



**Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola
MMA: Máquinas e Mecanização Agrícola**

069 - SIMULAÇÃO DE PERDAS QUANTITATIVAS EM MECANISMO CONVENCIONAL DE TRILHA E SACA-PALHAS¹

CRISTIANO M. A. SOUZA² DANIEL M. QUEIROZ³ FRANCISCO A. C. PINTO³, EVANDRO C. MANTOVANI⁴

¹ Pesquisa financiada pela FAPEMIG e pela FINEP

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, DEA-UFV. E-mail: csouza@vicoso.ufv.br

³ Prof. Adjunto, DEA-UFV, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: queiroz@ufv.br e facpinto@ufv.br

⁴ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. E-mail: evandro@cnpmc.embrapa.br

Escrito pra apresentação no
XXXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2003
28 de julho a 01 de agosto de 2003 - Goiânia - GO

RESUMO: O desempenho de uma máquina colhedora de grãos está diretamente relacionado às características mecânicas dos mecanismos de trilha e separação nela utilizados. Além disso, estes mecanismos influenciam as perdas quantitativas e qualitativas de produto durante o processo. Diante disso, desenvolveu-se um programa de computador para simular os processos de trilha e separação de uma máquina colhedora de grãos. Esse programa permitiu estimar as perdas que ocorrem no sistema em função das variáveis associadas ao processo e apresentou boa interface do usuário, mostrando relativa facilidade de uso quando comparados aos programas já desenvolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: grãos, colheita, modelagem

**QUANTITATIVE LOSSES SIMULATION IN THRESHING MECHANISM AND
STRAW-WALKER**

ABSTRACT: The combine harvester performance is directly related to the mechanical characteristics of the used threshing and separating systems. Besides, these systems define the quantitative and qualitative losses of the product during the harvesting. A software for simulating the threshing and separating processes of grain harvester combines was developed. This program allowed to estimate the losses grains as a function of the associated variables to the process and provides an intuitive user interface. The could simulate the separation process efficiently.

KEYWORDS: grains, harvesting, modeling

INTRODUÇÃO: A colheita mecânica apresenta uma série de vantagens em relação aos processos de colheita manual. Dentre as vantagens pode-se destacar o menor custo para realizar a operação, a redução no tempo de colheita e a redução no esforço a que os trabalhadores rurais precisam fazer, uma vez que a colheita é uma das etapas mais árduas na cadeia de produção de grãos. Um dos grandes problemas associados à colheita de grãos está relacionado com as perdas quantitativas e qualitativas a que os produtos estão submetidos. Dependendo das condições de colheita e da regulagem da colhedora as perdas de grãos podem superar 10% do total produzido. Além de problemas associados à regulagem das máquinas, as perdas tanto qualitativas quanto quantitativas estão associadas ao fluxo de material e às condições do material que entra na colhedora. Cada mecanismo de uma colhedora tem uma capacidade de processamento que depende das suas características mecânicas e das condições do produto que está

sendo colhido. Sempre que se ultrapassa a capacidade limite de um dado mecanismo perdas tanto quantitativa quanto qualitativa podem ocorrer, além do risco de embuchamento da máquina. Prever o comportamento dos diversos mecanismos que compõem uma máquina de colheita não é tarefa fácil diante da complexidade dos processos envolvidos, ainda sim, trabalhos devem ser desenvolvidos visando simular o comportamento de um ou mais mecanismos utilizados em colhedoras de grãos. A implementação de programas de computador para simular os processos de trilha e separação em uma colhedora de grãos pode ajudar os engenheiros e pesquisadores que trabalham na área de colheita mecanizada a entender melhor os diversos aspectos ligados à estes processos. A partir daí trabalhos podem ser desenvolvidos visando desenvolver projetos de máquinas mais eficientes ou encontrar as condições ideais de funcionamento das máquinas já existentes. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo a implementação de modelos de simulação e a realização de análise de sensibilidade dos processos de trilha e separação em colhedoras de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi desenvolvido no PROVISAGRO/DEA/UFV. Um programa computacional orientado a objetos, com interface do usuário amigável e flexível foi desenvolvido para simular os processos de trilha e de separação em uma colhedora combinada de grãos. Um sistema de banco de dados contendo as características de colhedoras foi implementado no programa desenvolvido. Para simular a eficiência de trilha e separação do côncavo de uma máquina de fluxo tangencial foi utilizada o modelo proposto por HUYNH et al. (1982).

