repeatability factor was present in all the analyzed tasks. According to the biomechanical analysis, the most affected joints were hip, shoulder, knee and wrist. The compressive force of the L5-S1 disc was lower than the recommended limit. Production targets recommended were from 1240 to 1740 marks per working day for the activity alignment and marking 667 graves for the activity of semi-mechanized tillage and 367-733 seedlings for planting activity.

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro vem sofrendo significativa expansão desde a última década, atingindo no ano de 2011, 6,5 milhões de hectares de florestas plantadas (ABRAF, 2012). Este crescimento, naturalmente, implica na necessidade do aperfeiçoamento das técnicas utilizadas nas diversas operações e atividades florestais, visando o desenvolvimento sustentável, a melhoria dos processos produtivos, a segurança no trabalho e a responsabilidade ambiental e social.

A grande parte das plantações de eucalipto para produção de celulose, madeira e subprodutos, carvão para siderurgia e outras finalidades são formadas de clones obtidos por meio de tecnologia de silvicultura clonal avançada. Em terrenos acidentados, a mecanização das atividades de implantação e manutenção florestal se torna mais onerosa, de forma que as atividades manuais ainda são utilizadas nas empresas florestais.

As atividades manuais de implantação florestal demandam elevado esforço físico dos trabalhadores e nem sempre são organizadas e executadas de modo que os trabalhos estejam adaptados às condições físicas e mentais dos seres humanos. Isto pode acarretar diversos problemas relacionados aos fatores organizacionais (falta de programação de pausas regulatórias, baixa produtividade, alto custo, dificuldade de encontrar mão-de-obra, absenteísmo, insatisfação e outros problemas trabalhistas) e aos fatores humanos (desgaste

físico, envelhecimento precoce, fadiga crônica, problemas na coluna vertebral, dores nas costas, lesão por esforços repetitivos (LER) e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT), problemas nas articulações, sobrecarga térmica, acidentes e outras doenças ocupacionais).

Trabalhadores florestais, geralmente, são expostos a situações de alto risco durante suas atividades. De acordo com a OIT (2006), o trabalho florestal continua sendo, na maioria dos países, um dos setores industriais mais perigosos. Há em todo o mundo uma tendência desalentadora relacionada ao aumento dos índices de acidentes e de doenças profissionais causando uma aposentadoria em idade precoce entre os trabalhadores florestais. Dessa forma os fatores de risco no trabalho florestal devem ser analisados, identificados e eliminados, para prevenir acidentes e incidentes causados ou facilitados pelo ambiente de trabalho e pelos métodos de trabalho (GANDASECA e YOSHIMURA, 2001). É importante garantir sempre condições de trabalho seguras e saudáveis, através de ações que visam prevenir acidentes e doenças ocupacionais, tendo como finalidade a preservação da vida e da saúde do trabalhador.

A análise ergonômica destes sistemas visa adequar o trabalho às características físicas e mentais dos seres humanos atuantes nos processos. Uma das principais metas da ergonomia é a preservação da integridade física, mental e social do ser humano.

Nas últimas décadas, o processo de atendimento aos critérios de certificação tem solicitado às organizações a adoção de metas de produção baseadas no amparo científico e legal de condutas que visem à saúde, segurança e bem-estar do ser humano.

No processo de definição de metas de produtividade (produção por unidade de tempo) num processo de silvicultura devem ser considerados os fatores ergonômicos ligados ao trabalho e ao trabalhador que são importantes no estabelecimento de condições seguras de trabalho tais como: posto de trabalho, ambiente do local, questões organizacionais, tarefa prescrita, jornada de trabalho e carga física exigida.

Qualquer descuido no desenho do sistema ou na escolha das ferramentas manuais apropriadas para o trabalho pode provocar problemas físicos que se manifestam em acidentes, lesões, golpes, micro traumatismos

repetitivos, excessivo cansaço, atuações deficientes, e erros. Além disso, devem-se considerar as perdas econômicas geradas em paralelo e que geralmente se manifestam por baixas taxas na eficácia e eficiência do processo mediante a geração de pausas disfarçadas que prejudicam o trabalho.

Utilizando-se do conceito e das ferramentas da ergonomia, pode-se, com efeito, mitigar os danos diretos e indiretos sobre o bem-estar e a saúde do trabalhador e, conseqüentemente, potencializar a eficiência da operação, por meio da adaptação ergonômica do trabalho ao ser humano e da reorganização do sistema de trabalho, através de análise e reconfiguração dos postos de trabalho. Quando a existência e os riscos da densidade excessiva do trabalho são reconhecidos, devemos orientar-nos para uma redução dessa densidade ou pelo menos para a introdução de pausas frequentes, a fim de que o estado de sobrecarga não atinja um nível excessivo (WISNER, 1994).

2. OBJETIVO

Esta pesquisa teve como objetivo estudar o trabalho das pessoas envolvidas em atividades de silvicultura, visando alcançar níveis de produção eficientes e compatíveis com a manutenção da saúde, do bem-estar, da satisfação e da segurança no trabalho.

2.1. Objetivos específicos

- a) Analisar as condições de trabalho dos trabalhadores florestais.
- b) Analisar a produtividade dos trabalhadores nas atividades de silvicultura.
- c) Analisar os fatores ergonômicos envolvidos nas atividades.
- d) Analisar metas de produção.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Condições de trabalho

As condições de trabalho na empresa são fatores que influenciam diretamente a produtividade dos trabalhadores e a manutenção do sistema ser humano/máquina em funcionamento

De acordo com Lopes et al. (2011), o levantamento das condições de trabalho pode ser feito com a aplicação e questionários que englobem aspectos como ritmo de trabalho, alimentação, saúde, treinamento e segurança no trabalho.

De acordo com Sant'Anna e Malinovski (2002), a importância do conhecimento dos fatores humanos e das condições de trabalho é fundamental para possibilitar que a área de trabalho, o seu arranjo, os equipamentos e as ferramentas sejam bem adaptados às capacidades psicofisiológicas, antropométricas e biomecânicas dos trabalhadores.

Em estudo sobre as condições do trabalho em atividades de implantação florestal, Lopes et al. (2011) constataram que a maior incidência de dores nos trabalhadores de coveamento semimecanizado foram nas pernas e nas costas, devido ao peso elevado do equipamento.

3.2. Produção e produtividade

A produtividade é usualmente definida em termos de *output* por unidade de tempo, enquanto o conceito de eficiência incorpora outras variáveis, particularmente na proporção entre *output* e *input*. Quando se trata da produtividade de seres humanos é necessária a consideração das consequências para o operador humano.

Segundo Villarouco e Andreto (2008) a produtividade pode ser melhorada através de elementos associados à interação do ambiente de trabalho com o usuário, como a agradabilidade, ou seja, a sensação de conforto que esse pode provocar no usuário. Dessa forma, é fundamental que os enfoques da Ergonomia e da Psicologia Ambiental sejam acrescentados às análises sobre desempenho e produtividade.

3.2.1. Estudo de tempos

O estudo de tempo é definido por BARNES (2001), como o procedimento utilizado na determinação do tempo necessário para uma pessoa qualificada e treinada, trabalhando em ritmo normal, executar uma tarefa especificada. É usado para se medir o trabalho, sendo adotados os três principais métodos: Método de tempo contínuo; Método do tempo individual e Método Multimomento.

O estudo de tempos e métodos é uma tecnologia muito útil em Ergonomia, se bem conhecida e praticada; e mais do que isso, é indispensável quando se tem que estabelecer ritmos de trabalho compatíveis com produtividade, conforto e ausência de lesões (COUTO, 1995).

As metodologias mais conhecidas no estudo de tempos são as norte americanas MTM (Methods-Time Measurement, 1948), Work Factors (1945) e BMT (Basic Motion Timestudy, 1951).

Os estudos dos tempos e movimentos têm sido muito utilizados para avaliar a produtividade, para planejar e racionalizar sistemas de produção florestal (ADEBAYO, 2007; GOYCHUK, 2011; MOREIRA, 2004; SPINELLI, 2009; WESTER, 2003).

De acordo com Valverde et al. (1996) e Nurminen et al (2006), o estudo de tempos e movimentos auxilia na análise do trabalho, com a finalidade de criar ou alterar sistemas de produção, aumentando a eficiência e a produtividade e diminuindo os custos.

3.3. Fatores ergonômicos

3.3.1. Carga de trabalho físico

O deslocamento dos trabalhadores em áreas acidentadas, o alto desgaste físico das operações, o perigo de acidentes e o baixo índice de conforto térmico têm como consequência problemas de sobrecarga física e metabólica dos trabalhadores (FIEDLER et al, 2012).

De acordo com COUTO (2012), um dos desafios da Ergonomia é definir o que é carga de trabalho aceitável e o que é sobrecarga. Se é aceitável haver alguma sobrecarga momentânea e ocasional, a sobrecarga crônica é inaceitável, uma vez que essa situação é causadora de fadiga, podendo causar lesões.

A carga de trabalho físico pode ser medida por meio dos batimentos cardíacos. Quando o trabalho é leve, a frequência cardíaca aumenta rapidamente até um nível compatível com o esforço e se mantém constante durante a jornada de trabalho. Os batimentos cardíacos voltam ao normal alguns minutos após o encerramento da atividade. Quando o trabalho é pesado a frequência cardíaca vai aumentando até que o trabalho seja interrompido (KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

Para Bonjer (1974), o limite de carga máximo pode ser calculado com base na carga cardiovascular e a frequência cardíaca do trabalho não pode ultrapassar 40% da frequência cardíaca máxima. Se isso ocorrer, o trabalho deve ser reorganizado com a inclusão de pausas durante a jornada de trabalho.

De acordo com Vosniak et al. (2010), a carga de trabalho físico de trabalhadores da atividade de coveamento semimecanizado, foi classificada

como moderadamente pesada e a carga cardiovascular ultrapassou o limite de 40%, mostrando haver sobrecarga física aos trabalhadores. Já Silva et al. (2007) relatam que durante a execução da tarefa de coveamento semimecanizado, a frequência cardíaca média dos trabalhadores estava acima da frequência cardíaca limite recomendada e a atividade foi classificada como pesada. A atividade de marcação de covas também foi classificada como moderadamente pesada, de acordo com Fiedler et al. (2012).

3.3.2. Ambiente térmico (calor)

O trabalho de implantação florestal é realizado a céu aberto e, portanto, os trabalhadores estão expostos às condições climáticas do local de trabalho. Nos meses mais quentes do ano, as temperaturas elevadas podem representar risco a saúde e segurança do trabalhador. O clima desfavorável provoca indisposição e fadiga, extenuações físicas e nervosas, diminuição do rendimento, aumento dos erros e risco de acidentes, além de expor organismos a doenças (FIEDLER et al., 2010).

