

CUSTO OPERACIONAL DE UMA COLHEDORA CANA-DE-AÇÚCAR COM A CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE A VELOCIDADE E AS PERDAS NA COLHEITA

MARCOS A. MATOS¹, MARCOS MILAN², JOSÉ V. SALVI¹, ADRIANO B. M. SOUZA³

¹ Eng^{os} Agrônomos, Mestrandos em Máquinas Agrícolas, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, telefone (19) 3429 4165, R 230, e-mail: mamatos@esalq.usp.br.

² Eng^o. Agrônomo, Professor Doutor, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

³ Eng^o Agrícola, Mestre em Máquinas Agrícolas, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

**Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB**

RESUMO: A colheita mecanizada de cana-de-açúcar tem se expandido no país, pois, em determinadas condições, foram observados aumentos na capacidade operacional e reduções no custo em relação ao corte manual. Porém, o acompanhamento das perdas, que ocorrem durante a operação, é de fundamental importância em função do seu impacto na rentabilidade, mas poucos estudos foram realizados com essa finalidade. Considerando-se a importância do problema, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da velocidade de trabalho no custo operacional de uma colhedora de cana considerando-se as perdas visíveis totais. Para tanto se desenvolveu um modelo em planilha eletrônica, sendo as perdas em função da velocidade obtidas através de um ensaio a campo e utilizadas no modelo. Os resultados evidenciaram que existe uma faixa ótima de velocidade quando se considera as perdas, nas condições, nas condições propostas, para se obter o menor custo operacional.

PALAVRAS-CHAVE: mecanização, colheita, modelo.

OPERATIONAL COST OF A SUGAR CANE HARVESTER CONSIDERING INTERACTION BETWEEN SPEED AND LOSSES IN HARVESTING

ABSTRACT: The use of harvesters in sugar cane has been increasing due to is higher operational capacity and lower cost in relation to manual cut in some conditions. However, it is of mayor importance to follow the losses that occur during the operation because its impact on the profit. Few studies have been done over this matter. Due to the importance of the subject the aim of this current work was to evaluate the influence of the work velocity in the operational costs of a harvester taking in account the total visible losses. For this purpose a model was developed using an electronic sheet and the visible losses during harvesting were obtained by means on a field experiment. The results showed that there is an ideal range of velocity in order to obtain lower operation costs when losses are considered.

KEYWORDS: mechanization, harvest, model.

INTRODUÇÃO: A cultura da cana-de-açúcar representa, de acordo com CARVALHO (2005), aproximadamente 8% do produto interno bruto (PIB). A colheita de cana-de-açúcar é uma das fases mais importantes dessa atividade, e nos últimos anos tem passado por uma fase de substituição do corte manual para o mecanizado. De acordo com NUNES JUNIOR et al. (2003) 41,1% da produção foram colhidas mecanicamente na safra 2002-2003. No entanto, o acompanhamento sistemático dos custos operacionais das colhedoras de cana-de-açúcar é de fundamental importância no gerenciamento da operação em função do seu impacto na rentabilidade da atividade (BANCHI, 2005). Neste

contexto, as perdas visíveis resultantes da colheita mecanizada podem acarretar em variações significativas no custo operacional, e devido ao número de variáveis envolvidas e suas inter-relações, a utilização de modelos, caracterizada pela simplificação da realidade, pode auxiliar na quantificação mais efetiva e eficiente dessas perdas (TACHIBANA & MILAN, 2002). Tendo em vista a importância da colheita mecanizada para a cana-de-açúcar e das possíveis influências das perdas no custo operacional, o objetivo do trabalho é avaliar a influência da velocidade de trabalho no custo operacional de uma colhedora de cana considerando-se as perdas visíveis totais na colheita.

MATERIAL E MÉTODOS: A metodologia constou do desenvolvimento de um modelo em planilha eletrônica Excel® para o cálculo do custo operacional de colhedoras de cana e da determinação das perdas em função da velocidade de operação. O fluxograma básico do modelo pode ser visto na Figura 1.

