

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

RENAN PEREIRA BARBOSA

AVALIAÇÃO DE FATORES ERGONÔMICOS NAS OPERAÇÕES DE  
COLHEITA FLORESTAL EM ÁREAS DECLIVOSAS

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2011

RENAN PEREIRA BARBOSA

AVALIAÇÃO DE FATORES ERGONÔMICOS NAS OPERAÇÕES DE  
COLHEITA FLORESTAL EM ÁREAS DECLIVOSAS

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Florestal da  
Universidade Federal do Espírito  
Santo como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar  
Fiedler.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2011

RENAN PEREIRA BARBOSA

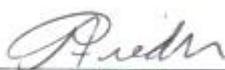
AVALIAÇÃO DE FATORES ERGONÔMICOS NAS OPERAÇÕES DE  
COLHEITA FLORESTAL EM ÁREAS DECLIVOSAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da  
Universidade Federal do Espírito Santo como requisito para avaliação.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler.

Aprovada em 17 de novembro de 2011

COMISSÃO EXAMINADORA



---

Nilton Cesar Fiedler

Universidade Federal do Espírito Santo

Orientador



---

Daniel Pena Pereira

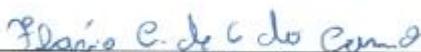
Universidade Federal do Espírito Santo



---

Elizabeth Neire da Silva Oliveira de Paula

Universidade Federal do Espírito Santo



---

Flávio Cipriano de Assis do Carmo

Universidade Federal do Espírito Santo

"Não confunda produção com eficácia. Não são sinônimos. Pelo contrário: aceitar se ocupar com as tarefas erradas pode ser o equivalente a aceitar tomar o proverbial ônibus grátis na direção errada. Pare para pensar se as tarefas com as quais você se ocupa contribuem para o valor que você precisa gerar, ou se produzem algo que não interessa ao que você precisaria fazer – se parte da sua rotina for mera ocupação, sem contribuir para os seus resultados, reformule-a."

*Augusto Campus*

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha família pela total dedicação e apoio em todos os momentos.

A Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.

Ao laboratório de colheita, ergonomia e logística florestal (LABCELF) da UFES, pela estrutura e pelos equipamentos oferecidos.

Ao professor Nilton Cesar Fiedler pelos ensinamentos, dedicação, orientação e auxílio na coleta de dados.

A professora Elizabeth Neire da Silva Oliveira de Paula pelas instruções no desenvolver da pesquisa.

A todos os professores que me capacitaram em minha formação profissional com um ensino de imensa qualidade.

Ao Daniel Pena Pereira pelo fornecimento de dados e conselhos durante a realização do estudo.

A Yara Martins Feitosa por todo companheirismo, carinho e compreensão.

Ao Flávio Cipriano de Assis do Carmo pela orientação e ajuda em todas as pesquisas e trabalhos.

Ao Saulo Boldrini Gonçalves por todo auxílio durante esses anos de trabalho juntos.

Ao Bruno Camata Andreon pela ajuda na tabulação dos dados estatísticos da carga física de trabalho.

Aos colegas de laboratório Weslen, Jair, Filipe, Arthur, Tiago e Ronie pela ajuda na realização do trabalho.

A FAPES e ao CNPq pelos apoios financeiros ao laboratório que possibilitaram a aquisição dos equipamentos utilizados na pesquisa.

Aos meus colegas de república “Xaveiro”, “Xatão”, “Andrezim”, “Bernardim”, “Rato”, “Estrela” e “Sono” pela eterna amizade.

E a turma de Engenharia Florestal 2007/2 pelos anos de convivência e amizade.

## RESUMO

No setor florestal, a aplicação dos conceitos de ergonomia se tornam ainda mais necessários, pois os problemas relacionados a posturas desconfortáveis são maximizados, principalmente nas operações de colheita, por serem atividades que, muitas vezes, necessitam de grande dispêndio de energia e força em posições prejudiciais. Este trabalho teve como objetivo avaliar os fatores que interferem e alteram os modelos biomecânicos adequados durante as etapas da colheita florestal, a fim de se encontrar as posturas padrões para cada operação florestal e correções ou ferramentas que auxiliem em melhoria das posições prejudiciais ao trabalhador. Também foi avaliada a carga física de trabalho a partir da frequência cardíaca dos operadores, estabelecendo-se o tempo necessário de repouso para cada função. A pesquisa foi realizada na Fazenda Santa Cruz da Serra, localizada no município de Divino de São Lourenço, sul do estado do Espírito Santo – região com predomínio de relevo declivoso – analisando cada etapa da colheita florestal em povoamentos de eucalipto. Foram analisadas as operações de derrubada com motosserra, traçamento, tombamento e empilhamento manual. Os resultados indicaram que as atividades de derrubada e empilhamento manual necessitam de correções e merecem atenção em curto prazo. Na operação de tombamento manual não há a necessidade de medidas corretivas com relação às posturas, sendo estas, consideradas satisfatórias. A operação de toragem necessita de medidas corretivas e deve ser mantida em constante verificação, fazendo-se revisões rotineiras dos métodos de trabalho, evitando-se assim, futuros danos à saúde do trabalhador. Todas as operações analisadas foram definidas como pesada, ou seja, apresentaram frequência cardíaca média entre 125 e 150 bpm, necessitando de repouso. O tempo de repouso para o abate e toragem foi de 17 minutos por hora, enquanto o tombamento e empilhamento manual precisaram de 12 e 13 minutos por hora respectivamente.

