

## **Avaliação da dieta total para vacas leiteiras com ênfase na homogeneidade da mistura**

*Evaluation of total diet for dairy cows with emphasis on the mixture homogeneity*

**Daniel Peres de Oliveira**

Graduando do curso de Zootecnia (UNIPAM). e-mail: danielperesagrop@hotmail.com

**Hélio Henrique Vilela**

D.Sc. em Zootecnia; Professor do curso de Zootecnia (UNIPAM). e-mail: heliohv@unipam.edu.br

**Daiane Maria Oliveira**

Mestre em Química Orgânica; Professora de Química (Escola Estadual Bueno Brandão); Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Produtos Naturais (NuPPeN) – UFU.

---

**Resumo:** O objetivo do experimento foi investigar se o tempo em que os ingredientes da dieta para vacas leiteiras são misturados influencia na homogeneidade da ração total, interferindo em sua composição bromatológica, verificando se o tempo de mistura dos alimentos pode desbalancear a dieta formulada. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, que consistiram nos tempos de mistura dos ingredientes (3, 5, 7 e 9 minutos), com quatro repetições. Após a mistura, duas amostras da ração foram colhidas: uma para determinar o coeficiente de variação (CV) dos ingredientes por meio de sua granulometria, e outra, para avaliação bromatológica. Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para pH, nem para os teores de MS, PB e cinzas; no entanto, efeito significativo ( $P<0,05$ ) foi observado para os teores de EE, FDN e FDA. A mistura por 7 minutos obteve as melhores médias para as variáveis e melhor homogeneidade da mistura, com um CV abaixo de 12,0%.

**Palavras-chave:** Arraçamento. Composição bromatológica. Tempo de mistura.

**Abstract:** The objective of the experiment was to investigate if the time in which the ingredients of the diet for dairy cows are mixed influences the homogeneity of the total ration, interfering in its bromatological composition, verifying if the time of mixing of the foods can unbalance the formulated diet. The design was completely randomized, with four treatments, which consisted of the mixing times of the ingredients (3, 5, 7 and 9 minutes), with four replicates. After mixing, two samples of the feed were collected: one to determine the coefficient of variation (CV) of the ingredients by means of their granulometry, and another one, for bromatological evaluation. There was no significant effect ( $P>0.05$ ) for pH, nor for DM, CP and ash contents; however, significant effect ( $P<0.05$ ) was observed for the contents of EE, NDF and ADF. The mixture for 7 minutes obtained the best means for the variables and better homogeneity of the mixture, with a CV below 12.0%.

**Keywords:** Bromatological composition. Feeding. Great time mixing.

---

## 1. Introdução

Ao longo dos anos a eficiência alimentar dos ruminantes cresceu em função do aumento na quantidade de concentrado nas dietas e, segundo Owens (2007), o uso de concentrados aumentou principalmente em função da maior oferta de subprodutos da agroindústria. No entanto, a partir da década de 50, o uso de dietas muito ricas em grãos, particularmente o milho, trouxe sérios problemas metabólicos aos rebanhos comerciais, como acidose ruminal, paraqueratose e abscessos hepáticos (VAN SOEST, 1994).

Tentando reduzir tais problemas, nos últimos anos houve um grande esforço dos nutricionistas para o desenvolvimento de formulações, sistemas de mistura de dieta (vagões misturadores) e ajustes de dietas para confinamento (OWENS, 2007).

No Brasil, há basicamente três sistemas de mistura: sistema por tombamento, sistema de rotor e sistema por roscas horizontais, o que gera grande diferença em termos de homogeneidade na mistura dos alimentos que compõem a dieta. Entretanto, em muitos confinamentos ainda se faz o trato de forma manual, com carretas de madeira ou com vagões que apenas distribuem a dieta (LAZARINI *et al.*, 2014)

A chamada dieta ou ração total (TMR, do inglês *Total Mixed Rations*) é um tipo de ração em que concentrado e volumoso (geralmente silagem ou outra fonte de forragem) são misturados juntos e ofertados como uma ração completa, visando o consumo total dos ingredientes, pelos animais, do que foi planejado (GONÇALVES, BORGES e FERREIRA, 2009). Segundo Lazarini *et al.* (2014), as dietas de confinamentos podem ter quatro composições diferentes: a TMR formulada no computador, a TMR misturada para ser fornecida, a TMR oferecida aos animais e a TMR que realmente os animais consomem. Essa última deve receber atenção especial por parte dos nutricionistas, reduzindo e/ou eliminando a seleção de alimentos no cocho, com possibilidade de aumento no desempenho dos animais.