A sudorese excessiva existente no trabalho fisicamente pesado ou em ambientes quentes pode ocasionar a perda de água e eletrólitos (Na^+ , K^+ , Cl^-) que, em diminuída na placa motora dos músculos, pode resultar em fraqueza muscular (COUTO, 1995).

Quando o organismo está desenvolvendo uma atividade fora da zona de conforto térmico, o trabalhador pode sentir-se desconfortável, perdendo a motivação para o trabalho, mesmo que este não seja qualificado; a velocidade de reação das tarefas diminui; ocorre perda de precisão, perda de continuidade e diminuição da vigilância, o que torna o ambiente impróprio para o trabalho mental e, ainda, aumenta a incidência de acidentes, principalmente aqueles sem maior gravidade (ALVES et al., 2002).

De acordo com Wasterlund (1998), o stress térmico provoca fadiga ao trabalhador e reduz sua produtividade. Quando o organismo encontra dificuldades para dissipar o excesso de calor para o meio ambiente o trabalhador pode sofrer insolação, câimbras e até exaustão provocada pelo calor. As medidas adotadas pelo corpo humano, como vaso dilatação,

aumento da frequência cardíaca e sudorese dependem de características individuais, tais como idade, sexo, grau de obesidade e sensibilidade individual.

3.3.3. Ruído

A perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) relacionada ao trabalho é uma diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a elevados níveis de pressão sonora. De acordo com Ogido et al. (2009), a PAIR é passível de prevenção e pode ter como consequências prejuízos de diferentes naturezas, podendo levar à incapacidade auditiva, disfunções auditivas – zumbidos e alterações vestibulares, como vertigem – e mesmo dificultar a inserção no mercado de trabalho.

Os prejuízos do ruído podem ser agravados pela interação com outros agentes nocivos à saúde humana, como vibração ou produtos químicos. Em estudo sobre trabalhadores expostos a ruído e pesticidas, Guida et al. (2010) constataram que entre trabalhadores expostos apenas a ruído a ocorrência de PAIR foi de 42,5% e entre os trabalhadores expostos a ruído e pesticidas a ocorrência de PAIR foi de 60%. Segundo Ferreira et al. (2012), o tabagismo e a exposição a monóxido de carbono podem potencializar os efeitos negativos do ruído.

Além da perda auditiva, a exposição prolongada ao ruído pode causar alterações cardiovasculares, psicológicas e respiratórias, distúrbios do sono, disfunções no sistema imunológico, irritabilidade e fadiga, além de diminuir o desempenho do trabalhador nas suas funções, aumentando a possibilidade de ocorrerem acidentes de trabalho (MASSA et al., 2012).

Estudos na área de silvicultura constataram níveis de ruído superiores aos limites de tolerância estabelecidos pela legislação brasileira, num viveiro florestal (ALVES et al., 2002).

3.3.4. Vibração

Bovenzi et al. (1991) relatam que trabalhadores florestais expostos a vibração de mão e braço apresentam maiores taxas de dor persistente no pescoço e nos membros superiores. Para valores de vibração superiores a 7,5 m/s² houve aumento significativo no risco de dores em todos os membros superiores e no desenvolvimento de LER/DORT. Algumas motocoveadoras disponíveis no mercado apresentam deficiências de projeto, como vibração e ruído excessivos, que podem causar danos à saúde e segurança do trabalhador (VOSNIAK et al., 2006).

Em trabalhadores florestais que usam motosserra, há uma degeneração gradativa do tecido vascular e nervoso, causando perda da capacidade manipulativa e o tato das mãos, dificultando o controle motor. Em casos mais graves, a circulação do sangue nos dedos é afetada, tornando-os descoloridos e provocando o fenômeno do “dedo-branco”. Nessa situação, os dedos ficam insensíveis e podem sofrer necrose (IIDA, 2005). Em estudo com trabalhadores florestais que utilizaram motosserras durante 7 a 20 anos, Kumlin et al. (1973) constataram que 89% dos indivíduos apresentavam o fenômeno de Raynaud e alterações esqueléticas nas mãos.

As motocoveadoras utilizadas na perfuração de covas possuem rotações semelhantes às motosserras, e podem expor os trabalhadores aos mesmos riscos em relação a vibração de mãos e braços.

3.3.5. Trabalho repetitivo

As patologias denominadas genericamente de LER/DORT têm chamado a atenção não só pelo aumento de sua incidência mas por existirem evidências de sua associação com o ritmo de trabalho. Essas patologias, em geral, não têm um tratamento difícil, mas possuem uma má evolução, causando dor, perda de força e edema, sendo responsáveis por uma parcela significativa das causas da queda do desempenho no trabalho (REGIS FILHO et al., 2006).

Segundo a Norma Técnica de Avaliação de Incapacidade, do Ministério da Previdência Social (1991), a terminologia LER deveria ser utilizada para as

afecções que podem acometer tendões, sinóvias, músculos, nervos, fâscias, ligamentos, de maneira isolada ou associadamente, com ou sem degeneração de tecidos, atingindo principalmente, porém não somente, os membros superiores, região escapular e pescoço. Em 1997, com a revisão dessa norma, foi introduzida a expressão Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) para situações em que o distúrbio tem origem ocupacional. A terminologia LER passou a ser utilizada para situações de lesão por esforço repetitivo com origem fora do ambiente de trabalho.

Normalmente se encontra entre as origens de DORTs as atividades no trabalho que exijam força excessiva com as mãos, posturas inadequadas dos membros superiores, repetitividade de um mesmo padrão de movimento, compressão mecânica das estruturas dos membros superiores e regiões anexas e o tempo insuficiente para a realização de um determinado trabalho (REGIS FLHO e LOPES, 1997).

3.3.6. Biomecânica

A biomecânica estuda a interação entre o trabalho e o homem sob o ponto de vista dos movimentos músculos-esqueléticos envolvidos e suas consequências.

Segundo Teixeira e Mota (2007), a biomecânica é uma disciplina derivada das ciências naturais, que se preocupa com a análise física dos sistemas biológicos, examinando os efeitos das forças mecânicas sobre o corpo humano em movimentos cotidianos, de trabalho e de esporte.

Segundo Hall (2000) os biomecânicos utilizam os instrumentos da mecânica, que é o ramo da física que envolve a análise das ações das forças, para estudar os aspectos anatômicos e funcionais dos organismos vivos.

De acordo com Fiedler *et al.* (2003), algumas das tarefas executadas no trabalho florestal são realizadas nas posições em pé, parada ou em movimento, e agachada, com a coluna torcida e com movimentos repetitivos, em que os trabalhadores podem assumir posturas incorretas durante a jornada de trabalho, causando problemas à saúde.

Além da fadiga muscular imediata, os efeitos em longo prazo das posturas inadequadas são numerosos: sobrecarga imposta ao aparelho respiratório, formação de edemas, varizes e problema nas articulações, particularmente na coluna vertebral. Tais afecções acarretam então a recusa, às vezes de forma não explícita, dos trabalhadores atingidos, aos postos de trabalho em que suas limitações posturais são demasiado fortes (COUTO, 1995).

lida (2005) afirma que postos de trabalho inadequados provocam estresses musculares, dores e fadiga que, as vezes, podem ser resolvidas com providencias simples, como aumento ou redução da mesa, melhoria do layout ou concessão de pausas no trabalho. No setor florestal, a utilização de bancadas para o abastecimento de sacolas de adubo e costais para irrigação pode diminuir a incidência de dores e fadiga.

Em estudo sobre a postura de trabalhadores em atividades de plantio florestal, Vosniak et al. (2011) constataram que as posturas adotadas foram prejudiciais à saúde dos trabalhadores, necessitando a adoção de melhorias com relação à ergonomia. Nessa atividade os trabalhadores permaneceram, a maior parte da jornada de trabalho, com as costas curvadas e manuseando cargas acima do limite estabelecido. Da mesma forma, posturas adotadas pelos trabalhadores na atividade de coveamento semimecanizado foram consideradas prejudiciais a saúde. (VOSNIAK et al., 2010).

3.4. Metas de produção

A correta administração da mão de obra visando seu máximo aproveitamento no tempo pago é um dos itens de maior prioridade nas organizações onde é o ser humano que faz as mudanças essenciais na transformação da matéria no produto acabado da empresa (COUTO, 2012).

Meta de produção é a quantidade de trabalho que deve ser realizado por um trabalhador no período de uma jornada de trabalho. As metas de produção do trabalhador, historicamente, sempre foram determinadas em

função de estudos de tempos cronometrados, das variáveis operacionais e de medidas da produção (STANTON et al. 2004). Porém, na definição de metas de produtividade humanamente sustentáveis, também devem ser levados em consideração os fatores humanos e aqueles que afetam as suas limitações.

No mundo globalizado da atualidade, em que as transformações profundas dos pontos de vista político econômico, tecnológico, ambiental e, sobretudo, social vêm ocorrendo, o ser humano tem sofrido forte cobrança e pressão por alto desempenho no trabalho (produtividade), cujas consequências são o comprometimento de aspectos fundamentais em seu bem-estar, sua segurança e saúde e, principalmente, em sua qualidade de vida (LEITE et al., 2012).

Quando as empresas adotam medidas de controle sobre os trabalhadores visando fundamentalmente atingir a capacidade máxima de produção, os sistemas de trabalho podem desencadear uma série de agravos a saúde do trabalhador (RIGOTTO et al., 2010).

O ajuste da carga de trabalho aos fatores ergonômicos e as características individuais dos trabalhadores é a principal contribuição da ergonomia para promover melhorias nas condições de trabalho e auxiliar no estabelecimento de metas de produtividade com baixo risco de danos para a sua saúde (SOUZA et al., 2012).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local de estudo

Este estudo foi realizado em plantios de *Eucalyptus* spp., pertencentes a uma empresa florestal localizada na cidade de Guanhães (42°58' W e 18°38'S), estado de Minas Gerais. A altitude média do local é de 801 metros acima do nível do mar. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é Aw – Clima Tropical, chuvoso de savana, ou seja, inverno seco e chuvas máximas no verão (SOUZA et al., 2003).

4.2. População amostrada

A população amostrada correspondeu a três equipes de seis trabalhadores que realizavam atividades de implantação florestal, totalizando 18 trabalhadores. Este grupo foi determinado de acordo com a análise de grupos homogêneos de exposição, definido pela Norma de Higiene Ocupacional 10 (FUNDACENTRO, 2013) como sendo “um conjunto de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação de qualquer trabalhador do grupo seja representativo da exposição do restante dos trabalhadores do mesmo grupo”.

Nesta pesquisa o grupo homogêneo de riscos ergonômicos para a saúde dos trabalhadores de alinhamento e marcação, coveamento semimecanizado e plantio com gel foram: ambiente de trabalho (terrenos acidentados, trabalho ao ar livre), condições e organização de trabalho semelhantes. Todos os trabalhadores possuíam mais de um ano de experiência na função.

