

Envelhecimento: Como pensar o trabalho, a sociedade e as cidades?



VI Workshop de Análise Ergonômica do Trabalho
III Encontro Mineiro de Estudos em Ergonomia
VIII SIMPOPET Simpósio do Programa de Educação
Tutorial em Economia Doméstica

18 de julho de 2013 Auditório da Biblioteca Central



Biomecânica como ferramenta ergonômica para análise do trabalho florestal

Autores

Angelo Casali de Moraes - Eng. Florestal - UFV – (angelo.moraes@ufv.br)

Luciano José Minette - Eng. Florestal – UFV – (minette@ufv.br)

Amaury Paulo de Souza - Eng. Florestal – UFV – (amaury@ufv.br)

Emília Pio da Silva- Fisioterapeuta –Fisioterapeuta - UFV- (emiliapiosilva@yahoo.com.br)

André Luiz Petean Sanches - Eng. Florestal – UFV (florestandre@yahoo.com.br)

Resumo: O trabalho florestal é fatigante e desenvolvido em ambientes favoráveis ao desenvolvimento de doenças ocupacionais. A análise biomecânica visa diminuir os problemas de má postura e forças aplicadas excessivamente. Por isso o objetivo desse estudo foi realizar a análise ergonômica do trabalho, visando identificar através da biomecânica os pontos críticos da atividade de adubação manual. Os resultados indicaram pelos métodos analisados que os trabalhadores estão expostos a condições prejudiciais à saúde. O peso carregado está muito acima do recomendado, trazendo riscos de lesões nas articulações dos trabalhadores.

Palavras-chave: Ergonomia, Biomecânica, Saúde e Segurança

1. Introdução

O trabalho florestal é por sua natureza exigente fisicamente. Terrenos íngremes, dificuldade de acesso e condições climáticas extremas aliadas ao cansaço do trabalhador criam condições para que se desenvolvam doenças ocupacionais.

Em virtude desse panorama, tem-se aumentado a preocupação com a saúde e segurança dos trabalhadores, buscando melhorias no ambiente laboral criando condições para que não se perca produtividade.

A ergonomia é uma disciplina que trata das interações entre o ser humano e outros elementos de um sistema e que aplica teorias, princípios, dados, métodos a projetos que visam otimizar o bem-estar humano (SILVA, 2007).

Essa ciência tem caráter multidisciplinar, envolvendo várias áreas de conhecimento, que se unem com o objetivo de adaptar o trabalho às condições psicofisiológicas do ser humano, proporcionando um ambiente harmonizado, salubre e seguro para que o trabalhador não perca rendimento.

A biomecânica ocupacional, uma das ciências ligadas à ergonomia, estuda os movimentos corporais e forças relacionadas ao trabalho. Assim, preocupa-se com as

Envelhecimento: Como pensar o trabalho, a sociedade e as cidades?



VI Workshop de Análise Ergonômica do Trabalho
III Encontro Mineiro de Estudos em Ergonomia
VIII SIMPOPET Simpósio do Programa de Educação Tutorial em Economia Doméstica

18 de julho de 2013 Auditório da Biblioteca Central



interações físicas do trabalhador, com seu posto de trabalho, máquinas, ferramentas e materiais, visando reduzir os riscos de distúrbios músculo-esqueléticos (IIDA, 2005).

A análise biomecânica do ser humano é feita com os objetivos de minimizar ou, mesmo, eliminar os problemas causados pela má postura ou pela aplicação excessiva de forças, evitar desperdício energético, obter maior eficiência e determinar a força máxima suportável, entre outros (ALVES, 2004).

Por isso, o objetivo desse estudo foi realizar a análise ergonômica do trabalho, para identificar através da biomecânica os pontos críticos da atividade de adubação manual. Visando ainda obter informações que possam subsidiar melhorias nas condições de conforto e segurança, visto que há a riscos de lesões musculoesqueléticos.

