

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

QUALIDADE DE RAÇÕES PELETIZADAS PARA FRANGOS
DE CORTE COM ADIÇÃO DE UMIDADE, DIFERENTES
TAMANHOS DE PARTÍCULAS E TRATAMENTO TÉRMICO

Autora: Isabel Cristina Mores Vaccari
Orientadora: Profa. Dra. Cibele Silva Minafra

Rio Verde – GO
outubro – 2013

QUALIDADE DE RAÇÕES PELETIZADAS PARA FRANGOS
DE CORTE COM ADIÇÃO DE UMIDADE, DIFERENTES
TAMANHOS DE PARTÍCULAS E TRATAMENTO TÉRMICO

Autor: Isabel Cristina Mores Vaccari
Orientador: Profa. Dra. Cibele Silva Minafra

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *campus* Rio Verde - Área de concentração Zootecnia.

Rio Verde - GO
outubro – 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
Elaborada por Igor Yure Ramos Matos – Bibliotecário CRB1 - 2819

V154i Vaccari, Isabel Cristina Mores

Qualidade de rações peletizadas para frangos de corte com adição de umidade, diferentes tamanhos de partículas e tratamento térmico / Isabel Cristina Mores. – 2013.

44 f.: il., fig. tabs.

Orientador: Profa. Dra. Cibele Silva Minafra

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus de Rio Verde, 2013.

Biografia.

Inclui índice de tabelas, figuras e lista de símbolos, siglas, abreviações e unidades.

1. Ração- Fabricação. 2. Ração. 3. Frango de Corte. I. Autor.
II. Título.

CDU: 636.5:636.084.41

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

QUALIDADE DE RAÇÕES PELETIZADAS PARA FRANGOS
DE CORTE COM ADIÇÃO DE UMIDADE, DIFERENTES
TAMANHOS DE PARTÍCULAS E TRATAMENTO TÉRMICO

Autor: Isabel Cristina Mores Vaccari
Orientador: Profa. Dra. Cibele Silva Minafra

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de concentração
Zootecnia – Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADA em 29 de outubro de 2013.

Prof. Dr. José Henrique Stringhini
Avaliador externo
UFG/Goiânia

Prof. Dra. Fabiana Ramos Santos
Avaliadora interna
IF Goiano/RV

Dr. Uislei Antonio Dias Orlando
Avaliador externo
BRF S/A

Prof. Dra. Cibele Silva Minafra
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

À minha filha Laura pela paciência em me esperar mesmo sem entender a minha ausência. Você é a razão da minha vida!

À minha família, em especial à minha amada mãe Deoneiva pela compreensão, apoio, força e dedicação com a minha filha nos meus momentos de ausência. Também ao meu pai Vilmar e à minha irmã Lidyane pela companhia e proteção da minha Laura.

Ao meu marido André pelo companheirismo e compreensão.

À minha orientadora Cibele, pelo constante apoio desde o dia em que decidi me inscrever no programa. Tenho certeza que se não fosse por ela, não teria iniciado esta etapa.

À empresa BRF S/A, pela compreensão e disponibilidade para que eu pudesse realizar este programa, além de fornecer todos os recursos necessários para os experimentos.

Aos meus colegas de trabalho, em especial ao Keysuke pela sua humildade e seus ensinamentos.

Ao Uislei, Adelar, Jacques e Ivan pela confiança em mim depositada.

A todos os meus colegas de pós-graduação, pelo companheirismo e momentos de descontração.

A toda a minha equipe de trabalho da BRF S/A, por me apoiar e auxiliar nos momentos de ausência.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

“A mente humana é um grande teatro. Seu lugar não é na plateia, mas no palco, brilhando na sua inteligência, alegrando-se com suas vitórias, aprendendo com suas derrotas e treinando para ser, a cada dia, autor da sua história, líder de si mesmo.”