Adicionalmente, segundo Amaral-Phillips *et al.* (2002), vários motivos tornam o uso da TMR vantajoso: aumento de produção de leite, menor custo de mão de obra, melhoria no estado de saúde dos animais, aumento do desempenho reprodutivo, menor custo de alimentação e maior facilidade de incorporação e mistura de alimentos na dieta. Ainda de acordo com o NRC (2001), rações completas previnem as flutuações no pH do ambiente ruminal, pois cada bocado consumido pelo animal contém proporções de ingredientes iguais que contribuem para a eficiência da digestão pelos microrganismos, principalmente com relação à síntese de proteína microbiana.

Assim, a qualidade da dieta ofertada é um fator que influencia o ganho de peso e a eficiência alimentar, podendo minimizar a ocorrência de desordens metabólicas. Dessa forma, a mistura dos ingredientes constitui uma das etapas mais importantes em um confinamento, uma vez que pode afetar o atendimento das exigências nutricionais dos animais (KARSBURG, 2010) e, conseqüentemente, o desempenho esperado.

Nesse sentido, empresas que trabalham com nutrição têm investido na avaliação e combinações de ingredientes, subprodutos, proteínas, minerais, vitaminas e vários aditivos de seus produtos comerciais. Para isso utilizam softwares sofisticados de balanceamento que são importantes para auxiliar e promover o desenvolvimento sustentável, evitando desperdício com a alimentação dos animais. Porém, os dados que

são gerados devem ser consistentes, uma vez que não se sabe se os resultados iniciais da dieta formulada equivalem aos dados obtidos no momento em que o animal ingere o alimento.

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo investigar se o tempo em que os ingredientes da dieta são misturados pode influenciar a homogeneidade da TMR, interferindo em composição bromatológica, ou seja, verificar se a mistura dos alimentos pode desbalancear a dieta formulada.

## 2. Material e métodos

A parte de campo do experimento foi realizada na Fazenda Belvedere, localizada próximo à cidade de Patos de Minas-MG, situada na região do Alto Paranaíba, com início no mês agosto de 2016.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, os quais consistiram nos tempos de mistura dos ingredientes da dieta, ou seja, mistura por 3, 5, 7 ou 9 minutos, com quatro repetições. Os ingredientes foram colocados no vagão forrageiro seguindo a seguinte ordem: 1<sup>o</sup>) forragem (silagem de milho), 2<sup>o</sup>) caroço de algodão, 3<sup>o</sup>) concentrado energético e proteico balanceado.

Para a mistura dos ingredientes, foi utilizado um vagão misturador da marca Casale, modelo TMX-40AC, com capacidade de 4,0 m<sup>3</sup>, com autocarregamento e descarregamento, e três roscas horizontais de mistura sem fim, sendo todas as batidas feitas na rotação 15000 rpm do trator.

Imediatamente após os ingredientes terem sido misturados e a ração total distribuída no cocho, antes de os animais terem acesso à ração, foram coletadas duas amostras, ao longo da linha de cocho, de acordo com os tempos de mistura estabelecidos para cada tratamento. Uma delas foi colocada em saco de papel devidamente identificado e levado para o Laboratório de Análise e Avaliação de Alimentos para Animais do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, onde foram determinadas as seguintes características bromatológicas:

- Potencial hidrogeniônico (pH): utilizando-se um potenciômetro Beckman Expandomatic SS-2, segundo método descrito por Silva & Queiroz (2002);
- Porcentagem de matéria seca (MS): determinada por secagem em estufa a 105° C, até atingir peso constante, após a secagem em estufa a 65° C (AACC, 1976);
- Porcentagem de proteína bruta (PB): foi determinado o teor de nitrogênio utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjedahl, conforme a AOAC (1970) e, posteriormente, a porcentagem de PB foi calculada utilizando-se o fator de conversão 6,25;
- Porcentagem de Extrato Etéreo (EE): realizada por meio da extração com solvente éter, em aparelho do tipo Soxhlet, segundo método descrito por Silva & Queiroz (2002);
- Porcentagem de matéria mineral (MM) ou cinzas: obtida por meio da queima da amostra seca em mufla, com temperatura próxima a 550 - 600° C, conforme descrito por Silva e Queiroz (2002);

- Porcentagem de fibra insolúvel em detergente neutro e detergente ácido (FDN e FDA): determinadas segundo metodologia proposta por Van Soest (1967).

Os dados referentes às análises bromatológicas foram submetidos à análise de variância e, sendo significativos, foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2003), a 5% de significância.

A outra amostra foi acondicionada em sacos plásticos para determinação do coeficiente de variação (CV), o qual foi determinado considerando-se a homogeneidade da mistura, que, por sua vez, foi determinada usando-se uma adaptação do conjunto original de peneiras *Penn State*, a qual separa os ingredientes da ração por meio de diferentes granulometrias.