**Palavras chave:** Ergonomia florestal, colheita florestal, carga física de 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 .....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 Colheita florestal semimecanizada .....	4
2.2 Ergonomia .....	4
2.3 Importância do estudo da biomecânica: aspectos gerais .....	5
2.4 Análise da carga física de trabalho .....	6
3. METODOLOGIA.....	7
3.1 Região de estudo.....	7
3.2 População e amostragem .....	8
3.3 Procedimento de trabalho.....	9
3.4 Descrição das atividades .....	9
3.5 Análises realizadas .....	12
3.5.1 Modelo OWAS de análise de posturas .....	12
3.5.2 Análise de carga física de trabalho .....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Cálculo do número mínimo de amostras .....	16
4.2 Modelo OWAS de análise de posturas .....	16
4.3 Carga física de trabalho.....	21
5. CONCLUSÕES .....	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Determinação do mecanismo de ação de acordo com o método OWAS .....	13
Tabela 2 – Categorias de ação de acordo com o software OWAS .....	14
Tabela 3 – Número mínimo de dados coletados, desvio padrão e mínimo de operadores necessários .....	16
Tabela 4 – Repetição, porcentagem, carga horária e classe de ação por posição registrada .....	17
Tabela 5 – Posições padrão de cada atividade e respectiva categoria de ação de acordo com o modelo OWAS .....	20
Tabela 6 – Valores totais de repetição e porcentagem para cada classe de ação .....	21
Tabela 7 – Valores médios dos trabalhadores pesquisados para cada atividade da colheita semimecanizada .....	22
Tabela 8 – Valores médios dos trabalhadores pesquisados para cada atividade da colheita semimecanizada .....	23

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo, em Divino de São Lourenço – ES .....	7
Figura 2. Área de estudo – plantio de eucalipto em idade de corte aos 7 anos .....	8
Figura 3. Abate .....	10
Figura 4. Toragem/Traçamento .....	10
Figura 5. Tombamento manual .....	11
Figura 6. Empilhamento manual .....	11
Figura 7. Representação gráfica das posturas e suas repetições na colheita florestal semimecanizada .....	19
Figura 8. Posturas padrões das atividades pesquisadas .....	20

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um bom trabalho depende diretamente de um conjunto harmonioso composto pelo trabalhador, equipamentos e locais adequados para realização das tarefas. Estes fatores integrados irão determinar um melhor desempenho das atividades, bem como, melhor utilização dos recursos disponíveis realização da atividade (PROENÇA et al., 1996).

A colheita florestal na grande maioria das áreas é constituída por uma atividade pesada e perigosa. As atividades dos operadores exige que o trabalho seja executado em posições desconfortáveis durante praticamente toda a jornada de trabalho com o manuseio de cargas elevadas e máquinas e ferramentas perigosas.

Segundo GRANDJEAN (1982), forçar a máquina humana acima de seus limites podem ter por consequências o aparecimento de fadiga física, a tendência a lesões nos músculos e tendões, a câibras, tremores e dores musculares e a erros que prejudicarão a eficiência do trabalho.

As aplicações das análises de posturas no trabalho são muito úteis para a solução de problemas de queda de produtividade e aumento de acidentes no trabalho. As más posturas podem ser corrigidas por meio de modificações no método de trabalho e treinamentos específicos com a finalidade de adoção de posturas mais seguras, saudáveis e confortáveis (FIEDLER et al., 1999).

A avaliação da carga física de trabalho foi o primeiro problema tratado pela fisiologia do trabalho e continua sendo uma questão central para a maioria dos trabalhadores do mundo, inclusive para aqueles que trabalham em setores com maior nível tecnológico e com esforços físicos menores (IIDA, 2005). Em estudos ergonômicos medem se os índices fisiológicos para determinar o limite de atividade física que o indivíduo pode exercer. Desta forma é possível reorganizar o trabalho, determinando o melhor modo de execução, a duração ótima da jornada de trabalho e a frequência ideal de pausas orientadas (COUTO, 1995).

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

Na agricultura, setor florestal, mineração e construção civil, encontram-se a maior parte dos trabalhos mais árduos e exaustivos que se conhecem. Em especial, na colheita florestal em pequenas e médias propriedades rurais, as máquinas e equipamentos utilizados são quase sempre rudimentares, devido à dificuldade de acesso financeiro a novas tecnologias. Essa problemática pode ser minimizada com a aplicação dos conhecimentos ergonômicos e tecnológicos já disponíveis.

A colheita semimecanizada é um conjunto de tarefas de grande importância, pois é a etapa inicial do preparo da madeira para a indústria e necessita da participação de um grande número de operadores. As atividades executadas na colheita são consideradas pesadas e de alto risco de acidentes quando comparadas a outras atividades industriais, sendo, muitas vezes, propulsoras de graves acidentes em grande frequência, tendo a necessidade da reorganização ergonômica.

## **1.2 objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Inserida nesse contexto, esta pesquisa teve o objetivo de analisar fatores ergonômicos nas atividades de colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas nas propriedades rurais no sul do Espírito Santo.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Analisar as posturas adotadas, identificando as posturas padrões para cada atividade.

- Avaliar as atividades que apresentam posturas mais danosas a saúde, bem como sugerir métodos para melhoria do posicionamento na operação;
- Analisar a carga física de trabalho, classifica-las quanto ao esforço exercido e definir tempos de repouso adequados ao trabalho.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Colheita florestal semimecanizada**

No setor florestal, a colheita de madeira é a fase mais importante do ponto de vista econômico, dada à sua alta participação no custo final do produto e aos riscos de perda envolvidos nessa atividade (DUARTE, 1994).