Augusto Cury

BIOGRAFIA DO AUTOR

Isabel Cristina Mores Vaccari, filha de Deoneiva Salete Darold Mores e Vilmar Mores, nascida em Jaborá SC, em 14 de novembro de 1983. Sua formação profissional se iniciou em 2001, no curso superior de Tecnologia de Alimentos pela Universidade do Oeste de Santa Catarina – Campus Videira. Em 2012, iniciou o Mestrado em Zootecnia na área de Produção Animal, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, concluindo em 2013.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1 Produção de rações.....	1
2 Expansão	3
3 Peletização	3
4 Benefícios da peletização de rações	6
REFERÊNCIAS	7
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
RESULTADOS	19
DISCUSSÃO	24
CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
TABELA 1: Estimativa de produção 2012 e previsão de demanda 2013.	2
TABELA 2: Composição da dieta experimental	15
TABELA 3: Efeito do tratamento térmico (TT), tamanho das partículas (TP) e adição de umidade (AU) sobre o Índice de Durabilidade de Pelete (PDI), Percentual de peletes íntegros e Solubilidade Proteica (KOH) da dieta.....	19
TABELA 4: Equação de regressão para Índice de Durabilidade de Pelete (PDI), Percentual de peletes íntegros considerando os fatores: tratamento térmico (TT), tamanho de partícula (TP) e adição de umidade (AU) e suas interações	20
TABELA 5: Efeito de Interações entre o tratamento térmico (TT), tamanho de partícula (TP) e adição de umidade (AU) sobre Índice de Durabilidade de Pelete (PDI), Percentual de peletes íntegros e Solubilidade proteica (KOH) das dietas	21

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: Consumo de ração por espécie em 2012.....	2
FIGURA 2: Desintegração de peletes e formação de fragmentos menores e pó.....	4
FIGURA 3: Influência de diferentes fatores sobre a qualidade de peletes.	5
FIGURA 4: Efeito do tratamento térmico (TT), o tamanho de partículas (TP) e a adição de umidade (AU) sobre o Índice de Durabilidade de Pelete (PDI) e Percentual de peletes íntegros.....	22
FIGURA 5: Efeitos de interação do tratamento térmico (TT), tamanho de partícula (TP) e adição de umidade (AU) na solubilidade proteica em KOH	23

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

°C	Graus Celsius
hp	Horse-power
IU	Unidade internacional
IFIF	<i>International Feed Industry Federation</i>
KOH	Hidróxido de potássio
kg	Quilograma
Kwatt	Quilowatt
L	Litro
mm	Milímetro
mg	Miligrama
PDI	Pellet Durability Index
t	Tonelada
rpm	Rotações por minuto
%	Porcentagem
<	Maior que

RESUMO

O objetivo deste experimento foi determinar os efeitos do tamanho das partículas de ração, além de diferentes umidades, na mistura no condicionador, e, de diferentes tratamentos térmicos sobre o percentual de peletes íntegros, PDI (Índice de Durabilidade de Pelete) e solubilidade da proteína em KOH em dietas para frangos de corte. Os diferentes fatores de processamento foram combinados em um modelo fatorial 4 x 2 x 2: quatro níveis de adição de umidade no condicionador (0%, 0,7%, 1,4% e 2,1%), dois tratamentos térmicos (condicionamento-peletização ou condicionamento-expansão-peletização) e dois tamanhos de partículas da dieta (grosso - 988 micra e médio - 656 micra). Os tratamentos foram avaliados através da coleta de oito amostras de rações para, determinar o índice de durabilidade de pelete (PDI), percentual de peletes íntegros e os valores de solubilidade proteica. A dieta utilizada neste estudo foi uma ração para frangos típica milho-farelo de soja e farinha de origem animal processada em uma fábrica de ração comercial. O percentual de peletes íntegros e o PDI aumentaram de forma linear entre os valores de 0 a 2,1% de adição de umidade. Uma equação linear positiva foi obtida entre a adição de umidade no condicionador e o percentual de peletes íntegros e PDI ($p < 0,001$). O expander melhorou o PDI e o percentual de peletes íntegros, respectivamente, em 18 e 21% quando comparado a um processamento de rações simples condicionamento-peletização. No entanto, efeito contrário sobre a qualidade da proteína ocorreu pelo aumento na temperatura de processamento. O tamanho de partícula influenciou a qualidade de pelete apenas nas rações condicionadas-peletizadas; não tendo sido observado efeito do tamanho das partículas na ração condicionada-