2. Material e Métodos

2.1 Análise Ergonômica do Trabalho:

A AET é uma ferramenta corretiva, onde é feita uma avaliação das atividades laborais conforme as tarefas são executadas. Na AET e busca-se identificar os impactos negativos do trabalho sobre a saúde. Tem como finalidade adequar os postos de trabalho as características psicofisiológicas dos operadores, visando melhorias na qualidade de vida.

2.2 Local de estudo:

O trabalho foi desenvolvido nas proximidades do município de Belo Oriente, numa empresa localizada no Vale do Aço em Minas Gerais. A AET foi feita na adubação manual de cobertura num plantio de eucalipto em terrenos acidentados.

2.3 População e amostragem:

A população amostrada corresponde à equipe de trabalhadores de 20 trabalhadores que atuam na região Leste de Minas Gerais, de acordo com a análise de grupos homogêneos de exposição, definido pelas: Norma de Higiene Ocupacional 01 (FUNDACENTRO, 2001) ; Norma de Higiene Ocupacional 06 (FUNDACENTRO, 2002); como sendo “um conjunto de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação de qualquer trabalhador do grupo seja representativo da exposição do restante dos trabalhadores do mesmo grupo”.

2.4 A atividade de adubação manual

Cada trabalhador carregava uma bolsa plástica de aproximadamente 25 Kg. Havia um ponto de abastecimento das bolsas na beira da estrada. O trabalhador caminhava dentro do talhão fazendo a distribuição do adubo nas mudas. Após esvaziar a bolsa, retornava ao ponto de apoio onde era reabastecido e então reiniciava o ciclo de trabalho. A atividade era realizada

Envelhecimento: Como pensar o trabalho, a sociedade e as cidades?



VI Workshop de Análise Ergonômica do Trabalho

III Encontro Mineiro de Estudos em Ergonomia

VIII SIMPOPET

Simpósio do Programa de Educação
Tutorial em Economia Doméstica



18 de julho de 2013 Auditório da Biblioteca Central

a céu aberto e em terrenos acidentados.

2.5 Equação de NIOSH

O uso da equação desenvolvida pelo Instituto Americano de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH), descrito por WATERS et al. (1993). A equação estabelece como limite de carga aceitável para levantamento manual 23 Kg. A equação do NIOSH determina o limite de peso recomendado (LPR) a partir de seis fatores de redução da constante de carga. É dada pela seguinte expressão:

$$LPR \text{ (kg)} = CC \times FDH \times FAV \times FDVP \times FRLT \times FFL \times FQPC,$$

Onde CC = Constante de carga (23kg); H = Distância horizontal (cm) da linha do tornozelo até o ponto em que as mãos seguram o objeto; FAV = Fator altura vertical da carga: $1 - (0,003 \times ((Vc-75)))$; Vc = Altura vertical da carga (cm) - do chão ao ponto em que as mãos seguram o objeto; FDVP = Fator distância vertical desde a origem até o destino: $(0,82 + 4,5/Dc)$; Dc = Distância vertical percorrida (cm) - corresponde a diferença de altura da carga entre a origem e o destino. (>25 e <175); FRLT = Fator rotação lateral do tronco - em graus; A = Ângulo de rotação lateral do tronco - em graus; FFL = Fator frequência de levantamento (Valor Tabelado); FQPC = Fator qualidade da pega (Valor Tabelado).

O Índice de Levantamento (IL) determina e quantifica o risco de lesão musculoesquelética. De acordo com o IL, pode-se classificar como: baixo ($IL < 1$), moderado ($1 \leq IL < 2$) ou alto segundo ($IL \geq 2$).

$$IL = PL/LPR$$

Onde IL = índice de levantamento; PL= peso levantado; LPR= limite de peso recomendado

2.6 Modelo Biomecânico Bidimensional de Posturas e Forças Estáticas da Universidade de Michigan (MICHIGAN)

A análise biomecânica foi realizada por meio da avaliação da postura do trabalhador executando o levantamento de carga em um dia típico de trabalho. O trabalho foi filmado e foram escolhidas as posturas mais adotadas. Posteriormente, foram medidos os ângulos dos seguintes segmentos corpóreos: cotovelos, ombros, disco vertebral L5-S1, coxofemorais, joelhos e tornozelos. Foram também quantificados para a análise: peso levantado, massa corporal, medidas antropométricas, gênero e ângulos das articulações nas posturas adotadas.