Este conjunto de peneiras possui crivos de diferentes tamanhos: a primeira retém partículas com diâmetro superior a 19 mm, a segunda retém partículas com diâmetro inferior a 19 mm e superior a 8 mm, a terceira retém partículas com diâmetro inferior a 8 mm e superior a 1,18 mm e, a quarta, de fundo fechado, retém as partículas com diâmetro inferior a 1,18 mm. Para uma ração completa, recomenda-se que na primeira peneira sejam retidos de 2 a 8% de partículas com tamanho superior a 19 mm; para as peneiras de 8 e 1,18 mm, a recomendação é que sejam retidos entre 30 a 50%; e na última peneira, deve-se encontrar no máximo 20% de partículas da amostra (HEINRICHS e KONONOFF, 2002; KONONOFF, 2005).

Para complementar as análises dos resultados, segundo Teixeira, Rizzo e Detmann (2012), deve-se calcular o coeficiente de variação, recomendado como parâmetro para avaliação da homogeneidade de rações, o qual foi calculado pela seguinte equação:  $CV = (S/m) \times 100$ , sendo:

CV = Coeficiente de variação (%);

S = Desvio padrão do ingrediente ( $g\ kg^{-1}$ );

m = Média do ingrediente,  $g\ kg^{-1}$ .

### 3. Resultados e discussão

O aumento dos tempos de mistura dos ingredientes da dieta não causou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) sobre os valores de pH e teores de MS, PB e cinzas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores de pH e porcentagens de MS, PB e Cinzas, em função dos tempos de mistura

Tratamentos	Variáveis			
	pH	MS (%)	PB (%MS)	Cinzas (%MS)
3 min	4,62	48,99	18,29	4,59
5 min	4,52	48,23	18,61	4,78
7 min	4,53	49,45	18,56	5,02
9 min	4,48	48,53	19,73	5,17

O processo básico de ensilagem consiste em abaixar o pH da forragem, geralmente colhida ao redor de 6,5 para menos de 4,0, através da conversão de açúcares para ácidos, principalmente ácido lático, por meio da fermentação causada por bactérias lácticas (PEDROSO, 2003). Podemos observar na Tabela 1 que as médias de pH foram acima de 4,00, o que já era de se esperar, uma vez que a dieta é composta não apenas por silagem, mas também por caroço de algodão e concentrado balanceado, não havendo variações bruscas com o aumento do tempo de mistura da dieta total.

O teor de matéria seca ideal da ração total está entre 50 e 75%, sendo que rações mais secas ou mais úmidas podem limitar o consumo (CARVALHO *et al.*, 2003). Podemos observar que os teores MS da dieta total ficaram entre 48,23 e 49,45%, ou seja, muito próximo dos valores considerados ideais por Carvalho *et al.* (2003).

Holter e Urban (1992) avaliaram dados de 329 vacas leiteiras em dietas com MS variando entre 30 a 70% e não encontraram redução no consumo quando a umidade aumentou em mais de 50%. Segundo esses autores, os alimentos com alta umidade são fermentáveis e a redução no consumo de matéria seca pode estar mais relacionada aos produtos finais da fermentação do que propriamente ao conteúdo de água.

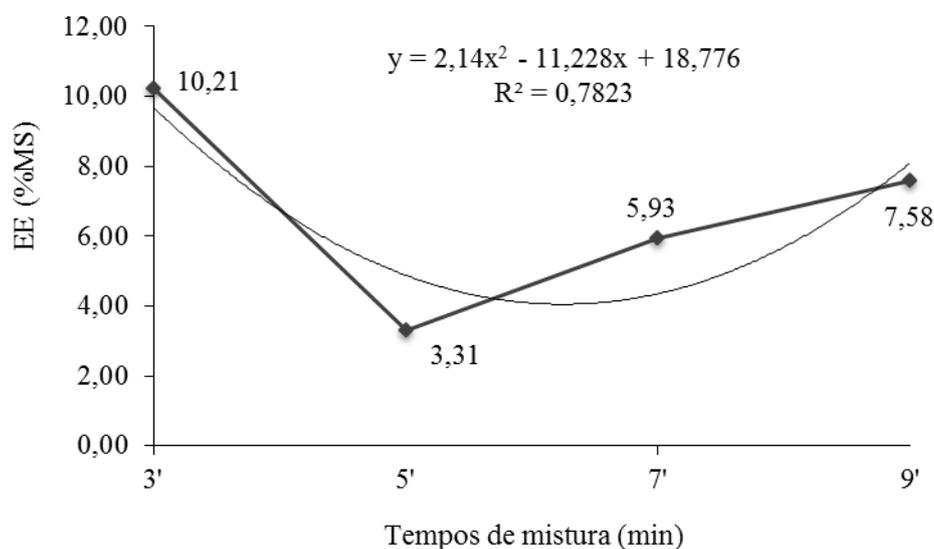
Os resultados de PB foram superiores a 18% e estão acima do recomendado por Ipharraguerre e Clark (2005) para vacas de leite confinadas produzindo entre 35 e 45 kg/dia, em meio da lactação, o qual seria de 16 a 16,50% PB, sendo suficiente para maximizar a produção de leite. Para as vacas que estavam sendo alimentadas com esta dieta, os teores de PB podem ser considerados relativamente altos, uma vez que a produção média das vacas que estavam no pico de lactação era de 27,05 kg/vaca/dia.