expandida-peletizada. Nas rações peletizadas, o tamanho médio das partículas apresentou melhor resultado para PDI e para percentual de peletes íntegros ($p < 0,001$) quando comparado à moagem grossa (peletes - 66,97% x 64,96%; PDI - 77,30 x 66,10%).

Palavras-chave: expandido, fábrica de rações, peletizada, qualidade, tamanho de partícula.

ABSTRACT

This experiment aimed to determine the effect of feed particle size, different moisture addition to the mash feed in the conditioner and different thermal processing on pellets percentage PDI (Pellet Durability Index) and protein solubility in KOH of broiler diets. The different processing factors were combined in a 4 x 2 x 2 factorial model: four moisture addition levels on the conditioner (0%; 0.7%; 1.4% and 2.1%), two thermal processing (conditioning-pelleting or conditioning-expanding-pelleting) and two diet particle sizes (coarse - 988 micra and medium - 656 micra). The treatments were evaluated by the collection of 8 feed samples in order to determine the pellet durability index (PDI), percentage of pellets and protein solubility values. The diet used in this study was a typical corn-soybean meal broiler diet processed in a commercial feed mill. The pellets percentage and PDI responded linearly and positively between the range of 0 to 2.1% moisture addition. A positive and linear equation relating to moisture addition on the conditioner and pellets percentage and PDI were obtained ($p < 0.001$). Expander improved PDI and pellets percentage respectively by 18 and 21% when compared to a simple conditioning-pelleting feed processing. However, an adverse effect on protein quality seems to exist when higher processing temperature is achieved. The particle size influenced the pellet quality only for the conditioned-pelleted diets; no particle size effect was observed for conditioned-expanded-pelleted feed. In pelleted diets, the medium particle size resulted in better PDI and higher pellets percentage ($p < 0.001$) when compared to coarse grinding (% pellets – 66.97 versus 64.96%; PDI – 77.30 versus 66.10%).

Keywords: expanded, feed mill, particle size, pelleted, quality.

INTRODUÇÃO GERAL

1 Produção de rações

Os custos das rações e do seu processamento são bastante significativos para as empresas integradoras (LILLY, 2011). Sob esta perspectiva, a cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil modernizou-se e continua buscando novas formas de melhorar o setor, seja pela redução de custos ou pelo aumento da produtividade, tornando-se mais competitiva no mercado mundial.

A produção de rações segue as regras de um mercado competitivo que exige redução no custo sem comprometer a qualidade do produto final.

A fábrica de rações é um importante elo da cadeia produtiva já que qualquer erro em uma ou mais etapas do processo de produção de rações pode acarretar prejuízos econômicos expressivos.

A indústria de rações para animais é muito significativa no Brasil e no mundo. No Brasil, em 2012 foram produzidas 64,9 milhões de toneladas de rações, sendo 37,1 milhões de toneladas de rações para aves. O Sindicato Nacional da Alimentação Animal projeta crescimento de 2,1% em 2013 em comparação com o ano anterior, com produção de 66,9 milhões de toneladas de ração (Tabela 1) (SINDIRAÇÕES, 2013). De acordo com dados da *International Feed Industry Federation* (IFIF, 2011), o Brasil é o quarto maior produtor mundial de rações, superado pelos Estados Unidos da América, União Européia e China, respectivamente os maiores produtores. Segundo a mesma fonte, esses quatro produtores são responsáveis por cerca de 70% da produção mundial.

