

INDUSTRIA de alho no crédito. *Guia Rural*, São Paulo, v.5, n.1, p.35, jan. 1991.

MANO FILHO, A. C. Agricultura. *DBO Rural*, São Paulo, v.8, n.121, p.12-14, abr. 1990.

MÁQUINA certa para cada método de preparo do solo. *Dirigente Rural*, São Paulo, v.29, n.6/7, p.6-9, jun./jul. 1990.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL - 1988. Culturas temporárias e permanentes -

Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, v.15, t.4, 1990.

ROCHA, F. E. de C. Máquinas irão suprir deficiências de mecanização na produção de hortaliças. *CNP Hortinforme*, Brasília, n.1, p.6-7, out. 1986.

ROCHA, F. E. de C.; FOLLE, S. M.; MAROUELLI, W. A. *Protótipos de equipamentos para produção de hortaliças*. Brasília: EMBRAPA-CNPB, 1990. 30p.

(EMBRAPA-CNPB. Documentos, 6).
7 em 1: a boa nova para trabalhar a terra. *Guia Rural*, São Paulo, v.4, n.12, p.42-43, dez. 1990.

SINOPSE PRELIMINAR DO CENSO AGROPECUÁRIO. Censos econômicos 1985 - Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, v.4, n.6, 1987.
VENDA de implementos segue em marcha lenta. *Dirigente Rural*, São Paulo, v.29, n.10, p.12-14, out. 1990.

ASPECTOS ERGONÔMICOS EM PROJETOS DE PEQUENOS EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS

Valtrudes Pereira Franco¹
Francisco Eduardo de C. Rocha²
Waldir Aparecido Marouelli³

Os pequenos equipamentos utilizados na mecanização agrícola têm sofrido evoluções empíricas ao longo da história, relacionadas com seu formato, sua adequação para reduzir esforços físicos do operador e a utilização de materiais mais resistentes, como foi o caso de ferramentas manuais, arados de tração animal, semeadoras, cultivadores e outros implementos.

Com a expansão da mecanização tratorizada, houve um desenvolvimento acentuado dos implementos, a partir dos de tração animal e humana, enquanto que, por questões de mercado, o desenvolvimento tecnológico de pequenos equipamentos foi relegado ao segundo plano, mantendo praticamente as formas e os processos de fabricação ainda baseados em métodos antigos e com tecnologias, algumas vezes, já superadas.

Entretanto, o nível da tecnologia utilizada e as condições de mercado não são

restrições para o desenvolvimento e para a fabricação de equipamentos de pequeno porte, mais eficientes e adequados às condições físicas do operador, principalmente no setor olerícola, onde predominam as pequenas áreas de cultivo intensivo e que dependem, em grande parte, desse tipo de equipamento.

Serão abordados a seguir, alguns aspectos ergonômicos, considerando-se basicamente as condições operacionais de pequenos equipamentos e implementos utilizados na olericultura, sobre os quais há carência de conhecimentos técnicos.

RELAÇÃO HOMEM-MÁQUINA NA AGRICULTURA

A relação entre homem e máquina e seus efeitos, considerando-se a facilidade de operar o equipamento, o conforto, a visibilidade, a localização, o tamanho e a forma de seus componentes de comando são aspectos estudados pela ciência conhecida por ERGONOMIA. Ao dimensionar uma máquina ou um implemento é necessário, no entanto, atentar não só para esses aspectos, mas também para as condições a que serão submetidos, para se

obterem resultados mais eficazes.

No caso da produção de hortaliças, o preparo do solo, que pode incluir o feito de canteiros e sulcos, ou exigir superfícies niveladas, pode ser realizado com equipamentos e/ou implementos de tração mecânica, animal ou humana, dependendo do tamanho da área e da disponibilidade de mão-de-obra e de equipamentos. Já na semeadura, que exige menor esforço, utilizam-se equipamentos e/ou implementos de tração humana ou animal em áreas menores e de tração mecânica para áreas maiores (Tewari; Datta, 1983).

Os equipamentos de pequeno porte, de tração humana ou motorizada, destinados ao trabalho em áreas com canteiros, devem ser projetados de forma que seus deslocamentos sejam facilmente executados por uma ou duas pessoas, proporcionando menor resistência ao rolamento, o que permitiria a distribuição dos esforços, através do uso de alça tipo rabiça, como mostra a Figura 1, sem alterar a direção de deslocamento (Rocha et al., 1990).

