

CONSTRUÇÃO DE UM EQUIPAMENTO PARA AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE FERRAMENTAS MANUAIS UTILIZADAS NO PREPARO DE SOLOS AGRÍCOLAS

ANGELA E. A. PINTO², GIZELE R. BALDO², SÉRGIO H. NOGUEIRA ITAL³, RICARDO SCHÜTZ⁴, ALBERTO K. NAGAOKA⁵

¹ Física, Profª. Doutora, Depto de Engenharia Rural, CAV/UEDESC, Lages – SC, (0XX49) 3221-2225, e-mail: angela@cav.udesc.br.

² Graduanda em Agronomia, CAV/UEDESC, Lages - SC.

³ Graduando em Agronomia, CAV/UEDESC, Lages - SC.

⁴ Graduando em Agronomia, CAV/UEDESC, Lages - SC.

⁵ Engº Agrícola, Prof. Doutor, Depto de Engenharia Rural, UFSC, Florianópolis – SC.

Escrito para apresentação no

XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola

31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: O presente projeto teve como objetivo a construção de um equipamento que realizasse a avaliação ergonômica de ferramentas manuais. O equipamento foi construído sobre um quadro porta ferramentas nas dependências do Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV/UEDESC. Utilizou-se para a construção do quadro porta ferramentas uma semeadora Massey Ferguson, sobre a qual foi construído um mecanismo de três pontos para acoplagem ao trator, que tem por finalidade realizar a análise e avaliação do esforço realizado no uso de ferramentas manuais. Foi realizado um delineamento experimental em blocos com cinco repetições para as medidas de força horizontal no cabo de uma enxada. Os resultados mostraram que a força é uma função linear do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: ergonomia, ferramentas manuais, biomecânica.

CONSTRUCTION AT THE EQUIPMENT FOR HAND TOOLS ERGONOMIC EVALUATION TO PREPARE AGRICULTURAL GROUND

ABSTRACT: The present project had as objective the construction of equipment that carried through the ergonomic evaluation of manual tools. The equipment was constructed on a picture carries tools in the dependences of the Center of Agroveterinary Sciences, CAV/UEDESC. A seeder Massey Ferguson was used for the construction of the base, on which a mechanism of three points for tractor coupled was constructed, that has for purpose to carry through the analysis and evaluation of the effort carried through in the use of hand tools. An experimental delineation in blocks with five repetitions for the measures of horizontal force in the handle of a hoe was performed. The results had shown that the force is a linear function of the time.

KEYWORDS: ergonomoy, hand tools, biomechanics.

INTRODUÇÃO: Segundo IIDA (1990), o setor de produção agrícola é onde se concentra a maior parte dos trabalhos árduos que se conhece. Muitas ferramentas manuais utilizadas ainda são rudimentares e poderiam ser aperfeiçoadas com a aplicação dos conhecimentos ergonômicos e tecnológicos já disponíveis. No meio agrícola esta realidade se mantém; o setor concentra um grande volume de trabalhadores expostos a numerosos riscos de acidentes e doenças do trabalho, já que a

inadequação antropométrica produz o desequilíbrio postural estático, fator causal das LER/DORT (Lesões por Esforços Repetitivos/Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho), mas igualmente as de lombalgias, ciáticas, tenossinovite, tendinite e a bursite, entre outras que atingem milhares de trabalhadores. De acordo com EVANS (1996), em estudo realizado com trabalhadores rurais, foram detectados problemas relacionados ao desconforto físico no desenvolvimento desta tarefa tais como: dores nas costas, ombros, braços, antebraços e membros inferiores, devido à movimentação excessiva dos braços e das mãos, e dos esforços físicos envolvidos na flexão da coluna. Em ferramentas manuais, especificamente, a forma e propriedades da superfície de apoio têm um importante efeito sobre a pressão produzida sobre a mão, sendo esta pressão positivamente relacionada com a percepção de desconforto (HALL, 1996). Desta forma, o objetivo deste trabalho é a construção de um equipamento capaz de medir as principais forças que atuam na ferramenta avaliada e que afetam diretamente a parte física do indivíduo que irá manuseá-la. E em decorrência disto, fornecer dados para o *design* de novos projetos de ferramentas manuais, e propor a utilização de materiais mais leves na sua confecção.