A taxa média de ocorrência da separação entre a panícula ou espiga e os grãos foi determinada a partir da energia cinética que o cilindro transfere ao sistema. A taxa média de ocorrência da passagem dos grãos através de uma camada de palha foi determinada considerando-se as forças gravitacional e centrífuga e a resistência oferecida pela palhada. A taxa média de ocorrência da passagem dos grãos através das grades do côncavo foi determinada a partir da teoria utilizada para prever a passagem de partículas pelo crivo de uma peneira. A velocidade média de avanço do material palha-grão na região de trilha foi determinada a partir da velocidade de entrada do produto no mecanismo de trilha e da velocidade tangencial do cilindro.

O índice de perdas no saca-palhas foi determinado a partir da relação entre a massa de palhada e a massa de grãos, da eficiência de separação do côncavo, da altura da camada de palha e do comprimento do saca-palhas, conforme modelo proposto por ORTIZ-CAÑAVATE & HERNANZ (1989). A altura da camada de material no saca-palhas foi calculada em função da massa específica e da velocidade de deslocamento longitudinal da palhada e da largura do saca-palhas. A quantidade de grãos perdida no saca-palhas por unidade de tempo foi calculada em função do índice de perdas no saca-palhas e do total de grãos que entra nesse mecanismo.

Para simular o processo de trilha e de separação numa colhedora com sistema de trilha convencional partiu-se de uma cultura com produtividade média de 3,0 t ha⁻¹, apresentando relação palha/grão média igual a unidade, massa específica da palhada igual a 24,0 kg m⁻³. Os grãos apresentavam teor médio de água de 12,0% e diâmetro equivalente médio de 0,0042 m. A colhedora apresenta 3,5 m de largura da plataforma de corte. O sistema convencional de trilha da colhedora apresentava 1,32 m de largura do cilindro, 0,54 m de diâmetro do cilindro e 0,48 m de comprimento do côncavo. A velocidade do produto na entrada do sistema de trilha e a velocidade periférica do cilindro foram de 2,7 e 30,8 m s⁻¹, respectivamente.

Assumiu-se coeficientes de deslizamento da esteiras de alimentação do sistema de trilha e das barras do cilindro iguais a 0,40. A abertura entre cilindro e côncavo usada foi de 0,013 m. A distância entre as barras longitudinais do côncavo foi de 0,019 m, a distância entre as barras radiais do côncavo foi de 0,033 m, o diâmetro das barras longitudinais do côncavo e a largura das barras radiais do côncavo foi de 0,0095 m. A velocidade de deslocamento da palhada no saca-palhas foi de 0,4 m s⁻¹. O saca-palhas apresentava comprimento de 2,40 m e largura de 0,70 m. A massa específica da palhada no saca-palhas foi de 15,0 kg m⁻³.

Os fatores de debulha e de correção usados foram obtidos da literatura, apresentando valores de 0,0027 e 2,25, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para testar os modelos, vários cenários foram simulados por meio do programa computacional desenvolvido e confrontados com resultados simulados obtidos por HUYNH et al. (1982) e SOUZA et al. (1998). Valores numéricos com acurácia superior a duas casas decimais foram obtidos para as variáveis avaliadas. A janela de entrada de dados e exibição dos resultados para análise de perdas em colhedoras com sistema convencional de trilha e saca-palhas é apresentada na Figura 1. Como resultados de saída são apresentadas a eficiência de separação no côncavo e no saca-palhas.

FIGURA 1. Janela de entrada e saída de dados para simulação de sistemas convencionais de trilha e separação.

Verifica-se que a eficiência de separação do côncavo simulada apresenta comportamento quadrático com o aumento de seu comprimento para os valores de eficiência mais elevados. À medida que se aumenta a velocidade de deslocamento da colhedora aumenta-se a taxa de alimentação, mas esse aumento provoca pequena redução na eficiência de separação do côncavo da máquina (Figura 2).

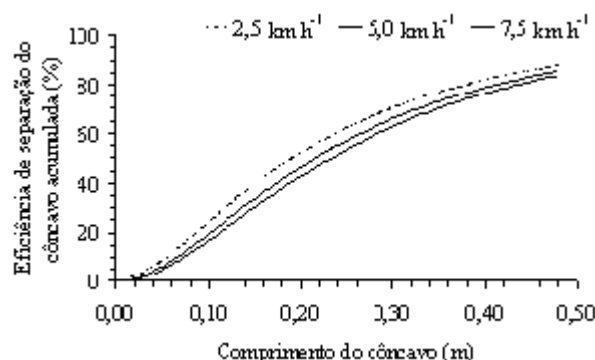


FIGURA 2. Eficiência de separação do côncavo acumulada, em função do comprimento do mesmo para as respectivas velocidades de deslocamento da colhedora.