4.3. Atividades de silvicultura estudadas

As operações de silvicultura contempladas neste estudo foram a atividade de alinhamento e marcação, o coveamento semimecanizado e o plantio de mudas com aplicação de gel. Estas atividades eram realizadas em sequência, por grupos de trabalhadores que não realizavam rodízio nas tarefas, ou seja, cada grupo realizava apenas uma mesma tarefa todos os dias. Para as três atividades eram determinadas metas de produção, que eram conferidas diariamente pelo encarregado das equipes. Não era oferecido prêmio por produção extra. A Figura 1 ilustra a sequência de atividades de implantação e manutenção de plantios clonais de *Eucalyptus* spp., incluindo as atividades que não foram contempladas neste estudo. As atividades de silvicultura abordadas neste estudo são descritas a seguir.

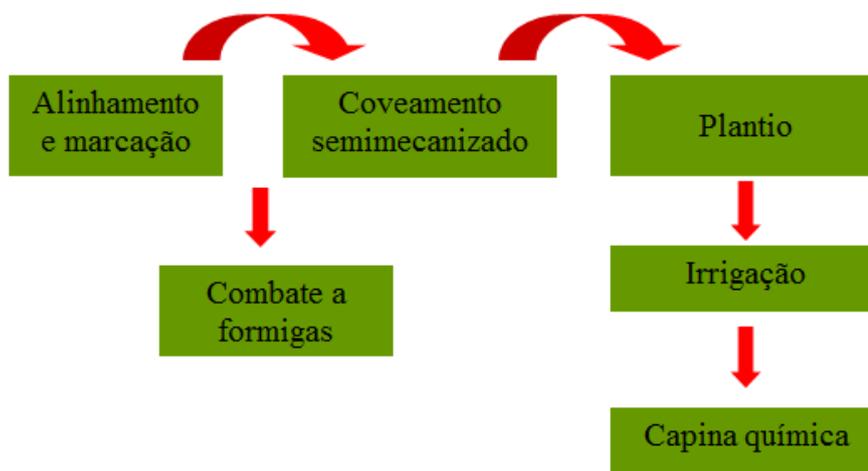


Figura 1: Fluxograma das atividades de silvicultura

4.3.1. Alinhamento e marcação

A atividade de alinhamento e marcação é uma técnica silvicultural realizada com o objetivo de estabelecer medida padrão para o plantio. A linha de plantio era definida, por meio de balizas fincadas em linha reta, de 30 em 30 metros. Em seguida, o trabalhador florestal utilizava uma enxada, com o cabo no tamanho do espaçamento entre covas, ou seja, 3 metros. A ponta do cabo da enxada ficava na direção da marcação anterior para fazer a próxima, mantendo assim o alinhamento (linha mestra). Ao terminar uma linha o trabalhador realocava as balizas para iniciar a marcação de uma nova linha. A atividade era encerrada quando o trabalhador cumpria a meta diária de produção, que era de 1200 marcas.



Figura 2: Atividade de alinhamento



Figura 3: Atividade de marcação

4.3.2. Coveamento semimecanizado

A motocoveadora utilizada nesta atividade era da marca Sthill, modelo BT 121, e pesava 11 kg, com combustível. O ciclo operacional da atividade de coveamento semimecanizado iniciava-se com o abastecimento da motocoveadora, realizado pelo trabalhador. O trabalhador deslocava-se pelo terreno, perfurando as covas nos locais estabelecidos pelas marcas. Ao se deslocar pela área, subia coveando duas linhas de plantio e descia coveando três linhas. Neste percurso, se houvesse necessidade, o trabalhador realizava pausas curtas para fazer limpeza de lâminas, ingerir água e ir ao banheiro. O ciclo de trabalho era repetido até o momento do novo abastecimento e a atividade era encerrada quando o trabalhador cumpria a meta diária de produção, que era de 800 covas por trabalhador.



Figura 4: Atividade de coveamento semimecanizado



Figura 5: Atividade de coveamento semimecanizado

4.3.3. Plantio com gel

Para realização da atividade o trabalhador utilizava como ferramenta de trabalho um costal contendo água e gel, uma plantadeira e um reservatório de mudas. O objetivo da aplicação do gel no ato do plantio é manter a umidade ao

redor da muda por mais tempo, diminuindo a necessidade de irrigações subsequentes e aumentando a sobrevivência das mudas.

O abastecimento do costal era realizado diretamente no solo, em seguida o trabalhador abastecia o reservatório de mudas e deslocava no alinhamento das covas para efetuar o plantio. O trabalhador iniciava o plantio na parte superior do talhão e se deslocava plantando mudas em duas linhas até acabar as mudas do reservatório, quando voltava para reabastecer o costal de gel e o reservatório de mudas. Caso fosse necessário, os trabalhadores aproveitavam para beber água no momento de reabastecer o costal. O ciclo de trabalho era repetido até o momento do novo abastecimento e a atividade era encerrada quando o trabalhador cumpria a meta diária de produção, que era de 594 mudas por trabalhador.



Figura 6: Atividade de plantio com gel



Figura 7: Abastecimento do costal de gel e das mudas para o plantio com gel

4.4 Condições de trabalho

As condições de trabalho consideradas neste estudo foram: declividade, grau de limpeza do terreno, trabalho a céu aberto, espaçamento de plantio e turno de trabalho.

A declividade dos terrenos foi medida com o uso de um clinômetro. A superfície e o grau de limpeza do terreno, assim como as variáveis do clima, foram determinados por meio de observações em campo.

As variáveis dos trabalhadores (idade, altura, peso, escolaridade e tempo de experiência) e as variáveis operacionais (turno de trabalho, regime de pausas, uso de EPI) foram determinadas pela aplicação de questionários respondidos por todos os trabalhadores que participaram da pesquisa.

4.4. Produção e produtividade

Produção é definida como a quantidade de produto produzido, em termos absolutos. Produtividade é a relação entre a quantidade produzida e o fator de produção utilizado. No caso deste estudo, considerou-se produtividade a quantidade de marcas, covas ou mudas realizadas por um trabalhador durante uma jornada de 8 horas de trabalho.

4.4.1. Estudo de tempos

O estudo de tempos e movimentos foi realizado com o objetivo de conhecer a organização do trabalho e identificar as etapas presentes em cada atividade de silvicultura analisada. Os dados foram coletados no período de agosto e setembro de 2012. Foram acompanhados três trabalhadores de cada atividade, desde o momento de sua chegada ao local de trabalho até o momento da partida da equipe de trabalho. Todos os trabalhadores selecionados possuíam mais de um ano de experiência na atividade.

Buscou-se entender a distribuição e a proporção de cada elemento dentro da jornada de trabalho. As etapas da jornada de trabalho foram divididas em Trabalho efetivo (TE), Pausa Ergonômica Regular (PER) e Atividades de Baixa exigência Ergonômica (ABEE). Além disso, foi considerado o Tempo não trabalhado (TNT), correspondente ao tempo decorrido entre o término das atividades prescritas e o final da jornada de trabalho.

O levantamento dos tempos gastos em cada etapa das atividades foi realizado com o uso de um cronômetro digital. Os dados foram anotados em uma planilha padrão e processados posteriormente.

4.4.2. Produtividade do trabalhador e meta de produção atribuída

O referencial analítico adotado neste estudo possibilitou identificar a produtividade nas atividades de silvicultura por meio da relação entre produção e tempo consumido em horas, de acordo com a Equação 1:

$$Pt = V / TE \quad (1)$$

Onde:

Pt = Produtividade do turno, incluindo pausas

V = Produção no turno de trabalho

TE =Tempo de trabalho efetivo (min)

A meta de produção atribuída a cada trabalhador foi fornecida pelas empresas florestais para o turno de trabalho de 8 horas, considerando a organização do trabalho da época.

4.5. Análise Ergonômica

A avaliação ergonômica das atividades de implantação florestal foi realizada com o intuito de se realizar melhorias na organização do trabalho. Os fatores analisados foram carga física de trabalho, ambiente térmico, exposição a ruído e vibração, repetitividade e postura dos trabalhadores.

4.5.1. Carga de trabalho físico

A avaliação da carga de trabalho físico foi feita pelo método da frequência cardíaca dos trabalhadores durante a realização das atividades. Foram avaliados seis trabalhadores em cada atividade. A coleta dos dados foi realizada utilizando-se um aparelho da marca GARMIM, modelo 305 Forerunner, com medidor de frequência cardíaca e receptor GPS.

O transmissor foi fixado ao trabalhador na altura do tórax, no início da jornada de trabalho, e foi retirado após o término das atividades. Ao término da

coleta de dados, esses foram descarregados em um microcomputador para a análise dos dados no software GARMIM Training Center.

A carga cardiovascular no trabalho, correspondente à razão entre a frequência cardíaca de trabalho e a frequência cardíaca máxima utilizável, foi calculada de acordo com a Equação 2, proposta por Bonjer (1974):

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} \times 100 \quad (2)$$

Em que: CCV é a carga cardiovascular, em %; FCT, a frequência cardíaca de trabalho; FCM, frequência cardíaca máxima (220 - idade); FCR, a frequência cardíaca de repouso.

A frequência cardíaca limite (FCL) em bpm (batimentos por minuto) para a CCV de 40% foi obtida pela Equação 3:

$$FCL = 0,40 \times (FCM - FCR) + FCR \quad (3)$$

Segundo Bonjer (1974), quando a CCV ultrapassa 40,0 % (acima da FCL) é necessário determinar o tempo de recuperação da fadiga, usando a Equação 4:

$$Tr = \frac{Ht(FCT - FCL)}{FCT - FCR} \quad (4)$$

Em que:

Tr = Tempo de recuperação da fadiga; Ht = Duração do trabalho, em minutos.

As atividades foram classificadas de acordo com a frequência média de trabalho, conforme a tabela 1 (APUD, 1989).

Tabela 1 - Classificação da carga de trabalho físico por meio da frequência cardíaca.

Carga de trabalho físico	Frequência cardíaca em bpm
Muito leve	< 75
Leve	75-100
Moderadamente pesada	100-125
Pesada	125-150
Pesadíssima	150-175
Extremamente pesada	> 175

4.5.2. Ambiente térmico (calor)

As etapas de silvicultura constantes desta pesquisa podem apresentar condições de sobrecarga térmica para o trabalhador dependendo da época do ano em que for executada, ventilação, umidade relativa do ar e carga de trabalho físico.

Para avaliar as condições térmicas no local de trabalho foi utilizado termômetro de IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo), instalado no ambiente em que era realizada a tarefa. Os dados foram coletados entre os meses de setembro e outubro de 2012. Os dados de IBUTG foram registrados a cada 5 minutos e se obteve um valor médio para cada hora da jornada de trabalho.

