

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

PAULO CÉSAR ROCHA TEIXEIRA ALEXANDRE FILHO

ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICA NA CARGA E DESCARGA  
MANUAL DE MADEIRA DE EUCALIPTO

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO  
2014

PAULO CÉSAR ROCHA TEIXEIRA ALEXANDRE FILHO

ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICA NA CARGA E DESCARGA  
MANUAL DE MADEIRA DE EUCALIPTO

Monografia apresentada ao  
Departamento de Ciências  
Florestais e da Madeira da  
Universidade Federal do Espírito  
Santo, como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2014

PAULO CÉSAR ROCHA TEIXEIRA ALEXANDRE FILHO

ANÁLISE DE FATORES ERGONÔMICA NA CARGA E  
DESCARGA MANUAL DE MADEIRA DE EUCALIPTO

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em.....18.....de.....JULHO.....de.....2014.....

COMISSÃO EXAMINADORA



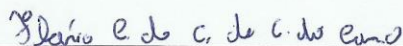
\_\_\_\_\_  
Nilton Cesar Fiedler  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador



\_\_\_\_\_  
Edson Lachini  
Universidade Federal do Espírito Santo



\_\_\_\_\_  
Saulo Boldrini Gonçalves  
Universidade Federal do Espírito Santo



\_\_\_\_\_  
Flávio Cipriano de Assis do Carmo  
Universidade Federal do Espírito Santo

Aos meus pais, Alana e Paulo César,

A meu irmão Thiago, a todos os meus familiares,

Aos meus amigos e todos que amo, que são meus exemplos de fé, caráter, honestidade e perseverança.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Nilton Cesar Fiedler pelo aprendizado, pela ajuda e confiança em mim para elaboração desse trabalho.

Aos meus pais e meu irmão, que sempre me apoiaram e me deram força para continuar em frente e sem eles nada seria possível para mim.

Ao Saulo Boldrini, Flavio Cipriano, Edson Lachini, Filipe Akira, Bernardo Francischetto, Fábio Favarato, Thiago Valiate e Diego Guio que foram fundamentais para a conclusão desse trabalho.

A toda minha família que tanto me apoiou e sempre me deu força.

Aos meus amigos que tanto fiz em Alegre, principalmente aos meus irmãos de República Privilege.

À Universidade Federal do Espírito Santo pela formação e por me possibilitar a elaboração desse trabalho.

## RESUMO

O setor florestal depende intensamente de mão de obra para execução de suas atividades. Para se ter uma qualidade e eficiência no trabalho, é preciso adotar práticas de planejamento, controle e monitoramento das atividades, como a ergonomia que é uma ciência interdisciplinar com a função de prevenir e tratar as patologias ocupacionais com o intuito de modificar condições inadequadas de trabalho. Esta pesquisa objetivou analisar os fatores ergonômicos: iluminância, ruído, conforto térmico, posturas, manuseio de cargas e carga física de trabalho nas atividades de carga e descarga manual de madeira de eucalipto para energia. A atividade de carregamento foi realizada em uma propriedade rural no sul do estado do Espírito Santo e o descarregamento em uma cerâmica no norte do estado do Rio de Janeiro. A iluminância foi medida com um luxímetro conforme NBR 5413/92. O ruído foi medido com decibelímetro (NR 15). O conforto térmico nas frentes de trabalho foi avaliado com IBUTG (NR15). As posturas foram medidas com filmagem e uso de trenas, para aplicação do método OWAS. O manuseio de cargas foi mensurado e analisado com base na metodologia do Instituto Nacional de Saúde e Segurança do Trabalho dos Estados Unidos da América (NIOSH). A carga física de trabalho foi avaliada com uso de medidor de frequência cardíaca e analisado com base na metodologia de Apud (1989). De acordo com os resultados, os níveis de iluminância estavam acima do mínimo aceitável para esta atividade, o que não dispensa o uso de barreiras físicas contra os raios solares. O ruído não ultrapassou o limite máximo permitido pela NR 15. Os valores do conforto térmico indicaram que devem ser realizadas pausas durante a jornada de trabalho, após as 10 horas da manhã. Relativo às posturas adotadas, as operações de carregamento e descarregamento manual necessitam intervenção, com médio risco de lesões. O máximo de carga a ser manuseada pelos trabalhadores é de 4,72 kg na carga e de 6,8 kg na descarga, necessitando reorganização ergonômica tão logo seja possível. A operação de carregamento manual foi definida como de exigência física pesada e a operação de descarregamento manual de exigência física moderadamente pesada.

**Palavras chave:** Ergonomia florestal, colheita florestal, segurança do trabalho.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	O problema e sua importância.....	2
1.2	Objetivos .....	2
1.2.1	Objetivo geral.....	2
1.2.2	Objetivos específicos .....	3
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1	Setor florestal brasileiro .....	4
2.2	Ergonomia .....	4
2.3	Ambiente de trabalho .....	5
2.3.1	Iluminância.....	5
2.3.2	Ruído.....	6
2.3.3	Conforto Térmico.....	7
2.4	Análise biomecânica do trabalho.....	8
2.5	Carga de trabalho físico.....	8
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3.1	Área de estudo .....	10
3.2	Descrição das Atividades .....	11
3.3	Materiais Utilizados .....	12
3.4	Procedimento de Trabalho.....	13
3.5	Amostragem .....	13
3.6	Análises realizadas .....	14
3.7	Ambiente de trabalho .....	14
3.7.1	Iluminância no posto de trabalho .....	14
3.7.2	Ruído.....	14
3.7.3	Conforto Térmico.....	15
3.8	Avaliação biomecânica.....	16
3.8.1	Análise das posturas .....	16
3.8.2	Análise do manuseio de cargas.....	18
3.9	Carga física de trabalho .....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	22

4.1	Número mínimo de amostras.....	22
4.2	Iluminância .....	22
4.3	Ruído .....	23
4.4	Conforto térmico .....	23
4.5	Posturas Adotadas no Trabalho .....	24
4.6	Manuseio de cargas .....	27
4.7	Carga física de trabalho .....	28
5	CONCLUSÕES .....	31
6	SUGESTÕES.....	32
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (NR-15).....	15
Tabela 2- Limites de conforto térmico para cada tipo de atividade.....	16
Tabela 3- Determinação de postura de acordo com o método OWAS. ....	17
Tabela 4- Classificação da atividade segundo a frequência cardíaca no trabalho.....	20
Tabela 5- Posturas adotadas na carga e descarga de madeira. ....	25
Tabela 6- Valores totais de repetição e porcentagem para cada classe de ação. ....	26
Tabela 7- Avaliação do manuseio de cargas. ....	27
Tabela 8- limite recomendado de pesos, índice de levantamento e condição de trabalho com o método NIOSH. ....	28
Tabela 9 -Valores médios de carga física de trabalho para cada atividade. ....	29

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Local da carga em área de colheita em São José do Calçado - ES.....	10
Figura 2. Local da descarga em cerâmica em Campos dos Goitacazes - RJ.....	11
Figura 3. Carregamento manual de madeira em pequena propriedade rural no ES.	12
Figura 4. Descarregamento manual de madeira em cerâmica.....	12
Figura 5. Critérios de análise dos resultados pelo Método OWAS. ....	18
Figura 6. Níveis de iluminância (lux) médios nas atividades.....	22
Figura 7. Nível de ruído obtido na carga e descarga manual de madeira. ....	23
Figura 8. Média de IBUTG durante a execução das atividades. ....	24
Figura 9. Posturas avaliadas e suas repetições.....	26

# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um bom trabalho depende diretamente de uma interação harmoniosa composta pelo trabalhador, equipamentos e locais adequados para realização das tarefas. Estes fatores juntos irão determinar um bom desempenho das atividades, bem como, uma melhor utilização dos recursos disponíveis (PROENÇA et al., 1996).