A colheita florestal pode ser definida como um conjunto de operações efetuadas no povoamento florestal, que visa preparar e levar a madeira até o local de transporte, fazendo-se o uso de técnicas e padrões estabelecidos, com a finalidade de transformá-la em produto final. A colheita, parte mais importante do ponto de vista técnico-econômico, é composta pelas etapas de corte (derrubada, desgalhamento e traçamento); descascamento, quando executado no campo; e extração e carregamento (MACHADO, 2008).

O surgimento e a evolução das motosserras livraram o trabalhador florestal de uma atividade rudimentar, como o corte manual, sendo o primeiro passo para a aplicação gradual de máquinas na colheita florestal. Entretanto, o corte com motosserra ainda é uma atividade perigosa e de elevada exigência física, merecendo, portanto, estudos para melhorar as condições de segurança, conforto e bem-estar do trabalhador (SANT'ANNA, 2008). Esse surgimento da motosserra melhorou a atividade de colheita quanto à produtividade e qualidade do corte. No entanto, a atividade permaneceu desgastante e perigosa, sendo considerado, ainda, um método semimecanizado.

### **2.2 Ergonomia**

Segundo a IEA 2000, ergonomia é a disciplina 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, prevenir e tratar as patologias ocupacionais.

Um dos objetivos da ergonomia é a adaptação do trabalho ao ser humano. Para executar qualquer tarefa com maior eficiência o ser humano geralmente recorre

a máquinas propriamente ditas ou quaisquer objetos ou ferramentas auxiliares (SOUZA, 2008).

Segundo Lida (2005), a ergonomia estuda os diversos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo e procura reduzir as suas consequências nocivas sobre o trabalhador. Assim, ela procura reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes, proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores, durante o seu relacionamento com esse sistema produtivo.

A ergonomia inicia-se com o estudo das características do trabalhador para, depois, projetar o trabalho que ele consegue executar, preservando a sua saúde. Assim, a ergonomia parte do conhecimento do trabalhador para fazer o projeto da atividade, ajustando-o às suas capacidades e limitações (IIDA, 2005).

### **2.3 Importância do estudo da biomecânica: aspectos gerais**

A biomecânica estuda as interações entre o trabalho e o ser humano, do ponto de vista dos movimentos musculoesqueléticos envolvidos e as suas consequências. Analisa basicamente a questão das posturas corporais no trabalho e a aplicação de forças envolvidas (IIDA, 2005).

A postura é a organização dos segmentos corporais no espaço, expressa pela imobilização das partes do esqueleto em determinadas posições, solidárias umas com as outras, e que conferem ao corpo uma atitude de conjunto. Essa atitude indica o modo pelo qual o organismo enfrenta os estímulos do mundo exterior e se prepara para reagir. A postura submete-se às características anatômicas e fisiológicas do corpo humano e possui um estreito relacionamento com a atividade do indivíduo, sendo que a mesma pessoa adota diferentes posturas, nas mais variadas atividades (MERINO, 1996, citado por VOSNIAK, 2010).

No estudo da biomecânica, as leis físicas da mecânica são aplicadas ao corpo humano. Assim, podem-se estimar as tensões que ocorrem nos músculos e articulações durante uma postura ou um movimento. Para manter uma postura ou realizar um movimento, as articulações devem ser conservadas, tanto quanto

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

## **2.4 Análise da carga física de trabalho**

A avaliação da carga física de trabalho foi um dos primeiros problemas tratado pela fisiologia do trabalho e continua sendo uma questão central para a maioria dos trabalhadores do mundo, inclusive para aqueles que trabalham em setores com maior nível tecnológico e com esforços físicos menores (IIDA, 2005).

A carga cardiovascular corresponde à porcentagem da frequência cardíaca do trabalho (FCT), em relação à frequência cardíaca máxima utilizável (FCM), não devendo ultrapassar 40% da frequência cardíaca do trabalho (FIEDLER, 1998).

A frequência cardíaca é um importante indicador para avaliar a carga de trabalho, devido aos inúmeros conhecimentos adquiridos em fisiologia humana e à grande facilidade de registro dos dados (EDHOLM, 1968).

Segundo SOUZA (2008), o surgimento de sintomas de fadiga por sobrecarga física depende do esforço desenvolvido, da duração do trabalho e das condições individuais, por exemplo, saúde, nutrição e condicionamento decorrente da prática da atividade. À medida que aumenta a fadiga, é reduzido o ritmo de trabalho, a atenção e o raciocínio, o que torna o operador menos produtivo e mais sujeito a erros e acidentes.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Região de estudo

Os dados foram coletados de agosto a outubro de 2011 na Fazenda Santa Cruz da Serra, com 180 ha de eucalipto plantado, no município de Divino de São Lourenço, de acordo com a Figura 1. O plantio de eucalipto na área possui 7 anos e foi feito uma parceria do fomento florestal realizado com a Fibria Celulose S/A. O município situa-se na região sul do estado do Espírito Santo, no Território do Caparaó e limita-se ao norte e leste com o município de Ibitirama, ao sul com o município de Guaçuí e ao oeste com o município de Dolores do Rio Preto. As coordenadas da área de estudo são 216.970,209 m e 7.722.438,379 m UTM.

