

AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA DOS TRABALHADORES NAS ATIVIDADES DE PROPAGAÇÃO DE *Eucalyptus* spp.¹

BIOMECHANIC EVALUATION OF WORKERS IN THE ACTIVITIES OF PROPAGATION OF *Eucalyptus* spp.

José Urbano Alves² Amaury Paulo de Souza³ Luciano José Minetti⁴ José Mauro Gomes⁴

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com base em dados coletados em viveiro de propagação de plantas no município de Belo Oriente no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. O estudo foi realizado com os trabalhadores de um viveiro florestal, por intermédio dos quais se realizou uma avaliação biomecânica. Essa avaliação foi realizada mediante análise tridimensional, utilizando a técnica de gravação em videoteipe, com o trabalhador em diversos ângulos. Os movimentos foram “congelados”, para medição dos ângulos dos diversos segmentos corpóreos. As forças envolvidas foram medidas para aplicação do programa computacional de modelo biomecânico tridimensional de predição de posturas e forças estáticas desenvolvido pela Universidade de Michigan-EUA. Os resultados indicaram que a análise biomecânica apresentou força de compressão do disco L5/S1 acima da carga limite recomendada nas atividades de abastecimento do lavador de tubetes, retirada de tubetes do lavador e transporte de ramos para o preparo de estacas.

Palavras-chave: análise biomecânica, viveiro, produção de muda, ergonomia.

ABSTRACT

The present work was developed based on data collected in a plant propagation nursery in the municipality of Belo Oriente, in the Vale do Rio Doce, Minas Gerais State, Brazil. The study was carried out with workers of a forest nursery, through which a biomechanic evaluation was made. This evaluation was carried out through a tridimensional analysis, using the technique of recording in video tape, with the worker various angles. The movements were “frozen”, for the mensuration of the angles of the various parts of the body. The forces involved were measured for the use of the computational program of the tridimensional biomechanic model of prediction of posture and static forces developed by the University of Michigan. The results indicated that the biomechanic analysis presented a compression force of the L5/S1 disk, above the load limit recommended for the activities of supplying the seedling tubes to the washer, remotion of the seedling tubes from the washer and transportation of branches for the preparation of cuttings.

Key words: biomechanic analysis, nursery, production of seedlings, ergonomic.

1. Trabalho de pesquisa desenvolvido com recursos financeiros da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.
2. Acadêmico de Doutorado em Ciência Florestal, Laboratório de Ergonomia, Departamento de Engenharia Florestal, Campus Universitário, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000, Viçosa (MG).
3. Engenheiro Florestal, Professor Titular do Departamento de Engenharia Florestal, Laboratório de Ergonomia, Campus Universitário, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000, Viçosa (MG).
4. Engenheiro Florestal, Professor Titular, Laboratório de Ergonomia, Departamento de Engenharia Florestal, Campus Universitário, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000, Viçosa (MG).

INTRODUÇÃO

A análise biomecânica do ser humano é realizada, objetivando minimizar e/ou mesmo eliminar os problemas causados seja pela má postura ou aplicação excessiva de forças, evitando desperdício energético, para obtenção de maior eficiência, determinando a força máxima suportável, entre outros.

A biomecânica estuda as interações entre o trabalho e o ser humano, sob o ponto de vista dos movimentos músculo-esqueléticos envolvidos e suas conseqüências. Analisa basicamente a questão das posturas corporais no trabalho e a aplicação de forças envolvidas (IIDA, 1990). Nas atividades de propagação de plantas, o trabalho realizado envolve várias posturas e pesos diferenciados, podendo ser lesivas à saúde dos trabalhadores.

As leis físicas da mecânica são aplicadas no estudo do corpo humano, podendo-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. Nesta posição os músculos e ligamentos que se estendem entre as articulações são esticados o menos possível, ou seja, são tencionados o mínimo. Além disso, os músculos são capazes de liberar a força máxima, quando as articulações estão na posição neutra (DUL & WEERDMEESTER, 1995).