O carregamento e descarregamento manual de madeira na maioria das vezes é atividade perigosa, pesada e exaustiva. As atividades exigem que o trabalho seja executado em posições desconfortáveis durante a jornada de trabalho com o manuseio de cargas elevadas. Este fato pode causar dores musculares, cansaço físico, além de elevado risco de acidentes.

De acordo com Fiedler (1998), dependendo da maneira como as atividades florestais são executadas, os trabalhadores, muitas vezes, manuseiam cargas com pesos acima dos limites toleráveis, além de fazerem a movimentação de modo incorreto e de forma contínua.

Dentre os principais fatores ergonômicos relacionados às atividades de manuseio de cargas, os biomecânicos, envolvendo as posturas, as forças aplicadas, a carga de trabalho físico e os movimentos repetitivos, têm influência direta sobre a saúde do trabalhador e, conseqüentemente, sobre a eficiência da operação.

Segundo Alves et al. (2000), as avaliações ergonômicas contribuem significativamente para a melhoria das condições de trabalho humano, de maneira a incrementar a qualidade de vida, que é uma condição essencial para o êxito de uma empresa ou empreendimento.

Para Freneda (2005), as questões ergonômicas envolvem o ambiente de trabalho, posturas, ritmos de trabalho, layout, conforto térmico, ruído, iluminação, formas de trabalho, ritmo, dentre outras questões que podem levar ao desconforto ou doenças ocupacionais.

## **1.1 O problema e sua importância**

O setor florestal, vem passando por uma significativa expansão, devendo destacar a sua importância econômica, social e ambiental. Tal crescimento implica, portanto, na necessidade do aperfeiçoamento das técnicas e operações florestais para melhoria da segurança do trabalho e desenvolvimento sustentável.

Na cadeia de produtividade florestal, destacam-se as operações de colheita florestal, com destaque as atividades manuais e semimecanizadas, que são responsáveis em oferecer as condições exaustivas e perigosas de trabalho. Em especial, o manuseio de cargas, em pequenas e médias propriedades e/ou empreendimentos, ocorre devido à falta de capital financeiro para se investir em novas tecnologias e/ou maquinários. Contudo esses problemas podem ser minimizados de maneira a utilizar conhecimentos e técnicas ergonômicas.

O carregamento e descarregamento manual de madeira são consideradas atividades pesadas e de alto risco de acidente, por isso é de extrema importância que sejam analisados, para que as operações possam ser realizadas em um ambiente confortável e seguro. Sendo assim, em função da importância das operações de carga e descarga de madeira, deve-se se atentar a adequar as atividades ao tipo de ambiente de trabalho, avaliar as posturas e cargas adequadas, que ofereça maior produtividade, menor consumo de energia e melhor qualidade das operações no ambiente de trabalho.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Esta pesquisa teve o objetivo de analisar fatores ergonômicos nas atividades de carga e descarga manual de madeira de eucalipto para energia no sul do Espírito Santo e no norte do Rio de Janeiro.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar os fatores ambientais do trabalho (iluminância, ruído e conforto térmico)
- Analisar as posturas adotadas no trabalho;
- Quantificar o manuseio de cargas durante as atividades do ciclo de trabalho;
- Analisar a carga física de trabalho e classificá-la quanto ao esforço exercido.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Setor florestal brasileiro**

A principal fonte de suprimento de madeira para o setor de base florestal, até o início da década de 60, eram as florestas nativas. A supressão de florestas nativas aliado ao manejo florestal não sustentável por longo período, levou à degradação ambiental e ao comprometimento da eficiência do setor florestal na maior parte do território nacional (MENDES, 2004). Em 1966 foi aprovada a lei nº 5.106, que permitiu às empresas abaterem até 50% do valor do imposto de renda para aplicar em projetos florestais. Assim, o setor florestal começou a se destacar no Brasil.

Após a década de 1960 houve um grande aumento da área de florestas plantadas no Brasil, ocorrendo assim a necessidade de se adaptar as operações florestais ao trabalhador e de buscar sistemas de execução das atividades que visem maior rendimento, menor custo e melhor aproveitamento (MINETTE et al., 2008). De acordo com Fontana e Seixas (2007), há necessidade de análise do ambiente de trabalho, das máquinas, ferramentas e equipamentos florestais, de maneira à adaptá-las ao perfil do trabalhador florestal brasileiro.

Em 1988, ocorreu a extinção dos incentivos fiscais. Em contra partida, o setor florestal continuou desenvolvendo-se, através das grandes empresas de base florestal que surgiram, dedicando-se a ampliar suas áreas reflorestadas, com recursos próprios ou através de empréstimos de longo prazo em bancos de fomento estaduais ou federais, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, ou incentivando o reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais (LEÃO, 2000).

### **2.2 Ergonomia**

A ergonomia, de acordo com a definição do conselho científico da IEA (2000) (International Ergonomics Association), é a disciplina científica, que trata das interações entre o ser humano e outros elementos de um sistema e que se aplica teorias, princípios, dados, métodos a projetos que visam otimizar o bem-estar

humano. Esta ciência é considerada interdisciplinar com a função de modificar condições inadequadas de trabalho e prevenir as patologias ocupacionais.

A ergonomia tem como objetivos a segurança, satisfação e bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com os sistemas produtivos; melhoria e conservação da saúde dos trabalhadores; e concepção de máquinas, ferramentas e ambiente de trabalho adequado ao ser humano (LOPES e FIEDLER, 2010). Para executar tarefas com maior eficácia o homem geralmente recorre a máquinas propriamente ditas ou quaisquer objetos ou ferramentas auxiliares (SOUZA, 2008).

Segundo Lida (2005), a ergonomia estuda os diferentes fatores que influenciam no desempenho do sistema produtivo de maneira a minimizar as suas consequências nocivas sobre o trabalhador. Assim, ela procura reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes, de maneira a proporcionar segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores, durante a interação com esse sistema produtivo.

A utilização de práticas ergonômicas implica, na qualidade de vida no trabalho, que segundo Bom Sucesso (1997), é condição essencial para êxito de um empreendimento ou empresa, além de produtos e serviços de qualidade serem decorrentes do compromisso pessoal e do prazer de trabalhar.

## **2.3 Ambiente de trabalho**

### **2.3.1 Iluminância**

O grau de iluminação é muito importante na apreensão do que se vê. Dessa forma, segundo Lida (2005), uma intensidade de luz apropriada é necessidade primordial em qualquer local de trabalho. Não basta somente a intensidade adequada de luz, é também necessário que exista um contraste luminoso bem ajustado, com ausência completa de qualquer brilho que ofusque. O tempo necessário para percepção do estímulo é influenciado pela luz e pelas características do próprio objeto, ou seja, quanto melhor a luz, mais curto será o tempo necessário para uma visibilidade exata. Para Palmer (1976), existem dois fatores importantes na iluminação: luz suficiente e eliminação completa de qualquer brilho que provoque ofuscamento.

O fator mais relevante a ser considerado no estudo dos aspectos humanos da iluminação é a determinação da relação entre o nível ideal de iluminação e o tipo de trabalho, isto é, qual é a quantidade de luz de que se deve dispor para a realização da tarefa, obtendo o máximo rendimento e conforto do trabalhador. No caso do trabalho em máquinas florestais, um nível de iluminamento de 200 a 300 lux pode ser recomendado. Deve ser levado em conta também o contraste entre o local focalizado, suas imediações e a presença de brilho no campo visual. No controle da iluminação deve ser levada em consideração a necessidade de evitar a distração visual, a fadiga e o desconforto da visão (IIDA e WIERZBICKI, 1978).

As repercussões comprovadas de iluminação deficiente caracterizam o quadro de fadiga visual. Quando um objeto não estiver sendo adequadamente visualizado, isso pode ser devido a um tamanho muito pequeno para aquela distância, a uma iluminação deficiente, a um contraste inadequado de seus limites, a uma diferença importante de brilho no campo visual ou a um tempo insuficiente para sua focalização adequada (COUTO, 1987).