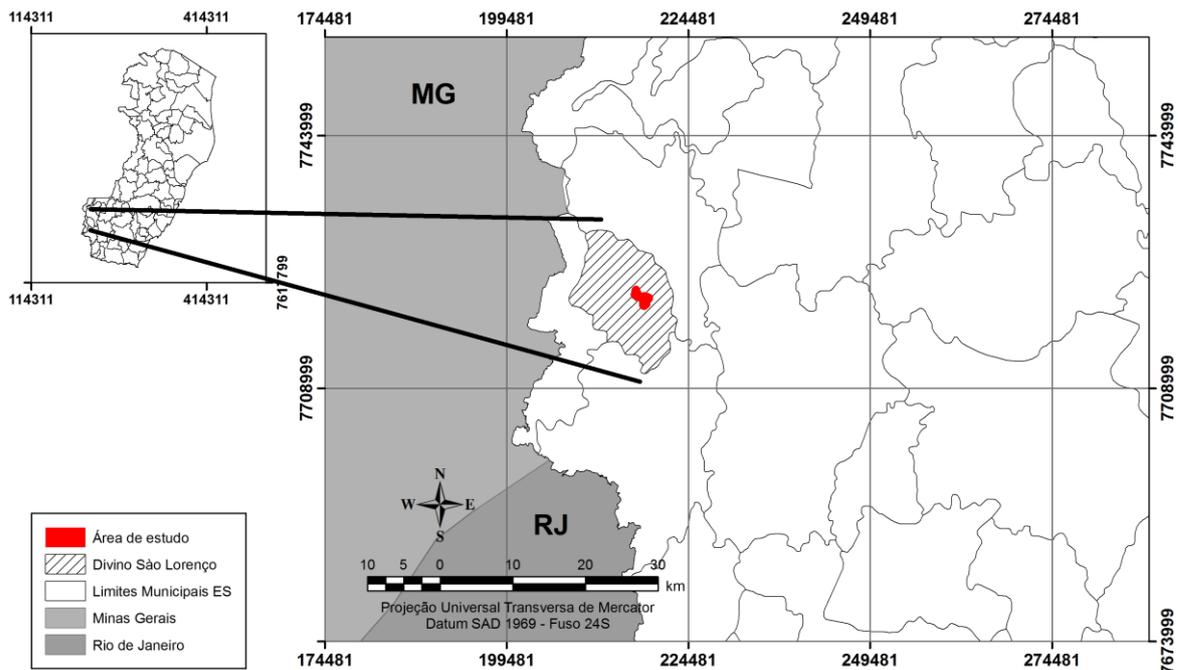


Figura 1: Localização da área de estudo, em Divino de São Lourenço – ES.

Em relação aos aspectos edafoclimáticos, a altitude varia de 543 a 1.490 m sendo que a sede do município localiza-se a 720 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%. Os solos predominantes são classificados como

Latossolo Vermelho e Amarelo distrófico, com fertilidade natural de média à baixa e pH em torno de 4,5 a 5,0 (INCAPER, 2011). O plantio de eucalipto e a área em estudo podem ser visualizados na Figura 2.



Figura 2: Área de estudo – plantio de eucalipto em idade de corte aos 7 anos.

### 3.2 População e amostragem

A coleta de dados foi realizada em uma amostra de 17 operadores, que atuavam nas áreas de colheita semimecanizada. Este trabalho teve como base a metodologia proposta por Conaw (1977), Apud (1989) e Couto (1996).

O número mínimo de trabalhadores por atividade foi encontrado a partir da fórmula, conforme Conaw (1977):

$$N = \frac{cT^2 \times \text{DesvPad}^2}{(e \times M)^2} \quad (1)$$

Em que:

$cT$  = Coeficiente tabelado de T de Student;

DesvPad = Desvio padrão;

$e$  = Erro admitido (5% de significância);

$M$  = Média.

### 3.3 Procedimento de trabalho

Para análise da biomecânica e carga física de trabalho realizou-se as seguintes etapas de procedimento:

- a. Registro das posturas adotadas em cada atividade de processamento primário da madeira através de filmagens, fotografias, observações visuais e anotações;
- b. Análise das posturas pelo software WinOWAS (Ovako Working Posture Analysing System);
- c. 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 da marca Polar modelo RS300X;
- d. 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.

### 3.4 Descrição das atividades

Corte: primeira etapa da colheita florestal; composto pelas ações de abate, desgalhamento, medição, destopamento, toragem e pré-extração da madeira. Os clones de eucalipto analisados não necessitavam do desgalhamento, tendo em vista o baixíssimo índice de galhos. Além disso, a árvore, ao cair no solo, já perdia parte da sua copa, fazendo com que o destopamento fosse realizado no último seccionamento do tronco. As motosserras utilizadas possuem peso médio de 7,0Kg abastecidas.

Abate: ato ou efeito de derrubar (seccionar o tronco) a árvore. Pode ser feito de forma manual (machado), semimecanizado (motosserra) ou mecanizado (máquinas florestais). Na área avaliada, foi realizado o abate com motosserra. A operação de abate pode ser visualizada na Figura 3.



Figura 3: Abate.

Toragem: seccionamento do tronco em toras do tamanho desejado. As toras na área estudada foram traçadas com 2,20 m (Figura 4).



Figura 4: Toragem.

Tombamento manual: uma das formas de extração da madeira, geralmente utilizada quando a colheita é realizada em terrenos acidentados. O torete é direcionado manualmente morro abaixo até a margem da estrada (Figura 5). O local em estudo era uma área limpa, facilitando o tombamento e rolamento dos toretes até as margens da estrada.



