

AValiação DO DESEMPENHO DO DESINTEGRADOR/PICADOR/MOEDOR (DPM) NA MOAGEM DO MILHO

Denílson Eduardo Rodrigues¹, Gutemberg Pereira Dias², Haroldo Carlos Fernandes³,
Tarcísio de Assunção Pizziolo⁴

RESUMO

A maioria dos alimentos que compõem a ração dos animais em uma propriedade agrícola deve ser desintegrada, picada ou moída, utilizando-se, para isso, equipamentos próprios, entre eles os denominados Desintegradores/Picadores/Moedores (DPMs). O objetivo que se teve com a realização deste trabalho foi o de se fazer uma avaliação comparativa do desempenho de cinco marcas comerciais desses equipamentos. Para que isso fosse possível, avaliaram-se a demanda de potência, a capacidade de processamento, o consumo específico de energia, a distribuição granulométrica do produto moído pelo DPM e o nível de ruído no posto de trabalho. Observou-se baixa capacidade de processamento e alto consumo específico de energia quando o equipamento operou com a peneira de 0,8 mm, recomendada pelos fabricantes para a produção de fubá, sendo sugerida sua substituição pela de 3 mm. O nível de ruído medido durante os ensaios, em todas as máquinas, esteve bem acima do limite de 85 dB(A), recomendado pelo Ministério do Trabalho do Brasil.

Palavras-chave: desintegrador, distribuição granulométrica, ruído.

ABSTRACT

Performance evaluation disintegrator/chopper/grinder (DPM) corn grinders

Most components of animal ration in a farm must be disintegrated, chopped or crushed by using adequate equipment, such as disintegrator/chopper/grinder (DPMs). The objective of this work was to compare the performance of five corn grinders. Evaluation was performed for power demand, processing capacity, specific energy consumption, granulometric distribution of the product output by the machine and noise in the work place. A low processing capacity and a high specific consumption of energy for sieve 0.8 mm was observed. The level of measured noise during assays in all machines was above the limit of 85 dB(A), that is recommended by the Ministry of Labour in Brazil.

Keywords: disintegrator, granulometric, distribution, noise.

¹ Engenheiro Agrícola. Professor. Substituto, D.S., Departamento de Engenharia de produção, UFV, E-mail: deduardo@ufv.br

² Professor Aposentado, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, E-mail: gpdias@uenf.br

³ Engenheiro Agrícola. Prof. Adjunto, D.S., Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, E-mail: haroldo@ufv.br

⁴ Engenheiro Eletricista, Professor do Departamento de Engenharia de Produção, UFV, E-mail: pizziolo@ufv.br

INTRODUÇÃO

A avaliação de desempenho de máquinas agrícolas consta de caracterização e julgamento de atributos, reflexo do conhecimento dos parâmetros científicos e tecnológicos implícitos no projeto e na construção, em função da missão que deve cumprir no processo de produção agropecuária ou florestal (Mialhe, 1987). Segundo Henderson & Perry (1976), o desempenho de uma máquina de moagem é caracterizado pela capacidade de produção, pela potência requerida por unidade do produto produzido, pela forma e pelo tamanho do produto, antes e após o processo de moagem.

Segundo Hall & Arango (1968), em geral, os equipamentos utilizados para a moagem são classificados em quatro tipos: moinhos de discos, moinhos de martelos, moinhos de rolos e moinhos combinados.

Dias et al. (1998) montaram uma bancada para avaliação do desempenho de máquinas agrícolas, que constou de um sistema de aquisição de dados computadorizados e sensores apropriados, que permitiram monitorar as seguintes grandezas:

- Tensão e corrente elétrica no motor, bem como a defasagem tensão/corrente; e

- Torque, velocidade angular e temperatura, em pontos da máquina e do motor.