### **2.3.2 Ruído**

O ruído, segundo Grandjean (1982), é um som, ou complexo de sons, que causam sensação de desconforto. Medido em uma escala logarítmica, numa unidade chamada Decibel (dBA). Afeta física e psicologicamente o ser humano, causando lesões irreversíveis ou tornando o trabalhador verdadeiramente neurótico.

O risco de problemas auditivos causados pelo ruído segundo Lida (2005) é determinado pelo nível de som, pela frequência e pelo tempo de exposição. Pela legislação brasileira de atividades e operações insalubres (SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2009), o nível máximo de ruído para uma exposição de oito horas diárias é igual a 85 dB(A). Para cada aumento de 5 dB(A) no nível de ruído acima deste limite, o tempo de exposição deve ser reduzido pela metade.

Para se ter os níveis de ruído dentro dos limites aceitáveis durante a jornada de trabalho, o ideal é atuar no projeto de máquinas e equipamentos menos ruidosos. Isto é conseguido, segundo Dul & Weerdmeester (1995) com a utilização de peças menos ruidosas, fazendo o confinamento das partes ruidosas, reduzindo as vibrações, providenciando isolantes acústicos ou substituindo partes mecânicas por eletrônicas. A utilização de protetores auriculares é uma medida curativa que nem



sempre adequa-se às condições climáticas e antropométricas dos trabalhadores. Na utilização destes protetores deve-se ter noção da real atenuação do EPI.

### **2.3.3 Conforto Térmico**

As condições climáticas têm grande efeito sobre o desempenho do trabalhador. Quando o clima é desfavorável, ocorrem indisposição e fadiga, diminuindo a eficiência e aumentando os acidentes. Segundo GRANDJEAN (1982), quando o trabalhador é obrigado a suportar temperaturas elevadas, o rendimento do trabalho cai. Os riscos compreendem não só a diminuição do rendimento, mas também ao cansaço, em virtude do calor ou, mesmo, da insolação.

O ser humano possui, segundo Couto (1995), um sistema de controle da temperatura corpórea que permite que o organismo mantenha a temperatura corpórea constante mesmo em temperaturas ambientais extremas. Se a temperatura corpórea ultrapassar 41 °C ocorre desnaturação proteica, levando à morte. Do lado oposto, se a temperatura corpórea abaixar a menos de 33°C, as enzimas param de funcionar levando também à morte. Os mecanismos de ganho e perda de calor no organismo humano funcionam como uma balança. Ocorrendo perda de calor, são desencadeados processos para ativar os mecanismos de ganho de calor e normalizar a temperatura corpórea em torno de 36,5 °C. Se houver ganho de calor no ambiente, ocorre o inverso, ativando os mecanismos de perda de calor.

O trabalho em ambientes de altas temperaturas pode levar à intermação, que é a perda do equilíbrio do organismo (balanço) e este fica incapaz de voltar à temperatura normal, levando conseqüentemente à morte (GRANDJEAN, 1982).

O trabalho no meio desconfortável produz fadiga, extenuações física e nervosa, diminuição do rendimento, aumento dos erros e riscos de acidentes, além de expor o organismo a doenças. À medida que o meio se torna termicamente mais hostil, aumenta a preocupação do trabalhador, o que afeta sua atenção durante a atividade específica que está realizando, favorecendo a distração e a conseqüente perda de eficiência e segurança no trabalho (COUTO, 1995).

## **2.4. Análise biomecânica do trabalho**

A Biomecânica segundo Chaffin & Andersson (1990) usa os conceitos da física e engenharia para descrever o movimento feito por vários segmentos do corpo e as forças envolvidas nestes segmentos durante um dia normal de trabalho. Sendo assim, trata das interações entre o trabalho e o ser humano do ponto de vista dos movimentos músculo-esqueléticos envolvidos e as suas interações.

A adoção de posturas incorretas no trabalho e o levantamento e transporte de cargas com pesos acima dos limites máximos tanto esporadicamente quanto continuamente, provocam dores, incapacitam, deformam as articulações e causam artrites. Porém, o que se observa é que nem sempre os projetistas, industriais e construtores de máquinas, equipamentos e ferramentas têm consciência e mesmo conhecimento do que se passa com os trabalhadores, que são as maiores vítimas de tais negligências.

Para representar o desempenho do ser humano durante o trabalho, existem diversos modelos de mensuração das propriedades biomecânicas, que examinam os dados sistematicamente colhidos, produzindo normas que indicam os limites no trabalho (FIEDLER, 2007).

## **2.5. Carga de trabalho físico**

Carga de trabalho físico, segundo Lida (2005), é uma medida quantitativa ou qualitativa do nível de atividade do trabalhador (mental, sensório-motriz, fisiológica), necessária à realização de determinado trabalho. A carga de trabalho deve ser distinguida das exigências e imposições da tarefa, isto é, da quantidade e qualidade do trabalho e das limitações que lhe são impostas.

A frequência cardíaca é um indicador adequado da carga de trabalho imposta por operações do setor florestal. Alguns autores consideram que, em relação ao dispêndio energético, o método da frequência cardíaca é vantajoso, porque o grau de exigência física não depende apenas da quantidade de calor consumidas, mas, também, do número de músculos envolvidos e do grau de carga estática a que eles estão sujeitos. Uma desvantagem na utilização do dispêndio energético, como indicativo de carga de trabalho, é o calor produzido. Esse calor pode ser uma

pequena porção do dispêndio energético, mas pode causar acentuada elevação na frequência cardíaca (GRANDJEAN, 1982). Determinado dispêndio energético pode causar diferentes exigências do sistema cardíaco, dependendo das condições existentes, como temperatura do ambiente, tipo de trabalho (estático ou dinâmico) e número de músculos envolvidos no trabalho dinâmico.

Durante a atividade físico-dinâmica e dentro de certos limites, a frequência cardíaca aumenta linearmente com o trabalho executado. Quando o trabalho é leve, a frequência cardíaca aumenta rapidamente até um nível apropriado de esforço, permanece constante durante o esforço e, quando este termina, ela retorna ao normal após alguns minutos. Segundo Couto (1995), quando o trabalho é pesado, a frequência cardíaca continua aumentando até que o esforço seja interrompido ou o trabalhador seja obrigado a parar devido à exaustão.

Para medir a frequência cardíaca, os métodos mais precisos, segundo IIDA (2005), são aqueles que empregam os medidores eletrônicos. A frequência cardíaca, normalmente, é expressa em batimentos por minuto (bpm).

O limite de carga máxima no trabalho pode ser calculado com base na frequência cardíaca do trabalho (FCT) ou na carga cardiovascular (CCV). O limite de aumento da frequência cardíaca durante o trabalho, aceitável para uma “performance” contínua no homem, é de 35 batimentos por minuto. Isso significa que o limite é atingido quando a frequência cardíaca média do trabalho estiver 35 bpm acima da frequência cardíaca média de repouso (FCR). Para mulheres, esse limite é de 30 bpm (GRANDJEAN, 1982). A carga cardiovascular (CCV) corresponde à percentagem da frequência cardíaca do trabalho, em relação à frequência cardíaca máxima utilizável. De acordo com Apud (1989), a carga cardiovascular do trabalhador em jornada de oito horas não deve ultrapassar 40% da frequência cardíaca do trabalho.

Quando essas avaliações fisiológicas indicarem carga de trabalho superior às capacidades do trabalhador em determinada condição, torna-se necessário, segundo Iida (2005), fazer uso de princípios ergonômicos para se obter adequada carga de trabalho.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A área de estudo foi dividida em duas: uma área de colheita florestal de uma pequena propriedade rural, localizada no sul do Estado do Espírito Santo, no município de São José do Calçado, entre as coordenadas UTM (Projeção Universal Transversa de Mercator – DATUM SAD-69 Fuso 24S): norte = 7.682.974,189 m; leste= 226.675,383 m (Figura 1); e uma cerâmica que se localiza no Norte do Estado do Rio de Janeiro, na localidade de Barbosa, no município de Campos dos Goytacazes entre as coordenadas UTM: norte= 7.576.736,111 m; leste=274.520,968 m, (Figura 2).