MATERIAL E MÉTODOS: Utilizou-se na construção do quadro porta ferramentas uma semeadora Massey Ferguson, de onde foi retirada toda a estrutura excedente restando apenas a parte inferior, a qual serviu de base para o suporte que carrega todo o equipamento de medição. O sistema de acoplagem ao trator que era de apenas um ponto foi retirado e substituído por um sistema de três pontos para aumentar a estabilidade do quadro. Na primeira tentativa foi utilizado um mecanismo de três pontos de outro equipamento, mas, apesar das tentativas de restauração, não pode ser aproveitado por ser antigo, estar muito torto e danificado. Este sistema serviu de modelo para a projeção e construção de um novo mecanismo de três pontos que foi montado diretamente sobre o quadro porta ferramentas. Com o engate pronto, visando segurança e o maior reforço do quadro, duas mãos francesas foram feitas e soldadas à estrutura, alguns parafusos foram trocados e apertados e as soldas retocadas, isto permite uma medição mais correta das forças atuantes no cabo da ferramenta. Na parte traseira do equipamento foi centralizada e fixada uma cadeira, que permite ao operador realizar a leitura dos aparelhos de medição, que estarão ligados ao cabo da ferramenta. O quadro porta ferramentas pode ser visualizado na figura 1.



Figura 1. Quadro porta ferramentas, enfatizando o sistema de três pontos e a mão francesa.

Este quadro foi acoplado ao trator diversas vezes, e testes foram realizados para que a estrutura fosse devidamente nivelada. Neste equipamento foi construído um sistema de roldanas em forma de H, que possui um cano em seu centro, o qual prenderá o cabo da ferramenta, possibilitando a regulagem dos ângulos a serem analisados, conforme pode ser visto na figura 2. Para a calibração e testes iniciais do equipamento foram adaptadas temporariamente três balanças de mola em paralelo, cada qual com tara máxima de 20 kg, soldadas no sistema de roldanas. O terreno onde as medidas foram efetuadas, foi dividido em 6 blocos de 30 m² cada. A enxada foi acoplada no quadro e optou-se inicialmente por fixar o ângulo vertical do cabo em relação ao solo em 45°. A profundidade de penetração da enxada

no solo foi, inicialmente, de 1 cm. Cinco repetições das tomadas de massa em função do tempo foram realizadas, para cada bloco. As medidas foram filmadas e posteriormente os valores de massa foram determinados. Foram medidos também para cada bloco o deslocamento (10 m), e o tempo total do percurso, que permitem o cálculo da velocidade média do trator, da sua aceleração e, conseqüentemente, da força horizontal exercida no cabo da enxada.. Amostras do terreno de aproximadamente meio hectare, onde os testes estão sendo realizados, foram coletadas para análise de textura.



Figura 2. Detalhe do sistema de roldanas com a enxada já acoplada e sendo testada no campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na figura 3 são apresentadas as médias das forças horizontais, em função do tempo, obtidas no cabo da enxada para o delineamento em blocos com cinco repetições.