Estudando o efeito do grau de moagem (2,5; 3,5; 4,5; e 10,0 mm de diâmetro dos furos das peneiras) sobre o valor energético do milho para frangos de corte, Zanotto et al. (1994) mediram o tempo de moagem e a energia elétrica consumida. Os autores concluíram que o grau de moagem não influenciou o valor energético do milho, porém, ao aumentar o grau de moagem de 2,5 para 10,0 mm, economizaram-se energia elétrica e tempo de moagem.

Para verificar o efeito do grau de moagem do milho, com diâmetros médios das partículas de 0,509; 0,645; 0,799; e

1,026 mm, sobre a digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação, Zanotto et al. (1995) observaram que a digestibilidade das dietas e o desempenho dos suínos aumentaram com a diminuição do Mf (módulo de finura) ou do diâmetro médio das partículas de milho e sorgo. No caso do milho, os melhores resultados ocorreram quando Mf esteve entre 2,29 e 2,63 e o diâmetro médio entre 0,50 e 0,65 mm (peneira 2,5 a 4,0 mm). Segundo Jardim (1976), em rações destinadas à alimentação de gado bovino, o milho deve ser incluído, de preferência como quirera ou fubá, para evitar desperdícios, pois, grãos inteiros não são bem digeridos e podem acarretar perdas da ordem de 20%.

Outro aspecto concernente ao desempenho dos moedores é o nível do ruído. A Legislação Brasileira sobre Atividades e Operações Insalubres, a NR15 da Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho (MTb), estabeleceu que o nível máximo permitido, para 8 horas de exposição diária, é de 85 dB (A).

Assim, com a realização deste trabalho teve-se como objetivo específico avaliar a demanda de potência, a capacidade de processamento, a distribuição granulométrica do produto triturado pelo moedor, o desgaste dos martelos e o nível de ruído no posto de trabalho do operador da máquina.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ensaio de Equipamentos Eletrorrurais do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Para condução dos testes de avaliação, cinco máquinas novas, marcas comerciais distintas, foram adquiridas no mercado, sem nenhuma alteração em seu projeto original. Por não existir regra definida para o ensaio, os nomes dos fabricantes foram preservados e as máquinas

nomeadas apenas por números (máquina 1, máquina 2 etc).

Nos testes, foram utilizados motores elétricos monofásicos de 3,75 kW (5 cv), cinco jogos de peneiras de 0,8; 3,0; 5,0; e 10,0 mm para cada DPM, um sistema de aquisição de dados "spider 8" conectado a um microcomputador e o programa computacional "catman". O produto processado nos moinhos foi o milho (*Zea mays L*), com teor de água, quantificado por meio do método padrão de estufa (105°C por 24 horas).

Para realização dos testes e avaliação dos resultados, foram adotadas as orientações americanas e alemãs, conforme literatura consultada, sendo, no entanto, estabelecida de forma unilateral pela própria unidade de avaliação, em razão de ainda não existir uma norma brasileira oficial, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A seguinte combinação de variáveis foi obedecida: cinco velocidades periféricas dos martelos (Quadro 1), quatro taxas de alimentação e quatro peneiras com uso do ciclone. O tempo de trituração, para cada teste, foi de 10 minutos. A seqüência de utilização das peneiras (0,8; 3,0; 5,0; e 10,0 mm) foi aleatória.

A potência demandada para o acionamento foi obtida por meio da seguinte Equação 1:

$$P = \frac{T * n}{9549} \quad (1)$$

em que,

P = Potência demandada (kW);

T = Torque (mN);

n = Rotações por minuto (rpm).

Para avaliar o torque e a rotação angular demandados pela máquina, foi utilizada a bancada de ensaios, disposta entre o motor de acionamento e a polia que transfere o movimento à máquina, na qual foi instalado um torquímetro com capacidade de até 10³ mN.

Para medição da velocidade angular, um sensor magnético de proximidade foi posicionado junto à árvore intermediária, cabendo ao sistema de aquisição de dados a realização da leitura dos pulsos em uma base de tempo, determinada por meio do programa computacional, sendo por meio de cálculos, obtido o valor da velocidade angular. Este sensor foi escolhido, entre outras razões, pela taxa de geração de pulsos ser suficiente para as máquinas agrícolas em questão.