O software permite realizar simulações visando obter a carga e a postura adequada para um determinado percentil da população. Em segundo momento, realizaram-se então simulações em laboratório para determinar qual seria a postura e o peso recomendados para a atividade.

O modelo biomecânico utilizado fornece a carga limite recomendada (CLR), o que corresponde ao peso que mais de 99% dos homens e mais de 75% das mulheres conseguem levantar sem causar danos às articulações corporais, bem como a carga limite superior (CLS)

Envelhecimento: Como pensar o trabalho, a sociedade e as cidades?

VI Workshop de Análise Ergonômica do Trabalho
III Encontro Mineiro de Estudos em Ergonomia
VIII SIMPOPET Simpósio do Programa de Educação Tutorial em Economia Doméstica

18 de julho de 2013 Auditório da Biblioteca Central




que representa alto risco de lesão para determinada articulação.

O modelo permite ainda determinar a força de compressão no disco vertebral L5-S1. A maioria dos trabalhadores pode tolerar uma força de compressão de 3426,3 N sobre o disco L5-S1, sendo este valor a carga limite de compressão no disco (CLCD). Valores superiores a estes apresentam riscos para a saúde do trabalhador.

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise Ergonômica do Trabalho

Através da AET, foi avaliada a atividade diária de um trabalhador de adubação manual de pós-plantio. Observou-se que utilizavam um pequeno dosador, um avental para evitar o contato direto com a roupa/corpo e uma bolsa lateral, além dos equipamentos de proteção individual. A bolsa era constituída de material plástico pesando aproximadamente 25,0 kg quando estava cheia. As figuras 1, 2 e 3 mostram o trabalhador abastecendo a sacola e a apoiando no ombro para então reiniciar a atividade.



FIGURAS 1, 2 e 3: Subatividade de abastecimento de adubo, com a postura mais comum adotada para erguer a bolsa e apoiá-la no ombro.

As análises biomecânicas das condições de trabalho encontradas evidenciaram que, as posturas e o peso movimentado expunham os trabalhadores florestais ao risco de lesão do sistema osteomuscular. Foi analisada a postura que era adotada para o levantamento da sacola (de maior ocorrência, observada em trabalho real no campo). Nas análises de peso recomendado, considerou-se para as mulheres um valor 20% inferior, de acordo com observações de análise combinada dos sistemas NIOSH x MICHIGAN, que indicavam esse percentual de redução de peso para levantamento de cargas por pessoas do sexo feminino, sem que houvesse comprometimento das articulações.

3.2 Equação de NIOSH:

Segundo esse método, o limite de carga aceitável para levantamento manual 23 Kg. A bolsa que os trabalhadores carregavam o adubo pesava 25 kg. Com isso, os trabalhadores estão expostos a riscos ocupacionais.

Envelhecimento: Como pensar o trabalho, a sociedade e as cidades?



VI Workshop de Análise Ergonômica do Trabalho
III Encontro Mineiro de Estudos em Ergonomia
VIII SIMPOPET Simpósio do Programa de Educação Tutorial em Economia Doméstica

18 de julho de 2013 Auditório da Biblioteca Central



De toda maneira, foram feitas análises de acordo com os critérios da equação de NIOSH, tanto para homens quanto para mulheres. Ficou evidenciado alto risco de lesão para a postura típica adotada no trabalho. Os índices de levantamento excederam os valores estabelecidos por este critério. O quadro 1 apresenta os resultados obtidos pela análise de NIOSH.

Determinação do Limite de peso (NIOSH)					
LPR(Kg) homem	IL homem	Risco	LPR mulher	IL mulher	Risco
11	2,3	Alto	9	2,78	Alto

QUADRO 1: Resultados da postura analisada para homens e mulheres de acordo com os critérios de NIOSH, e classificação dos riscos.