O IBUTG é definido pelas seguintes Equações, considerando ambientes internos ou externos sem carga solar (5) e ambientes externos com carga solar (6). Neste estudo foi utilizada a Equação (6), pois todas as atividades analisadas eram realizadas em ambientes externos com carga solar.

$$\text{IBUTG} = 0,7t_{bn} + 0,3t_g \quad (5)$$

$$\text{IBUTG} = 0,7t_{bn} + 0,2t_{bs} + 0,1t_g \quad (6)$$

Em que: tbn é a temperatura de bulbo natural ou úmido; tbs é a temperatura de bulbo seco; tg é a temperatura de globo.

Os limites de tolerância para trabalhos intermitentes com períodos de descanso, expressos na Tabela 2, são regulamentados pela NR-15, Anexo 3, na legislação brasileira.

Tabela 2: Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.

Regime de trabalho por hora	Tipo de atividade e respectivo dispêndio energético em kcal/hora		
	LEVE	MODERADA	PESADA
	< 150	151 a 300	300 a 400
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 min trabalhando 15 min descansando	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 min trabalhando 30 min descansando	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	27,9 a 26,0
15 min trabalhando 45 min descansando	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido trabalho sem as medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

4.5.3. Ruído

Os trabalhadores envolvidos na atividade de coveamento semimecanizado estavam expostos a ruído contínuo ou intermitente. Nesta avaliação, foram utilizados dosímetros exposímetros Wed007. Foram avaliadas 5 motocoveadoras da marca Stihl modelo BT 121. As medições foram

realizadas de acordo com a Norma Regulamentadora 15. Segundo a NR 15 os níveis de ruído contínuo devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras foram feitas próximas ao ouvido do trabalhador. O critério de referência que embasa os limites de exposição diária adotado para ruído contínuo corresponde a uma dose de 100% para exposição de 8 horas ao nível de 85 dB(A).

A atenuação do ruído proporcionada pelo uso do protetor auricular fornecido aos trabalhadores foi verificada no Ministério do Trabalho e Emprego. O número do Certificado de Aprovação (CA) do equipamento era 7166. De acordo com o CA desse equipamento é possível uma atenuação de 24 dB(A). Esse foi o valor utilizado no cálculo da atenuação.

4.5.4. Vibração

Os trabalhadores envolvidos na atividade de coveamento semimecanizado estavam expostos a vibração de mãos e braços. Para análise da vibração foi utilizado o instrumento MAESTRO fabricado pela 01dB, acoplado a um acelerômetro triaxial montado no ponto em que a energia era transmitida às mãos. Esse instrumento fornece os valores da magnitude de aceleração em $m.s^{-2}$ ponderada nas frequências de 6,3 a 1250 Hz. Foram avaliadas motocoveadoras da marca Stihl modelo BT 121.

A avaliação da vibração transmitida às mãos e braços foi realizada com base na Norma de Higiene Ocupacional 10 (NHO 10) da FUNDACENTRO, que estabelece os seguintes níveis de exposição para vibração de mãos e braços:

- 2,5 $m.s^{-2}$ – Nível de ação
- 5,0 $m.s^{-2}$ - Limite de exposição para jornada de 8 horas

. A mensuração foi realizada para cada eixo (x, y e z), por meio da aceleração ponderada, $m.s^{-2}$, correspondente ao eixo dominante.

4.5.5. Trabalho repetitivo

Neste estudo a repetitividade foi avaliada de acordo com metodologia desenvolvida por Couto (COUTO, 2006) que abrange os seguintes fatores: repetição dos movimentos, força, peso movimentado, postura, esforço estático e carga mental. Para cada parâmetro atribui-se uma porcentagem de tempo para recuperação da fadiga do trabalhador. Quando existem mecanismos de regulação no ambiente ou na organização do trabalho, são determinadas porcentagens de tempo para prolongar a execução das atividades. O valor final do tempo de recuperação da fadiga é encontrado somando-se os valores atribuídos a cada parâmetro e descontando-se os valores atribuídos aos mecanismos de regulação. Para esta análise foram realizadas filmagens, fotos e observações *in loco* das atividades de alinhamento e marcação, coveamento semimecanizado e plantio com gel.

O tempo de pausas devido ao trabalho repetitivo foi determinado pela soma dos tempos de pausa relacionados aos seguintes fatores:

- Fator repetitividade: considera a produção por turno, a duração do ciclo de trabalho, a velocidade do movimento, a existência de atividades diversificadas, de pausas regulares e de pausas curtas.
- Fator força: considera a intensidade da força, a duração do esforço no ciclo e a frequência com que é realizada.
- Fator peso movimentado: considera o peso que é movido, a distância e o número de vezes que ele é movimentado.
- Fator postura em desvio: determinado com a caracterização do desvio postural, a porcentagem de ciclos em que o desvio está presente e a duração do desvio no ciclo.
- Fator esforço estático: determinado considerando-se as situações em que o esforço realizado mantinha um mesmo padrão durante mais do que 50% do ciclo de trabalho.

4.5.6. Análise biomecânica

A avaliação biomecânica foi realizada por meio da análise tridimensional, utilizando a técnica de filmagem e “congelamento” das posturas críticas, para medição dos ângulos dos diversos segmentos corpóreos. As filmagens foram realizadas utilizando uma câmera digital e nos ângulos onde não foi possível uma medição direta foi realizada uma aproximação com base nas imagens obtidas. As forças envolvidas foram medidas utilizando um dinamômetro. Estes dados foram analisados por meio do programa computacional do modelo biomecânico tridimensional de predição de posturas e forças estáticas, desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos (MICHIGAN, 2005).

Para a análise com o modelo tridimensional, foram inseridos os ângulos das articulações, obtidos durante a realização das tarefas; o valor, a magnitude e a direção das forças aplicadas e o número de mãos utilizadas.

Os resultados destas análises indicaram a predição da força de compressão na região lombar da coluna, precisamente no disco entre as vértebras L5 e S1 e se esta força ultrapassou ou não carga limite recomendada, de 3426 N. As análises também indicaram para cada articulação do corpo a predição da percentagem de pessoas capazes de exercer o manuseio da carga com a força requerida, sem causar danos às articulações do corpo.

4.6. Determinação de metas de produção em função de fatores ergonômicos

A análise dos fatores ergonômicos foi realizada para determinar o fator crítico e o respectivo tempo de pausa recomendado. Ao realizar a comparação entre o tempo de pausas existentes e o tempo recomendado, pode-se determinar se a organização e execução do trabalho representam risco à saúde dos trabalhadores, ou seja, se não há uma sobrecarga do trabalhador e se o trabalho deve ser reorganizado de modo a reduzir os riscos de lesões e problemas de saúde aos trabalhadores.

4.6.1. Determinação do tempo de recuperação da fadiga (TRF) e do tempo de trabalho efetivo recomendado (TER)

O tempo de recuperação da fadiga e o tempo de trabalho efetivo recomendado para cada atividade foi determinado de acordo com a Equação 7:

$$\text{TER (min)} = \text{DJ} - \text{TRF} \quad (7)$$

Onde:

TER = tempo de trabalho efetivo recomendado (min);

DJ (min) = duração da jornada

TRF (min.) = Tempo de pausa recomendado, determinado pelo fator crítico mais significativo: calor, carga de trabalho, vibração e repetitividade.

4.6.2. Determinação de metas de produção

A reorganização do trabalho permite a adoção de metas de produção ergonomicamente, respeitando os limites do organismo do trabalhador, sem que este seja sobrecarregado fisicamente e sem riscos de patologias ocupacionais. Dessa forma a tarefa pode ser desenvolvida com satisfação, segurança e conforto, sem deixar de atender as necessidades sociais, ambientais e econômicas da empresa. A meta de produção recomendada para cada atividade foi determinada de acordo com a Equação 8:

$$\text{MPr} = \text{TER} \times \text{Pt} \quad (8)$$

Onde:

MPr = Meta de produção recomendada (marcas, covas ou mudas / jornada);

TER = Tempo de trabalho efetivo recomendado (min);

Pt = produtividade do trabalhador (marcas, covas ou mudas / min);

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Condições de trabalho

O terreno onde eram realizadas as atividades de implantação florestal possuía declividade acima de 15° , com superfície irregular. A presença de restos culturais dificultava a movimentação dos trabalhadores e a realização das tarefas. O clima durante o estudo era de dias ensolarados, sem incidência de chuvas, e com ventos moderados.

O turno de trabalho tinha início as sete horas da manhã e término as 16 horas da tarde, com uma hora de almoço entre 11 horas e meio dia. A recomendação era de que os trabalhadores realizassem 10 minutos de pausa a cada 50 minutos trabalhados, no entanto as pausas não eram realizadas de forma regular e no caso da atividade de plantio, não eram realizadas. Em todas as atividades estudadas os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) fornecidos eram utilizados pelos trabalhadores.

As condições de trabalho dos locais onde eram realizadas as atividades de implantação florestal estão apresentadas de forma resumida na Tabela 3. Essas características foram consideradas constantes para todas as atividades estudadas.

Tabela 3: Condições de trabalho constantes durante a realização do estudo.

Características do Local de Estudo			
Variáveis do Terreno		Variáveis do Povoamento	
Declividade (graus)	Acima de 15 ⁰	Espaçamento (m)	3,0 x 3,0
Superfície	Irregular	Variáveis Operacionais	
Grau de Limpeza	Médio	Turno de Trabalho	De 7h às 16 h com uma hora para almoço
Variáveis do Clima		Regime de Pausas	50 min de trabalho e 10 min de descanso (norma da empresa).
Tempo	Ensolarado	Uso de EPIs	SIM
Estação do ano	Primavera	Atividade	
Incidências de ventos	Moderada	Alinhamento e marcação	1 pessoa
Variáveis dos trabalhadores		Coveamento semimecanizado	1 pessoa
Idade Média	38 anos	Plantio com gel	1 pessoa
Altura Média	1,71m		
Peso Médio	74 kg.	Variáveis da Motocova	
Experiência	Maioria com mais de 5 anos.	Marca / Modelo	STIHL BT 121
Escolaridade	Ensino Fundamental Incompleto.	Peso (kg)	12,0

5.2. Produção e Produtividade

A produtividade dos trabalhadores foi calculada com base na quantidade de marcas, covas ou mudas plantadas por cada trabalhador durante uma jornada de trabalho e no tempo de trabalho efetivo para cada atividade.

5.2.1. Estudo de tempos

O estudo de tempos e movimentos permitiu identificar os tempos gastos pelos trabalhadores em cada etapa da jornada de trabalho. Foram realizadas 3

coletas para cada atividade, totalizando 9 coletas de dados em dias típicos de trabalho.