Uma vez conhecidas as relações de transmissão entre as polias, o motor, o eixo intermediário e o eixo intermediário DPM, determinaram-se a energia e potência elétrica desenvolvidas no eixo motriz do DPM. Um sistema de aquisição armazenava os dados e os enviava a um microcomputador, no qual um programa computacional apropriado possibilitava a visualização gráfica instantânea dos dados (Figura 1).

Quadro 1. Velocidade periférica dos martelos (m s⁻¹)

Velocidade	Máquinas				
	1	2	3	4	5
V1	43,9	34,9	43,8	38,2	43,8
V2	55,8	44,3	55,6	48,5	55,6
V3	59,9	47,6	59,7	52,1	59,7
V4	68,4	54,3	68,2	59,5	68,2
V5	74,5	59,2	74,3	64,8	74,3

Todo material processado foi coletado em recipiente próprio, colocado na saída do ciclone e levado até uma balança, para ser pesado. O tempo gasto no processamento da amostra foi obtido por meio da análise do gráfico gerado pelo sistema de aquisição de dados. Conhecendo-se essas variáveis, determinou-se a capacidade de processamento, utilizando-se a Equação 2:

$$CP = \frac{Pm}{t} \quad (2)$$

em que,

CP = capacidade de processamento ($t \text{ h}^{-1}$);

Pm = peso do material processado (t); e

t = tempo gasto para processamento (h).

Para a análise da distribuição granulométrica, após cada peneira ser ensaiada na bancada de teste, foram retiradas amostras de 200 g. Seguindo-se as recomendações da norma ASAE S319.2 (1993), a amostra foi colocada na peneira superior (maior abertura) e o conjunto levado para o peneirador automático, deixando-o vibrar até que não ocorresse variação de massa no material retido nas peneiras e no fundo. A pesagem das frações retidas em cada peneira foi feita utilizando-se uma balança de precisão de 0,1 mg e carga máxima de 210 g.

Com os dados da distribuição granulométrica, foi possível calcular o "Módulo de Finura", conforme a Equação 3:

$$Mf = \frac{\sum (p * n)}{100} \quad (3)$$

em que,

Mf = módulo de finura;

p = porcentagem em peso retido em cada peneira; e

n = o fator multiplicativo de peneiras usadas para classificar o material triturado (n = 0 para fundo, n = 1 para peneira de 100 mesh; n = 2 para 48 mesh; n = 3 para 28 mesh; n=4 para 14 mesh; n = 5 para 8 mesh; n = 6 para 4 mesh e n = 7 para 3/8" mesh).

Seguindo-se as recomendações de Henderson e Perry (1976), o diâmetro médio das partículas do material triturado foi calculado, por meio da Equação 4:

$$D = 0,10414 * (2)^{Mf} \quad (4)$$

em que,

D = diâmetro médio (mm); e

Mf = módulo de finura.

Para a determinação dos níveis de ruído, foi utilizado um medidor de pressão sonora (decibelímetro), marca MINIPA modelo MSL-13.50, operando no circuito de compensação "A" e no circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras do nível de ruído foram tomadas próximas ao ouvido do trabalhador.

Os resultados foram analisados, enquanto os dados de produção e consumo específico foram interpretados por intermédio de curvas de regressão, escolhendo-se a função matemática que melhor representasse o desempenho de cada máquina ensaiada. Na análise estatística, utilizou-se o teste t para comparação das médias dos dados coletados, em nível de 5% de probabilidade, para o ensaio na rotação do rotor recomendado pelos fabricantes (Regazzi, 1997).

Antes do início dos ensaios, foi preenchida uma ficha com os principais dados técnicos, referentes ao diversos itens que compõem o conjunto, os números de martelos e a área das peneiras, total e livre (somatório dos orifícios presentes), que estão apresentados no Quadro 2.