A postura é a organização dos segmentos corporais no espaço. A atividade postural expressa-se na imobilização das partes do esqueleto em posições determinadas, 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 (GONTIJO *et al.*, 1995). 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 que realiza (MERINO, 1996).

Sendo a postura considerada como elemento primordial da atividade do homem, ela não trata somente de se manter em pé ou sentado, mas também de agir. A postura é então, por um lado, suporte para a tomada de informações e para a ação motriz, no meio exterior e, por outro é simultaneamente, meio de localizar as informações exteriores em relação ao corpo e modo de preparar os seguimentos corporais e os músculos, com o objetivo de agir sobre o ambiente. Ela é um meio para realizar a atividade (MORAES, 1996).

A postura depende dos constrangimentos ditos externos, ou seja, da tarefa a realizar e das condições nas quais ela deva ser realizada. A postura depende também das condições internas, ou seja, de seu estado geral, de seu estado funcional físico-sensorial, de sua experiência e de suas características antropométricas (MORAES, 1996).

A análise ergonômica tem uma base mecânica, segundo a qual o corpo humano pode ser dividido em seis grandes alavancas, ou seja, antebraços, braços, tronco, coxas, pernas e pés. O ponto de giro dessas alavancas são as principais articulações do corpo, a saber: cotovelos, ombros, coxofemorais, joelhos e tornozelos (REBELATTO *et al.*, 1989).

Diversos músculos, ligamentos e articulações do corpo são acionados para se obter uma

postura no ser humano. A força necessária para o corpo adotar uma postura ou fornecer um movimento é fornecida pelo músculo, enquanto os ligamentos desempenham função auxiliar e as articulações permitem o deslocamento de partes do corpo em relação às outras (DUL & WEERDMEESTER, 1995).

O ser humano possui grande capacidade para ajustar-se às condições de exposição que lhe são impostas, adaptando-se rapidamente às situações. Assim, ele tem capacidade para manusear máquinas, ferramentas e equipamentos ergonomicamente mal-projetados, suportando posições incômodas e inadequadas durante o trabalho. No entanto, conforme informou MINETTE (1996), ao realizar um trabalho, nessas condições, há perdas na produtividade e a saúde pode ser severamente prejudicada.

Na área florestal, a ocorrência de problemas de lombalgias é muito elevada. Esses problemas são causados e agravados, principalmente, por posturas incorretas no levantamento e na movimentação de cargas e durante a própria execução contínua de determinados trabalhos, tanto pela inexistência de equipamentos e mobiliários que auxiliem na manutenção de uma boa postura quanto por projetos de postos de trabalho ergonomicamente mal-concebidos (FIEDLER, 1998).

A adoção de posturas incorretas e, ainda, o levantamento e transporte de cargas com pesos acima dos limites máximos permitidos, tanto esporádica quanto continuamente, provocam dores, deformam as articulações e causam artrites, além da possibilidade de incapacitar o trabalhador (IIDA, 1990). Observa-se, porém, que nem sempre os projetistas industriais, os construtores de máquinas, equipamentos e ferramentas e os responsáveis pelo planejamento operacional nas empresas têm consciência ou conhecimento do que se passa com os trabalhadores, as maiores vítimas de tais circunstâncias (FIEDLER, 1998).

Observam-se freqüentemente posturas desconfortáveis, quando o projeto do ambiente foi aparentemente bem concebido do ponto de vista dimensional, mas somente em termos de antropometria estática, desconsiderando-se o caráter dinâmico da tarefa e a simultaneidade de todas as operações realizadas no processo.

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

No ser humano, o aparecimento das lombalgias tem estreita relação com a profissão exercida por este. As profissões com uma grande sobrecarga física, somada a uma postura inadequada ao realizar esforço, expõem o trabalhador a dores, geralmente na zona lombar. Esse tipo de lombalgia é em consequência do trabalho de caráter ocupacional (MERINO, 1996). O manuseio e a movimentação de cargas, o trabalho prolongado em posições inclinadas do tronco, as trepidações contínuas, são as causas mais freqüentes do aparecimento de diferentes tipos de lombalgias (SICARD, 1973).