Visto que em horticultura os equipamentos de tração humana são os mais utilizados e com maior potencial, serão

¹ Engº Mec., M.Sc. - Pesq./EMBRAPA/CNPMS - Caixa Postal 151 - CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

² Engº Agríc., M.Sc. - Pesq./EMBRAPA/CNPMS - Caixa Postal 151 - CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

³ Engº Agríc., M.Sc. - Pesq./EMBRAPA/CNPB - Caixa Postal 07.0218 - CEP 70359 Brasília, DF.

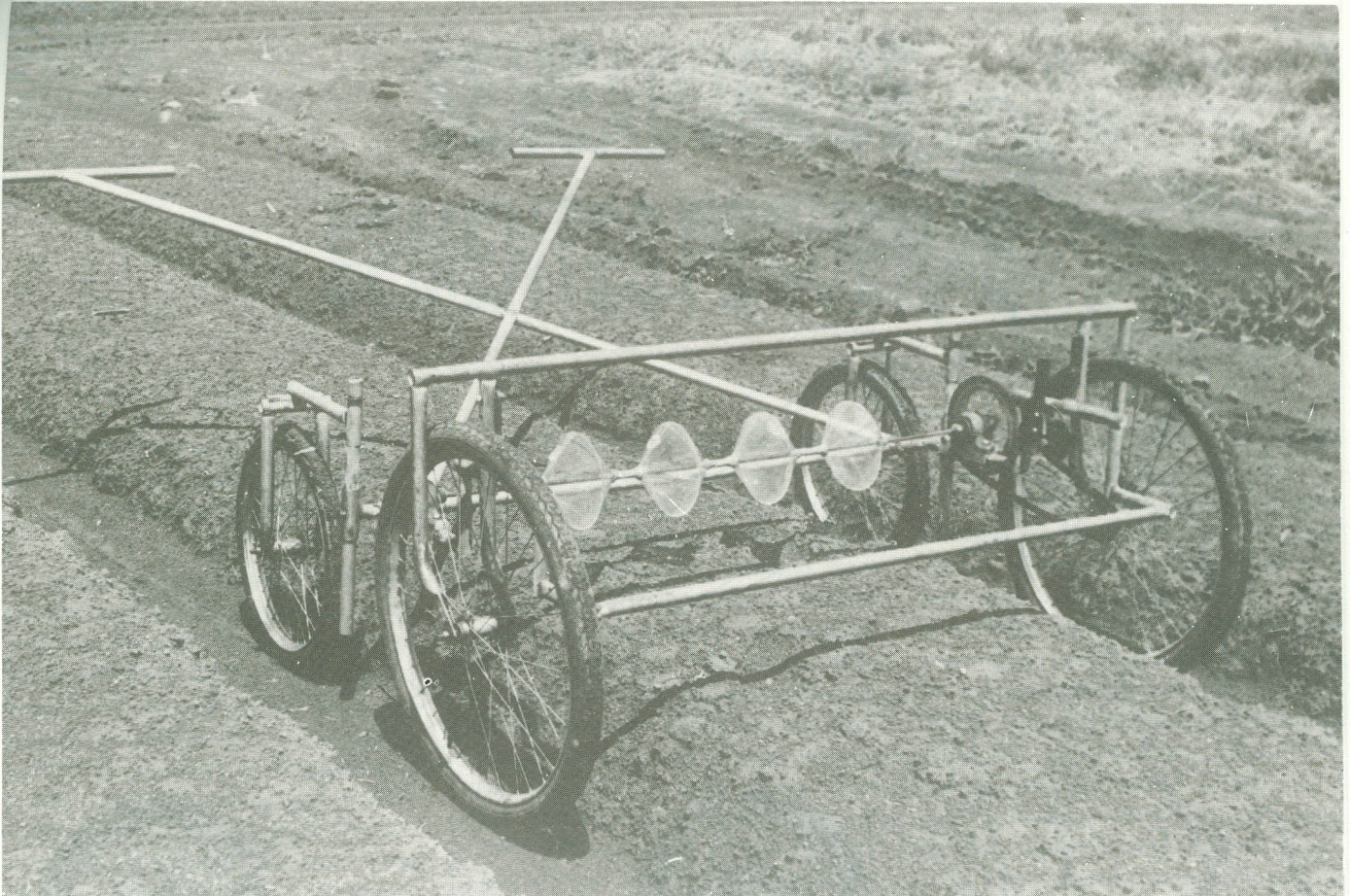


Fig. 1 – Semeadora projetada para trabalhar em áreas com canteiros para cenoura e dotada de sistema distribuidor de semente tipo chapéu chinês.

feitas algumas considerações sobre a interação homem-máquina para esses equipamentos.