Pode-se observar que a eficiência de separação aumenta com o aumento da velocidade periférica do cilindro trilhador e reduz a medida que se aumenta a taxa de alimentação (Figura 3). Observa-se que

nesse caso a variação da eficiência de separação em função da taxa de alimentação apresenta comportamento distinto daquele apresentada na Figura 2. Na Figura 4 pode ser verificado que as perdas no saca-palhas reduzem-se com a diminuição da velocidade de deslocamento da máquina e exponencialmente com o aumento do comprimento do saca-palhas. O aumento da velocidade da palhada no saca-palhas ocasionou diminuição do índice de perdas, sendo que o aumento da velocidade de trabalho da colhedora deslocou as curvas para novos pontos operacionais (Figura 5). Isso mostra a importância de se ter a velocidade da palhada no saca-palhas regulável para evitar perdas devido a variação da taxa de alimentação da colhedora.

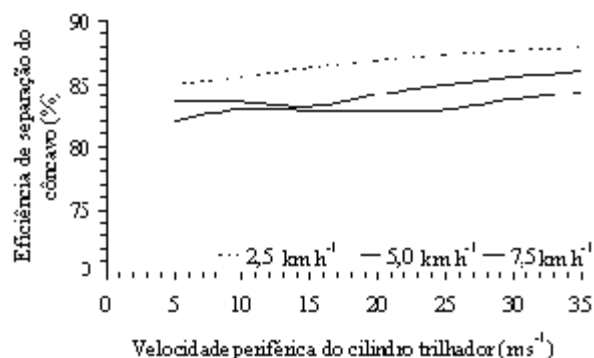


FIGURA 3. Eficiência de separação do côncavo, em função da velocidade periférica do cilindro trilhador, para as respectivas velocidades de deslocamento da colhedora.

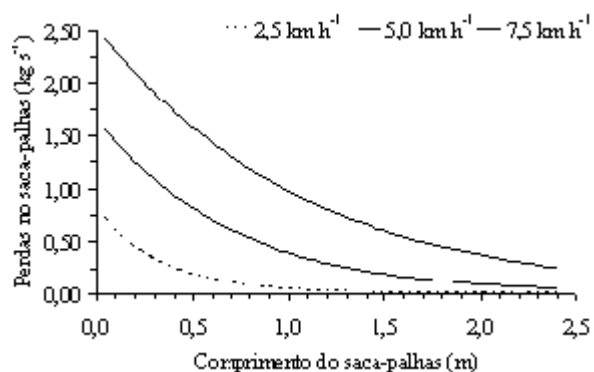


FIGURA 4. Perdas no saca-palhas, em função do comprimento do mecanismo, para as respectivas velocidades de deslocamento da colhedora.

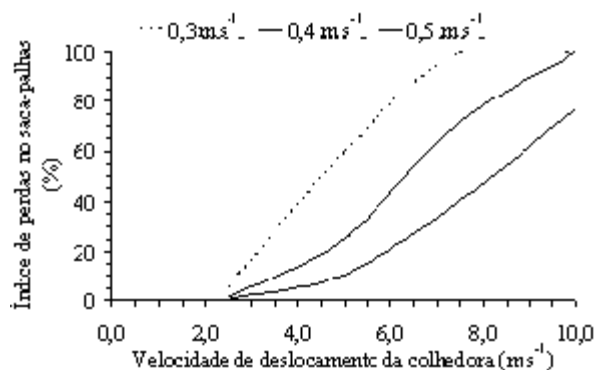


FIGURA 5. Índice de perdas no saca-palhas, em função da velocidade de deslocamento da colhedora, para as respectivas velocidades da palhada no saca-palhas.

CONCLUSÕES: O processo de trilha e separação no sistema convencional mostrou-se mais influenciado pela taxa de alimentação que os demais parâmetros. Para uma mesma taxa de alimentação da colhedora, a eficiência de separação do côncavo aumentou com o aumento de seu comprimento e da velocidade periférica do cilindro trilhador. As perdas no saca-palhas diminuíram com o aumento de seu comprimento e da velocidade da palhada no mesmo, e com a diminuição da taxa de alimentação da máquina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HUYNH, V.M.; POWELL, T.; SIDDALL, J.N. Threshing and separating process – A new mathematical model. Transactions of the ASAE, St. Joseph, Michigan, v.25, n.1, p.65-73. 1982.

ORTIZ-CAÑAVATE, J.; HERNANZ, J.L. Técnica de la mecanizacion agraria. 3a. Edição. Madrid, Espanha, Ediciones Mundi-Prensa. 1989. 641p.

SOUZA, C.M.A.; PINTO, F.A.C.; MANTOVANI, E.C.; QUEIROZ, D.M. Simulação e análise do processo de trilha e separação mecânica do milho-pipoca. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, v.2, n.2, p.212-218. 1998.