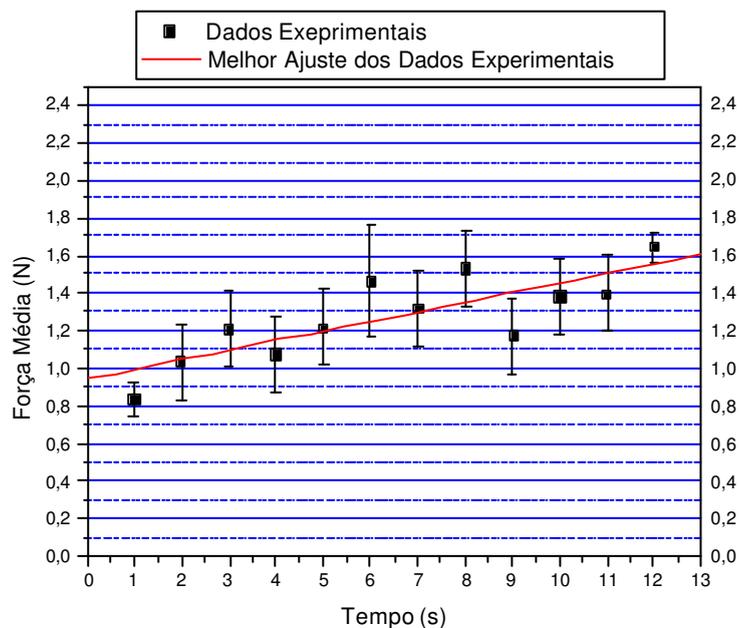


Figura 3. Dados de força horizontal média no cabo da enxada em função do tempo para deslocamentos de 10 m de comprimento.

Realizando o tratamento estatístico sobre estes dados, verificou-se que a dispersão das medidas de força atingiu cerca de 90%. Pode-se observar, pela figura 3, que a força horizontal média sobre o cabo da enxada em função do tempo é uma função de primeiro grau, ou seja, conforme o trator arrasta a enxada (simulando o arraste feito por um trabalhador rural), esta acumula terra e o esforço necessário para puxá-la, conseqüentemente, aumenta. O ajuste dos dados experimentais por uma reta do tipo $y = a + b \cdot x$ forneceu os seguintes valores, para a força em Newtons e o tempo em segundos:

$$F(t) = (0,94 \pm 0,09) + (0,05 \pm 0,01) \cdot t$$

Desta forma, pode-se estimar o esforço realizado por um trabalhador rural qualquer que seja o tempo em que ele manuseie a enxada. Pela figura 3 pode-se ainda verificar que em 9s houve uma queda na força horizontal média, provavelmente neste instante a enxada deve ter sofrido algum tipo de solavanco e a força média caiu. Já em 12 s, observa-se que a força horizontal média aumentou provavelmente decorrente do acúmulo de terra na enxada, já que se tratava do final das medidas. As velocidades médias e as acelerações do trator, para cada bloco, também foram devidamente calculadas, e são apresentadas na figura 4.

Bloco	\bar{v} (m/s)	a (m/s ²)
1	0,7143	0,1020
2	0,7143	0,1020
3	0,7692	0,1183
4	0,8333	0,1389
5	0,7143	0,1020
6	0,8333	0,1389

Figura 4. Valores calculados de velocidade média e aceleração do sistema da enxada.

As acelerações obtidas na figura 4 foram utilizadas no cálculo da força horizontal, juntamente com os valores obtidos para a massa em função do tempo, provenientes da leitura das balanças, cujos resultados foram apresentados na figura 3.

CONCLUSÃO: De acordo com os resultados obtidos para a força horizontal no cabo de uma enxada acoplada a um quadro porta ferramentas arrastada por um trator, verificou-se que os testes de calibração preliminares com o equipamento desenvolvido superaram as expectativas iniciais, fornecendo dados coerentes sobre o aumento da força em função do tempo. Levando em consideração que ao puxar a enxada a força deve mesmo aumentar, pois aumenta a profundidade de penetração no solo e o acúmulo de terra na ferramenta. As medidas de força foram realizadas num campo plano, previamente limpo com uma enxada rotativa e posteriormente nivelado, o que acabou conduzindo a bons resultados experimentais. Segue que o equipamento desenvolvido em nossa instituição atendeu plenamente às expectativas e atingiu seu objetivo que era propiciar a avaliação de ferramentas manuais no preparo de solos agrícolas.

REFERÊNCIAS:

EVANS, O; JACOB, A. *Ergonomics and Rear Ricking*. Horticulture Poes Universal Problems, In: Proceeding of the 4th Pan Pacific Conference on Occupational Ergonomics, Taipei, p.55-58, 1996.

HALL, C. *External pressure at the hand during object handling and work with tools*. International Journal of Industrial Ergonomics, vol. 20, p. 191-206, 1996.

IIDA, I. *Ergonomia do produto e Produção*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1990.