Figura 5: Tombamento manual.

Empilhamento manual: ato de formar pilhas de madeira, manualmente, próximas à estrada. É realizado com o intuito de facilitar o carregamento. Trata-se de uma atividade de elevada exigência física. A Figura 6 exemplifica a operação de empilhamento manual.



Figura 6: Empilhamento manual.

O sistema utilizado na área é o sistema de toras curtas, onde é feito o abate e o processamento com motosserra, o tombamento manual e o empilhamento manual.

### **3.5 Análises realizadas**

Para efeito de maior clareza de definição dos fatores comparativos observados no trabalho, a metodologia foi fracionada em duas partes principais: avaliação biomecânica pelo WinOWAS e análise da carga física de trabalho.

#### **3.5.1 Modelo OWAS de análise de posturas**

No método OWAS, a atividade pode ser subdividida em várias fases e posteriormente categorizada para a análise das posturas no trabalho. Na análise das atividades, aquelas que exigem levantamento manual de cargas são identificadas e categorizadas de acordo com o sacrifício imposto ao trabalhador, embora não seja este o enfoque principal do método. Não são considerados aspectos como vibração e dispêndio energético. Posteriormente as posturas são analisadas e mapeadas a partir da observação dos registros fotográficos e filmagens do indivíduo em uma situação de 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. Este também auxiliou na análise e avaliação das posturas nas atividades predeterminadas, caracterizando a postura das costas, braços, pernas e ainda o esforço realizado durante a execução da tarefa, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: 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 Inclinada	2 Um acima do nível do ombro;
3 Ereta e torcida	3 Ambos acima do nível do ombro.
4 Inclinada 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.

Segundo Lida (2005), o mesmo trabalhador, quando observado de manhã e à tarde, conserva 86% das posturas registradas e, diferentes trabalhadores, executando a mesma tarefa, usavam, em média, 69% de posturas semelhantes. Portanto, concluiu-se que o método de registro apresentava uma consistência razoável.

Após a definição das posturas padrões, definiram-se os mecanismos de ação e a necessidade de correção das posturas adotadas, de acordo com a Tabela 2, conforme o modelo OWAS:

Tabela 2 - Categorias de ação de acordo com o software OWAS.

---

Classe 1 - Não são necessárias medidas corretivas;

Classe 2 - São necessárias correções em um futuro próximo;

Classe 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível;

Classe 4 - São necessárias correções imediatas.

---

Fonte: WinOWAS.

### 3.5.2 Análise de carga física de trabalho

A carga física de trabalho foi obtida por intermédio do levantamento da frequência cardíaca durante a jornada de trabalho por intermédio do medidor de frequência cardíaca de marca Polar modelo RS300X. O aparelho, ajustado para armazenar os valores de frequência cardíaca a cada cinco segundos durante a jornada de trabalho, foi fixado ao trabalhador pela manhã, no início do serviço, e retirado à tarde, ao término da jornada, sendo pausado quando o trabalhador encontrava-se em repouso. Assim, foram coletadas apenas as horas efetivas de trabalho, excluindo-se a coleta nas pausas para higiene, almoço ou descanso.

A frequência cardíaca foi classificada de acordo com a metodologia proposta por Couto (1996), da seguinte forma:

- Frequência cardíaca média de trabalho inferior a 75 bpm – trabalho muito leve;
- Frequência cardíaca média de trabalho entre 75 e 100 bpm – trabalho leve;
- Frequência cardíaca média de trabalho entre 100 e 125 bpm – trabalho moderadamente pesado;
- Frequência cardíaca média de trabalho entre 125 e 150 bpm - trabalho pesado;
- Frequência cardíaca média de trabalho entre 150 e 175 bpm - trabalho pesadíssimo;

- Frequência cardíaca média de trabalho superior a 175 bpm – trabalho extremamente pesado.

Para se determinar a carga cardiovascular, foi utilizada a seguinte equação proposta por Apud (1989):

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

Em que:

CCV = carga cardiovascular, em %;

FCT = frequência cardiovascular de trabalho, em bpm (batimentos por minuto);

FCR = frequência cardíaca em repouso (bpm);

FCM = frequência cardíaca máxima (220 – idade).

A frequência cardíaca limite (FCL) em bpm, para a carga cardiovascular de 40 %, foi obtida utilizando-se a seguinte equação proposta por Apud (1989):

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

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:

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

Em que:

Tr = tempo de repouso, descanso ou pausa, em minutos;

Ht = duração total do trabalho, em minutos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Cálculo do número mínimo de amostras

O número mínimo de trabalhadores foi atendido em todas as operações, conforme descrito na Tabela 3, e correspondeu à necessidade da uniformidade das coletas para a realização do teste estatístico apropriado.

Tabela 3 - Número mínimo de dados coletados, desvio padrão e mínimo de operadores necessários para um erro amostral de 5%.

Atividade	Número de trabalhadores	Desvio padrão	Número mínimo de amostras
Abate e toragem	5	5,4498	5
Tombamento manual	6	6,1887	6
Empilhamento manual	6	6,3246	6

### 4.2 Modelo OWAS de análise de posturas

Na avaliação e análise dos dados de posturas, obtiveram-se os resultados para cada operação florestal, bem como suas posturas padrões, porcentagem de cada posicionamento e principais problemas ocasionados devido a tal atividade. Os resultados estão apresentados por atividade, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Repetição, porcentagem, carga horária e classe de ação por posição registrada.