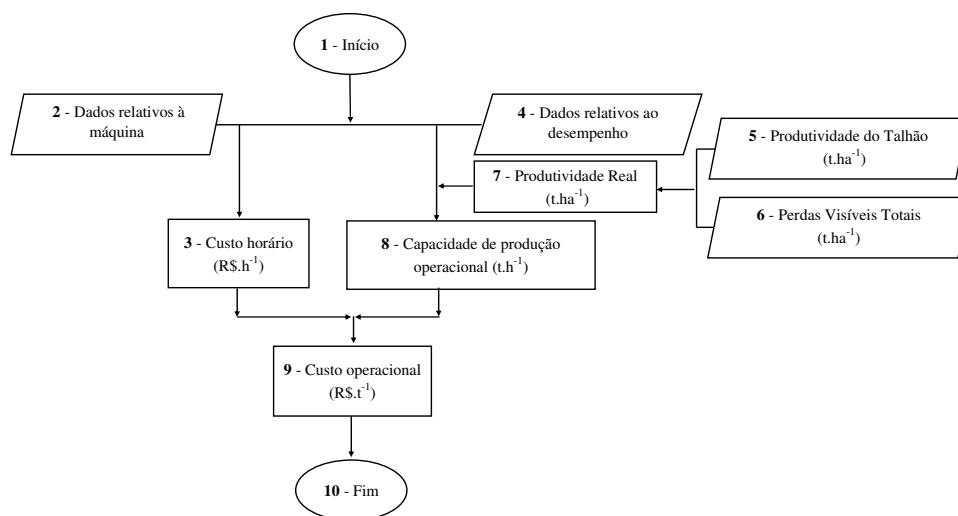


Figura 1. Fluxograma da rotina de cálculos utilizados no modelo

O algoritmo se inicia (1) com a solicitação da entrada de dados relativos à colhedora (2) permitindo o cálculo do seu custo horário (3). Com os dados relativos ao desempenho operacional (4) e a produtividade real da área (7) calcula-se a capacidade de produção operacional (8), que associada ao custo horário fornece o custo operacional (9), encerrando o programa (10). Para o cálculo do custo horário e operacional utilizou-se a metodologia proposta por MOLIN & MILAN (2002). A produtividade real da área (7) é calculada da diferença entre a produtividade do talhão (5) e as perdas visíveis totais (6) através da equação 1:

$$PR = Prt - Pvt \quad (1)$$

em que,

PR: produtividade real, em $t.ha^{-1}$;

Prt: produtividade do talhão, em $t.ha^{-1}$;

Pvt: perdas visíveis totais na colheita, em $t.ha^{-1}$.

As perdas visíveis totais (Pvt) foram analisadas como a quantidade de cana deixada no campo pela colhedora em função da velocidade, devido ao corte basal, processamento e as características do talhão e do canavial. Elas foram obtidas por meio da determinação da relação entre as perdas e a velocidade de trabalho na operação. Para tanto foi realizado um ensaio em uma usina de açúcar e álcool, situada no estado de São Paulo, com uma colhedora de 243 kW de potência do motor e rodado de esteira, em um canavial de produtividade média de $117,5 t.ha^{-1}$ e porte deitado. Os dados de velocidades de operação foram coletados por meio da utilização de um GPS de mão, marca Garmin, modelo eTrex Venture, em intervalos de velocidade de $1,0 km.h^{-1}$, denominados de classes. A menor classe de velocidade estabelecida foi de $3,1$ a $4,0 km.h^{-1}$ e a maior de $7,1$ a $8,0 km.h^{-1}$. As classes eram sorteadas e informadas ao operador para definir a sequência de realização do ensaio. Em cada classe de velocidade era feita a quantificação das perdas visíveis totais segundo a metodologia proposta por SALVI et al. (2006). Foram feitas análises de regressão, perdas em função da velocidade, utilizando-se do pacote estatístico SAS - Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 2001) com de 5% de

significância. Os dados do ensaio foram inseridos no modelo para a análise do custo operacional da colhedora considerando-se as perdas visíveis totais em função da velocidade de trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As perdas visíveis totais na colheita em função da velocidade de trabalho da colhedora apresentaram correlação significativa em nível de 5% de significância para as condições de ensaio, podendo ser expressa através da Equação 2:

$$y = 10,304x - 31,342 \quad (2)$$

em que,

y: Perdas visíveis totais na colheita, em %;

x: Velocidade de trabalho da colhedora, em km.h^{-1} .

A análise dos dados mostrou que existe uma correlação linear entre a velocidade de operação e as perdas visíveis totais de matéria prima para uma produtividade observada de $117,5 \text{ t.ha}^{-1}$ em canavial de porte deitado. O modelo adotado apresenta um coeficiente de determinação (R^2) de 67,9 %, significativo estatisticamente, Figura 2.

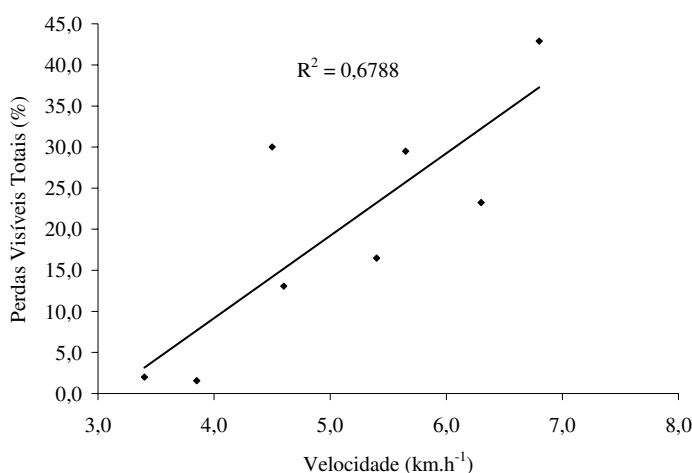


Figura 2. Perdas visíveis (%) em função da velocidade de trabalho (km.h^{-1})

Com base na equação 1 simulou-se o custo operacional para a colhedora utilizada no ensaio e nas mesmas condições de canavial, para o intervalo de velocidade e em duas condições: sem considerar as perdas e com as perdas incluídas, Figura 3.

