

## MEDIDAS DE RESISTÊNCIA DINÂMICA DE GRÃOS

C.S. Chang\*  
E. Fenz\*\*  
J.A. Sousa Costa\*\*\*

### RESUMO

Foi feita uma investigação preliminar sobre a resistência dinâmica de grãos de feijão, utilizando um pêndulo especialmente construído.

Foram testadas amostras de feijão com 32,5% e 10,6% de teor de umidade.

Os resultados indicaram que os grãos mais secos apresentam menor resistência e absorção de energia que os de maior teor de umidade.

Também, parece existir uma tendência de que, aumentando-se a velocidade de corte, também se aumentam a resistência ao impacto e a capacidade de absorção de energia. Esta tendência parece ser mais significativa para os grãos mais úmidos que para os secos.

Para obtenção de resultados mais conclusivos, há necessidade de maiores investigações.

### SUMMARY

A preliminary investigation of bean grains dynamic strength, has been done, by using a special constructed pendulum.

Samples of wet grains with 32,5% of moisture content and dry grains with 10,6% of moisture content were tested.

The results indicated that the dry grains have less resistance and energy absorption than wet grains.

The results also indicated that, it seems to exist a tendency of, increasing cutting velocity, also increases the impact resistance, and energy absorption capacity.

This tendency seems to be more significant for wet grains, than for dry grains.

However, further investigations are needed to get further conclusions.

### INTRODUÇÃO

Informações sobre a resistência dinâmica de grãos são necessárias para o projeto de trituradores em máquinas de processamento de alimentos. Estas informações são também bastante úteis, com a finalidade de se minimizar a danificação de grãos, através de projeto apropriado de colheitadeiras.

- 
- (\*) Prof. da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, Campinas - SP  
(\*\*) Engº Agrônomo - Divisão de Engenharia Agrícola, Instituto Agronômico de Campinas - SP  
(\*\*\*) Engenheiro Agrônomo - Divisão de Engenharia Agrícola, Instituto Agronômico de Campinas - SP.

Já foi demonstrado que a colheita de milho no Brasil apresenta percentuais de danos mecânicos numa faixa de 0-4% no caso de colheita manual e chega a atingir até 15% no caso de colheita através de combinadas (CORTES *et alii* 1978).

O exame dos grãos danificados, mostra que a danificação normalmente ocorre através de trincas ou mesmo quebra da semente, devido à ruptura causada por ação de cisalhamento e esmagamento.

O esmagamento do grão no triturador e a danificação na colheitadeira são provocados por uma ação dinâmica, na qual o papel representado pela velocidade precisa ser levado em consideração, para a medida da resistência dinâmica dos mesmos.

Um dispositivo bastante simples para a medida da resistência dinâmica ao cisalhamento, é constituído por um pêndulo simples (MOHSEIN 1970, BURAMASTROVA, *et alii* 1963) desde que a energia liberada pelo mesmo e a velocidade no momento do impacto, são valores pré-determináveis (SPIEGER 1967). A energia consumida pelo material, durante o cisalhamento e a resistência dos mesmos, são mensuráveis e calculáveis.

O objetivo deste estudo é a construção de um dispositivo pendular, que atenda às necessidades citadas, e ainda realizar uma investigação preliminar sobre a resistência dinâmica de grãos.

Neste trabalho preliminar, apenas sementes de feijão foram utilizadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi feito mediante um embasamento teórico, estando as principais equações matemáticas envolvidas, desenvolvidas a seguir.