O limite de peso recomendado para postura adotada, é de 11Kg, para homens e 9 Kg para mulheres. Estes valores estão muito abaixo daqueles adotados até o momento – 25 Kg, indicando sérios riscos de lesão aos trabalhadores. O Índice de Levantamento (IL) para a postura adotada pelos trabalhadores foi de 2,30 para os homens e 2,78 para as mulheres, caracterizando-se ambos como Risco Alto de lesão para esta metodologia.

3.3 Análise de Michigan:

Segundo os critérios de MICHIGAN, há riscos significativos de lesão das articulações, ocorrendo principalmente nos membros inferiores sendo tornozelo, seguido pelas articulações de coxofemural, joelho e dorso. A postura típica de trabalho analisada não apresentou problemas de compressão no disco vertebral L5-S1.

A Quadro 2, mostra-se os resultados para o peso atual levantado e para o limite recomendado (25,0 e 11,0 Kg). Os homens sofrem riscos de lesão principalmente nas articulações do tornozelo (27%), joelho (17%) e coxofemural (13%). Quanto à compressão no disco vertebral L5-S1, não há riscos significativos pois não foi ultrapassado o valor limite de 3426 N, máximo recomendado por esta metodologia.

As mulheres apresentaram riscos principalmente no levantamento de 25 Kg, sendo o tornozelo a articulação com maior risco de lesão (66%). As demais articulações sofrem o risco de joelho 50%, coxofemural 36%, dorso 10% e cotovelo 9%, sem riscos para os ombros. No levantamento de 9,0 Kg as articulações do tornozelo, coxofemural e joelho são as principais afetadas. Quanto a compressão no disco vertebral L5-S1, na movimentação de 25 Kg e 9Kg, o valor não supera o limite de 3426 N recomendado.

Envelhecimento: Como pensar o trabalho, a sociedade e as cidades?



VI Workshop de Análise Ergonômica do Trabalho
III Encontro Mineiro de Estudos em Ergonomia
VIII SIMPOPET Simpósio do Programa de Educação Tutorial em Economia Doméstica

18 de julho de 2013 Auditório da Biblioteca Central



Risco de lesão para as principais articulações em função do peso (Homens)			Risco de lesão para as principais articulações em função do peso (Mulheres)		
Articulações	Peso Atual	Peso Recomendado	Articulações	Peso Atual	Peso Recomendado
	25,0 (kg)	11,0 (kg)		25,0 (kg)	9,0 (kg)
Cotovelo	2%	0%	Cotovelo	29%	1%
Ombro	0%	0%	Ombro	0%	0%
Dorso	3%	1%	Dorso	10%	3%
Coxofemural	13%	7%	Coxofemural	36%	15%
Joelho	17%	4%	Joelho	50%	10%
Tornozelo	27%	10%	Tornozelo	66%	16%
Força de Compressão (N)			Força de Compressão (N)		
L ₅ -S ₁	2973	2264	L ₅ -S ₁	2957	1967

QUADRO 2: Análise biomecânica da situação encontrada em campo e do peso recomendado para os homens, segundo metodologia de MICHIGAN

5. Conclusões

Através deste estudo evidenciou-se que os trabalhadores correm riscos de saúde.

As articulações mais expostas são aquelas dos membros inferiores, responsáveis pela sustentação do corpo e que auxiliam no movimento de cargas.

O limite de peso recomendado está muito abaixo daquele carregado pelos trabalhadores florestais.

Referências

- ALVES, J. U. Análise ergonômica da produção de mudas de eucalipto em viveiro, no vale do rio doce, MG 2004. 100p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - FUNDACENTRO. Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. NHO-01 . São Paulo, 2001. 40 p. (Normas de Higiene Ocupacional).
- FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - FUNDACENTRO. Avaliação da exposição ocupacional ao calor. NHO-06 . São Paulo, 2002. 50 p. (Normas de Higiene Ocupacional).
- IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 2.ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2005. 614p.
- SILVA, E.P. Avaliação de fatores ergonômicos em operações extração florestal em terrenos montanhosos na região de Guanhães- MG 111f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- WATERS, T. R.; ANDERSON, V. P.; GARG, A. et al. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics, v. 36, n. 7, p. 749-776, 1993.