**Figura 1.** Local da carga em área de colheita em São José do Calçado - ES.



**Figura 2.** Local da descarga em cerâmica em Campos dos Goitacazes - RJ.

Em relação aos aspectos edafoclimáticos, a propriedade rural apresenta altitudes que variam de 577,35 a 708,96 m. O clima predominante é o temperado úmido com pluviosidade em torno de 1.700 mm anuais. O relevo varia de fortemente ondulado a montanhoso, com mais de 65% de suas terras com declividade acima de 30%. As coletas foram feitas nos meses de maio e junho.

O descarregamento ocorreu em uma cerâmica em Campos dos Goytacazes – RJ, que apresenta em relação aos aspectos edafoclimáticos, altitude de 10,5m. o clima predominante é o tropical com pluviosidade em torno de 1070 mm anuais, o relevo varia de pouco ondulado a plano, o solo predominante é o argissolo vermelho nos meses de maio e junho.

### **3.2 Descrição das Atividades**

O estudo foi realizado contemplando duas atividades: carregamento manual e descarregamento manual de madeira de eucalipto. As toras tinham em média 1m de comprimento e diâmetro médio de 8 a 20 cm.

Carregamento: operação de embarque de madeira na carroceria de um caminhão. Na área rural avaliada, foi realizado o carregamento manual. O carregamento é feito por meio de quatro trabalhadores; primeiramente é feito o arremesso das toras pelos operadores que ficam fora do caminhão, para os que ficam em cima da carroceria, que tem a função de pegar as toras e arrumá-las, isso ocorre até encher metade da carroceria; na segunda parte, é feito um baldeio de um caminhão para o outro, que para facilitar o trabalho (Figura 3). O processo de

baldeio consiste na transferência das toras cortadas de dentro dos talhões para as margens das estradas, é feito por meio de um segundo caminhão.



**Figura 3.** Carregamento manual de madeira em pequena propriedade rural no ES.

Descarregamento: operação de retirada da madeira da carroceria do caminhão. O descarregamento é feito manualmente por quatro trabalhadores, de maneira que os operadores jogam ao chão as toras que estão na carroceria, não ocorrendo a arrumação do material no pátio. O descarregamento pode ser visualizado na Figura 4.



**Figura 4.** Descarregamento manual de madeira em cerâmica.

### 3.3 Materiais Utilizados

Para a coleta dos dados foi utilizada um luxímetro digital de fotocélula da marca TES e modelo 1332 A; um decibelímetro digital no modo de resposta lenta e curva de ponderação “A”; um Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG)

da marca METROSONICS e modelo HS-3600; uma câmera filmadora Sony DCR-SR87; dois cronômetros digitais; duas trenas; uma balança digital; um medidor de frequência cardíaca Polar, modelo RS300X.

### **3.4 Procedimento de Trabalho**

Para análise dos fatores ambientais no trabalho, da biomecânica, da quantificação do manuseio de cargas e carga física de trabalho realizou-se as seguintes etapas de procedimento:

- a. Análise de iluminância, de ruído e de conforto térmico.
- b. Registro das posturas adotadas em cada atividade de manuseio da madeira através de filmagens, fotografias, observações visuais e anotações;
- c. Análise das posturas pela equação OWAS (Ovako Working Posture Analysing System);
- d. Avaliação dos limites recomendados de peso pelo método NIOSH (Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos da América). Medições dos índices de referência do trabalhador em relação a carga;
- e. Medição da carga física de trabalho dos operários em cada fase do ciclo de trabalho por atividade com o uso de um medidor de frequência cardíaca modelo Polar;
- f. Análise final dos dados obtidos e desenvolvimento do resultado final baseando-se em análise comparativa das situações e dos trabalhadores para proposta de reorganização ergonômica do trabalho.

### **3.5 Amostragem**

A pesquisa foi realizada a partir de um levantamento de todas as operações, em que, foi determinado o número mínimo de amostras necessários para um erro de 5%, conforme metodologia de Conaw (1977):

$$n > \frac{t^2 * s^2}{e^2}$$

Em que,

n: número mínimo de colaboradores (por atividade);

t: coeficiente a 5% (distribuição de Student);

s: desvio padrão;

e: erro admissível a 5%.

### **3.6 Análises realizadas**

Para efeito de maior clareza na definição dos fatores comparativos observados no trabalho, a metodologia foi fracionada em três partes principais: análise do ambiente de trabalho, avaliação biomecânica (OWAS, e NIOSH), e análise da carga física de trabalho.

### **3.7 Ambiente de trabalho**

#### **3.7.1 Iluminância no posto de trabalho**

A iluminância foi mensurada utilizando um luxímetro digital de fotocélula da marca TES e modelo 1332 A. O aparelho foi utilizado próximo ao campo de visão dos operadores, para uma maior precisão, em relação à luz incidida diretamente aos olhos e as leituras foram realizadas de forma sistemática, a cada 15 minutos, de acordo com os padrões da ABNT, NBR 5413 (1992). Posteriormente foi retirada a média de cada hora, correspondendo o horário de 8 às 17 horas

#### **3.7.2 Ruído**

O ruído foi medido com um decibelímetro digital no modo de resposta lenta e curva de ponderação “A”, com sensor posicionado próximo ao ouvido do trabalhador



(NR15), a cada 15 minutos durante toda a jornada de trabalho. Posteriormente foi retirada a média horária, correspondendo o horário de 8 às 17.

Os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente devem obedecer à Tabela 1, conforme a NR-15 (SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2009).

Tabela 1 Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (NR-15).

Nível de ruído (dB)	Máxima exposição diária permissível	Nível de ruído (dB)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas	98	1 hora e 15 min.
86	7 horas	100	1 hora
87	6 horas	102	45 min.
88	5 horas	104	35 min.
89	4 horas e 30 min.	105	30 min.
90	4 horas	106	25 min.
91	3 horas e 30 min.	108	20 min.
92	3 horas	110	15 min.
93	2 horas e 40 min.	112	10 min.
94	2 horas e 15 min.	114	8 min.
95	2 horas	115	7 min.
96	1 hora e 45 min.	-	-

Fonte: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (2009).

### 3.7.3 Conforto Térmico

As condições ambientais e climáticas que os trabalhadores eram submetidos, foram medidas utilizando o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) da marca METROSONICS e modelo HS-3600.

As medidas foram feitas conforme NR-15 (Anexo 3), para exposição em ambientes externos com carga solar, utilizando-se a Equação 2.

$$\text{IBUTG} = 0,7\text{tbn} + 0,1\text{tbs} + 0,2\text{tg} \quad (2)$$

Em que,

tbn = Temperatura de bulbo úmido natural;

tg = Temperatura de globo;

tbs = Temperatura de bulbo seco.

As medições foram realizadas em intervalos de 15 minutos no próprio local de permanência dos trabalhadores, posteriormente foi retirada a média de cada hora,

correspondendo o horário de 8 às 17 horas. Os valores obtidos foram anotados em planilhas e, posteriormente, comparados com os valores máximos permitidos pela Legislação Brasileira (Tabela 2).

Tabela 2- Limites de conforto térmico para cada tipo de atividade.

Regime de trabalho e descanso (por hora)	Tipo de atividade		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
O trabalho não é permitido sem medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Fonte: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (2009).

### 3.8 Avaliação biomecânica

#### 3.8.1 Análise das posturas

Para análise das posturas adotadas no trabalho, foi utilizado o método OWAS. No método a atividade pode ser subdividida em várias fases e posteriormente categorizada para a análise das posturas no trabalho. Posteriormente as posturas são analisadas e mapeadas a partir da observação dos registros fotográficos e filmagens do indivíduo em cada fase do trabalho.

Realizaram-se filmagens dos trabalhadores utilizando-se uma câmera filmadora de marca Sony modelo DCR-SR87, com monitoramento dos movimentos e posições de perfil em cada atividade executada. Para análise das filmagens, as imagens foram congeladas e as posições verificadas. O software utilizado para avaliação da ferramenta OWAS foi o WinOWAS, sendo coletados dados de posturas

a cada intervalo de cinco segundos, verificando-se, assim, a posição mais frequente relativa a cada operação (Tabela 3).