Equações:

Resistência Dinâmica de Cisalhamento (R) é determinada pela fórmula:

$$R = \frac{E_c}{AD} \quad (1)$$

onde:

- R = Resistência dinâmica de cisalhamento em Kgf/mm<sup>2</sup>
- E<sub>c</sub> = Energia consumida no cisalhamento
- A = Área da seção transversal envolvida em mm<sup>2</sup>
- D = Espessura do material cortado pelo pêndulo, na direção tangencial (ou o menor diâmetro da elipse gerada pela seção transversal) - mm

Energia Consumida no Cisalhamento (E<sub>c</sub>) - determinada pela fórmula:

$$E_c = \bar{W} \bar{r} \left| (1 - \cos \theta_i) - (1 - \cos \theta_f) \right|$$

$$E_c = \bar{W} \bar{r} \left( \cos \theta_f - \cos \theta_i \right) \quad (2)$$

onde:

- $\bar{W}$  = Peso total do pêndulo em Kgf
- $\bar{r}$  = Distância do centro de rotação ao centro de gravidade em mm
- $\theta_i$  = Ângulo inicial do pêndulo em graus
- $\theta_f$  = Ângulo final do pêndulo após o impacto em graus

Velocidade de Corte (v) - calculada pela fórmula:

$$v = \theta L \quad \text{ou}$$

$$v = L \times \sqrt{\frac{2 \bar{W} \bar{r}}{I_o} (1 - \cos \theta_i)} \quad (3)$$

onde:

$\theta$  = Velocidade angular do pêndulo, no momento do impacto, na posição central em Rad/seg.

L = Comprimento medido entre o centro de rotação e a extremidade do pêndulo - mm

$I_o$  = Momento de inércia - Kg.mm<sup>2</sup>

#### Construção:

Um pêndulo composto como mostrado na Figura 1, foi construído, sendo constituído por um braço metálico (aço) de 630 x 37 x 3mm e um peso em forma de tronco de cilindro com diâmetro de 60mm e 30mm de espessura. O peso total é de 1,21 Kg. A distância do centro de gravidade ao centro de rotação é de 50cm. Uma peça de forma retangular, destinada a realizar o impacto, com 10 x 50mm foi fixada ao centro da extremidade do peso cilíndrico.

Pode ser utilizada uma faixa de velocidade variável de 0,54-4m/seg.

Um gatilho de disparo rápido (para liberar o pêndulo) foi também construído.

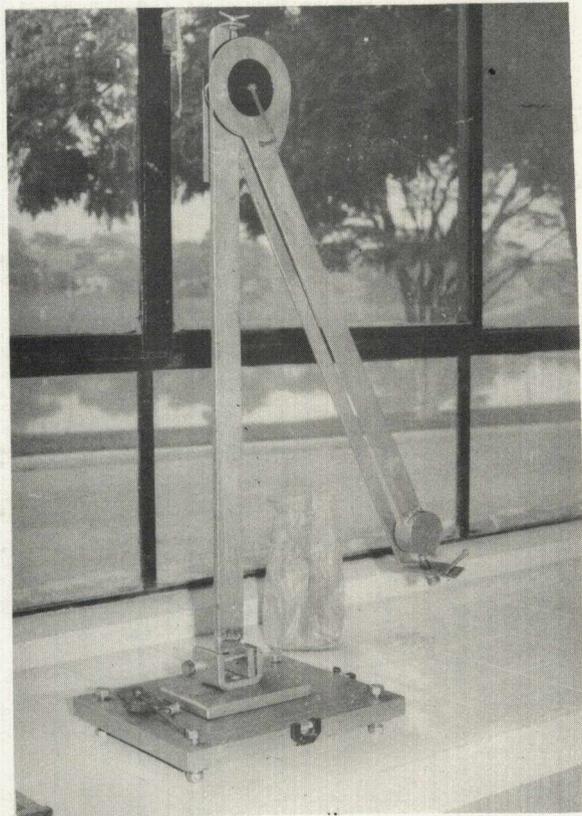


FIGURA 1 - Pêndulo de construção especial, para testes de Resistência Dinâmica de Grãos.