Atividade	Postura	Repetição	%	T* (min)	Classe
Abate	2/1/4/1	69	26,95	129	3
	2/1/3/1	67	26,17	126	2
	1/1/3/1	48	18,75	90	1
	1/1/7/1	41	16,02	77	1
	2/1/7/1	25	9,77	47	2
	2/1/5/1	6	2,34	11	3
	Total	256	100	480	
	Tombamento manual	1/1/7/1	46	20,09	97
2/1/4/2		43	18,78	90	3
2/1/7/1		30	13,10	63	2
2/1/3/2		28	12,23	59	2
2/1/3/1		24	10,48	50	2
1/1/3/1		22	9,61	46	1
4/1/3/2		15	6,55	31	2
4/1/4/2		11	4,80	23	4
2/1/4/1		10	4,37	21	3
Total		229	100	480	
Toragem	2/1/3/1	54	22,78	109	2
	2/1/4/1	41	17,30	83	3
	1/1/7/1	40	16,88	81	1
	4/1/3/1	32	13,50	65	2
	2/1/7/1	31	13,08	63	2
	1/1/3/1	26	10,97	53	1
	4/1/4/1	13	5,49	26	4
	Total	237	100	480	
Empilhamento manual	2/1/4/2	36	15,13	73	3
	4/1/4/2	29	12,18	59	4
	2/1/3/2	27	11,34	55	2
	1/1/7/1	25	10,50	51	1
	4/1/3/2	22	9,24	44	2
	1/1/3/1	20	8,40	40	1
	1/1/3/2	18	7,56	36	1
	4/1/4/3	14	5,88	28	4
	2/1/7/1	11	4,62	22	2
	2/1/3/1	10	4,20	20	2
	2/1/4/1	10	4,20	20	3
	2/1/4/3	9	3,78	18	3
	4/1/3/1	7	2,94	14	2
	Total	238	100	480	

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

Na atividade de abate, as posturas 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 Kg) e 2/1/3/1 (costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, em pé, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 Kg) foram mais repetidas, somando 53,12 % de todas as posturas adotadas. A postura 2/1/4/1 (26,95%), classe de ação 3, obteve 69 repetições e a postura 2/1/3/1 (26,17%), classe de ação 2, repetiu-se 67 vezes de um total de 256.

Os resultados apresentados na Tabela 4 confirmam que o posicionamento com maior número de repetições na toragem foi o 2/1/3/1, sendo, costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, em pé, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 Kg. A posição foi repetida 54 vezes em um total de 237, equivalendo a 22,78 % de todas as posturas adotadas no trabalho. Considerando uma carga de 480 minutos diários, a posição padrão seria responsável por 109 minutos. Pode-se observar também a presença das posturas 2/1/4/1 e 1/1/7/1 com grande percentual.

No tombamento manual, as posturas padrões foram a 1/1/7/1 (costas eretas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, andando ou se movendo e carga menor que 10 Kg) e a 2/1/4/2, ou seja, costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, de pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados e carga entre 10 Kg e 20 Kg. Juntas, repetiram-se durante 38,87 % de todas as posturas exercidas. Segundo o sistema OWAS, a postura 1/1/7/1, de classe 1, não necessita de correções, entretanto, a postura 2/1/4/2, de classe 3, necessita de correções tão logo quanto possível. A união das costas inclinadas sob efeito de carga entre 10 Kg e 20 Kg acoplada a desgastante postura das pernas, pode causar graves problemas à coluna, sendo verificada a necessidade de novas formas de operação ou novas máquinas como futuras correções na postura 2/1/4/2.

Observando os resultados apresentados na Tabela 4, observa-se que na operação de empilhamento manual o posicionamento com maior número de repetições foi o 2/1/4/2, semelhante ao tombamento manual, ou seja, costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, em pé, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 Kg. Essa posição padrão corresponde a 15,13 % do tempo total de trabalho e 73 minutos, considerando uma jornada de

trabalho diária de 480 minutos. No tombamento manual, verificou-se a presença de muitas posturas distintas, sendo uma atividade de posicionamento heterogêneo. No entanto, as posturas 4/1/4/2, 2/1/3/2 e 1/1/7/1, juntamente com a postura padrão 2/1/4/2, representam uma grande parcela das posturas adotadas em todo o trabalho. São necessárias correções em um futuro próximo, adaptando novas ferramentas ergonômicas, diminuindo a carga física de trabalho ou criando novas formas de operação com o intuito de evitar futuros problemas físicos ocasionados pela continuidade de posturas desconfortáveis.

A Figura 7 representa todas as posturas adotadas nas atividades de colheita de um povoamento florestal e suas respectivas repetições.