Tabela 3- Determinação de postura de acordo com o método OWAS.

<b>Costas</b>	<b>Braços</b>
1 Ereta	1 Ambos abaixo do nível do ombro;
2 Inclinação	2 Um acima do nível do ombro;
3 Ereta e torcida	3 Ambos acima do nível do ombro.
4 Inclinação e torcida	
<b>Pernas</b>	<b>Peso ou força requerida</b>
1 Sentado, com as pernas abaixo do nível das nádegas;	1 Carga menor ou igual a 10 Kg;
2 Em pé, exercendo força em ambas as pernas;	2 Carga maior que 10 Kg e menor que 20 Kg;
3 Em pé, exercendo força em uma única perna;	3 Carga maior que 20 Kg.
4 Em pé, ou abaixado em ambos os pés, com as pernas flexionadas;	
5 Em pé, ou abaixado com um pé e perna articulada;	
6 Ajoelhado com um ou ambos os joelhos;	
7 Andando ou movimentando.	

Fonte: WinOWAS.

Após a definição das posturas padrões, definiram-se os mecanismos de ação e a necessidade de correção das posturas adotadas, de acordo com o Figura 5, conforme o modelo OWAS:

Costas	Braços	1			2			3			4			5			6			7			Pernas
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	Força
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
<b>CATEGORIAS DE AÇÃO</b> 1 – Não é necessárias medidas corretivas 2 - São necessárias medidas corretivas em um futuro próximo 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível 4 - São necessárias correções imediatas																							

**Figura 5.** Critérios de análise dos resultados pelo Método OWAS.

### 3.8.2. Análise do manuseio de cargas

A análise biomecânica foi feita com o uso do método NIOSH, que estabelece que, para uma situação de trabalho, no levantamento manual de cargas, existe um limite recomendado de peso (L.R.P.). O LRP, uma vez calculado, é comparado com a carga real levantada, obtendo-se então o Índice de levantamento (I.L).

Assim, segundo o método, quando o IL for menor que 1, a chance de lesão será mínima e o trabalhador estará em situação segura. Se o valor for de 1 a 2, aumenta-se o risco. Se o índice for maior que 2, aumentará o risco de lesões na coluna e no sistema músculo-ligamentar e a operação deverá ser reorganizada. O máximo aceitável de carga é de 23 kgf, para uma situação de manuseio ótimo. A Equação 3 se refere à fórmula de cálculo do limite recomendado de pesos; e a Equação 4 se refere a fórmula de cálculo de índice de levantamento.

$$\text{LRP} = 23 \times \text{FDH} \times \text{FAV} \times \text{FDVP} \times \text{FFL} \times \text{FRLT} \times \text{FQPC} \quad (3)$$

Em que,

FDH – corresponde a distância horizontal (em centímetros) entre a posição das mãos no início do levantamento e o ponto médio sobre uma linha

imaginária ligando os dois tornozelos. Calcula-se dividindo a constante 25 pela distância mensurada.

FAV – corresponde à distância vertical (em cm) das mãos com relação ao solo no início do levantamento. O cálculo se dá por meio da fórmula:  $1 - (0,003 \times [V-75])$  – para alturas até acima de 75 cm e;  $1 - (-0,003 \times [V-75])$  – para alturas até 75 cm.

FDVP – corresponde à distância vertical percorrida desde o início do levantamento até o término da ação. Sua fórmula de cálculo é assim utilizada:  $(0,82 + 4,5/D)$ ; onde “D” é a distância total percorrida.

FFL – o fator frequência de levantamento é obtido por meio de uma tabela pré-estabelecida. Nesta tabela deveremos observar quantas vezes o funcionário realiza o levantamento dentro de um minuto, a duração desta atividade e a distância vertical (V) em que o levantamento acontece.

FRLT – o fator rotação lateral do tronco verifica a rotação em graus durante o transporte da carga. A fórmula de cálculo se dá por:  $1-(0,032 \times A)$ .

FQPC – o fator qualidade de pega da carga segue fatores qualitativos de uma árvore de decisão.

$$IL = PO/ LRP \quad (4)$$

Em que,

IL - índice de levantamento

PO - corresponde ao peso do objeto

LRP - corresponde ao limite recomendado de peso

O Índice de levantamento (IL) do método NIOSH é o que determina se uma atividade apresenta risco de lesão músculo esquelética e ainda quantifica esse risco. O IL nada mais é do que a divisão da constante (23 kgf) pela multiplicação de todos os outros fatores. A interpretação dos resultados segue os seguintes parâmetros:

IL menor que 1,0 → condição segura – chance mínima de lesão;

IL entre 1,1 e 2,9 → condição insegura – médio risco de lesão;

IL acima de 3,0 → condição insegura – alto risco de lesão.

### 3.9 Carga física de trabalho

A carga física de trabalho foi avaliada com um monitor de frequência cardíaca da marca preso ao peito do trabalhador.

O aparelho é composto por um receptor digital de pulso, uma correia elástica e um transmissor com eletrodos fixados na altura do tórax do colaborador por meio da correia elástica. O equipamento foi programado para armazenar os batimentos cardíacos a cada 15 segundos e, após a coleta, os dados armazenados foram compilados com a utilização da interface que acompanha o aparelho. Com esses dados, foi possível determinar a carga física de trabalho imposta em cada operação e estabelecer os limites aceitáveis pela legislação vigente para um desempenho contínuo no trabalho e ajustar a carga física à capacidade dos colaboradores.

A frequência cardíaca foi classificada de acordo com a metodologia proposta por Apud (1997), que classifica a carga física em função dos batimentos cardíacos (Tabela 4). Posteriormente foi calculada a carga cardiovascular e a frequência cardíaca limite por fase do ciclo de trabalho. Com base nos resultados, calculou-se o tempo necessário de pausas por hora trabalhada (repouso) para que a operação seja realizada sem riscos de sobrecarga física.

Tabela 4- Classificação da atividade segundo a frequência cardíaca no trabalho.

<b>Frequência cardíaca média</b>	<b>Classificação da atividade</b>
< 75	Muito leve
75 – 99	Leve
100 – 124	Moderadamente pesado
125 – 150	Pesado
> 150	Extremamente pesado

Fonte: Apud (1997).

Com os dados obtidos (frequência cardíaca em repouso, frequência cardíaca de trabalho e idade de cada trabalhador), foi determinada a carga cardiovascular nas atividades de carga e descarga manual de madeira, por meio do cálculo da carga cardiovascular (CCV) dos trabalhadores. A metodologia aplicada foi a equação 4 proposta por Apud (1989), conforme segue abaixo.

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} \times 100 \quad (4).$$

Em que,

CCV = Carga Cardiovascular (%);  
 FCT= Frequência Cardíaca de Trabalho (bpm);  
 FCR = Frequência Cardíaca de Repouso; e  
 FCM = Frequência Cardíaca Máxima (220 – idade).

Para a realização das atividades, tendo como objetivo um desempenho contínuo no trabalho, foi determinada a frequência cardíaca limite (FCL), em batimentos por minuto (bpm) para a carga cardiovascular máxima de 40%, obtida pela Equação 5.

$$FCL = 0,40 \times (FCM - FCR) + FCR \quad (5)$$

Em que,

FCL = frequência cardíaca limite;  
 FCM = frequência cardíaca máxima e  
 FCR = frequência cardíaca de repouso.