Segundo Mühlbach (2011), a deficiência de PB na dieta causa redução na produção e no teor de proteína do leite, enquanto o excesso gera baixo aproveitamento da proteína, a qual representa o nutriente mais caro da dieta. Adicionalmente, o excesso de PB na dieta pode resultar em redução nos índices de fertilidade. Vários estudos demonstram os efeitos de uma dieta rica em PB sobre as condições uterinas (ELROD *et al.*, 1993; SINCLAIR *et al.*, 2000; HAMMON *et al.*, 2005; RHOADS *et al.*, 2006). Os resultados de todos esses estudos sugerem que o aumento da ureia pela utilização de uma dieta rica em proteína pode reduzir a fertilidade por interferir com os efeitos indutivos normais da progesterona sobre o microambiente uterino, proporcionando desta forma condições sub-ótimas para manter o desenvolvimento do embrião (BUTLER, 2001).

A determinação do teor de cinzas fornece uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais (FICK *et al.*, 1976). Os teores de cinza encontrados neste estudo estão relativamente normais. Silva e Queiroz (2002) apresentaram valores de cinzas variando entre 4,63 a 4,92% para o capim-guatemala (*Tripsacum fasciculatum*) e entre 6,26 a 6,90%, para o farelo de soja. Esses teores representam pouco comparados às exigências de vacas em lactação, sendo necessária sua suplementação.

Ao analisar os resultados para o teor de EE observa-se um efeito significativo ( $P < 0,05$ ), havendo uma curva decrescente polinomial de segunda ordem (Figura 1).

**Figura 1.** Valores observados e linha de tendência segundo a equação  $y = 2,14x^2 - 11,228x + 18,775$



O tratamento com 3 minutos de mistura apresentou o maior teor de extrato etéreo, com média de 10,21%. Possivelmente isso ocorreu devido à maior quantidade de caroço de algodão visualizado a olho nu nas amostras correspondentes a esse tempo de mistura, o que nos indica que este tempo talvez não tenha sido suficiente para uma adequada homogeneização dos ingredientes.

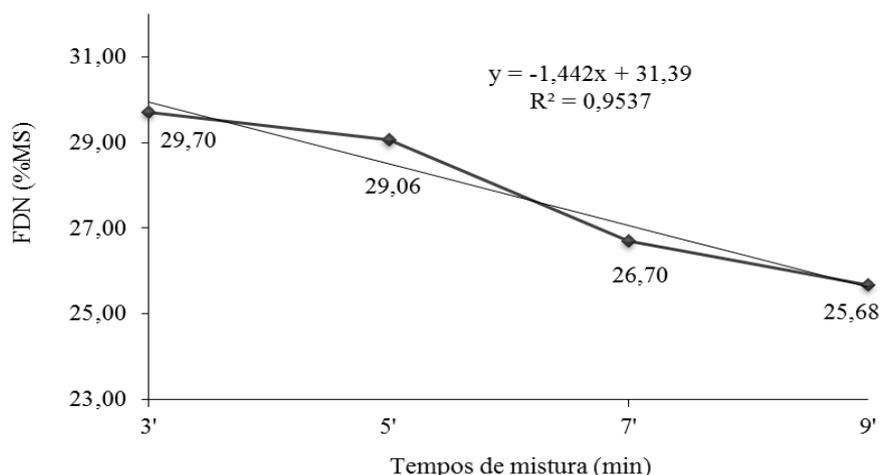
A adição de caroço de algodão pode levar à diminuição da digestibilidade da FDN, caso os teores de EE sejam elevados (DEVENDRA & LEWIS, 1974). Nesse sentido, Palmquist (1995) recomendou um limite máximo de EE de 7% em dietas para vacas lactantes, pois valores acima disso atrapalham a degradação ruminal. Podemos observar na figura 1 que, excetuando-se o tratamento de 3 minutos, os teores de EE estão dentro do que foi recomendado por Palmquist (1995), com um teor ligeiramente superior ao recomendando, no tratamento de 9 minutos de mistura.