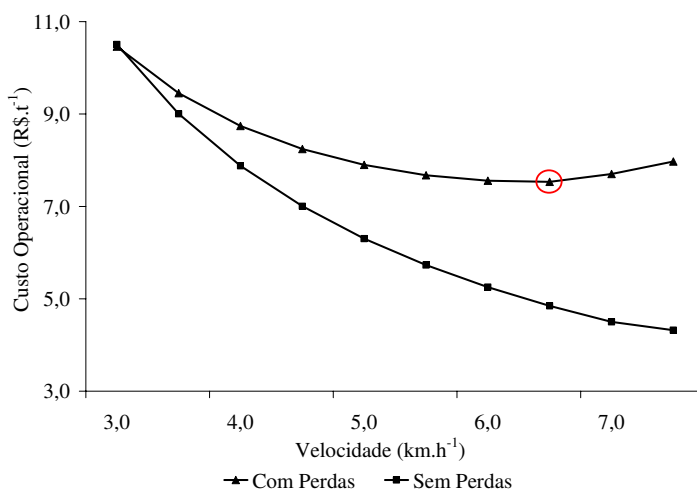


Figura 3. Relação entre o custo operacional e a velocidade de trabalho com a inserção das perdas visíveis totais na colheita e a sua inexistência

De acordo com a Figura 3 o aumento da velocidade de operação resulta em decréscimos nos custos operacionais quando não são consideradas as perdas visíveis na colheita. Dessa forma, o custo operacional é 61,0% inferior na máxima velocidade observada de $7,5 \text{ km.h}^{-1}$, quando comparada à

mínima de $3,0 \text{ km.h}^{-1}$ o que demonstra a importância dessa variável. Com esse resultado a interpretação é a de que se deve buscar sempre a maior velocidade de trabalho possível, o que implica em maior quantidade de cana colhida, para se obter a redução de custos. Porém, quando se considera as perdas visíveis totais e o seu impacto nos custos, o cenário muda. Para as condições em que esse trabalho foi desenvolvido, observa-se que o aumento da velocidade promove redução no custo operacional até o momento em que as perdas inviabilizam aumentar mais a velocidade o que ocorre aproximadamente a $6,5 \text{ km.h}^{-1}$. Essa velocidade seria aquela a ser recomendada para que a operação obtivesse o menor custo. Embora o modelo tenha analisado uma colhedora e uma condição específica de canavial, ele demonstra a importância e a necessidade em se considerar as perdas como um fator determinante na composição dos custos da colheita.

CONCLUSÕES:

Com o aumento da velocidade de operação ocorre a diminuição do custo operacional devido à maior quantidade de matéria prima colhida. Porém, ao se considerar as perdas, existe uma faixa de velocidade ótima para a redução do custo operacional dentro das condições do estudo, evidenciando a importância de se considerar as perdas em análises dessa natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCHI, A. D.; LOPES, J. R. Conceitos técnicos e econômicos na colheita mecanizada de cana-de-açúcar. Revista Alcoolbrás, v. 6, n. 91, p. 68-71. 2005.
- CARVALHO, E.P. Resultados da safra 2004/2005. São Paulo: coletiva à imprensa, UNICA, 2005. Disponível em www.unica.com.br. Acesso em dez/2005.
- MOLIN, J.P.; MILAN, M. Trator - Implemento: Dimensionamento, capacidade operacional e Custo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba;: Instituto de Pesquisas Florestais. 2002. p. 409-436.
- NUNES JUNIOR, D.; PINTO, R. S. A.; KIL, R. A. Indicadores de desempenho da agroindústria canavieira. (s afra 2002/2003). Ribeirão Preto, IDEA, 2003 195 p.
- SALVI, J. V.; MATOS, M. A.; SOUZA, A. B.; MILAN, M. A. Desempenho qualitativo de colhedoras de cana-de-açúcar. XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2006, João Pessoa - PB. No prelo.
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT Guide for personal computers**. 8.ed. Cary: SAS Institute; 2001.
- TACHIBANA, A.; MILAN, M. Modelo para avaliação de sistemas mecanizados para aplicação de defensivos em culturas perenes. Revista Engenharia Agrícola, v. 22, n. 1, p. 101-109. 2002.