Para trabalhos que excederam a carga cardiovascular de 40 % (acima da frequência cardíaca limite), para reorganizar o trabalho, foi determinado o tempo de repouso (pausa) necessário, segundo Apud (1989), pela Equação 6.

$$Tr = \frac{Ht \times (FCT - FCL)}{FCT - FCR} \quad (6)$$

Em que,

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

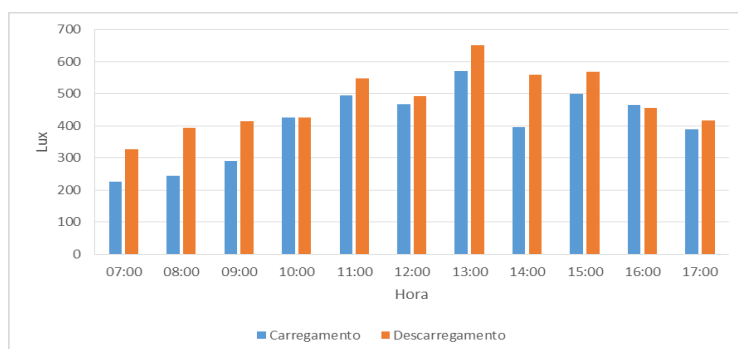
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Número mínimo de amostras

O número mínimo de amostras foi atendido em todas as operações analisadas e correspondeu à necessidade da uniformidade das coletas para a realização do teste estatístico apropriado. Foram analisados nove trabalhadores, no carregamento de quatro caminhões e no descarregamento de três caminhões.

### 4.2 Iluminância

As atividades de carga e descarga manual de madeira são executadas em ambientes externos, o que é influenciado diretamente pela variação de iluminação ao longo da jornada de trabalho. Na Figura 6 são apresentados os resultados de iluminância durante a jornada de trabalho.



**Figura 6.** Níveis de iluminância (lux) médios nas atividades.

Segundo normas da ABNT NBR 5413 (1992) nenhuma das atividades de carga e descarga, conforme apresentado na Figura 6, apresentou os valores de iluminância abaixo do mínimo necessário (200 Lux). Nestas circunstâncias, o excesso de luz deve ser o fator preocupante, em que operações florestais realizadas sob incidência direta dos raios solares podem comprometer a saúde do trabalhador (tempo de exposição) e, o colaborador deve-se resguardar (proteção) com o uso de proteção visual, camisa manga longa, chapéu, boné com protetor de pescoço e filtro solar.

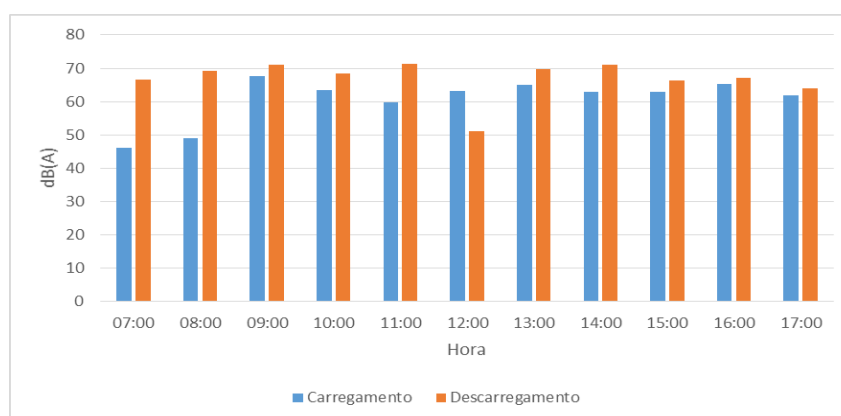
Foi observado na Figura 6 que na descarga os valores de iluminância foram maiores na jornada de trabalho em relação a carga, cerca de 15%, tal fato pode ser



explicado pelas condições climáticas, pois nos dias de coleta de dados do descarregamento, os dias estavam mais ensolarados que nos dias das coletas do carregamento da madeira, que estavam nublados; aliado a esse fato por ser uma área de desbaste as árvores do talhão fornecem sombra durante a atividade de carregamento, influenciando negativamente nos valores de iluminância; no descarregamento por ser feito em área aberta os valores de iluminância são afetados de maneira a aumentar os níveis de iluminância.

### 4.3 Ruído

A Figura 7 indica o nível de ruído durante a jornada de trabalho no carregamento e no descarregamento de madeira.

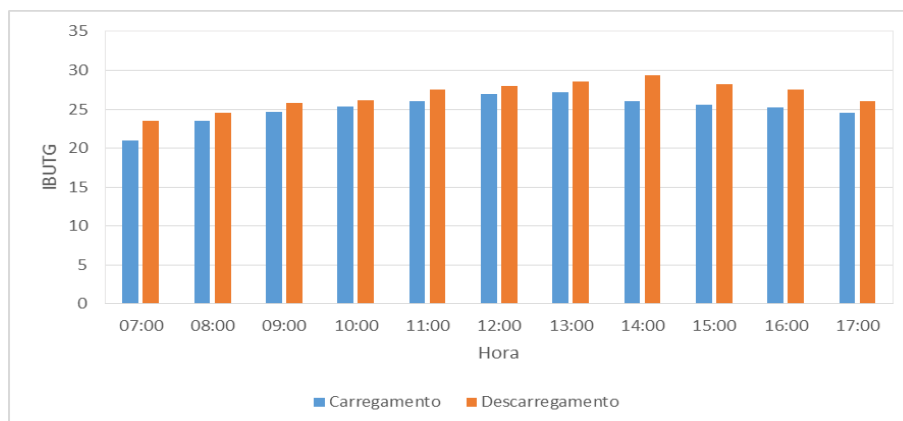


**Figura 7.** Nível de ruído obtido na carga e descarga manual de madeira.

Com os dados da Figura 7 verificou-se que as operações florestais de carga e descarga manual de madeira não ultrapassaram o nível aceitável pela NR nº15 (85,0dB(A)) para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias. Dessa forma não há a necessidade de uso de protetor auricular nessas atividades.

### 4.4 Conforto térmico

Na Figura 8 são apresentados os resultados do conforto térmico durante a jornada de trabalho na carga e descarga de madeira.



**Figura 8.** Média de IBUTG durante a execução das atividades.

Foi observado que a média de tempo para se carregar um caminhão é de quatro horas, e o tempo para descarregar um caminhão é em média quarenta minutos.

Segundo a NR nº15 com base nos resultados apresentados na Figura 8, evidenciou-se que na atividade de carregamento deve-se fazer uma pausa de 15 minutos por hora trabalhada nos períodos de 10 às 11 horas e no período de 15 às 17 horas. No horário de 11 às 15 horas deve-se fazer pausas de 30 minutos para cada hora trabalhada. Logo as pausas da operação de carregamento devem-se concentrar entre as 10 e as 15 horas.

Já no descarregamento deve-se fazer pausas de 15 minutos no intervalo de 10 às 13 horas e no período das 16 às 17 horas, e deve-se fazer pausas de 30 minutos a cada hora no intervalo das 13 às 16 horas. Devendo assim concentrar as pausas entre as 10 as 16 horas. Na carga e descarga, para um maior conforto térmico, se possível, concentrar as operações até as 10 horas ou após as 16 horas.

#### 4.5 Posturas Adotadas no Trabalho

Na avaliação e análise dos dados de posturas, foram obtidos os resultados para cada operação, bem como suas posturas padrões, porcentagem de cada posicionamento e principais problemas ocasionados pela atividade. Os resultados estão apresentados por atividade (Tabela 5).

Tabela 5- Posturas adotadas na carga e descarga de madeira.