A forma mais comum de levantar uma carga é utilizando os músculos do dorso. Contudo, esta é a forma mais errada de procedimento para tal (MOURA, 1978). Os músculos do dorso devem

ser considerados apenas como músculos posturais, pois são músculos tônicos e, como tais, têm pouca força. Ao contrário, os músculos das nádegas e das coxas, que são músculos fásicos, possuem grande força muscular. Assim, a musculatura dos membros inferiores é que deve fazer o esforço físico de elevação do corpo, quando se está levantando um peso.

Ao carregar-se qualquer peso, é importante que este seja distribuído de forma equilibrada em cada uma das vértebras e discos. Assim, se a coluna ficar fora de centro, torna-se desconfortável. Um trabalho freqüente, nessas condições, gera danos crônicos. Daí a importância de se manter a coluna na posição normal no levantamento de cargas (MERINO, 1996).

No Brasil, estima-se que 50% dos trabalhadores sofrem de algum tipo de dor nas costas, independentemente da forma como exercem sua função, ou seja, se em pé, deitado ou sentado (DOR, 1996). O centro de estatística da Holanda verificou que, em 1988, existiam, naquele país, cerca de 21 % de trabalhadores com licença por doenças relacionadas a problemas nas costas, estando 32 % deles incapacitados permanentemente (ALVAREZ, 1996). Em estudo realizado com trabalhadores americanos em diferentes profissões, After Klein, *apud* por AYOUB & MITAL (1989), disse que, do total de trabalhadores apresentando problemas de lombalgia por exageros ou mau jeito, 48,1% eram em conseqüência do levantamento manual de cargas.

As lombalgias não só afetam a saúde do próprio trabalhador, como também existem conseqüências sociais, tais como absenteísmo, mudança de profissão por incapacidade laboral, gastos previdenciários, dentre outros que não devem ser negligenciados (MERINO, 1996).

Os exercícios físicos e a postura corporal, juntos com a participação da ergonomia, podem funcionar como um excelente meio de prevenir e impedir muitos problemas lombares. Assim, é observado que indivíduos mais fracos necessitam de maior esforço físico para realizarem determinadas tarefas, ficando mais expostos a lesões. Os indivíduos que tenham bom condicionamento físico têm menos incidência de dor na coluna e, mesmo quando esta aparece, a sua duração é menor, comparados com indivíduos que apresentam um estilo de vida sedentário, que se traduz naturalmente por um pior condicionamento físico (ACHOUR, 1995).

A análise de posturas do trabalhador deve ser considerada como parte integrante da carga de trabalho. Na identificação da atividade postural, as manutenções prolongadas de posturas e as suas mudanças freqüentes devem ser consideradas como elementos da carga física de trabalho (MORAES, 1996). Nas operações de propagação de plantas em viveiros, o trabalho é efetuado sob várias condições adversas ao bem-estar, à segurança e à saúde do ser humano. Durante toda a jornada de trabalho o operário exerce sua atividade em várias posições, dependendo da tarefa que realiza, podendo encontrar-se sujeito a posturas inadequadas, submetendo sua saúde a riscos. O objetivo desta pesquisa foi fazer uma avaliação biomecânica dos trabalhadores relacionados com as atividades exercidas em viveiros de propagação de plantas na região do Vale do Rio Doce, MG, visando à melhoria da saúde, do bem-estar, da segurança, do conforto e da produtividade dos trabalhadores nessa área florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com base em dados coletados em viveiro de propagação de plantas no município de Belo Oriente no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. O estudo foi realizado com os trabalhadores, mediante a avaliação biomecânica, nas diversas atividades.

O viveiro produzia mudas de *Eucalyptus* spp. para a constituição de plantios da própria empresa e pesquisas. A produção anual de mudas era de, aproximadamente, 8.800.000 mudas. Sendo que são estaqueadas por dia em torno de 100.000 estacas em tubetes plásticos com substrato formado por uma mistura de vermiculita, palha de arroz carbonizada, composto orgânico e adubo químico composto por NPK e micronutrientes.