5.1.1.1 Alinhamento e marcação

Na atividade de alinhamento e marcação a maior percentagem de tempo ocorreu para o trabalho efetivo. O tempo não trabalhado correspondeu a segunda maior percentagem, enquanto a soma das atividades de baixa exigência ergonômica e das pausas regulares foi inferior a 11% da jornada de trabalho. Isso indica que o trabalho era concentrado na parte da manhã e no início da tarde, sem que houvesse controle efetivo da realização das pausas ergonômicas prescritas. O ritmo apressado de trabalho pode levar a uma queda de atenção, aumentando o risco de acidentes e a incidência de dores musculares. O tempo total e a distribuição percentual dos tempos de cada atividade são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Distribuição do tempo de ocupação dos trabalhadores de alinhamento e marcação.

Alinhamento e marcação	Tempo total (min)	Distribuição percentual do tempo (%)
1.Trabalho Efetivo	231,7	48,3
2.Pausa Ergonômica	33,3	6,9
3. Atividades de baixa exigência ergonômica (ABEE):		
a. Deslocamento	12,4	2,6
b. Diálogo Diário de Segurança	3,4	0,7
c. Necessidades pessoais	2,4	0,5
Subtotal ABEE	18,2	3,8
4. Tempo não trabalhado	196,8	41,0
TOTAL GERAL	480,0	100,0

5.1.1.2 Coveamento semimecanizado

Na atividade de coveamento semimecanizado a maior porcentagem de tempo ocorreu para o trabalho efetivo. O tempo não trabalhado correspondeu a segunda maior porcentagem, enquanto a soma das atividades de baixa exigência ergonômica e das pausas regulares correspondeu a apenas 13% da jornada de trabalho. A exposição a ruído e vibração por longos períodos diários pode causar danos irreversíveis a saúde dos trabalhadores, de forma que deve haver controle rigoroso das pausas e do tempo de exposição a esses fatores. O tempo total e a distribuição percentual dos tempos de cada atividade são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Distribuição do tempo de ocupação dos trabalhadores de coveamento semimecanizado.

Coveamento semimecanizado	Tempo total (min)	Distribuição percentual do tempo (%)
1.Trabalho Efetivo	228,8	47,7
2.Pausa Ergonômica	52,9	11,0
3. Atividades de baixa exigência ergonômica (ABEE):		
a. Diálogo diário de segurança	8,6	1,8
4. Tempo não trabalhado	189,7	39,5
TOTAL GERAL	480,0	100,0

5.1.1.3 Plantio com gel

Na atividade de plantio com gel o tempo não trabalhado correspondeu a maior porcentagem da jornada de trabalho. A segunda maior porcentagem correspondeu ao tempo de trabalho efetivo. Nesta atividade as pausas ergonômicas regulares não eram realizadas e o único momento de descanso dos trabalhadores era durante o abastecimento do costal e do reservatório de mudas. As pausas são um importante mecanismo de regulação e prevenção

de dores e lesões musculares. O tempo total e a distribuição percentual dos tempos de cada atividade são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Distribuição do tempo de ocupação dos trabalhadores de plantio

Plantio com gel	Tempo total (min)	Distribuição percentual do tempo (%)
1.Trabalho Efetivo	194,4	40,5
2.Pausa Ergonômica	0,0	0,0
3. Atividades de baixa exigência ergonômica (ABEE):		
a. Deslocamento	21,7	4,5
b. Diálogo diário de segurança	15,3	3,2
c. Abastecimento	32,9	6,9
d. Preparo de equipamento e EPI	11,4	2,4
e. Necessidades	7,2	1,5
Subtotal ABEE	88,5	18,5
4. Tempo não trabalhado	197,1	41,1
TOTAL GERAL	480,0	100,0

O tempo de trabalho efetivo das atividades de silvicultura variou de 40,5% (plantio) a 48,3% (alinhamento e marcação) da jornada de trabalho. Os valores de tempo não trabalhado foram elevados para todas as atividades, o que indica que havia má organização do trabalho. Em todas as atividades analisadas o tempo de pausas ergonômicas foi inferior ao recomendado, sendo que na atividade de plantio as pausas ergonômicas não eram realizadas. Isso representa uma diferença entre o trabalho prescrito e o trabalho real, e pode representar riscos a saúde e segurança do trabalhador.

O ritmo apressado de trabalho pode ser explicado pelo desejo de cumprir as metas de produção durante as horas menos quentes do dia e pela vontade de sair mais cedo do local de trabalho. Isso faz com que se aumente a densidade do trabalho, pois se realiza num curto espaço de tempo o que era pra ser feito durante toda a jornada de trabalho. Esse fenômeno é conhecido nas situações de produção de massa, onde os trabalhadores têm a

possibilidade de acelerar os seus ritmos de trabalho e geralmente conseguem concentrar um trabalho de 8 horas em 6 horas. Os resultados dessa densificação espontânea podem ser danosos para a saúde dos trabalhadores, mas essa aceleração parece difícil de combater, em razão da super-excitação progressiva do cérebro pelo trabalho intenso e monótono (WISNER, 1994). No caso das atividades analisadas, na atividade de alinhamento e marcação o trabalho chegou a ser concentrado em menos de 3 horas de trabalho.

5.1.2 Produtividade do trabalhador e meta de produção atribuída

A análise dos dias típicos de trabalho permitiu observar que as metas de produção atribuídas a cada trabalhador eram cumpridas antes do término da jornada de trabalho. Assim que atingiam a meta de produção os trabalhadores interrompiam a atividade e iam descansar, esperando que os demais companheiros terminassem a tarefa. As metas de produção diária e a produtividade dos trabalhadores encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7: Produtividade dos trabalhadores nas atividades de silvicultura.

Atividade	Meta de produção	Produção real	Produtividade
Alinhamento e marcação	1200 marcas / dia	1198 marcas / dia	310 marcas / h
Coveamento semimecanizado	800 covas / dia	803 covas / dia	210 covas / h
Plantio	594 mudas /dia	595 mudas / dia	183 mudas / h

5.2 Análise Ergonômica

Os fatores ergonômicos relacionados às atividades de silvicultura analisadas são apresentados nos itens 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5 e 5.2.6.

5.2.1 Carga de trabalho físico

Foi obtida a carga cardiovascular de seis trabalhadores para as atividades de alinhamento e marcação, coveamento semimecanizado e plantio, totalizando 18 trabalhadores. O tempo de recuperação da fadiga foi determinado de acordo com o maior valor de carga cardiovascular encontrado para cada atividade. As atividades de alinhamento e marcação e coveamento semimecanizado foram classificadas como moderadamente pesadas e a atividade de plantio foi classificada como pesada. Os resultados encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8: Idade, frequência cardíaca de repouso, frequência cardíaca de trabalho, frequência cardíaca limite, frequência cardíaca máxima, carga cardiovascular e tempo de recuperação da fadiga para trabalhadores de atividades de silvicultura.

Atividade	IDAD E	FCR	FC T	FC L	FCM	CC V (%)	TRF (min)
Alinhamento e marcação	39	60	110	108	181	41	15
Coveamento semimecanizado	37	79	125	121	183	44	46
Plantio	21	80	135	128	199	46	65

* FCR = frequência cardíaca de repouso (bpm); FCT = frequência cardíaca de trabalho (bpm);

FCL = frequência cardíaca limite (bpm); FCM = frequência cardíaca máxima (220 - idade);

CCV = carga cardiovascular, em %; TRF = tempo de repouso (minutos/jornada de trabalho).

Em todas as atividades analisadas, a carga cardiovascular foi superior ao limite de 40%, havendo necessidade de reorganização do trabalho, com inclusão de tempo para recuperação da fadiga. De acordo com Couto (2006), as pausas podem representar um mecanismo fisiológico de compensação e prevenção da fadiga crônica.

A atividade de plantio foi a que os trabalhadores apresentaram maior carga cardiovascular (46%). Esse valor elevado é resultado de uma combinação de fatores como transporte de cargas em terrenos declivosos e irregulares, trabalho em ambiente quente e ritmo apressado de trabalho.

5.2.2 Ambiente térmico (calor)

A exposição ao calor foi avaliada durante quatro dias seguidos no mês de Setembro de 2012 e cinco dias no mês de Outubro de 2012. Os valores de IBUTG para o mês de Outubro foram superiores aos do mês de Setembro. As atividades de alinhamento e marcação e coveamento semimecanizado foram classificadas como moderadas e a atividade de plantio foi classificada como pesada. Os resultados da exposição ao calor, expressos em °C IBUTG, e os respectivos tempos de descanso indicados pela NR 15 encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9: Valores de IBUTG e Tempo de Recuperação da Fadiga (TRF) para trabalhadores das atividades de silvicultura.

Mês	Dia	IBUTG °C	TRF (%) (Alinhamento e coveamento)	TRF (%) (Plantio)
Setembro	01	24,0	0	0
	02	24,3	0	0
	03	26,8	25	50
	04	22,6	0	0
Outubro	01	28,8	50	75
	02	28,4	50	75
	03	28,6	50	75
	04	28,1	50	75
	05	28,8	50	75

O estresse térmico, expresso em IBUTG, foi o fator crítico que exigiu maior tempo de repouso, limitando o trabalho a 15 minutos por hora nos dias mais quentes. Dessa forma, recomenda-se o monitoramento do IBUTG nos meses mais quentes do ano, adequando os tempos de repouso de acordo com o ambiente térmico.

A amplitude térmica durante a jornada de trabalho permite adotar tempos de repouso diferenciados ao longo do dia. Nas horas de temperatura mais amena pode-se trabalhar com pausas de 15 minutos, ou até sem pausas. Nas horas mais quentes deve-se adotar regime de pausas de até 45 minutos

por hora. As figuras 6 e 7 trazem a distribuição dos valores de IBUTG ao longo da jornada de trabalho.

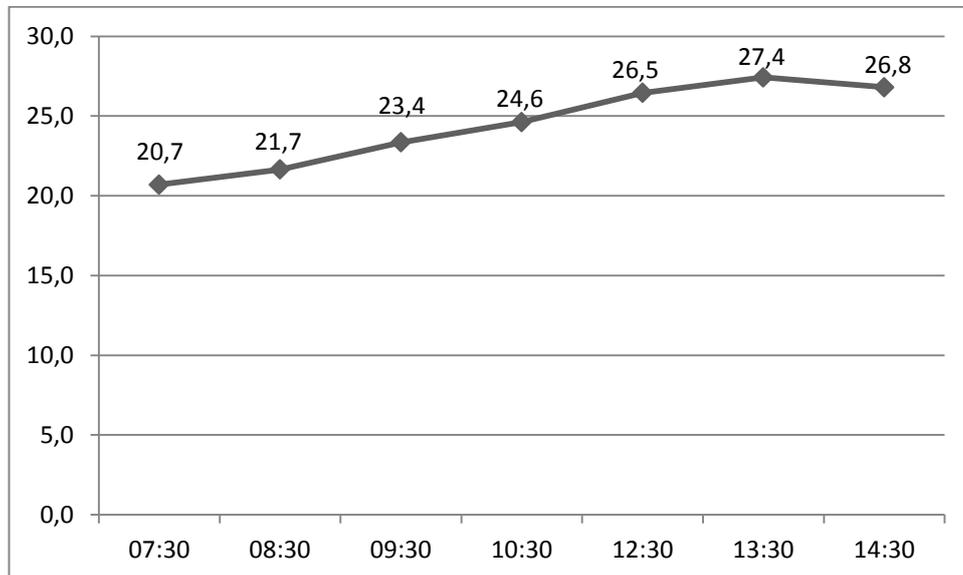


Figura 8: Valores médios de IBUTG em função da hora do dia, no mês de Setembro.