EQUIPAMENTOS DE TRAÇÃO HUMANA

Certos equipamentos exigem do corpo humano um esforço mais concentrado em determinados músculos, podendo causar cansaço mais rapidamente, o que reduz a capacidade de trabalho do operador. Assim, deve-se procurar distribuir o esforço no maior número de músculos possível, por exemplo, alterando-se a posição de trabalho; ou utilizar outros meios para reduzir o esforço, o que permitirá um rendimento maior. Isso, muitas vezes, pode ser conseguido pela simples alteração de uma das características do equipamento.

Por exemplo, uma enxada com cabo curto, com ângulo de inclinação ou afiação inadequados pode prejudicar consideravelmente o rendimento da capina e provocar o cansaço prematuro do usuário. Uma forma de solucionar esse problema

seria adequar ao biotipo do usuário as dimensões do cabo da enxada, o ângulo de inclinação dela, bem como o seu peso e largura.

De modo geral, enxadas devem dispor de cabos com comprimentos entre 1,4 e 1,6m, conforme a altura do usuário. Nwuba; Kaul (1986) afirmam que o uso de enxadas devidamente encabadas diminui o esforço do usuário, podendo haver uma redução de demanda de energia humana de até 40% em relação à utilização de cabos curtos.

Visando a reduzir esforços de trabalho em equipamentos manuais, tem-se procurado adaptar rodas e sistemas de rolamentos, em vez de buchas, para diminuir a patinação e o esforço de tração. Esse esforço depende principalmente da resistência ao rolamento, que é função do peso do equipamento, do tamanho, da quantidade e da disposição das rodas e, ainda, das condições do solo.

A expressão a seguir, determina que a pressão no solo (P) é função da carga sobre a roda (C) e da área de conta-

to (A) que, no caso de rodas pneumáticas, é aproximadamente a área de uma elipse (Barger et al., 1963), dada por $A = 0,78.b.l$, onde b é a largura do pneumático e l o comprimento do seu contato com o solo. Logo:

$$P = \frac{C}{0,78 b l}$$

De acordo com essa expressão, para a mesma carga, deve-se procurar utilizar rodas de maior diâmetro e largura, a fim de reduzir a pressão sobre o solo e, conseqüentemente, o seu afundamento e resistência ao rolamento.

É sabido que equipamentos com rodas de mesmo diâmetro devem usar pneus mais largos em solos arenosos, e pneus mais estreitos em solos firmes, para reduzir o esforço do operador. Essa prática deve sempre ser observada.

Outro aspecto é que rodas montadas em tandem (uma à frente da outra) apresentam melhor desempenho que aquelas montadas em paralelo (uma ao lado da