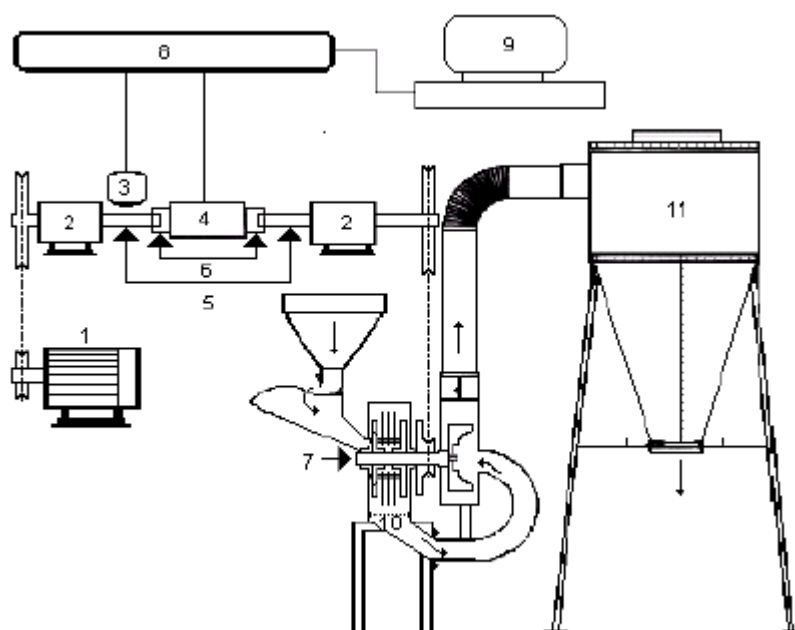


Figura 1. Desenho esquemático das partes constituintes da bancada de teste:
 1 - motor; 2 - mancais; 3 - sensor de rotação; 4 - torquímetro; 5 - eixos; 6 - uvas de acoplamento; 7 - eixo do DPM; 8 - aquisição de dados; 9 - computador; 10 - peneira; 11 - ciclone

Quadro 2. Dados técnicos das máquinas ensaiadas

Parâmetros	Unidade	Máquinas				
		1	2	3	4	5
Potência nominal	kW	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Rotação recomendada	rpm	4000	3800	3000	3500	3600
Conjuntos de martelos		4	2	2	4	4
Número de martelos		20	10	12	20	12
Espessura dos martelos	mm	5,0	4,8	5,0	4,6	4,4
Largura da peneira	mm	120	132	126	120	106
Área total da peneira	mm ²	67200	62040	75600	67200	6140
<i>Área livre da peneiras</i>						
0,8 mm	mm ²	2956	7879	6728a	6115	338
3,0 mm	mm ²	7929	8313	11718	11356	909
5,0 mm	mm ²	11961	8251	14666b	12969	129
10,0 mm	mm ²	14313	16192		14716	6393

a valor para peneira 1 mm.
 b valor para peneira 6 mm.
 c valor para peneira 4,5 mm.

Para avaliação do desempenho dos moedores, foi utilizado o valor médio de torque, da rotação e do intervalo de tempo, obtido do histograma de medição gerado pelo sistema de aquisição de dados.

O ponto inicial de amostragem dos dados foi tomado, no início da fase de crescimento da curva e o ponto final, em seu decaimento.

Os componentes responsáveis pela desintegração do grão no interior da máquina são os martelos. Por isso, sua forma, dimensões e disposição no rotor da máquina são importantes para análise do conjunto. Os martelos, cujos modelos estão dispostos na Figura 2, em escala reduzida, foram retirados da máquina, para se fazer uma cópia de sua forma, sendo então, colocados lado a lado, respeitando-se suas dimensões relativas.

Após o término de todas as etapas de ensaios, foi realizado o ensaio para a determinação do módulo de finura e do diâmetro médio, conforme recomendação da ASAE S 319.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3, está apresentado o valor médio do teor de água nas amostras usadas no ensaio.