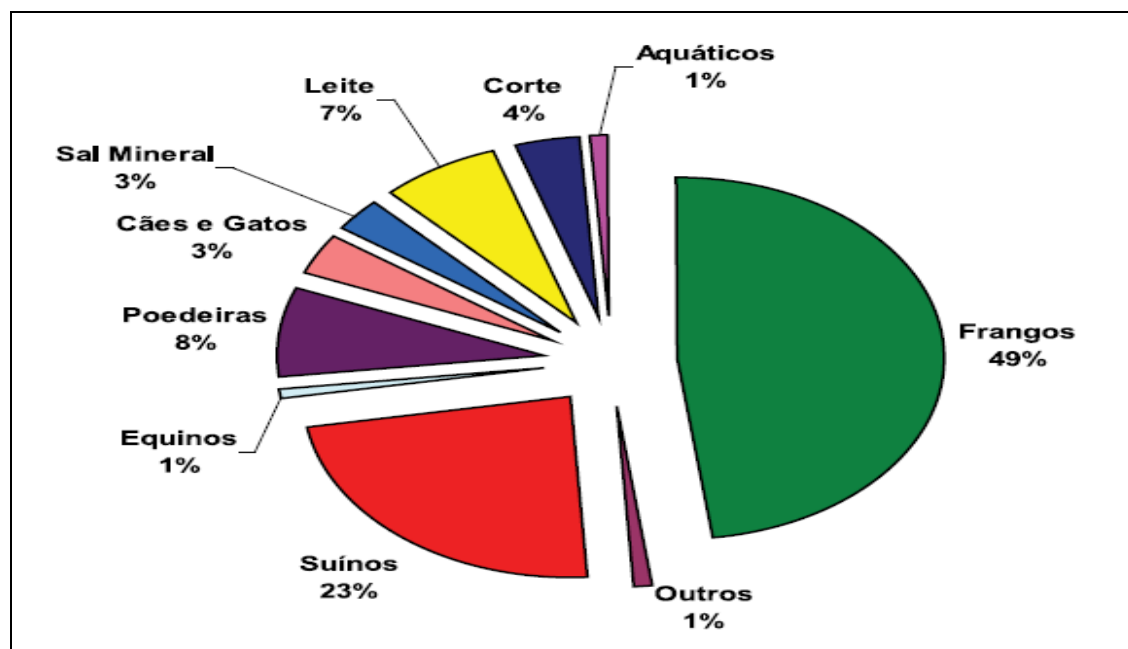
TABELA 1: Estimativa de produção 2012 e previsão de demanda 2013.

PRODUÇÃO DE RAÇÕES (milhões de toneladas)					
SEGMENTO	2011	2012	2013*	% 12/11	% 13/12
AVES	37,2	36,3	37,1	-2,4	2,1
FRANGO	32,2	31,1	31,7	-3,6	2,1
POEDEIRAS	5,0	5,2	5,4	5,4	2,6
SUÍNOS	15,44	15,1	15,5	-2,2	2,5
GADO	7,8	7,4	7,6	-5,1	3,3
LEITE	5,1	4,8	4,9	-5,1	3,0
CORTE	2,7	2,6	2,7	-5,1	4,0
CÃES E GATOS	2,17	2,26	2,37	4,0	5,0
EQUINOS	0,59	0,56	0,57	-4,2	2,0
AQUACULTURA	0,570	0,650	0,740	14,0	13,8
PEIXES	0,50	0,575	0,661	15,0	15,0
CAMARÕES	0,070	0,075	0,079	7,1	4,9
OUTROS	0,800	0,753	0,768	-5,9	2,0
TOTAL RAÇÕES	64,6	63,0	64,6	-2,3	2,6
SAL MINERAL	2,35	1,95	2,24	-17,0	15,0
TOTAL	66,9	64,9	66,8	-3,0	3,0

Fonte: Sindirações (2013).