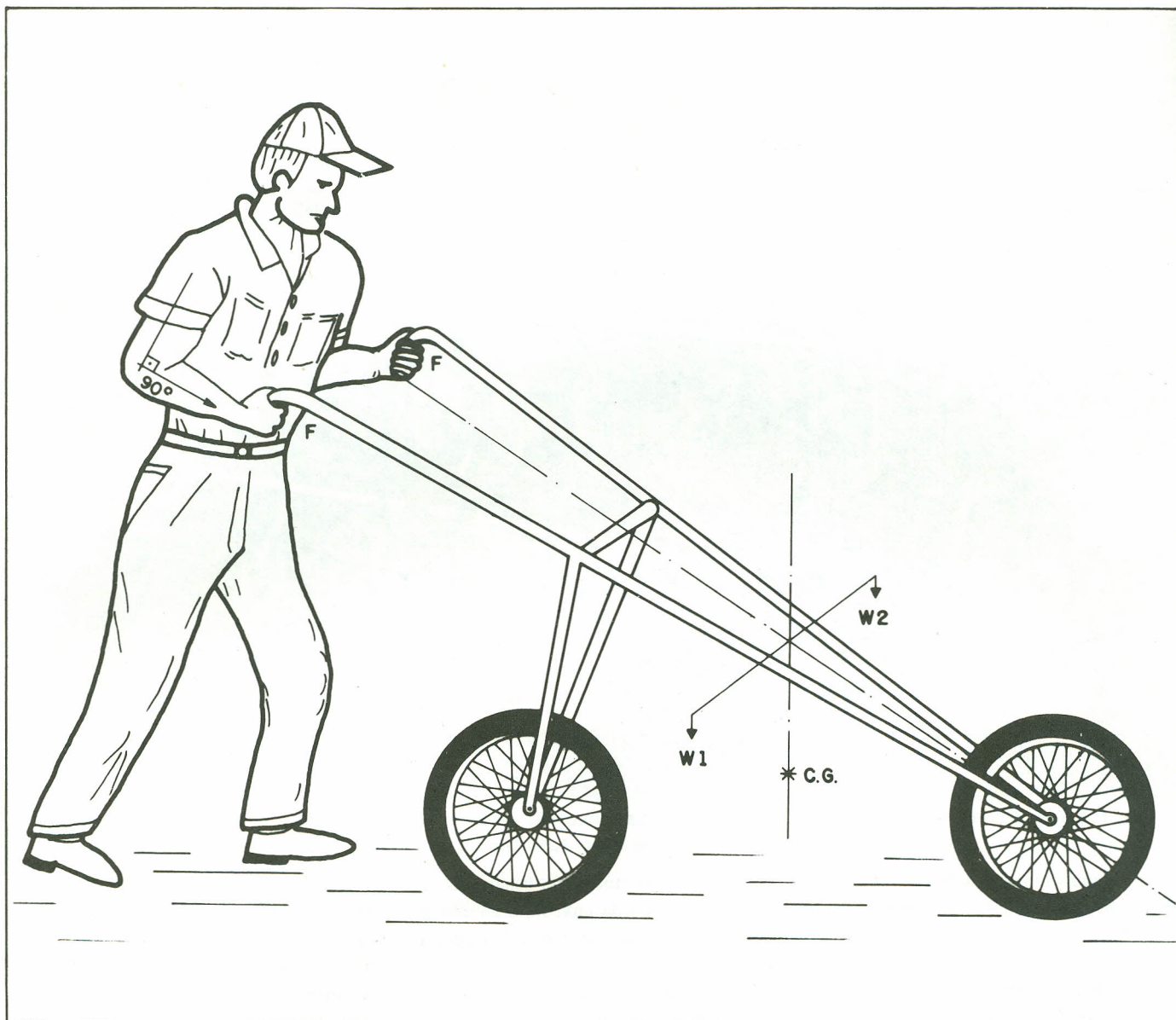


Fig. 2 – Esquema de um equipamento de operação manual montado sobre duas rodas em tandem, mostrando a distribuição de pesos W_1 e W_2 e a localização do centro de gravidade (CG).

outra), para rodas de mesmo diâmetro e largura. Isso se deve ao fato de que a resistência ao rolamento de rodas em tandem se dá principalmente na roda dianteira, visto que a segunda se desloca sobre o rastro já compactado da primeira. Já as paralelas apresentam a mesma resistência ao rolamento (Barger et al., 1963).

O desenvolvimento de equipamentos de plantio na horticultura deve também seguir esta linha de considerações, para que se reduzam os esforços do operador e se aumente o rendimento de trabalho. A Figura 2 mostra um equipamento desse tipo. Nele o peso foi bastante reduzido, devido ao uso de tubos metálicos e rodas pneumáticas dispostas em posição tipo tandem.

A altura do equipamento deve ser menor o quanto possível, para que o centro de gravidade fique próximo da superfície do solo e para que, conseqüentemente, não ocorra desequilíbrio durante o seu deslocamento, o que poderia afetar o alinhamento e o esforço necessário ao acioná-lo.

Além dos efeitos já citados, as condições de manejo do equipamento com rodas são importantes para o seu rendimento operacional, visto que a capacidade de executar trabalho de um homem é da ordem de 0,1 Hp, para operações contínuas, ou de até 0,4 Hp, para operações rápidas (Hopfen, 1969). Portanto, deve-se aproveitar de forma mais racional possível essa capacidade de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARGER, E. L., et al. *Tratores e seus motores*. São Paulo: Edgard Blücher, 1963. 397p.
- HOEPFEN, H. J. *Farm implements for arid and tropical regions*. Rome: FAO, 1969. 64p.
- NWUBA, E. I. U.; KAUL, R. N. The effect of working posture on the Nigerian hoe farmer. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, v.33, p.179-185, 1986.
- ROCHA, F. E. de C.; FOLLE, S. M.; MAROUELLI, W. A. *Protótipos de equipamentos para produção de hortaliças*. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1990. 30p. (EMBRAPA-CNPH. Documentos, 6).
- TEWARI, V. K.; DATTA, R. K. Development of a wetland seeder from mechanical and ergonomical considerations. *Agricultura Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, Tokyo, v.14, n.3, p.21-27, 1983.