Vargas *et al.* (2012) avaliaram os efeitos de dois níveis de lipídios (3 e 7%) em dietas de vacas em lactação, utilizando grãos de soja moídos e óleo de soja, sobre a produção, a composição do leite, os parâmetros ruminais, a produção de amônia pela microbiota ruminal e o consumo de MS. Os resultados obtidos mostraram que fontes lipídicas acima de 7% reduziram o consumo de matéria seca em 20%, sem afetar a produção, a composição do leite e os parâmetros fermentativos ruminais, com exceção do butirato, que foi reduzido, e do pH, que aumentou na dieta contendo grão de soja.

Nesse sentido, embora os teores de EE estejam dentro do limite aceitável, a mistura dos ingredientes por 9 minutos significa aumento de consumo e tempo de operação do trator. Assim, pode-se afirmar que a mistura por 9 minutos seria inviável economicamente para atividade.

Para os teores de FDN, observou-se um efeito significativo ( $P < 0,05$ ), havendo uma redução linear, na medida em que se aumentou o tempo de mistura (Figura 2).

**Figura 2.** Valores observados e linha de tendência segundo a equação  $y = -1,442x + 31,39$

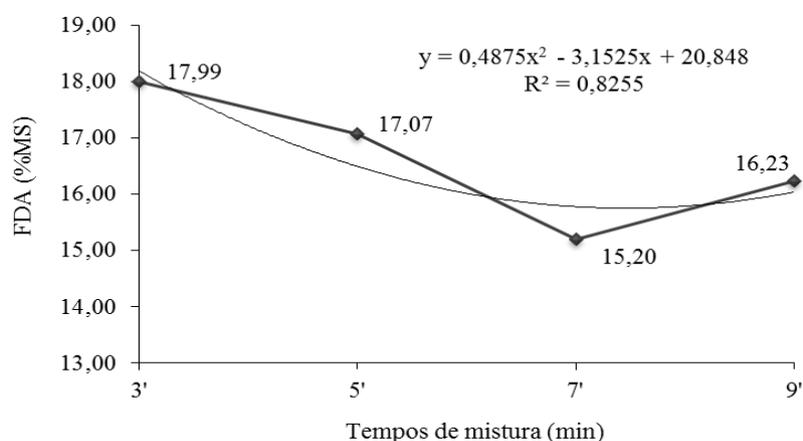


Observa-se que, com o aumento do tempo de mistura, o teor de FDN da dieta caiu de 29,70% para 25,68%. É possível que a redução nos valores de FDN tenha sido resultado de uma melhor homogeneidade da mistura, fazendo com que, na amostragem, material menos fibroso fosse encontrado nas amostras de maior de tempo de mistura (melhor incorporação e mistura dos ingredientes), comparado àquelas de menor tempo.

Sugere-se o uso do teor de FDN do alimento (ou da dieta) para se estimar o consumo dos ruminantes, quando forragens longas ou picadas grosseiramente são utilizadas. Mertens (2000) mostrou em seus estudos que, para garantir um mínimo de fibra, a dieta total deve conter de 28 a 30% de FDN na matéria seca, sendo que pelo menos 75% deste FDN deve ser oriundo de forragem. Nesse sentido, os teores de FDN encontrados estão de acordo com a recomendação deste autor.

Também houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para os teores de FDA, conforme podemos observar na figura 3.

**Figura 3.** Valores observados e linha de tendência segundo a equação  $y = 0,4875x^2 - 3,1525x + 20,848$



A mistura dos ingredientes por 3 minutos foi a que apresentou maior teor de FDA (17,99%), o qual está dentro do limite indicado para vacas no terço meio de lactação, segundo recomendações do NRC (2001). A mistura por 7 minutos resultou em menor teor de FDA (15,20%), o que indica uma melhor qualidade da mistura. Segundo Júnior (2007), menores quantidades de FDA na dieta resultam em maior consumo de matéria seca pelos animais, o que provavelmente pode aumentar a produção.

Para verificar o coeficiente de variação (CV) da mistura dos ingredientes, Lima *et al.* (1997) sugerem coletar várias amostras em várias partes do misturador após o tempo estabelecido da mistura, realizando as análises bromatológicas destas amostras. Com os resultados calcula-se o CV, que deve ser inferior a 10% para uma mistura homogênea. Estudos de Teixeira, Rizzo e Detmann (2012) mostraram que a meta a ser alcançada pelas indústrias é de CV igual a 10%, pois o encontrado era próximo aos 15%. Por outro lado, CV entre 15 e 20% não resultam em problemas no desempenho dos animais (DALE, 1998).