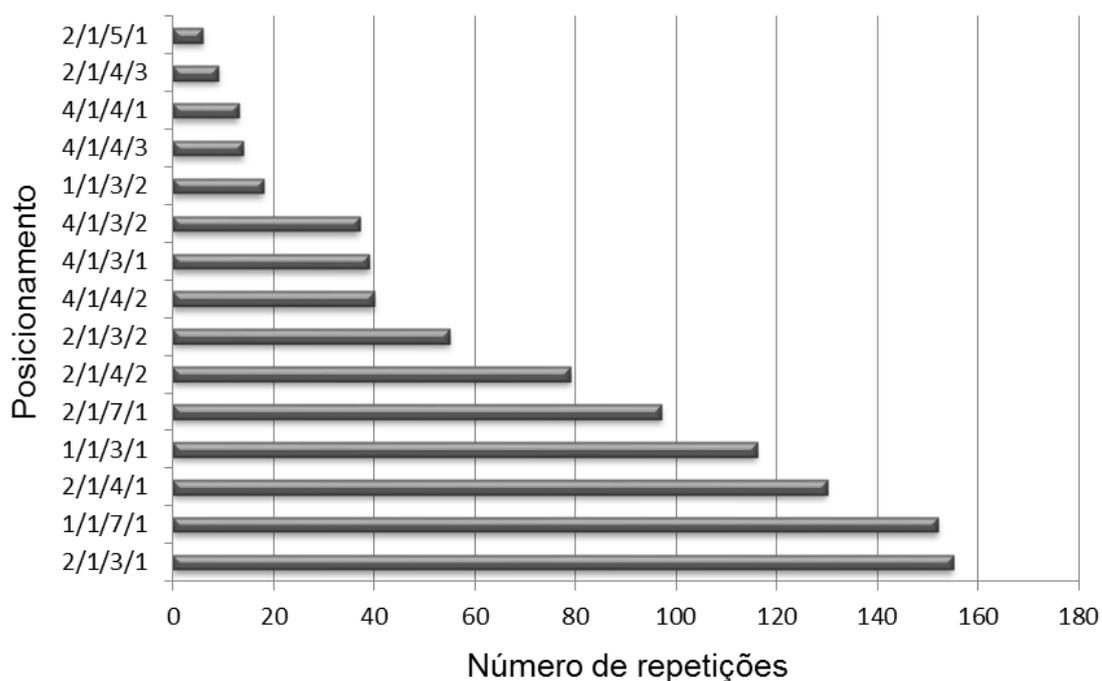


Figura 7: Posturas avaliadas e suas repetições na colheita florestal semimecanizada.

Verifica-se que a posição mais utilizada durante todas as etapas de colheita foi a 2/1/3/1, costas inclinadas, ambos os braços abaixo do nível do ombro, em pé, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 Kg, posicionamento que exige correções de acordo com a classe 2 do modelo OWAS.

As posturas predominantes das atividades avaliadas são exemplificadas na Figura 8.

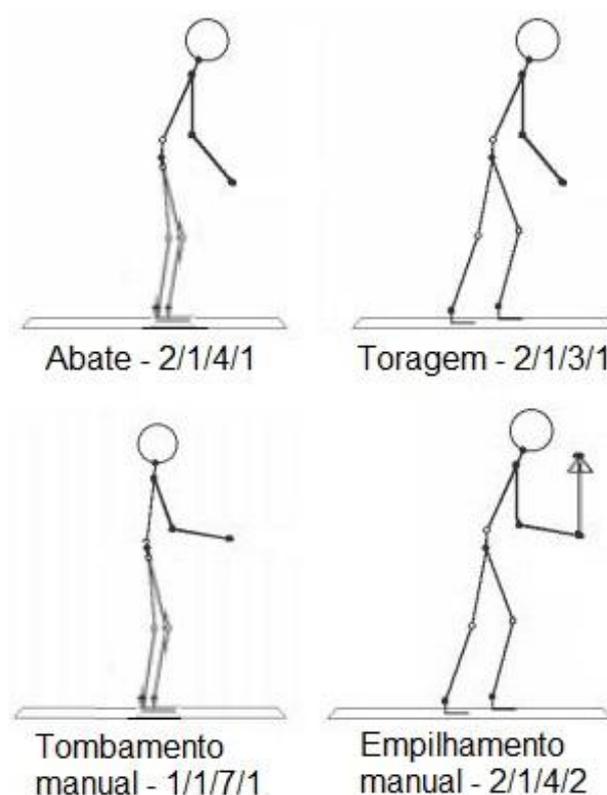


Figura 8: Posturas padrões das atividades pesquisadas.

Com base nos resultados encontrados para cada atividade, as posturas padrões e seus respectivos mecanismos de ação, são sintetizados na Tabela 5.

Tabela 5 - Posições padrão de cada atividade e respectiva categoria de ação de acordo com o modelo OWAS.

Atividade	Posição padrão	Categoria de ação de acordo com o modelo OWAS
Abate	2/1/4/1	Classe 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível
Toragem	2/1/3/1	Classe 2 - São necessárias correções em um futuro próximo
Tombamento manual	1/1/7/1	Classe 1 - Não são necessárias medidas corretivas
Empilhamento manual	2/1/4/2	Classe 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível

Pode-se observar na Tabela 5 que nas atividades de abate e empilhamento manual a classe de ação de acordo com o modelo OWAS foi a classe 3, ou seja, são necessárias correções tão logo quanto possível. Na toragem, a classe de ação foi a classe 2, sendo necessário efetuar correções em um futuro próximo. Para o tombamento manual, não foram necessárias medidas corretivas, enquadrando-se na classe 1 de mecanismos de ação.

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	286	383	224	67	960
Porcentagem	29,79	39,90	23,33	6,98	100

Na Tabela 6, observa-se que, de todas as atividades avaliadas, foram registradas 286 posturas na classe 1, 383 posturas na classe 2, 224 na classe 3 e 67 na classe 4. A classe que obteve maior número de repetições foi a classe 2 (39,90%), ou seja, são necessárias correções em um futuro próximo.