Observa-se que o martelo da máquina 4 possui apenas uma superfície de ataque, o que não permite, ao usuário, a reversão (possibilidade de alteração da superfície desgastada pela simples troca de posição dos martelos) para seu melhor aproveitamento, quando houver desgaste da

superfície. As máquinas dos outros fabricantes possibilitaram que se fizesse até quatro reversões, antes da troca por um martelo novo.

Quadro 3. Teor médio de água do material usado no ensaio

Material)	Milho
Teor de água (b.u.)	11,5 % \pm 1,2 %

Observou-se que o aumento na velocidade periférica do rotor provoca diminuição do módulo de finura e, conseqüentemente, do diâmetro das partículas. Esta tendência foi verificada para todas as peneiras ensaiadas.

Pode-se obter módulos de finuras semelhantes para peneira com a menor velocidade periférica, instalando-se uma peneira de diâmetro superior e aumentando a velocidade do rotor.

Avaliando-se um histograma de medição, obtido durante os ensaios (Figura 3), observa-se a estabilidade do sistema, quando este se encontra em operação; as variações de medidas são mínimas, tanto para torque como para rotação. O alcance do regime de operação foi atingido muito rapidamente após a abertura da comporta da moega. Em todos os histogramas plotados, houve aumento do torque, acompanhado de decréscimo na rotação.

No Quadro 4, encontram-se apresentados os valores obtidos para o módulo de finura e diâmetro médio das partículas.

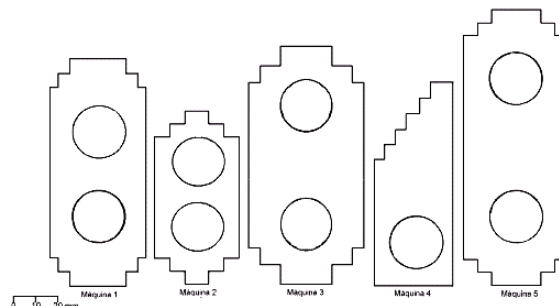


Figura 2. Modelos dos martelos dispostos em escala reduzida

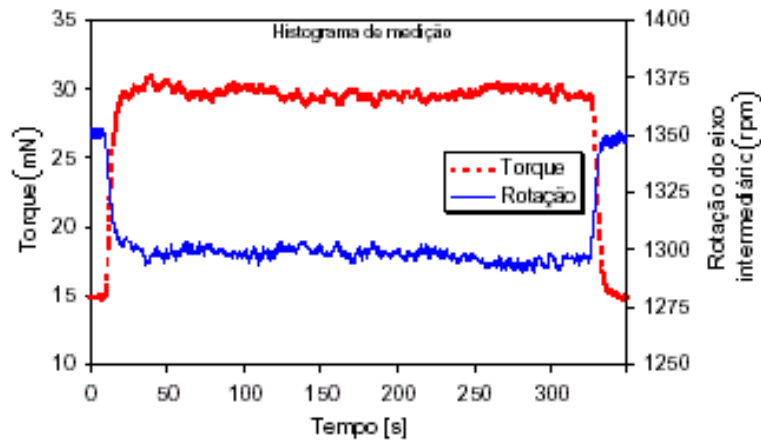


Figura 3. Exemplo do histograma de medição

Quadro 4. Módulo de finura (Mf) e diâmetro médio (Dm) (mm)