Os valores médios de IBUTG mostram que mesmo para atividades pesadas, como o plantio, seria permitido o trabalho contínuo até o horário do almoço. A partir do meio dia o tempo de descanso deveria ser de 30 minutos por hora para esta atividade. Para as atividades de alinhamento e marcação e coveamento semimecanizado seria permitido o trabalho contínuo até uma hora da tarde. A partir desse horário o período de descanso deveria ser de 15 minutos por hora.

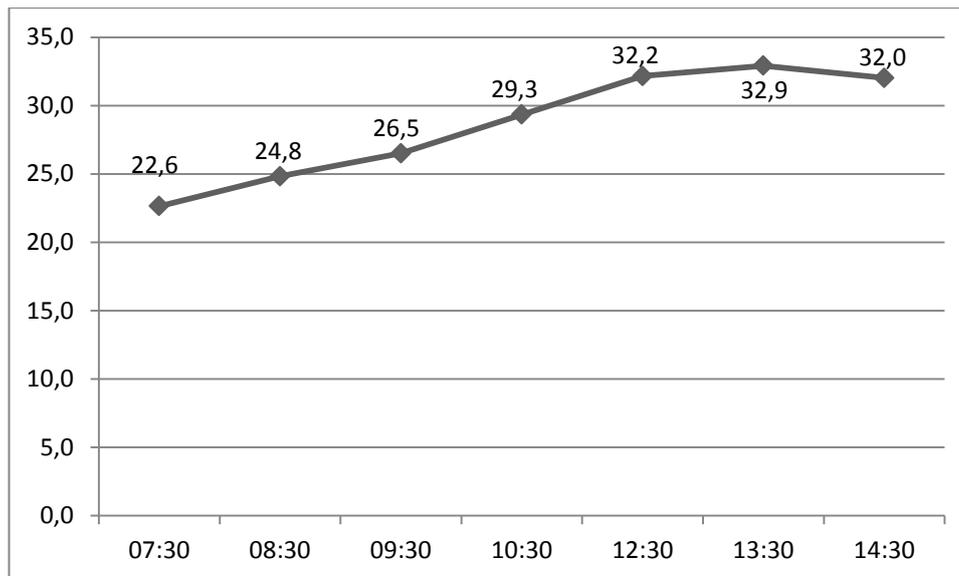


Figura 9: Valores médios de IBUTG em função da hora do dia, no mês de Outubro.

Os valores médios de IBUTG mostram que o trabalho contínuo seria permitido para a atividade de plantio apenas nas duas primeiras horas da jornada de trabalho. Entre nove e dez horas da manhã o tempo de trabalho deveria ser de 30 minutos e entre dez e onze horas da manhã o tempo de trabalho deveria ser de apenas 15 minutos. Após esse horário o trabalho não seria permitido. As atividades de alinhamento e marcação e coveamento semimecanizado poderiam ter o trabalho contínuo até as dez horas da manhã. Entre dez e onze horas o tempo de trabalho permitido seria de 30 minutos. Nessas condições, o trabalho realizado após o meio dia não seria permitido sem a adoção de medidas de controle, oferecendo risco a saúde dos trabalhadores.

5.2.3 Ruído

Todas as motocoveadoras avaliadas apresentaram valores de ruído intermitente superior a 85 dB(A). No entanto a atenuação proporcionada pelo protetor auricular utilizado reduziu os valores de ruído a valores abaixo de 85 dB(A). Os resultados da avaliação de ruído intermitente encontram-se na Tabela 10. De acordo com COUTO (2012), independente do uso de

equipamento de proteção individual, deve ser atribuído um valor de tempo de recuperação da fadiga equivalente a 5% da jornada de trabalho, para trabalhadores expostos a níveis de ruído entre 86 e 95 dB(A).

Tabela 10: Valores de nível equivalente de ruído (Leq) emitido pelas motocoveadoras com e sem a atenuação proporcionada pelo equipamento de proteção individual.

Motocoveadora	RESULTADO	Sem atenuação	Com atenuação
1	Leq, dB(A)	95,4	75,9
2	Leq, dB(A)	93,9	75,3
3	Leq, dB(A)	98,3	76,3
4	Leq, dB(A)	100,4	78,4
5	Leq, dB(A)	94,3	77,3

5.2.4 Vibração

Todas as motocoveadoras avaliadas apresentaram valores de vibração superior ao nível limite de 5,0 m/s². Os valores de aceleração e os tempos necessários para atingir o nível de alerta e o nível limite encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11: Vibração de mão e braço no coveamento semimecanizado e tempo necessário para atingir o nível de alerta e o nível limite.

Motocoveadora	Aceleração A(8) (m/s²)	Nível de alerta (2,5 m/s²)	Nível limite (5,0 m/s²)
1	5,05	1h 58min	7h 51min
2	9,28	35min	2h 19min
3	6,42	1h 13min	4h 51min
4	7,22	58min	3h 50min
5	7,92	48min	3h 11min

A vibração de mãos e braços foi o segundo fator crítico, limitando a exposição a 191 minutos por dia. A adoção de sistemas de rodízio com outras atividades mais leve pode ser uma alternativa eficaz na prevenção de danos a

saúde dos trabalhadores, desde que essas atividades não apresentem exposição à vibração.

5.2.5 Trabalho repetitivo

5.2.5.1 Alinhamento e marcação

Tabela 12: Análise de repetitividade de Alinhamento e marcação. Análise de repetitividade de Alinhamento e marcação.

FATOR	OBSERVADO	% PAUSAS
Repetitividade	Ciclo de 3 segundos. Movimentos regulares de velocidade normal, sem pausas.	6
Força	Esforço moderado, mais que 8 vezes por minuto.	5
Peso movimentado	Enxada (2 kg) /deslocamento de 3 metros / 300 vezes por hora	10
Postura	Desvio nítido do pescoço em direção ao tronco	7,5
Esforço estático	Praticamente não há	0
Carga mental	Ritmo apertado / risco de acidente	2
Necessidades pessoais		5
Mecanismos de regulação	Equipe treinada, possibilidade de interromper o serviço / possibilidade de dividir o trabalho	-5
% TOTAL DE PAUSAS RECOMENDADAS		30,5

Na atividade de alinhamento e marcação o fator que exigiu maior porcentagem de pausas foi o peso movimentado. Apesar de a enxada pesar apenas 2 kg, o número de vezes com que ela é movimentada durante a jornada de trabalho fez com que esse fosse superior aos demais.

Como mecanismos de regulação estava a possibilidade de interromper o serviço se necessário, pois isso permitia aos trabalhadores manterem seu próprio ritmo de trabalho. Além disso, a equipe era bem afinada entre si e havia a possibilidade de dividir o trabalho quando necessário. A ginástica laboral não era realizada nem antes do início da atividade nem durante a jornada de trabalho. A adoção da ginástica laboral poderia ajudar a evitar dores nos músculos e articulações dos trabalhadores.

5.2.5.2 Coveamento semimecanizado

Tabela 13: Análise de repetitividade no Coveamento Semimecanizado

FATOR	OBSERVADO	% PAUSAS
Repetitividade	Ciclo de 23 segundos. Movimentos regulares de velocidade normal, sem pausas.	3
Força	Esforço muito intenso, mais que 8 vezes por minuto.	15
Peso movimentado	Motocoveadora (7 kg) /deslocamento de 3 metros / 150 vezes por hora	14
Postura	Desvio extremo em menos de 25% do ciclo	10
Esforço estático	Sustentação de cargas com membros superiores	2
Carga mental	Ritmo apertado / risco de acidente / operação crítica na qualidade	3
Necessidades pessoais		5
Mecanismos de regulação	Equipe treinada, possibilidade de interromper o serviço / possibilidade de dividir o trabalho	-5
% TOTAL DE PAUSAS RECOMENDADAS		47,0

Na atividade de coveamento semimecanizado a maior porcentagem de pausas foi determinada pelo fator força. Isso se deve ao esforço intenso que tem que ser feito mais que oito vezes por minuto para perfurar as covas com a profundidade desejada, em solos secos e com presença de raízes. O fator peso movimentado também teve contribuição significativa para o valor total do tempo de recuperação da fadiga, devido ao peso da motocoveadora, que tem que ser carregada pelas linhas de plantio.

Como mecanismos de regulação estava a possibilidade de interromper o serviço, dividir o trabalho quando necessário e o fato de a equipe ser bem afinada entre si. A ginástica laboral não era realizada nem antes do início da atividade nem durante a jornada de trabalho. A adoção da ginástica laboral poderia ajudar a evitar dores nos músculos e articulações dos trabalhadores.

5.2.5.3 Plantio com gel

Tabela 14: Análise de repetitividade do Plantio com gel

FATOR	OBSERVADO	% PAUSAS
Repetitividade	Ciclo de 30 segundos. Movimentos regulares de velocidade normal, com pausas.	2,5
Força	Esforço leve, até 8 vezes por minuto.	3
Peso movimentado	Plantadeira (2 kg) /deslocamento de 3 metros / 180 vezes por hora	7
Postura	Tronco encurvado em menos de 25% do ciclo	2,5
Esforço estático	Sustentação de cargas com membros superiores	2
Carga mental	Ritmo apertado / risco de acidente / operação crítica na qualidade	3
Necessidades pessoais		5
Mecanismos de regulação	Equipe treinada, possibilidade de interromper o serviço / possibilidade de dividir o trabalho	-5
% TOTAL DE PAUSAS RECOMENDADAS		20,0

Na atividade de plantio com gel a maior porcentagem de pausas foi determinada pelo fator peso movimentado, devido ao peso da plantadeira, que tem que ser carregada pelas linhas de plantio.

Os mecanismos de regulação são os mesmos das atividades anteriores.

5.2.6 Análise Biomecânica

A análise biomecânica foi realizada com base nos ângulos obtidos de fotografias das posturas consideradas mais críticas em cada atividade.

5.2.6.1 Alinhamento e marcação

Tabela 15: Análise biomecânica da atividade de alinhamento e marcação

	
Articulações	Porcentagem de capazes
Pulso	99%
Cotovelo	99%
Ombro	99%
Dorso	98%
Coxofemoral	93%
Joelho	98%
Tornozelo	98%
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
L ₅ -S ₁	2101

De acordo com as análises pelo *software* de MICHIGAN (2005), os maiores riscos presentes na atividade de alinhamento e marcação são na articulação coxofemoral.