A população era composta por 91 trabalhadores, sendo que 70 eram do sexo masculino e 21 eram do sexo feminino.

O estudo foi realizado em diversas atividades de propagação de plantas (Transporte de mudas para a casa-de-vegetação, transporte das mudas para os estaleiros, abastecer o lavador de tubetes, Estaqueamento, corte de microestacas, poda do jardim clonal e transporte de ramos para o preparo de estacas). O trabalho foi realizado com 30 % dos operários que atuavam na propagação de plantas da empresa.

A avaliação biomecânica foi realizada mediante a análise tridimensional, utilizando a técnica de gravação em videoteipe, com o trabalhador em diversos ângulos. De posse da gravação das diversas atividades e com o auxílio de um vídeo, os movimentos dos trabalhadores foram “congelados”, para medição dos ângulos entre as diversas articulações dos segmentos corpóreos. Esses ângulos foram analisados com a aplicação do “software” do modelo biomecânico tridimensional de predição de posturas e forças estáticas, desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos. Para a aplicação desse modelo, foram fornecidos os ângulos das articulações obtidos durante a realização das tarefas (braços, tronco, coxofemorais, joelhos e tornozelos); o valor, a magnitude e a direção das forças utilizadas; o número de mãos utilizadas e os dados antropométricos de altura e peso da população envolvida nos percentuais 5, 50, e 95%.

A análise por meio do “software” fornece a carga limite recomendada, que corresponde ao peso que mais de 99% dos homens e 75% das mulheres conseguem levantar. A carga limite recomendada induz a uma força (medida em newton) de compressão da ordem de 3426,3 N sobre o disco L5-S1 da coluna vertebral que pode ser tolerada pela maioria dos trabalhadores jovens e em boas condições de saúde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação biomecânica estão descritos nas Tabelas 1 e 2 que mostram a força de compressão no disco para os percentuais de 5, 50 e 95% para homens e mulheres, respectivamente; nas Tabelas 3 e 4 em que se encontram o percentual de capazes, nas diversas articulações, nos percentuais 5, 50 e 95% para homens; e nas Tabelas 5 e 6 em que está o percentual de capazes, nas diversas articulações, nos percentuais 5, 50 e 95% para mulheres.

TABELA 1: Força de compressão no disco L5-S1 para homens, em newton (N), nas diferentes atividades, nos percentuais de 5, 50 e 95 %.

| Operação | Fase do ciclo | Força de compressão no disco L5-S1 (N) para homens | | |
|---|----------------------------------|--|----------|----------|
| | | Percentuais | | |
| | | 5 | 50 | 95 |
| Transporte de mudas para casa-de-vegetação | Carregar carro | 891±50 | 1034±56 | 1215±64 |
| | Arrastar manualmente o carro | 1946±98 | 2226±116 | 2581±139 |
| | Descarregar carro | 1441±90 | 1606±99 | 1807±109 |
| Transporte das mudas para os estaleiros | Carregar e descarregar o carro | 891±50 | 1034±56 | 1215±64 |
| | Arrastar manualmente carro cheio | 2154±108 | 2440±127 | 2801±150 |
| | Arrastar manualmente carro vazio | 1528±79 | 1797±96 | 2141±118 |
| | Empurrar manualmente carro cheio | 1729±183 | 2008±207 | 2321±235 |
| Abastecer o lavador de tubetes | Empurrar manualmente carro vazio | 1534±139 | 1862±164 | 2255±195 |
| | Pegar caixa tubetes | 3474±276 | 4068±325 | 4787±387 |
| Retirar de tubetes do lavador | Carregar caixa de tubetes | 514±47 | 605±55 | 721±64 |
| | Pegar a caixa | 2506±182 | 3091±226 | 3837±283 |
| Estaqueamento | Colocar a caixa na pilha | 531±22 | 603±22 | 691±23 |
| | Estaquear | 723±42 | 975±57 | 1302±78 |
| Corte de micro | Preparar microestacas | 741±43 | 998±59 | 1334±80 |
| Poda do jardim clonal | Podar | 1834±154 | 2327±198 | 2929±252 |
| Transporte de ramos para preparo de estacas | Carregar caixa com ramos | 2321±149 | 2420±152 | 2521±154 |
| | Colocar caixa no chão | 5144±426 | 5726±478 | 6399±540 |