Máquina	Peneira (mm)		V periférica (m s ⁻¹)				
			43,94	55,75	59,87	68,37	74,46
1	0,8	Mf	1,36	1,24	1,23	1,28	1,46
		Dm	0,27	0,25	0,24	0,25	0,29
	3,0	Mf	2,46	2,12	2,40	1,99	----
		Dm	0,57	0,45	0,55	0,42	----
	5,0	Mf	2,90	2,76	2,64	2,22	2,48
		Dm	0,78	0,71	0,65	0,49	0,58
	10,0	Mf	3,48	3,16	2,93	2,70	2,74
		Dm	1,16	0,93	0,79	0,68	0,70
	Peneira (mm)		V periférica (m s ⁻¹)				
			34,92	44,31	47,58	54,34	59,18
2	0,8	Mf	----	1,37	1,46	1,26	1,46
		Dm	----	0,27	0,29	0,25	0,29
	3,0	Mf	----	2,81	2,76	2,59	2,56
		Dm	----	0,73	0,71	0,63	0,62
	5,0	Mf	3,04	3,08	3,15	2,82	2,85
		Dm	0,85	0,88	0,92	0,73	0,75
	10,0	Mf	3,97	3,23	3,39	3,15	3,30
		Dm	1,63	0,98	1,09	0,93	1,02
	Peneira (mm)		V periférica (m s ⁻¹)				
			43,84	55,62	59,73	68,21	74,29
3	1,0	Mf	1,93	2,23	1,97	1,60	1,67
		Dm	0,40	0,49	0,41	0,32	0,33
	3,0	Mf	2,90	2,46	2,53	2,45	2,00
		Dm	0,78	0,57	0,60	0,57	----
	6,0	Mf	3,61	2,70	3,01	2,68	3,11
		Dm	1,27	0,68	0,84	0,67	0,90
	Peneira (mm)		V periférica (m s ⁻¹)				
			43,84	55,62	59,73	68,21	74,29
4	0,8	Mf	1,50	1,46	1,54	1,61	1,74
		Dm	0,29	0,29	0,30	0,32	0,35
	3,0	Mf	3,05	2,73	2,67	2,62	3,00
		Dm	0,86	0,69	0,66	0,64	1,00
	4,5	Mf	3,36	2,82	3,02	2,72	2,98
		Dm	1,07	0,74	0,84	0,69	0,82
	10,0	Mf	3,62	3,57	----	3,19	2,05
		Dm	1,28	1,23	----	0,95	0,43
	Peneira (mm)		V periférica (m s ⁻¹)				
			38,23	48,51	52,09	59,49	64,78
5	0,8	Mf	1,46	1,41	----	1,33	1,40
		Dm	0,29	0,28	----	0,26	0,27
	3,0	Mf	2,40	2,37	2,42	2,20	1,00
		Dm	0,55	0,54	0,56	0,48	----
	4,5	Mf	3,97	2,64	2,86	2,66	2,40
		Dm	0,70	0,65	0,76	0,66	0,55
	10,0	Mf	3,83	3,82	3,57	3,24	3,15
		Dm	1,48	1,47	1,23	0,98	0,92

As capacidades máximas de processamento de cada equipamento, estão apresentadas no Quadro 5, sendo estes os valores máximos alcançados durante a realização dos ensaios. Pode-se observar que, operando a máquina número 4, foram obtidos os maiores valores na categoria da peneira 0,8 e 3,0 mm, enquanto a número 2 teve destaque operando com as peneiras de 5,0 e 10,0 mm.

As potências demandadas para a maior taxa de alimentação, nas várias rotações, podem ser observadas no Quadro 6.

Na Figura 4, apresentam-se os valores de potência necessária apenas para manter as máquinas em funcionamento, não executando trabalho útil, mas apenas vencendo o atrito do sistema de ventilação e os rolamentos. O aumento na potência está relacionado à elevação da velocidade periférica, sendo que o modelo linear de regressão foi o que melhor se adaptou a este incremento de potência.