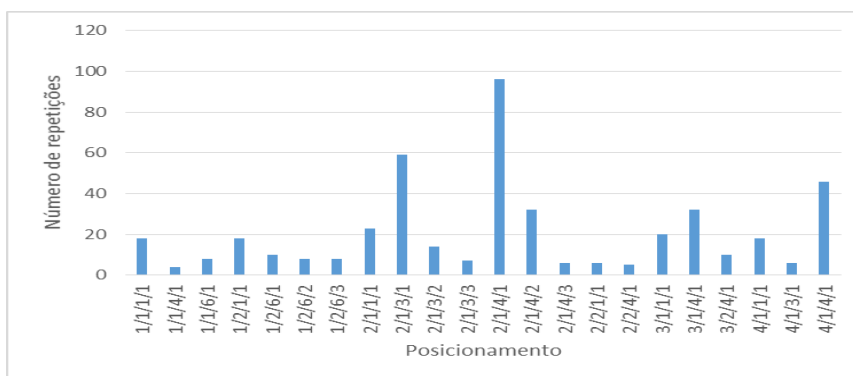
Atividade	Postura	Repetição	%	T* (min)	Classe
Carregamento manual	1/2/1/1	18	7,32	35	1
	1/2/6/1	10	4,07	20	1
	1/2/6/2	8	3,25	16	1
	1/2/6/3	8	3,25	16	1
	2/1/1/1	10	4,07	20	2
	2/1/3/1	20	8,13	40	2
	2/1/4/1	54	21,95	105	3
	2/1/4/2	18	7,32	35	3
	3/1/1/1	16	6,50	31	1
	3/1/4/1	32	13,01	61	3
	3/2/4/1	10	4,07	20	4
	4/1/1/1	8	3,25	16	2
	4/1/4/1	34	13,83	65	4
	<b>Total</b>	<b>246</b>	<b>100</b>	<b>480</b>	
Descarregamento manual	1/1/1/1	18	8,65	42	1
	1/1/4/1	4	1,93	9	2
	1/1/6/1	8	3,85	18	1
	2/1/1/1	13	6,25	30	2
	2/1/3/1	39	18,75	90	2
	2/1/3/2	14	6,73	32	2
	2/1/3/3	7	3,37	16	3
	2/1/4/1	42	20,19	97	3
	2/1/4/2	14	6,73	32	3
	2/1/4/3	6	2,88	14	3
	2/2/1/1	6	2,88	14	2
	2/2/4/1	5	2,4	12	3
	3/1/1/1	4	1,93	9	1
	4/1/1/1	10	4,81	23	2
	4/1/3/1	6	2,88	14	2
	4/1/4/1	12	5,77	28	4
<b>Total</b>	<b>208</b>	<b>100</b>	<b>480</b>		

T\*: tempo, em minutos, na posição durante uma jornada de 480 minutos de trabalho.

Na atividade de carregamento manual, as posturas típicas foram a 2/1/4/1 (costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, de pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados e carga menor que 10 Kgf) e 4/1/4/1 (costa inclinada e torcida, ambos os braços abaixo do nível do ombro, uma perna flexionada, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 Kgf) que somaram 35,78 % de todas as posturas adotadas. A postura 2/1/4/1 (21,95%), classe de ação 3, obteve 54 repetições de um total de 246 e necessita de correções tão logo quanto possível. A postura 4/1/4/1 (13,83%), classe de ação 4, repetiu-se 34 vezes de um total de 246. Neste caso deve haver uma intervenção rápida com a adoção de novas formas de operação ou o uso de mecanização auxiliar.

No descarregamento manual, as posturas padrões foram a 2/1/4/1 (costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, de pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados e carga menor que 10 Kgf) e a 2/1/3/1 (costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, duas pernas flexionadas e carga menor que 10 Kgf). Juntas, repetiram-se durante 38,94% de todas as posturas exercidas. Segundo o sistema OWAS, a postura 2/1/4/1, de classe 3, necessita de correções tão logo quanto possível, entretanto, a postura 2/1/3/1, de classe 2, necessita de correções no futuro.

A Figura 9 representa todas as posturas adotadas nas atividades de carga e descarga manual de madeira e suas respectivas repetições.



**Figura 9.** Posturas avaliadas e suas repetições.

Verifica-se que a posição mais utilizada durante as operações foi a 2/1/4/1 (costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, com uma perna flexionada e carga menor que 10 Kgf), posicionamento que exige correções logo que possível de acordo com a classe 3 do modelo OWAS.

A Tabela 6 apresenta os valores totais das posturas executadas nas operações analisadas.

**Tabela 6-** Valores totais de repetição e porcentagem para cada classe de ação.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Total
Repetição	90	130	178	56	454
Porcentagem	19,83	28,63	39,21	12,33	100

Na Tabela 6, observa-se que, de todas as atividades avaliadas, foram registradas 90 posturas na classe 1, 130 posturas na classe 2, 178 na classe 3 e 56 na classe 4. A classe que obteve maior número de repetições foi a classe 3 (39,21%), sendo que a mesma sugere que sejam feitas correções na postura tão

logo quanto possível. Já para a classe 4 (12,33%), considera a classe de postura mais prejudicial, as correções devem ser executas imediatamente.

A sobrecarga postural e o trabalho pesado podem gerar fadiga muscular, compressão de estruturas nervosas e até mesmo o agravamento de lesões prévias nos músculos e ligamentos dos membros (COUTO, 1995).

É sugerido para minimizar os riscos à saúde dos trabalhadores o uso das articulações, com a coluna reta de maneira a realizar o trabalho com uma postura adequada.

#### 4.6 Manuseio de cargas

Na tabela 7 estão demonstrados valores médios referidos de cada atividade.

Tabela 7- Avaliação do manuseio de cargas.

Carregamento manual				Descarregamento manual			
H	Distância horizontal entre o pé e a carga	cm	43	H	Distância horizontal entre o pé e a carga	cm	31
V	Distância vertical entre o chão e a carga	cm	10	V	Distância vertical entre o chão e a carga	cm	20
D	Distância vertical percorrida pela carga	cm	160	D	Distância vertical percorrida pela carga	cm	70
A	Ângulo de torção do tronco	graus	15	A	Ângulo de torção do tronco	graus	30
F	Fator frequência	-	0,55	F	Fator frequência	-	0,55
QP	Qualidade da pega	-	1	QP	Qualidade da pega	-	1
P	Massa da carga sendo levantada	Kg	13,146	P	Massa da carga sendo levantada	Kg	13,38
LPR	Limite de peso recomendável	Kg	4,723	LPR	Limite de peso recomendável		6,832
IL	Índice de levantamento	-	2,818	IL	Índice de levantamento	-	1,902

Fonte: autor

Com esses resultados, pode-se classificar cada etapa de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8- Limite recomendado de pesos, índice de levantamento e condição de trabalho com o método NIOSH.

Atividade	LRP	IL	Nível de risco
Carregamento manual	4,723	2,818	Risco para alguns operadores
Descarregamento manual	6,832	1,902	Risco para alguns operadores

Nota: LRP (Limite recomendado de peso), IL (Índice de Levantamento).

Fonte: autor

As atividades de carregamento e descarregamento manual apresentaram IL entre 1,1 e 2,9, representando condições inseguras de trabalho com médio risco de lesões. Logo, o método NIOSH recomenda uma reorganização ergonômica, que é o treinamento e conscientização do trabalhador para mudanças nos métodos de trabalho.

É recomendado que os trabalhadores usem posturas adequadas para a realização do trabalho, de maneira a movimentar as articulações e não a coluna, diminuindo as lesões; posicionar o veículo de carga abaixo do nível das toras para diminuir a distância vertical percorrida pela carga; carregar toras de maior diâmetro e peso com dois trabalhadores, diminuindo assim a força exercida por cada operador; fazer o perfil antropométrico ideal (operadores mais altos embaixo e os mais baixos em cima); e realizar a carga com as toras secas.

#### **4.7 Carga física de trabalho**

As frequências cardíacas coletadas foram processadas individualmente por trabalhador em cada operação. Os valores estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9 -Valores médios de carga física de trabalho para cada atividade.

Atividade	Operador	FCT	CCV	FCL	FCR	FCM	CLASSIFICAÇÃO	IDADE	HT	TR (min/h)
Carregamento Manual	1	127	44	122	74	195	Pesado	25	480	6
	2	137	53	122	75	192	Pesado	28	480	15
	3	130	52	116	70	185	Pesado	35	480	14
	4	146	54	129	82	200	Pesado	20	480	16
	5	135	56	117	71	185	Pesado	35	480	17
	Média						Pesado		480	14
Descarregamento Manual	1	124	50	114	71	178	Moderadamente Pesado	42	480	12
	2	134	55	117	71	185	Pesado	35	480	17
	3	119	48	111	72	170	Moderadamente Pesado	50	480	10
	4	116	43	110	69	171	Moderadamente Pesado	49	480	8
	Média	123	49	113	71	176	Moderadamente Pesado	44	480	12

Legenda: FCT (Frequência Cardíaca de Trabalho), CCV (Carga Cardiovascular), FCL (Frequência Limite), FCR (Frequência Cardíaca de Repouso), FCM (Frequência Cardíaca Máxima), TR (Tempo de Repouso).