TABELA 2: Força de compressão no disco L5-S1 para mulheres, em newton (N), nas diferentes atividades, nos percentuais de 5, 50 e 95 %.

| Operação | Fase do ciclo | Força de compressão no disco L5-S1 (N) para mulheres | | |
|-----------------------|-----------------------|--|----------|----------|
| | | Percentuais | | |
| | | 5 | 50 | 95 |
| Estaqueamento | Estaquear | 605±35 | 822±49 | 1214±73 |
| Corte de micro | Preparar microestacas | 619±36 | 842±50 | 1244±75 |
| Poda do jardim clonal | Podar | 1666±140 | 2134±180 | 2897±248 |

De acordo com o modelo da Universidade de Michigan para predição de posturas e forças estáticas, no transporte de mudas para a casa-de-vegetação nenhuma das atividades, nos percentuais analisados, impôs risco de compressão do disco L5-S1 da coluna vertebral. Com relação às articulações, na atividade carregar o carro, os cotovelos, disco L5-S1 da coluna e tornozelos apresentaram percentual de capazes igual ou superior a 99% nos percentuais analisados. Os ombros apresentaram percentual de capazes abaixo de 99% apenas no percentual 95 e o quadril e os joelhos foram as articulações mais problemáticas apresentando percentual de capazes abaixo de 99% para todos os percentuais. Na atividade arrastar manualmente o carro, nenhuma articulação apresentou percentual de capazes igual ou superior a 99%, sendo que os ombros apresentaram percentual de capazes abaixo de 25% (excesso de carga limite superior), nos percentuais analisados. Na atividade

descarregar o carro, somente os tornozelos apresentaram percentual de capazes igual ou superior a 99% em todos percentuais estudados. Os Cotovelos apresentaram percentual de capazes abaixo de 99% só no percentual 95%.

TABELA 3: Percentual de capazes nas articulações dos cotovelos, ombros, do disco L5-S1 da coluna, para homens, nas atividades pesquisadas, nos percentuais 5, 50 e 95 %.

| Operação | Fase do ciclo | Percentual de capazes homens | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------------------------------|-----|-----|--------|-----|----|-----------------------|----|----|
| | | Cotovelos | | | Ombros | | | Disco L5-S1 da coluna | | |
| | | Percentuais | | | | | | | | |
| | | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 |
| Transporte de mudas para casa-de-vegetação | Carregar carro | 100 | 100 | 99 | 99 | 99 | 98 | 99 | 99 | 99 |
| | Arrastar manualmente o carro | 92 | 89 | 86 | 0 | 0 | 0 | 98 | 98 | 97 |
| | Descarregar carro | 99 | 99 | 98 | 91 | 85 | 76 | 98 | 98 | 98 |
| Transporte das mudas para os estaleiros | Carregar carro e descarregar o carro | 100 | 100 | 99 | 99 | 99 | 98 | 99 | 99 | 99 |
| | Arrastar manualmente carro cheio | 83 | 78 | 72 | 0 | 0 | 0 | 98 | 98 | 96 |
| | Arrastar manualmente carro vazio | 98 | 98 | 98 | 0 | 0 | 0 | 99 | 99 | 98 |
| | Empurrar manualmente carro cheio | 100 | 100 | 100 | 90 | 90 | 90 | 89 | 83 | 71 |
| | Empurrar manualmente carro vazio | 100 | 100 | 100 | 98 | 98 | 98 | 96 | 94 | 88 |
| Abastecer o lavador de tubetes | Pegar caixa tubetes | 99 | 99 | 99 | 57 | 45 | 31 | 93 | 88 | 77 |
| | Carregar caixa de tubetes | 100 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| Retirar de tubetes do lavador | Pegar caixa | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 96 | 92 |
| | Colocar caixa na pilha | 100 | 100 | 100 | 99 | 98 | 97 | 99 | 99 | 99 |
| Estaqueamento | Estaquear | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| Corte de micro | Preparar microestaca | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| Podar do jardim clonal | Podar | 100 | 100 | 100 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 96 |
| Transporte de ramos para preparo de estacas | Carregar caixa com ramos | 85 | 79 | 72 | 0 | 0 | 0 | 92 | 91 | 91 |
| | Colocar caixa no chão | 53 | 42 | 30 | 66 | 56 | 45 | 76 | 64 | 46 |