Na tabela 2 são apresentados os valores médios do coeficiente de variação obtidos para cada nutriente, em função dos tempos de mistura, o que proporcionou a avaliação da homogeneidade da dieta. Observa-se que a média de todos os nutrientes apresentou um CV inferior a 10%.

**Tabela 2.** Coeficiente de variação (%) obtido para cada nutriente da ração, considerando o tempo de mistura

Variáveis	Tempo de mistura (minutos)			
	3'	5'	7'	9'
pH	4%	2%	3%	2%
MS	8%	4%	6%	1%
EE	15%	31%	12%	26%
Cinzas	8%	9%	8%	9%
PB	7%	11%	9%	9%
FDA	8%	5%	11%	7%
FDN	6%	8%	5%	6%
Média CV%	8%	10%	8%	9%

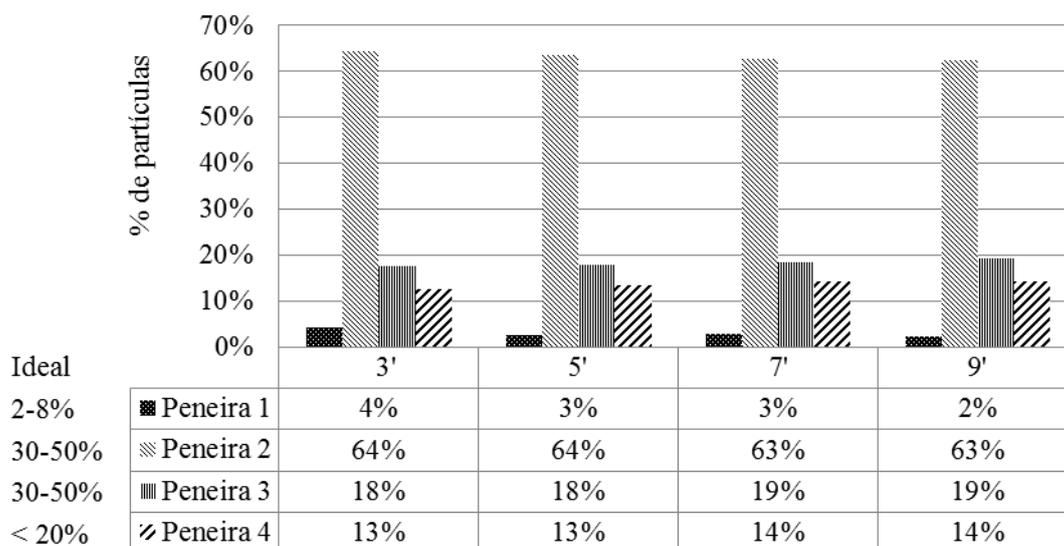
A partir desses valores, pode-se observar que a adoção do tempo de 7 minutos de mistura proporciona uma boa homogeneidade, reduzindo o tempo de operação e, consequentemente, o desgaste do trator e do vagão forrageiro, maximizando o tempo de mão de obra.

Avaliando estudos sobre variabilidade de misturadores comerciais, Wicke (1991) demonstrou que em 100 misturadores testados aproximadamente 51% tiveram coeficientes de variação (CVs) menores que 10%, enquanto 19% dos misturadores tiveram CVs maiores que 20%. Biagi (1998), avaliando 153 misturadores em confinamentos comerciais, obteve CVs médios de 9,50%. Neste mesmo experimento, 66% dos equipa-

mentos apresentaram CVs menores que 10%, enquanto 31% apresentaram CV entre 10 e 20%. Somente 3% dos equipamentos demonstraram baixa capacidade de mistura, com CVs acima de 20%. Ainda segundo este autor, o CV pode ser alterado devido a fatores como tempo de mistura, forma e tamanho das partículas, massa específica dos ingredientes, partes quebradas ou desgastadas do misturador, limpeza e carga do misturador com quantidades diferentes da recomendada para a operação, entre outros.

Dados apresentados por Oelberg (2011) mostraram que 70% das batidas de ração analisadas apresentam problemas de mistura e que o primeiro passo é descobrir o problema para monitorar a variabilidade na TMR. Para isso, pode-se utilizar o conjunto de peneiras *Penn State* ou sua adaptação para verificar como está a distribuição de partículas da dieta, conforme sua granulometria. Na figura 4 estão apresentados os dados referentes à distribuição de partículas, conforme a recomendação para a adaptação do conjunto de peneiras *Penn State*.