Na Figura 5, observa-se o aumento na solicitação de potência pela máquina em função do tipo de peneira utilizado e da capacidade de processamento. Conforme comentado anteriormente (Figura 5), pode-

se inferir que, quando a capacidade de processamento é zero, há demanda de potência apenas para manter o equipamento em funcionamento (cruzamento da reta com o eixo y ou ponto de interseção da reta). Nos ensaios, o motor tinha potência nominal de 3,75 kW, sendo que o fabricante prevê sobrecarga de até 25% e, por conseguinte, a potência disponível no eixo do motor pode alcançar até 4,68 kW. Na Figura 5, verifica-se que a potência está no limite e somente será alcançada nas velocidades periféricas mais altas, nas peneiras de 3,0 e 10,0 mm. Para velocidades mais baixas, no caso de 3 mm, têm-se problemas com a obstrução da peneira e do ventilador. Para a peneira de 10,0 mm, na velocidade periférica mais baixa, tem-se entupimento do duto do ventilador, o que acarreta baixa produtividade.

Na Figura 6, apresentam-se as variações no nível de ruído, ocorrido durante a execução dos ensaios. Observa-se que o nível de ruído, em todas as rotações, está acima do limite adotado pela NR 15 da Portaria 3.214/78 do MTb.

Quadro 5. Capacidade de processamento em $t h^{-1}$, para todas as máquinas em várias peneiras

Peneira	Máquinas				
	1	2	3	4	5
0,8	0,09	0,062	0,29	0,14	0,1
3,0	0,64	0,6	0,56	0,74	0,45
5,0	0,61	0,94	0,53**	0,82	0,76**
10,0	1,1	1,2		0,93	1,13

* valor para peneira 1,0 mm; ** valor para peneira 6,0 mm; *** valor para peneira 4,5 mm

Quadro 6. Demanda de potência em kW para todas as máquinas, considerando-se deferentes peneiras

Peneira	Máquinas				
	1	2	3	4	5
0,8	4,37	3,13	4,24*	4,36	4,25
3,0	4,52	4,52	4,18	4,17	4,63
5,0	4,16	4,6	2,97**	3,9	4,58**
10,0	4,52	4,5		3,1	4,02

* valor para peneira 1,0 mm; ** valor para peneira 6,0 mm; *** valor para peneira 4,5 mm

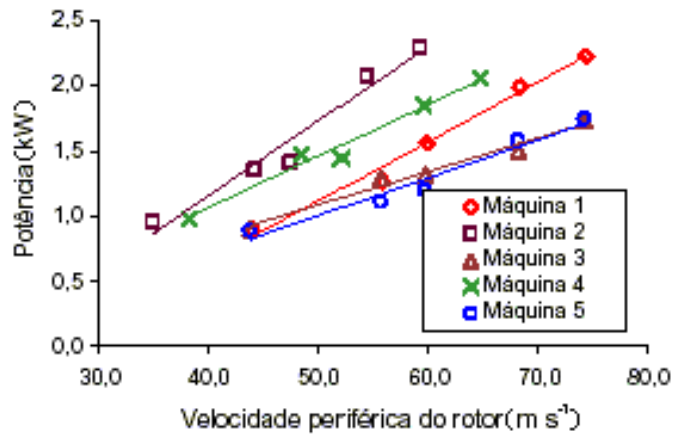


Figura 4. Demanda de potência em várias velocidades periféricas para manter o conjunto em funcionamento (sem carga ou não executando trabalho útil)

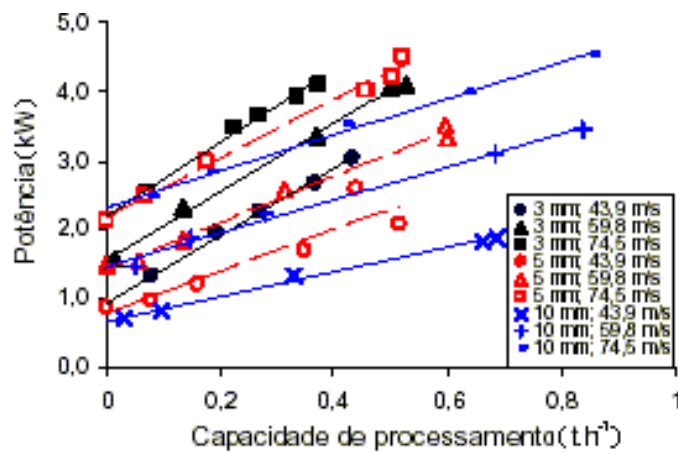


Figura 5. Demanda de potência, em função do tipo de peneira e da velocidade periférica na máquina 1