### Calibração:

Foi feita uma calibração para cada velocidade testada, com ângulos iniciais ( $\theta_i$ ) de  $10^\circ$  a  $90^\circ$ . O ângulo inicial ( $\theta_i$ ) e o correspondente ângulo final, ( $\theta_f$ ) na ausência de material a ser cortado (em condição livre), foram checados. As perdas por fricção em cada leitura foram excluídas.

### Experimentos Realizados:

O material utilizado neste experimento, constituiu-se de amostras de feijão, variedade "carioquinha."

Dois grupos de testes foram realizados. Em um, foram utilizados grãos de feijão de colheita recente, com 32,5% de umidade e, no outro, grãos de feijão já secos com teor de umidade de 10,6%.

Foram testadas nove diferentes velocidades para os grãos recém colhidos e sete diferentes velocidades para os grãos secos, com cinco (5) repetições para cada velocidade.

Os resultados estão apresentados nas Figuras 2 e 3.

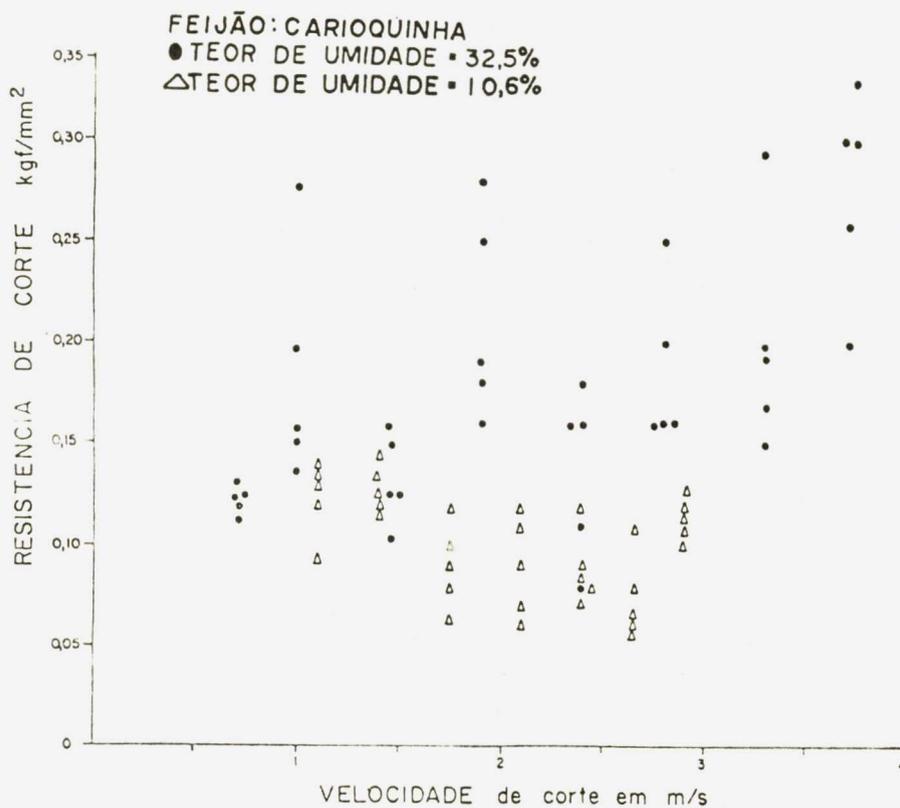


FIGURA 2 - Resistência ao Corte versus Velocidade do Pêndulo, em grãos de feijão com dois teores de umidade.