Nas operações de transporte de mudas para os estaleiros, nenhuma das atividades impôs risco de compressão do disco L5-S1 da coluna vertebral, nos percentuais avaliados. Na atividade de carregar e descarregar o carro de bandejas, os cotovelos, disco L5-S1 da coluna e tornozelos apresentaram percentual de capazes igual ou superior a 99% nos percentuais analisados. Os ombros apresentaram percentual de capazes abaixo de 99% apenas no percentual 95 e o quadril e os joelhos foram as articulações mais problemáticas, apresentando percentual de capazes abaixo de 99%, para todos os percentuais. Na atividade arrastar manualmente o carro cheio, o percentual de capazes foi inferior a 99%, sendo que nos ombros foi superada a carga limite superior (percentual de capazes inferior a 25%). Na atividade arrastar manualmente o carro vazio, a única articulação que não apresentou problemas, nos percentuais analisados, foram os tornozelos, sendo que nas articulações dos ombros foi ultrapassada a carga limite superior, ou seja, o percentual de capazes foi inferior a 25%. Nas fases empurrar manualmente o carro cheio e vazio, somente os cotovelos apresentaram percentual de capazes acima ou igual a 99%, sendo que os joelhos e tornozelos apresentaram percentual de capazes abaixo de 25%, causando sérios riscos para a saúde. A carga exigida nos

tornozelos não era tolerada por nenhum trabalhador.

TABELA 4: Percentual de capazes nas articulações dos quadris, dos joelhos e dos tornozelos, para homens, nas atividades pesquisadas, nos percentuais 5, 50 e 95 %.

| Operação | Fase do ciclo | Percentual de capazes homens | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------------------------------|----|----|---------|----|----|------------|-----|-----|
| | | Quadris | | | joelhos | | | Tornozelos | | |
| | | Percentuais | | | | | | | | |
| | | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 |
| Transporte de mudas para casa-de-vegetação | Carregar carro | 97 | 96 | 95 | 97 | 94 | 85 | 100 | 100 | 100 |
| | Arrastar manualmente o carro | 97 | 98 | 92 | 64 | 66 | 81 | 84 | 93 | 99 |
| | Descarregar carro | 93 | 92 | 89 | 98 | 96 | 89 | 100 | 100 | 100 |
| Transporte das mudas para os estaleiros | Carregar carro e descarregar o carro | 97 | 96 | 95 | 97 | 94 | 85 | 100 | 100 | 100 |
| | Arrastar manualmente carro cheio | 96 | 96 | 95 | 46 | 44 | 53 | 67 | 79 | 95 |
| | Arrastar manualmente carro vazio | 98 | 96 | 97 | 92 | 94 | 86 | 99 | 100 | 100 |
| | Empurrar manualmente carro cheio | 60 | 40 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Empurrar manualmente carro vazio | 76 | 60 | 35 | 13 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abastecer o lavador de tubetes | Pegar caixa tubetes | 84 | 77 | 65 | 73 | 55 | 30 | 65 | 46 | 24 |
| | Carregar caixa de tubetes | 99 | 98 | 98 | 96 | 94 | 90 | 99 | 99 | 99 |
| Retirar de tubetes do lavador | Pegar caixa | 93 | 90 | 84 | 99 | 99 | 99 | 98 | 97 | 95 |
| | Colocar caixa na pilha | 98 | 98 | 98 | 99 | 99 | 98 | 99 | 99 | 99 |
| Estaqueamento | Estaquear | 98 | 98 | 97 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| Corte de micro | Preparar microestaca | 98 | 98 | 97 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| Poda do jardim clonal | Podar | 95 | 92 | 87 | 97 | 93 | 82 | 95 | 91 | 78 |
| Transporte de ramos para preparo de estacas | Carregar caixa com ramos | 67 | 55 | 40 | 97 | 92 | 79 | 99 | 99 | 99 |
| | Colocar caixa no chão | 61 | 47 | 30 | 18 | 6 | 1 | 19 | 7 | 1 |