**Figura 4.** Porcentagem de partículas separadas pelo conjunto adaptado de peneiras *Penn State*, em função dos tempos de mistura e tamanhos de partículas (peneira 1: partículas maiores que 18 mm; peneira 2: partículas menores que 18 mm e maiores que 8 mm; peneira 3: partículas menores que 8 mm e maiores que 1,18 mm; peneira 4: partículas com tamanho inferior a 1,18 mm)



Pode-se observar que, nas peneiras 3 e 4, houve aumento na quantidade de partículas, na medida em que se aumentou o tempo de mistura, o que nos indica uma melhor homogeneidade da dieta.

Para esses dados serem precisos, segundo Oelberg (2011), deve-se calcular o CV para a peneira do meio e a de baixo (fundo da caixa). Os dados da peneira superior não são utilizados, pois como a quantidade é pequena, o coeficiente de variação tende a ser muito grande, naturalmente. Condições de mistura excelentes apresentam CV de 1 a

2%, enquanto CV de 3 a 5% indicam condições muito boas, e CV acima de 5% indica algum problema na mistura (DANÉS, 2013).

Nesse sentido, podemos observar na Tabela 3 que a peneira 1 obteve valores de CV muito elevados, independentemente do tempo de mistura, conforme descrito por Oelberg (2011). A peneira 2 obteve condições de misturas muito boas, não ultrapassando mais que 3% de CV; já para as peneiras 3 e 4, os coeficientes de variação ficaram acima de 5%, o que pode indicar algum problema na mistura (DANÉS, 2013).

**Tabela 3.** Coeficiente de variação das diferentes peneiras em função dos tempos de mistura

Tempos de mistura (min)	Coeficiente de variação (%)			
	Peneira 1	Peneira 2	Peneira 3	Peneira 4
3'	57	2	9	22
5'	47	3	5	8
7'	45	2	6	6
9'	33	3	5	22

Portanto, os ingredientes compostos em uma dieta total devem ser bem misturados, evitando que os animais selecionem as partículas menores ou maiores, pois a ração totalmente misturada garante que, em cada bocado, o animal ingira algo que esteja muito próximo do que foi estabelecido na formulação (OWENS, 2007).

#### 4. Conclusões

A mistura incompleta resulta em uma apresentação inadequada do alimento no cocho dos animais, aumentando a variação dos nutrientes, permitindo maior possibilidade de seleção de alimentos, enquanto a mistura excessiva pode causar a segregação de partículas.

Para este experimento, o tempo de 7 minutos de mistura foi o que apresentou melhor homogeneidade da dieta.

#### Referências

AMARAL-PHILLIPS, D.M., BICUDO, J.R.; TURNER, L.W. 2002. *Feeding your dairy cows a total mixed ration: getting started*. Bulletin ID-141A. Cooperative Extension Service, College of Agriculture, University of Kentucky, Lexington, US.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 7.ed. St. Paul: 1976.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. *Official methods of analysis*. 12. ed. Washington, D.C, 1970.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. A.O.A.C. *Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists*. 11 ed. Washington, 1970, v. 1.

BIAGI, J.D. "Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de peletes e na economia da produção de rações", in: *Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves*. Concórdia: Embrapa - CNPSA, 1998, p. 57-70.

BUTLER, W.R. Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 81(9):2533-2539, 2001.

CARVALHO, L. A. *et al.* *Sistema de Alimentação: dieta completa*. Embrapa, 2002. Disponível em:

<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/alimentacao/15.html>>. Acesso em: 26 set. 2016.

DALE, N. Evaluación de Mezcladoras. *Industria Avícola*, março 1998, p. 48-49.

DANÉS, M. A.C. *Será que meu processo de mistura da ração total está eficiente e consistente?* Lavras: Rede Agripoint, 2013. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/sera-que-meu-processo-de-mistura-da-racao-total-esta-eficiente-e-consistente-82236n.aspx>>. Acesso em: 27 set. 2016.

DEVENDRA, C.; LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. *Animal Production*, Victoria, 19(1):67-76, 1974.

ELROD, C.C.; VAN AMBURGH, M.; BUTLER, W.R. Alterations on pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. *Journal Animal Science*, v. 71, p. 702-712, 1993.

FERREIRA, D.F. *SISVAR - Sistema de análise de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos*. Versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

FICK, K. R., MILLER, S. M., FUNK, J. D., McDOWELL, L. R., HOUSER, R. H.; SILVA, R. M. *Método de determinação de minerais em tecidos e plantas*. Gainesville: Florida of University, 1976.

GARRET, E.F *et al.* 1999. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82(6):1170-1178, jun. 1999.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. *Alimentação de gado de leite*. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.