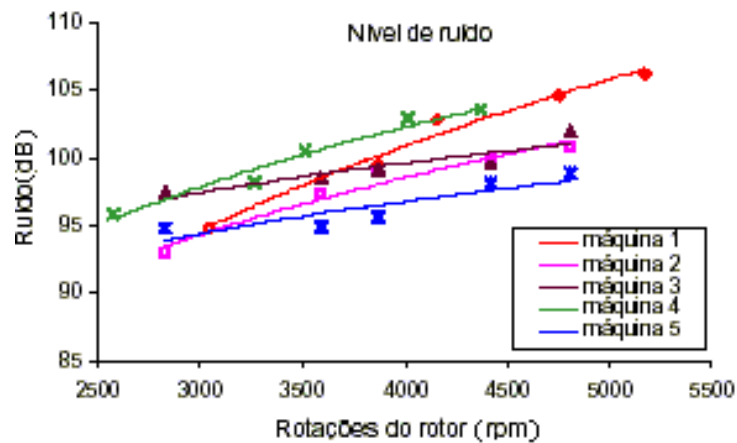


Figura 6. Ruído produzido pelas máquinas, em função da rotação de trabalho

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições dos testes, pode-se concluir que:

- a peneira de 3,0 mm proporcionou a produção de um fubá cuja distribuição granulométrica foi muito semelhante à encontrada nos produtos comerciais. Este resultado sugere a utilização desta peneira para produção de fubá, para uso em alimentação humana;
- a peneira de 0,8 mm proporcionou baixa capacidade de processamento e alto consumo específico de energia;
- em baixas rotações, o sistema de ventilação responsável pelo transporte de farelo foi um ponto limitante para o aumento da capacidade de processamento, principalmente para a máquina 3, que deveria ter sua rotação do rotor aumentada;
- o nível de ruído, medido durante os ensaios, esteve bem acima do limite máximo de 85 dB(A), estabelecido pelo Ministério do Trabalho. Deve-se, portanto, utilizar protetores auriculares para evitar futuros problemas de audição nos operadores dessas máquinas. Outra possibilidade seria o isolamento acústico do equipamento, por meio de materiais apropriados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS - ASAE. Method of determining and expressing fineness of feed Materials by sieving ASAE S 319.2. In: **ASAE STANDARDS 1993**; standards engineering practices data. 40.ed. St Joseph: 1993. p.447-448.

DIAS, G.P., VITÓRIA, E.L., REIS, E.F., KHOURY JÚNIOR, J.K. Bancada de testes de equipamentos eletorrurais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA,

3, São Paulo, 1988. **Anais...**, São Paulo, 1998. p.669-672.

GENTIL, L.V.B. **Desgaste em órgão ativo de moinhos a martelos**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Montes. 120p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).

HALL, C.W., ARANGO, F.S. **Equipo para procesamiento de productos agrícolas**. Lima: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1968. 150p.

HENDERSON, S.M., PERRY, R.L. **Agricultural Process Engineering**. Westport, Connecticut – EUA: The Avi Publishing Company, 1976. 442p.

JARDIM, W.R. **Alimentos e alimentação do gado bovino**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 324p.

MIALHE, L.G. **Introdução ao estudo da avaliação do desempenho de máquinas agrícolas**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 130p.

REGAZZI, A.J. **Curso de iniciação à estatística**. Viçosa: UFV, 1997. 133p.

ZANOTTO, D.L., ALBINO, L.F.T., BRUM, P.A.R. Efeito do grau de moagem no valor energético do milho para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.57.

ZANOTTO, D.L., NICOLAIEWSKY, S., FERREIRA, A.S., GUIDONI, A.L., LIMA, G.J.M. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.24, n.3, p.428-436, 1995.