TABELA 5: Percentual de capazes nas articulações dos cotovelos, ombros, do disco L5-S1 da coluna, para mulheres, nas atividades pesquisadas, nos percentuais 5, 50 e 95 %.

| Operação | Fase do ciclo | Percentual de capazes homens | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|------------------------------|-----|-----|--------|----|----|-----------------------|----|----|
| | | Cotovelos | | | Ombros | | | Disco L5-S1 da coluna | | |
| | | Percentuais | | | | | | | | |
| | | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 |
| Estaqueamento | Estaquear | 100 | 100 | 100 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 97 |
| Corte de micro | Preparar microestaca | 100 | 100 | 100 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 97 |
| Poda do jardim clonal | Podar | 99 | 99 | 99 | 99 | 97 | 94 | 97 | 95 | 89 |

TABELA 6: Percentual de capazes nas articulações dos quadris, dos joelhos e dos tornozelos, para mulheres, nas atividades pesquisadas, nos percentuais 5, 50 e 95 %.

| Percentual de capazes homens | Fase do ciclo | Percentual de capazes homens | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|----|----|---------|----|----|------------|-----|----|
| | | Quadris | | | joelhos | | | Tornozelos | | |
| | | Percentuais | | | | | | | | |
| | | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 |
| Estaqueamento | Estaquear | 98 | 98 | 96 | 99 | 99 | 99 | 100 | 100 | 99 |
| Corte de micro | Preparar microestaca | 98 | 98 | 96 | 99 | 99 | 99 | 100 | 100 | 99 |
| Poda do jardim clonal | Podar | 92 | 84 | 62 | 91 | 80 | 45 | 94 | 83 | 43 |

Na operação abastecer o lavador de tubetes, a fase pegar caixa teve força de compressão do disco acima da carga limite de compressão, ou seja, superior a 3.426,3 N, apresentando, portanto, riscos para a saúde. A carga limite, recomendada nessa fase, apresentou percentual de capazes igual a 99% apenas nos cotovelos, sendo que a articulação mais prejudicada foi a dos tornozelos, que no percentual 95, apresentou percentual de capazes inferior a 25%. Na fase carregar a caixa de tubetes, somente os quadris e joelhos apresentaram percentual de capazes inferior a 99%.

Na retirada de tubetes do lavador, a fase pegar a caixa teve força de compressão do disco acima da carga limite de compressão no percentual 95%, apresentando riscos para a saúde. Ainda, nesta fase, as articulações que apresentaram percentual de capazes inferior a 99% foram o disco L5-S1 da coluna, os quadris e os tornozelos, sendo que a articulação mais problemática foi a dos quadris. Na fase, colocando a caixa na pilha, as articulações que apresentaram percentual de capazes igual ou superior a 99% foram os cotovelos, o disco L5-S1 da coluna e os tornozelos.

No estaqueamento, corte de micro e poda de jardim clonal, a carga de compressão do disco ficou abaixo da carga limite de compressão, tanto para os homens quanto para as mulheres, em todos os percentuais, não apresentando riscos para a saúde. No estaqueamento e corte de micro, somente os quadris mostraram-se abaixo do limite de 99% de capazes para os homens. Para as mulheres, o percentual de capazes foi superior a 75% para todas as articulações não apresentando riscos para a saúde. Na poda do jardim clonal, somente as articulações dos cotovelos e ombros foram iguais ou superior ao limite de capazes de 99% para os homens. Para as mulheres, o percentual de capazes foi inferior ao limite de 75% nos quadris, joelhos e tornozelos, no percentil 95%.