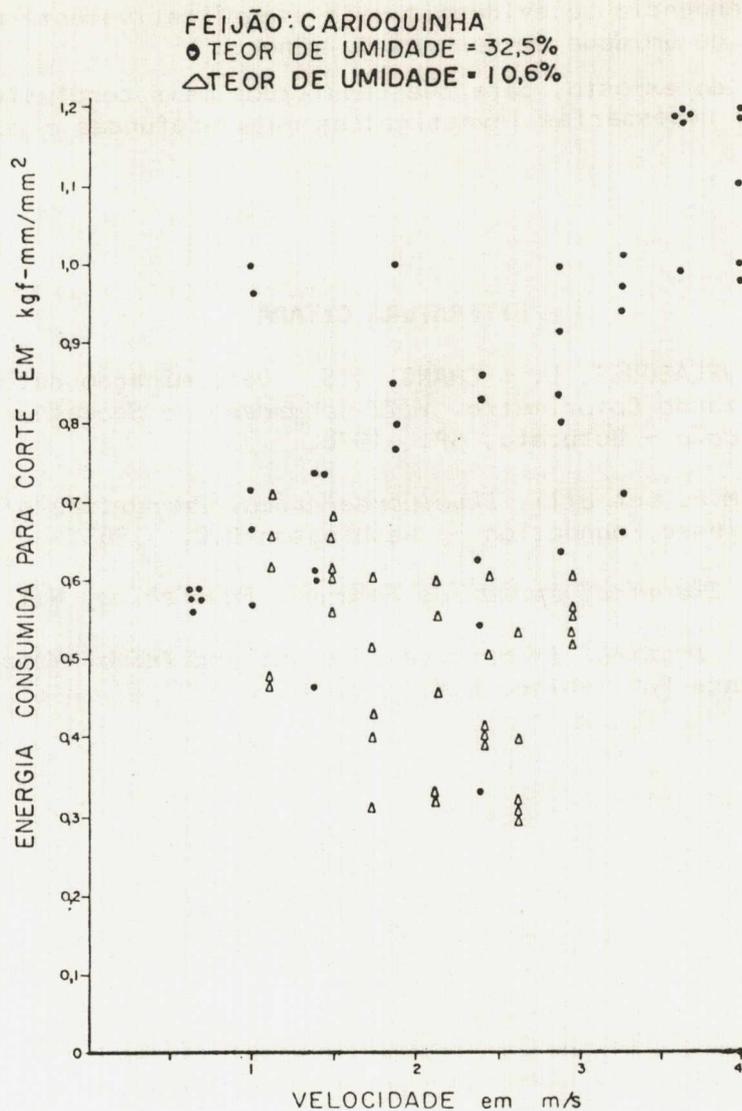


FIGURA 3 - Energia Consumida no Corte versus Velocidade, em grãos de feijão com dois teores de umidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média dos valores de resistência ao cisalhamento e de energia consumida por grão, com dois (2) diferentes teores de umidade foram plotados contra velocidade de corte, como mostrado, respectivamente, nas Figuras 2 e 3.

Os resultados demonstraram que parece haver uma forte influência do fator teor de umidade. Os grãos mais secos, com 10,6% de umidade, apresentaram menor resistência à absorção de energia que os de teor de umidade ao redor de 32,5%, tendo essas diferenças (resistência e consumo de energia) variando de 20-60%. Isto se deve provavelmente ao fato de que os grãos secos são um material quebradiço, com propriedades similares ao ferro fundido, com pequena resistência ao impacto.

Parece haver uma tendência no sentido de que, aumentando-se a velocidade aumentam-se, também, os valores de resistência e energia absorvida.

Esta tendência se evidencia mais significativamente no caso dos grãos com maior teor de umidade do que nos de menor.

Diante do exposto, para que resultados mais conclusivos possam ser obtidos, tornam-se necessárias investigações mais profundas e completas.

#### LITERATURA CITADA

- CORTES, J.E., VELASQUES, L. & CHANG, C.S. Determinação de Dano Mecânico me Grãos Utilizando Colorímetro. VIII Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola - Botucatu, SP. 1978.
- BURAMISTROVA, M.F. et alii. *Physicomechanical Properties of Agricultural Crops*. National Science Foundation - Washington D.C. 1963.
- SPIEGEL, M.R. *Theoretical Mechanics Schaun's Publishing*, N.Y. 1967.
- MOHSEIN, N.N. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Cordon and Breach Science Publishing, N.Y. 1970.