### 4.3 Carga física de trabalho

As frequências cardíacas coletadas foram processadas individualmente por trabalhador em cada operação da colheita. Os valores médios estão na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores médios dos trabalhadores pesquisados para cada atividade da colheita semimecanizada.

Atividade	Operador	FCT	CCV	FCL	FCR	FCM	CLASSIFICAÇÃO	TR	IDADE	HT	TR (min/h)
Abate e toragem	1	136	52	123	79	188	Pesado	113	32	480	14
	2	145	62	121	78	186	Pesado	171	34	480	21
	3	139	55	122	75	192	Pesado	129	28	480	16
	4	130	53	115	68	186	Pesado	115	34	480	14
	5	136	57	116	70	185	Pesado	145	35	480	18
	Média	137	56	119	74	187	Pesado	135	33	480	17
Tombamento manual	1	126	49	116	70	185	Pesado	86	35	480	11
	2	124	50	114	71	178	Moderadamente Pesado	92	42	480	12
	3	130	48	121	78	186	Pesado	81	34	480	10
	4	134	55	117	71	185	Pesado	133	35	480	17
	5	141	50	129	82	200	Pesado	96	20	480	12
	6	134	49	124	79	192	Pesado	86	28	480	11
Média	132	50	120	75	188	Pesado	97	32	480	12	
Empilhamento manual	1	130	52	116	70	185	Pesado	112	35	480	14
	2	128	53	114	71	178	Pesado	120	42	480	15
	3	137	53	122	75	192	Pesado	118	28	480	15
	4	135	56	117	71	185	Pesado	138	35	480	17
	5	146	54	129	82	200	Pesado	126	20	480	16
	6	134	49	125	83	188	Pesado	85	32	480	11
Média	135	51	123	79	188	Pesado	106	32	480	13	

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).

Em todos os trabalhadores nas funções de derrubada, toragem e empilhamento manual, o trabalho foi classificado como pesado, necessitando de um tempo de repouso e adequação do trabalho ao operador. Na atividade de tombamento manual, um trabalhador apresentou classificação da carga física como moderadamente pesado e os outros cinco foram classificados no grupo pesado.

A Tabela 8 apresenta um resumo dos resultados obtidos para a carga física de trabalho, apresentando os valores médios de frequência cardíaca e tempo de repouso necessário (min/h) dos operadores em cada atividade avaliada.

Tabela 8 - Valores médios dos trabalhadores pesquisados para cada atividade da colheita semimecanizada.

Atividade	FCT (bpm)	CCV (%)	FCL (bpm)	FCR (bpm)	FCM (bpm)	Classificação	TR (min/h)
Abate e Toragem	137	56	119	74	187	Pesado	17
Tombamento manual	132	50	120	75	188	Pesado	12
Empilhamento manual	135	51	123	79	188	Pesado	13

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 tabela 8 pode-se perceber que todas as atividades foram classificadas como pesadas, mostrando a necessidade de estudar as atividades e adequar o trabalho ao funcionário. Os tempos necessários para repouso por hora foram indicados para todas as operações. As atividades de abate e toragem foram as que necessitaram de maior tempo de repouso (17 minutos por hora), enquanto o tombamento e empilhamento manual precisaram de 12 e 13 minutos por hora respectivamente.

Pode-se inferir que as atividades obtiveram valores de frequência cardíaca de trabalho média próximos, mostrando a semelhança de esforço exercida em todas elas. Porém, por demandar um esforço maior ao locomover-se com a motosserra, o abate e a toragem resultaram em um valor um pouco maior, seguido do empilhamento e tombamento manual.

## 5. CONCLUSÕES

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

- As atividades de abate e empilhamento manual necessitam de correções e merecem atenção em curto prazo, pois podem gerar problemas de coluna dentre outros problemas que afetam o bem-estar físico;
- Na operação de tombamento manual não há a necessidade de medidas corretivas com relação às posturas, sendo estas, consideradas satisfatórias.
- A operação de toragem necessita de medidas corretivas e deve ser mantida em constante verificação, fazendo-se revisões rotineiras dos métodos de trabalho, evitando-se assim, futuros danos à saúde do trabalhador.
- Todas as operações analisadas foram definidas como de exigência física pesada, ou seja, apresentaram frequência cardíaca média entre 125 e 150 bpm.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BRASIL. Ministério do Trabalho e do Emprego. ASSUNTO 2003. Disponível em: [www.mte.gov.br](http://www.mte.gov.br). Acesso em 04 de junho. 2011.

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

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

DUARTE, R. C. G. **Sistema de corte florestal mecanizado**. 1994. 21 f. Monografia (Exigência para conclusão do curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. 147p.

EDHOLM, O. G. **A biologia do trabalho**. Porto: Inova, 1968. 258p.

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.; SOUZA, A.P.; MINETTI, L.J.; MACHADO, C.C.; TIBIRIÇÁ, A.C.G. **Análise de posturas na colheita florestal**. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 23, n. 4. p. 435-441, 1999.

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: 19 de setembro de 2011.

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

INCAPER, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Programa de assistência técnica e extensão rural – PROATER – 2011- 2013**. 2011.

MACHADO, C.C. **Colheita Florestal**. 2. Ed. Atual. E ampl. – Viçosa, MG, Ed. UFV, 2008.

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.

SANT'ANNA, C.M. **Corte**. In: MACHADO, C. C. COLHEITA FLORESTAL. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008, p. 66-96.

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.

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**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 589-598, dez. 2010.