No transporte de ramos, a carga manuseada pelo trabalhador apresentou valores acima da carga limite de compressão do disco L5-S1 da coluna, para a fase colocar caixa no chão, sendo que o percentil 95% ultrapassou a carga limite superior, expondo o trabalhador a sérios riscos. Todas as articulações, com exceção dos cotovelos, apresentaram-se com exigência acima dos valores recomendados (percentual de capazes inferior a 99%) para a fase de carregar caixa com ramos. Na fase de colocar a caixa no chão, todas as articulações apresentaram-se acima do limite, sendo que os joelhos e tornozelos ultrapassaram a carga limite superior, ou seja, o percentual de capazes foi inferior a 25%.

CONCLUSÕES

No transporte de mudas para a casa-de-vegetação, as articulações mais prejudicadas foram os ombros e os tornozelos, na fase arrastar manualmente o carro.

No transporte das mudas para os estaleiros, as articulações que apresentaram maiores riscos foram os ombros nas fases de arrastar manualmente o carro cheio e vazio, no disco L5-S1 da coluna, na fase empurrar manualmente o carro cheio e nos quadris, joelhos e tornozelos nas fases empurrar manualmente o carro cheio e vazio.

A atividade abastecer o lavador de tubetes apresentou força de compressão do disco acima da carga limite de compressão, na fase pegar caixa de tubetes, na qual podem ocorrer os maiores danos nas articulações dos ombros, quadris, joelhos e tornozelos.

A atividade retirar tubetes do lavador apresentou força de compressão do disco acima da carga limite de compressão na fase pegar caixa, no percentil 95%.

No transporte de ramos para o transporte de estacas, a força de compressão do disco foi acima da carga limite de compressão na fase colocar caixa no chão, sendo que as articulações mais prejudicadas foram os ombros, quadris e joelhos na fase carregar caixa com ramos e joelhos, tornozelos, cotovelos, quadris, ombros e disco L5-S1 da coluna na fase colocar caixa no chão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHOUR, A.J. Estilo de vida e desordem na coluna lombar: uma resposta das componentes da aptidão física relacionada a saúde. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v.1, n.1, p. 36-56, 1995.
- ALVAREZ, K.R. **Qualidade de vida relacionada à saúde dos trabalhadores**: um estudo de caso. 1996. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- AYOUB, M.M.; MITAL, A. **Manual material handling**. London: Taylor e Francis, 1989. 324 p.
- COUTO, H.A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo, 1995. v.1.
- DOR nas costas, como se livrar ou conviver com ela. **Revista Globo Ciência**, v. 5, n.59, p 26-34, 1996.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. Tradução de Itiro Iida. São Paulo: Edgard Blucher, 1995. 147 p.
- FIEDLER, N.C. **Análise de posturas e esforços despendidos em operação de colheita florestal no litoral norte do estado da Bahia**. 1998. 103 p. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- GONTIJO, A.; MERINO, E.; DIAS, M.R. **Guia ergonômico para projeto do trabalho nas indústrias Gessy Lever**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de pós graduação em Engenharia de produção, Ergonomia, 1995. não paginado.

- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo, Edgard Blucher, 1990. 465p.
- MERINO, E.A.D. **Efeitos agudos e crônicos causados pelo manuseio e movimentação de cargas no trabalhador**. 1996. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MINETTE, L.J. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. 1996. 211p. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MORAES, A. **Ergonomia: conceitos e aplicações, análise ergonômica de postos de trabalho**. Manaus: WHG Engenharia e Consultoria, 1996. 163 p.
- MOURA, R. **Segurança na movimentação de materiais**. São Bernado do Campo: São Paulo, Ed. Ivan Rossi, 1978.
- REBELATTO, J.R., COTEGIL, H.J., ADAMS, N.L. **Avaliação comparativa do modelo OWAS (Ovako Work Postures Analyses System) e modelo biomecânico em situações ocupacionais envolvendo movimentos de tronco e manuseio de cargas**. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 4., 1989, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABERGO/FGV, 1989. p. 375-386.
- SICARD, A. **Saber interpretar uma lombalgia**. São Paulo, Ed. E. Andrei, 1973.