Na operação de carregamento manual de madeira, o trabalho foi classificado como pesado, necessitando de um tempo de repouso e adequação do trabalho ao operador. Na operação de descarregamento manual de madeira o trabalho foi classificado como moderadamente pesado.

Na tabela 10 pode-se perceber que a atividade de carregamento manual foi classificada como pesado, mostrando a necessidade de estudar a atividade e adequar à carga física ao funcionário. Já a atividade de descarregamento manual foi classificada como moderadamente pesada. Os tempos necessários para repouso por hora foram indicados para as operações. A atividade de carregamento é a que necessita maior tempo de repouso (17 minutos por hora), enquanto o descarregamento manual precisa de 12 minutos por hora.

Pode-se inferir que as atividades obtiveram valores de frequência cardíaca de trabalho média próximos, mostrando a semelhança de esforço exercida por elas. Porém, por demandar um esforço maior ao erguer as cargas, o carregamento resultou em valor maior.

Durante a execução de atividades que requerem grandes esforços cardiovasculares, o fluxo sanguíneo para o coração pode ser prejudicado, a ponto de ocorrer tonteira, desmaios, câibras, dores musculares, lombalgias, tremores e erros que podem levar a acidentes.

Para se minimizar os efeitos prejudiciais é sugerido que se faça uma diminuição na intensidade do trabalho.



## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

- A iluminância em todas as atividades apresentou níveis mínimos aceitáveis de acordo com a NBR 5413/92.
- As atividades não ultrapassaram os níveis máximos de ruído estabelecidos pela legislação, não necessitando de protetores auriculares.
- Para o conforto térmico, recomenda-se que em todas as atividades estudadas sejam realizadas pausas durante a jornada de trabalho, após as 10 horas da manhã até as 16 horas.
- Em relação as posturas, as atividades foram classificadas na classe 3, recomendando-se correções tão logo quanto possível, pois podem gerar problemas de coluna dentre outros problemas que afetam o bem-estar físico.
- Para os limites de pesos recomendados na carga e descarga manual de madeira são recomendadas correções tão logo quanto possível, pois podem gerar problemas lombares, surgimento de dores e desconfortos musculares.
- O carregamento manual apresentou exigência física pesada e o descarregamento moderadamente pesada. Há necessidade de pausa de 14 minutos por hora trabalhada no carregamento e de 12 minutos por hora trabalhada no descarregamento.

## 6 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Para prevenir e minimizar os efeitos negativos das atividades de carga e descarga manual de madeira sobre o trabalhador sugere-se:

- Concentrar as atividades até as dez horas da manhã e depois das quatro horas da tarde;
- Treinar e conscientizar os trabalhadores a usarem posturas adequadas durante o manuseio das cargas;
- Em áreas acidentadas, deixar a madeira para carga empilhada acima do nível do veículo (no barranco) para facilitar o carregamento;
- Manusear toras de maiores diâmetros com dois operadores;
- Utilizar o perfil antropométrico para definir a melhor função para cada trabalhador;
- Realizar a carga com as toras em nível de secagem ideal;
- Como o trabalho é pesado e exige sobrecarga física, os trabalhadores devem rotineiramente fazer exames médicos com o intuito de prevenir, minimizar e corrigir problemas de saúde;
- Os trabalhadores devem usar constantemente os equipamentos de proteção individual;
- Para minimizar os efeitos das altas incidências da radiação solar, principalmente na descarga, os trabalhadores devem usar filtro solar, proteção na cabeça e olhos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 5413 – Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992. 13p.

ALVES, J. U.; SOUZA, A. P.; MINETTI, L. J.; GOMES, J. M. Avaliação da carga de trabalho físico de trabalhadores que atuam na atividade de propagação de *Eucalyptus spp.* In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA, 1.**, 2000, Belo Horizonte, MG. Anais do... Belo Horizonte: Ergoflor, 2000. p. 129 – 134.

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

APUD, E. **Temas de ergonomia aplicados al aumento de la productividad de la mano de obra en cosecha florestal.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3, Vitória, 1997. **Anais...** Vitória: SIF/DEF, 1997. 112p.

BOM SUCESSO, E.P. Reconquistando o prazer de trabalhar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3, Vitória, 1997. **Anais...** Vitória: SIF/DEF, 1997, p.1-4.

CONAW, P. L. **Estatística.** São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1977. 264 p.

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

COUTO, H.A. Temas de saúde ocupacional: coletânea dos cadernos ERGO. Belo Horizonte: ERGO, 1987. 201p.

Dul, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática.** Tradução de Itiro lida. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. 147 p.

FIEDLER, N. C. **Análise de posturas e esforços despendidos em operações de colheita florestal no litoral norte do Estado da Bahia.** 1998. 103 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FIEDLER, N. C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira**. Viçosa, UFV, 1995. 126 p. (Dissertação: mestrado em ciências florestais – UFV)).

FIEDLER, N. C.; FERREIRA, A. H. S.; VENTUROLI, F.; MINETTE, L. J. Avaliação da carga de trabalho físico exigido em operações de produção de mudas ornamentais no distrito federal: estudo de caso. **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 703-708, 2007.

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

FRENEDA, E. G. **Meio Ambiente do Trabalho, Ergonomia e Políticas Preventivas: direitos e deveres**. 2005. 261 f. Dissertação (Mestrado em Direito Econômico e Social) - Programa de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão em Direito, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.

GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man – Na Ergonomic Approach**. London: Taylor & Francis, 1982. 379p.

IEA – International Ergonomics Association. *Definição internacional de ergonomia*. Santa Monica: USA, 2000. Disponível em: <[http://www.iea.cc/what\\_is\\_ergonomist.html](http://www.iea.cc/what_is_ergonomist.html)>. Acesso em 7 de maio de 2014.

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

IIDA, Itiro; WIERZBICKI, Henri. A. J. **Ergonomia: notas de aula**. 2 ed. 292p. São Paulo: 1978

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. 2011. Disponível em: <<http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br>>. Acesso em 03 junho.de 2014

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Endusp, 2000. 448 p.

LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C. **ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO APLICADO NO SETOR FLORESTAL** Anais da X Semana de Estudos Florestais e I Seminário de Atualização Florestal, 2010. 21p.

MENDES, J. B. Incentivos e mecanismos financeiros para o manejo florestal sustentável na região sul do Brasil. In: **Mecanismos financeiros**. FAO. Curitiba, 2004.

MINETTE, L. J.; SILVA, E. N.; MIRANDA, G. M.; SOUZA, A. P.; FIEDLER, N. C. Avaliação técnica da operação de extração de Eucalyptus spp. utilizando o trator autocarregável e o trator florestal transportador “forwarder” na região sul da Bahia. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v. 16, n. 3, p. 312-317, 2008.

MINETTE, L. J. > **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 211p. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

PALMER, C. F. Ergonomia. Rio de Janeiro: FGV, 1976. 207p.

Portaria n.º3.214/78 do Ministério do Trabalho. 63 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 799 p.

PROENÇA, R.P.C. e MATOS, C.H. **Condições de trabalho e saúde na produção de refeições em creches municipais de Florianópolis**. Revista Ciências da Saúde, v.15, n.1-2, p.73-84, 1996.

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. Manuais de Legislação Atlas. Portaria n.º3.214/78 do ministério do Trabalho. 63 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 799p.

SOUZA, A. P. MINETTE L.J, SILVA. E. N. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho**. In: MACHADO, C. C. COLHEITA FLORESTAL. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008, p. 310-327.