A força de compressão no disco vertebral L5-S1 não ultrapassou o valor limite que é de 3426 N. Isto indica que nessas condições não há riscos de lesão a coluna vertebral dos trabalhadores.

5.2.6.2 Coveamento semimecanizado

Tabela 16: Análise biomecânica da atividade de coveamento semimecanizado

Articulações	Percentagem de capazes
Pulso	98%
Cotovelo	99%
Ombro	99%
Dorso	95%
Coxofemoral	75%
Joelho	88%
Tornozelo	95%
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
L ₅ -S ₁	2251

De acordo com as análises pelo *software* de MICHIGAN (2005), há riscos significativos para as articulações do joelho e coxofemoral. O treinamento dos operadores deve abordar aspectos de ergonomia e postura no trabalho, para evitar lesões e dores musculares.

A força de compressão no disco vertebral L5-S1 não ultrapassou o valor limite que é de 3426 N. Isto indica que nessas condições não há riscos de lesão a coluna vertebral dos trabalhadores.

5.2.6.3 Plantio com gel

De acordo com as análises pelo *software* de MICHIGAN (2005), há riscos significativos para as articulações do pulso, ombro e coxofemoral. O abastecimento do costal é um momento no qual os trabalhadores levantam todo o peso do costal com gel com apenas uma das mãos. Esse abastecimento deveria ser realizado em bancadas que diminuam o risco de lesão e diminuam o esforço físico dos trabalhadores.

A força de compressão no disco vertebral L5-S1 não ultrapassou o valor limite que é de 3426 N. Isto indica que nessas condições não há riscos de lesão a coluna vertebral dos trabalhadores.

Tabela 17: Análise biomecânica da atividade de plantio com gel

	
Articulações	Percentagem de capazes
Pulso	1%
Cotovelo	95%
Ombro	31%
Dorso	96%
Coxofemoral	79%
Joelho	97%
Tornozelo	99%
Força de Compressão no disco vertebral (N)	
L ₅ -S ₁	2346

5.3 Determinação de metas de produção em função de fatores ergonômicos

Os resultados dos tempos de recuperação a fadiga e a determinação do tempo de trabalho efetivo recomendado de acordo com os fatores ergonômicos, assim como as metas de produção recomendadas foram apresentados a seguir.

5.3.1 Determinação do Tempo de recuperação da fadiga (TRF)

As pausas foram determinadas de acordo com as análises de carga cardiovascular, ambiente térmico, exposição à vibração e repetitividade. As porcentagens mínimas de pausas para cada atividade são apresentadas no

quadro abaixo. A recomendação de pausas foi de acordo com o maior valor encontrado para cada atividade. Dessa forma, atendendo-se ao fator crítico, as pausas seriam suficientes para atender aos demais fatores.

5.3.1.1 Alinhamento e marcação

Tabela 18 – Fatores ergonômicos, fator crítico, adequação e percentagem de pausas requeridas pelos fatores ergonômicos do alinhamento e marcação.

Fator Ergonômico	Fator Crítico (SIM ou NÃO)	Adequação ergonômica (SIM ou NÃO)	Pausas requeridas pelo fator ergonômico (%)
Carga cardiovascular	NÃO	NÃO	10,0
Ambiente térmico IBUTG - Setembro	NÃO	NÃO	25,0
Ambiente térmico IBUTG - Outubro	SIM	NÃO	50,0
Ruído	-	-	-
Vibração	-	-	-
Repetitividade - Setembro	SIM	NÃO	30,5
Repetitividade - Outubro	NÃO	NÃO	30,5
Força de compressão no disco L5-S1	NÃO	SIM	-

O fator crítico para a atividade de alinhamento e marcação foi o ambiente térmico, exigindo até 50% de pausas na jornada de trabalho. O monitoramento desse fator é importante, pois nos meses de temperatura mais amena o tempo de trabalho efetivo poderá ser maior, pois o fator crítico passará a ser a repetitividade, exigindo 30% do tempo para recuperação da fadiga.

5.3.1.2 Coveamento semimecanizado

Tabela 19 – Fatores ergonômicos, fator crítico, adequação e percentagem de pausas requeridas pelos fatores ergonômicos do coveamento semimecanizado.

Fator Ergonômico	Fator Crítico (SIM ou NÃO)	Adequação ergonômica (SIM ou NÃO)	Pausas requeridas pelo fator ergonômico (%)
Carga cardiovascular	NÃO	NÃO	20,6
Ambiente térmico IBUTG - Setembro	NÃO	NÃO	25,0
Ambiente térmico IBUTG - Outubro	NÃO	NÃO	50,0
Ruído	NÃO	NÃO	5,0
Vibração	SIM	NÃO	60,2
Repetitividade	NÃO	NÃO	47,0
Força de compressão no disco L5-S1	NÃO	SIM	-

Na atividade de coveamento semimecanizado o fator crítico foi a exposição a vibração. A quantidade de pausas exigida por este fator pode ser reduzida utilizando-se equipamentos com dispositivos de segurança eficientes e em bom estado de conservação.

5.3.1.3 Plantio com gel

Tabela 20 – Fatores ergonômicos, fator crítico, adequação e percentagem de pausas requeridas pelos fatores ergonômicos do plantio com gel.

Fator Ergonômico	Fator Crítico (SIM ou NÃO)	Adequação ergonômica (SIM ou NÃO)	Pausas requeridas pelo fator ergonômico (%)
Carga cardiovascular	NÃO	NÃO	13,5
Ambiente térmico IBUTG - Setembro	SIM	NÃO	50,0
Ambiente térmico IBUTG - Outubro	SIM	NÃO	75,0
Ruído	-	-	-
Vibração	-	-	-
Repetitividade	NÃO	NÃO	20,0
Força de compressão no disco L5-S1	NÃO	SIM	-

Na atividade de plantio com gel o fator que exigiu maior tempo de pausas foi o ambiente térmico. Isso se deve ao fato de esta atividade ter sido classificada como pesada, enquanto as demais atividades foram classificadas como moderadas. A partir do momento em que houver a reorganização do trabalho com a inclusão de pausas para recuperação da fadiga, a média da frequência cardíaca de trabalho tenderá a ser inferior e a atividade poderá ser classificada como moderada. Neste caso, a reorganização do trabalho é crucial, pois nas condições em que foi realizado o estudo, o tempo de pausas necessário era de 75% da jornada de trabalho, o que pode tornar a atividade inviável do ponto de vista econômico.

5.3.2 Meta de produção recomendada (MPr)

Apenas na atividade de coveamento semimecanizado a meta de produção exigida dos trabalhadores era superior a meta recomendada com base em fatores ergonômicos. A reorganização do trabalho com a inclusão dos tempos de pausa determinados pelos fatores ergonômicos pode aumentar os níveis de produtividade das atividades, além de diminuir os riscos de acidentes e doenças ocupacionais. Os resultados das metas de produção recomendadas para cada atividade, em função das exigências ergonômicas dos fatores críticos, são apresentados a seguir.

5.3.2.1 Alinhamento e marcação

Tabela 21: Meta de produção recomendada para a atividade de Alinhamento e Marcação.

Alinhamento e marcação	TRF (%)	TER (min)	Pt	MPr
Setembro	30	336	5,18 marcas/min	1740 marcas/dia
Outubro	50	240	5,18 marcas/min	1240 marcas/dia

*TRF= Tempo de recuperação da fadiga (%); TER= Tempo de trabalho efetivo recomendado (min); Pt= Produtividade média dos trabalhadores; MPr= Meta de produção recomendada.

Os resultados indicam que nos meses em que o ambiente térmico for o fator crítico, o tempo de trabalho efetivo não deve exceder 50% da jornada de trabalho e o trabalhador poderá realizar até 1240 marcas por jornada de 8 horas. No entanto, nos meses de temperaturas mais amenas, o fator crítico passa a ser a repetitividade, que exige 30% de pausas, distribuídas ao longo da jornada. Nesse caso a meta de produção por trabalhador pode chegar a 1740 marcas por jornada de 8 horas.

5.3.2.2 Coveamento semimecanizado

Tabela 22: Meta de produção recomendada para a atividade de coveamento semimecanizado.

Coveamento semimecanizado	TRF (%)	TER (min)	Pt	MPr
Vibração	60,2	191	3,49 covas/min	667 covas/dia

*TRF= Tempo de recuperação da fadiga (%); TER= Tempo de trabalho efetivo recomendado (min); Pt= Produtividade média dos trabalhadores; MPr= Meta de produção recomendada.

Os resultados indicam que o fator crítico foi a vibração e o tempo de trabalho efetivo não deve exceder 40% da jornada de trabalho, de forma que cada trabalhador poderá realizar apenas 667 covas por jornada de 8 horas. Nesse caso o respeito ao limite de exposição é fundamental, pois a exposição prolongada a ruído e vibração pode causar prejuízos irreversíveis a saúde dos trabalhadores.

5.3.2.3 Plantio com gel

Tabela 23: Meta de produção recomendada para a atividade de plantio com gel

Plantio com gel	TRF (%)	TER (min)	Pt	MPr
IBUTG (atividade pesada)	75	120	3,06 mudas/min	367 mudas/dia
IBUTG (atividade moderada)	50	240	3,06 mudas/min	733 mudas/dia

*TRF= Tempo de recuperação da fadiga (%); TER= Tempo de trabalho efetivo recomendado (min); Pt= Produtividade média dos trabalhadores; MPr= Meta de produção recomendada.

Os resultados indicam que nos meses mais quentes o tempo de trabalho efetivo não deve exceder 75% da jornada de trabalho, de forma que cada trabalhador poderá plantar apenas 367 mudas por jornada de 8 horas. A reorganização do trabalho com a inclusão de pausas pode fazer com que a frequência cardíaca de trabalho seja inferior a 125 bpm, de forma que a

atividade poderá ser classificada como moderada. Nesse caso, o tempo de pausa necessário seria de 50% da jornada de trabalho e a meta de produção poderia ser de até 733 mudas por jornada de 8 horas, valor superior ao praticado na época da coleta de dados.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

As condições de trabalho dificultavam a realização das atividades. A dificuldade de se locomover pelo terreno, a incidência direta de sol e o ritmo acelerado de trabalho são fatores que contribuem para a sobrecarga física e mental dos trabalhadores.

Em todas as atividades o tempo não trabalhado correspondeu a uma percentagem significativa da jornada de trabalho, o que significa que o trabalho era concentrado nas primeiras horas do dia. As pausas e atividades de baixa exigência ergonômica ocuparam no mínimo 10% do tempo, no entanto a reorganização do trabalho se mostrou necessária, com a inclusão de maiores tempos de recuperação da fadiga e de outras atividades de baixa exigência ergonômica.