HAMMON, D.S.; HOLYOAK, G.K.; DHIMAN, T.R. Association between blood plasma nitrogen

levels and reproductive fluid urea nitrogen and ammonia concentrations in early lactation dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 86(3-4):195-204, 2005.

HEINRICHS, J.; KONONOFF, P. *Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State forage particle separator*. Pennsylvania: The Pennsylvania State University/Department of Dairy and Animal Science, 2002.

HOLTER, J. B.; URBAN, W. E. JR. Water Partitioning and Intake Prediction in Dry and Lactating Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 75(6): 1472-1479, 1992.

IPARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Impacts of the source and amount of crude protein on the intestinal supply of nitrogen fractions and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 88(Suppl. 1):E22–E37, 2005.

JÚNIOR, G. L. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. *Ciência Animal*, 7(11):7-17, ago. 2007. Disponível em:  
<<http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/Artigo1.2007.1.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2016

KARSBURG, J. H. *Quais fatores podem afetar a qualidade da mistura de ração total? Como avaliar a homogeneidade da mistura de ração total?* Out. 2010. Disponível em  
<<http://www.beefpoint.com.br/parceiros/novidades/quais-fatores-podem-afetar-a-qualidade-da-mistura-de-racao-total-como-avaliar-a-homogeneidade-da-mistura-de-racao-total-66679/>>. Acesso em: 27 fev. 2016.

KONONOFF, P. J. *Understanding Effective Fiber in Rations for Dairy Cattle*. University of Nebraska-Lincoln Extension G1587, 2005.

LAZARINI, V. F.; GAI, V. F.; FAGUNDES, R. S. *Composição bromatológica da dieta em relação ao tempo de batida*. *Cultivando o Saber*, 7(1):102–110, 2014.

LIMA, G. J. M. M. et al. “Determinação do tempo ótimo de mistura em misturadores verticais: Avaliação de métodos e equipamentos”, *Anais da XXXIV reunião da SBZ*, Juiz de Fora, MG, 28 de julho a 1º de agosto de 1997.

MERTENS, D., 2000. “Physically effective NDF and its use in dairy rations explored”, *Feedstuffs April*, n. 10, pp. 11-14, 2000.

MÜHLBACH, R. F. P. *Nutrição da vaca em lactação e a qualidade do leite*. Porto Alegre: Copyright © 1999-2016 Engormix - All Rights Reserved, 2011. Disponível em:  
<[http://pt.engormix.com/MA-pecuaria-leite/nutricao/artigos/vaca-de-leite-t391/141-p0.htm#=\\_](http://pt.engormix.com/MA-pecuaria-leite/nutricao/artigos/vaca-de-leite-t391/141-p0.htm#=_)>. Acesso em: 26 set. 2016.

NRC - National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001.

OELBERG, T. *TMR audits TMR improve TMR consistency*. Grantville: Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop, 2011, pp. 81–86.

OWENS, F.N. Manejo de cocho em confinamentos, in: *Anais do sexto simpósio sobre Bovinocultura de Corte: requisitos de qualidade na bovinocultura de corte*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2007.

PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação, in: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (ed.) *Nutrição de bovinos*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995, p. 321–338.

PEDROSO, A.F. *Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.)*. 2003. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.

RHOADS, M.L.; RHOADS, R.P.; GILBERT, R.; TOOLE, R.; BUTTLER, W.R. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 91(1-2):1-10, 2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

SINCLAIR, K.D.; KURAN, M.; GEBBIE, F.E.; WEBB, R.; MECEVOY, T.G. Nitrogen metabolism and fertility in cattle. II, development of oocytes recovered from heifers offered. diets different in their rates of nitrogen release in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 78(10): 2670-2680, 2000.

TEIXEIRA, M. M.; RIZZO, R.; DETMANN, E. *Avaliação da qualidade da mistura de ração em misturador horizontal considerando a homogeneidade dos ingredientes*. Viçosa: UFV, 2012. 14 f. Engenharia Agrícola. Disponível em: <[http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/avaliacao da qualidade da mistura.pdf](http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/avaliacao%20da%20qualidade%20da%20mistura.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2016

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *Journal of Animal Science*, v. 26, p. 119–128, 1967.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10):3583–3597, 1991.

VARGAS, L. H.; LANA, R. DE P.; JHAM, G. N.; SANTOS, F. L.; DE QUEIROZ, A. C.; MARCIO, A. B. Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, pro-

dução e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(1):522–529, 2012.

WICKER, D.L.; POOLE, D.R. How is your mixer performing? *Feed Manage*, 42(9):40-44, 1991.