Em todas as atividades analisadas, os trabalhadores estavam expostos a sobrecarga física, pois a carga física de trabalho foi superior ao limite. A reorganização do trabalho com a inclusão de pausas para recuperação da fadiga se mostrou necessária, como mecanismo de regulação do organismo humano.

Os valores de IBUTG encontrados para o mês de Outubro foram superiores aos do mês de Setembro, de forma que no mês de Outubro os tempos de pausa devido a este fator foram superiores.

Os níveis de ruído a que os trabalhadores envolvidos na atividade de coveamento semimecanizado estavam expostos foram superiores aos limites de exposição. No entanto, a atenuação proporcionada pelo uso do EPI reduziu os níveis de ruído a valores abaixo dos limites de tolerância da legislação brasileira. O monitoramento do uso correto do EPI é fundamental como forma de prevenção a saúde e segurança dos trabalhadores.

Os níveis de vibração nas mãos e braços emitidos pelas motocoveadoras analisadas foram superiores ao limite de exposição diária permitida pela legislação brasileira. Dessa forma, foi necessária a inclusão de pausas para os trabalhadores envolvidos nesta atividade.

A avaliação biomecânica revelou que em todas as atividades houve risco de lesão a alguma articulação. No plantio com gel, o risco de lesão a articulação do punho foi muito elevado devido ao levantamento do costal com gel com posturas inadequadas.

A repetitividade foi um fator presente em todas as atividades analisadas, havendo necessidade de inclusão de pausas durante a jornada devido a este fator.

Todos os fatores analisados contribuíram para a redução do tempo de trabalho efetivo, devido a necessidade da inclusão de tempo de recuperação da fadiga durante a jornada de trabalho.

O dimensionamento de metas de produção compatíveis com as exigências ergonômicas das atividades foi possível mediante reorganização do trabalho com a adoção de pausas e outras atividades de baixa exigência ergonômica.

7 RECOMENDAÇÕES

Devido as diferenças de temperatura ao longo do ano, o monitoramento do ambiente térmico é essencial na organização do trabalho e na determinação de metas de produção.

O treinamento postural deve ser realizado para minimizar os riscos de lesões às articulações dos trabalhadores.

A produtividade dos trabalhadores pode ser superior a apresentada no momento do estudo, nas atividades de alinhamento e marcação e plantio, desde que sejam atendidas as exigências ergonômicas e haja um acompanhamento dos efeitos do trabalho sobre a saúde e o bem estar dos trabalhadores.

8 REFERÊNCIAS

ABRAF. **Anuário Estatístico**: ano base 2011/ABRAF. Brasília, DF, 2012. 130p.

ADEBAYO, A B.;HAN, S.H.; JOHNSON, L. Productivity and cost of cut-to-length and whole-tree harvesting in a mixed-conifer stand. **Forest Products Journal**, v.57, n.6, p. 59-68, 2007.

ALVES, J. U., MINETTE, L. J., SOUZA, A. P., SILVA, K. R. GOMES, J. M., FIEDLER, N. C. Avaliação do ambiente de trabalho na propagação de *Eucalyptus spp.* **Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 481-486, 2002.

BARNES, R. M. **ESTUDO DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS: Projeto e medida do trabalho**. 6. Ed. Traduzida. São Paulo, 2001. 635 p.

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

BOVENZI, M., ZADINI, A., FRANZINELLI, A., BORGONI, F. Occupational musculoskeletal disorders in the neck and upper limbs of forestry workers exposed to hand-arm vibration. **Ergonomics**, v. 35, n. 5, p. 547-562, 1991.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana**, v.2. Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995, 383 p.

COUTO, H. de A. **Índice Tor-Tom: indicador ergonômico da eficácia de pausas e outros mecanismos de regulação**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 2012. 336p.

FERREIRA, D. G.; OLIVEIRA, G. L.; MEIRA, A. L.; LACERDA, A. Efeitos aditivos da exposição combinada: interação entre monóxido de carbono, ruído e tabagismo. **Revista Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 17, n. 4, p. 405-411, 2012

FIEDLER, N. C.; MENEZES, N. S.; AZEVEDO, I. N. C.; SILVA, J. R. M. Avaliação biomecânica dos trabalhadores em marcenarias no distrito federal. **Ciência Florestal**, v. 13, p. 99-109, 2003.

FIEDLER, N. C., GUIMARÃES, P. P., ALVES, R. T., WANDERLEY, F. B. **Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias do sul do Espírito Santo**. Revista *Árvore*, v. 34, n. 5, p. 907-915, 2010.

FIEDLER, N. C.; JUVANHOL, R. S.; PAULA, E. N. S. O.; GONÇALVES, S. B.; CARMO, F. C. A.; MAZIEIRO, R. Análise da carga de trabalho físico em atividades de implantação florestal em áreas declivosas. **Floresta**, v. 42, n. 2, p. 241-248, 2012.

FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional: NHO 10: **Avaliação da exposição ocupacional a mãos e braços**. São Paulo, 2013.

GANDASECA, S., YOSHIMURA, T. Occupational safety, health and living conditions of forestry workers in Indonesia. **Journal of forestry research**, v. 6, n. 4, p. 281-285, 2001.

GOYCHUK, D.; KILGORE, M. A.; BLINN, C. R.; COGGINS, J.; KOLKA, R. K. The effect of timber harvesting guidelines on felling and skidding productivity in Northern Minnesota. **Forest Science**, v. 57, n. 5, p. 393-407, 2011.

GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man, an ergonomic approach**. London: Taylor & Francis, 1981. 379 p.

GUIDA, H. L.; MORINI, R. G.; CARDOSO, A. C. V. Audiological evaluation in workers exposed to noise and pesticide. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v.76, n. 4, p. 423-427, 2010.

HALL, Susan J. **Biomecânica Básica**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A., 2000.

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

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. **Safety and health in forest work: a ILO code of practice**. Geneva, 1997.172 p.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 327 p.

KUMLIN, T.; WIIKERI, L.; SUMARI, P. Radiological changes in carpal and metacarpal bones and phalanges caused by chainsaw vibration. **British Journal of Industrial Medicine**, v. 30, p. 71-73, 1973

LEITE, A. M. P.; SOARES, T. S.; NOGUEIRA, G. S.; PEÑA, S. V. Perfil e qualidade de vida de trabalhadores de colheita florestal. **Revista Árvore**, v.36, n.1, p. 161-168, 2012.

LOPES, E. S.; VOSNIAK, J.; FIEDLER, N. C.; INOUE, M. T. Análise dos fatores humanos e condições de trabalho em operações de implantação florestal. **Floresta**, v. 41, n. 4, p. 707-714, 2011.

MASSA, C. G. P.; RABELO, C. M.; MOREIRA, R. R.; MATAS, C. G.; SCHOCHAT, E.; SAMELLI, A. G. P300 in workers exposed to occupational noise. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 78, n. 6, p. 107-112, 2012.

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

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

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Atualização da Norma Técnica sobre Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho-DORT**. Brasília: Diário Oficial, Seção 3, p.14231-9, 11 de julho 1997.

MOREIRA, F. M. T.; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; MINETTI, L. J.; SILVA, K. R. Avaliação operacional e econômica do "feller-buncher" em dois subsistemas de colheita de florestas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 28, n. 2, p. 199-205, 2004.

NURMINEN, T.; KORPUNEN, H.; UUSITALO, J. Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system. **Silva Fennica**, v. 40, n. 2, p. 335–363, 2006.

OGIDO, R.; COSTA, E. A.; MACHADO, H. C. Prevalência de sintomas auditivos e vestibulares em trabalhadores expostos a ruído ocupacional. **Revista Saúde Pública**, v. 43, n. 2, p. 377-380.

REGIS FILHO, G. I.; LOPES, M. C. Aspectos epidemiológicos e ergonômicos de lesões por esforço repetitivo em cirurgiões-dentistas. **Revista APCD**, v. 51, n. 5, p. 469-75, 1997.

REGIS FILHO, G. I.; MICHELS, G.; SELL, I. Lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em cirurgiões-dentistas. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 9, n. 3, p. 346, 359, 2006.

RIGOTTO, R. M.; MACIEL, R. H.; BORSOI, I. C. F. Produtividade, pressão e humilhação no trabalho: os trabalhadores e as novas fábricas de calçado no Ceará. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 35, n. 122, 2010.

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

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. 2ª. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2008, 1041 p.

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

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

SOUZA, M.J.H.; RIBEIRO, A.; LEITE, F.P. Balanço hídrico e caracterização climática de Guanhões, Nova Era e Rio Doce. In: **CONGRESSO BRASILEIRO**

DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: UNIFRA, SBA, UFSM, 2003. v 2. p.131-132.

SPINELLI, R.; VISSER, R. J. M. Analyzing and estimating delays in wood chipping operations. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, n. 3, p. 429-433, 2009.

STANTON, N. et al. **Handbook of human factors and ergonomics methods**. Boca Raton: CRC Press, 2004.

TEIXEIRA, Clarissa Stefani; MOTA, Carlos Bolli. A biomecânica e a educação física. **Revista Digital**, Buenos Aires, v. 12, n. 113, 2007. Disponível em: <http://www.efdeportes.com>. Acesso em: 12 jun. 2013.

UNIVERSITY OF MICHIGAN, **3D static strenght prediction program, version 5.0.3 – user’s manual**. Michigan: Universidade de Michigan, Centro de Ergonomia, 2005. 81 p.

VALVERDE, S. R.; MACHADO, C. C.; REZENDE, J. L. P.; SOUZA, A. P.; ANTIQUERA, A. C. Análise técnica e econômica do arraste com “Skidder” no sistema de colheita de árvores inteiras de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 20, n. 1, p. 101-109, 1996.

VILLAROUCO, V.; ANDRETO, L. F. M. Avaliando desempenho de espaços de trabalho sob o enfoque da ergonomia do ambiente construído. **Produção**, v. 18, n. 3, p. 523-539, 2008.

VOSNIAK, J.; LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C.; ALVES, R. T.; VENÂNCIO, D. L. Carga de trabalho físico e postura na atividade de coveamento semimecanizado em plantios florestais. **Scientia forestalis**, v. 38, n. 88, p. 589-598, 2010.

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**, v. 58, n. 5, p. 584-592, 2011.

WASTERLUND, D. S. A review of heat stress research with application to forestry. **Applied Ergonomics**, v. 29, n. 3, p. 179-183, 1998.

WESTER, F.; ELIASSON, L. Productivity in final felling and thinning for a combined harvester-forwarder (Harwarder). **International Journal of Forest Engineering**, v. 14, n. 2, p. 45-50, 2003.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho**: ergonomia método e técnica. São Paulo: FTD; Oboré, 1987. 223 p.

WISNER, A. **A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994. 191 p.