* *Previsão*

A avicultura de corte representou aproximadamente 50% da demanda de rações em 2012, Figura 1, e deve consumir 31,7 milhões de toneladas em 2013 (SINDIRAÇÕES, 2013).

**FIGURA 1:** Consumo de ração por espécie em 2012.

Fonte: Sindirações (2013).

O fabricante de rações tem como objetivo produzir rações com a melhor relação custo x benefício. Sendo assim, a gestão do processo de fabricação de ração deve estar voltada para atender o produtor final com qualidade.

2 Expansão

Os “expanders” são condicionadores que operam no sistema HTST (*high-temperature-short-time*), ou seja, em altas temperaturas a um curto período de tempo, aplicado antes do processo de peletização. O expander é utilizado para maximizar a disponibilidade de energia, digestibilidade de nutrientes e a qualidade dos peletes (COUTO, 2012).

O sistema é capaz de processar a ração com temperatura e umidade e também adicionar grandes quantidades de líquidos à massa. A temperatura de condicionamento alcança de 100 a 150° C, entretanto, o tempo de exposição é de apenas dois a três segundos. Atualmente, o “expander” está sendo utilizado na indústria de rações como condicionador de alta temperatura, como forma de melhorar a qualidade dos peletes produzidos pelo sistema de peletização (COUTO, 2012).

3 Peletização

A peletização é um processo utilizado pela indústria de rações para melhorar o desempenho dos animais e pode ser definida como a aglomeração de partículas pequenas, por meio de processos mecânicos, em combinação com umidade, pressão e calor (KLEIN et al., 2012). O processo de peletização foi desenvolvido na década de 30 nos Estados Unidos da América com o objetivo de adensar o produto para facilitar o armazenamento e o transporte além de garantir que cada pelete tivesse todos os ingredientes usados na formulação da dieta (MEURER et al., 2008).

No processo de peletização de rações, a umidade, o calor e a pressão são utilizados para “moldar” a ração farelada, composta por partículas menores, em um agregado firme, de formato cilíndrico, conhecido como pelete.

A combinação termomecânica resulta em alterações nos ingredientes da ração e melhoria em sua forma física (BUCHANAN, 2010). Atualmente, este processo é muito utilizado nas fábricas de ração animal em todo o mundo, sendo a etapa de maior

demanda de energia elétrica e de capital na cadeia de alimentação animal (MEINERZ et al., 2001), tornando a qualidade de produção imprescindível para a obtenção de peletes íntegros e em bom estado.

A qualidade física dos peletes é o tema de maior debate entre os pesquisadores e profissionais ligados à produção de rações, em virtude de seu efeito positivo sobre o desenvolvimento dos animais, havendo, porém, uma discussão concernente em relação aos custos e benefícios da utilização de rações peletizadas. MCKINNEY & TEETER (2004), verificaram que, se a quantidade de partículas desagregadas (finos) for elevada, os benefícios da peletização praticamente desaparecem em comparação com rações fareladas.

Atualmente, o processo de peletização é bastante difundido na indústria de ração animal, uma vez que traz várias vantagens, como redução do desperdício de ração, minimiza o consumo seletivo, melhora a qualidade microbiológica da ração, aumenta a densidade da ração e melhora a fluidez do produto em silos (BEHNKE, 2005).

A melhor eficiência alimentar e a conseqüente economia em termos de volume de ração só serão atingidas se for garantida a oferta de peletes de boa qualidade. Peletes de baixa durabilidade não resistem às forças aplicadas sobre eles após a produção, desintegram-se e produzem uma massa conhecida popularmente como “finos” (Figura 2). Esses finos, além de não contribuírem para maximizar o desempenho animal, não garantem a qualidade da mistura e trazem dificuldades operacionais como redução da fluidez, ocasionando dificuldade de escoamento em silos e caminhões graneleiros e, aumento nos riscos microbiológicos, uma vez que os finos servem de habitat para fungos e outros microrganismos (LOWE, 2005).

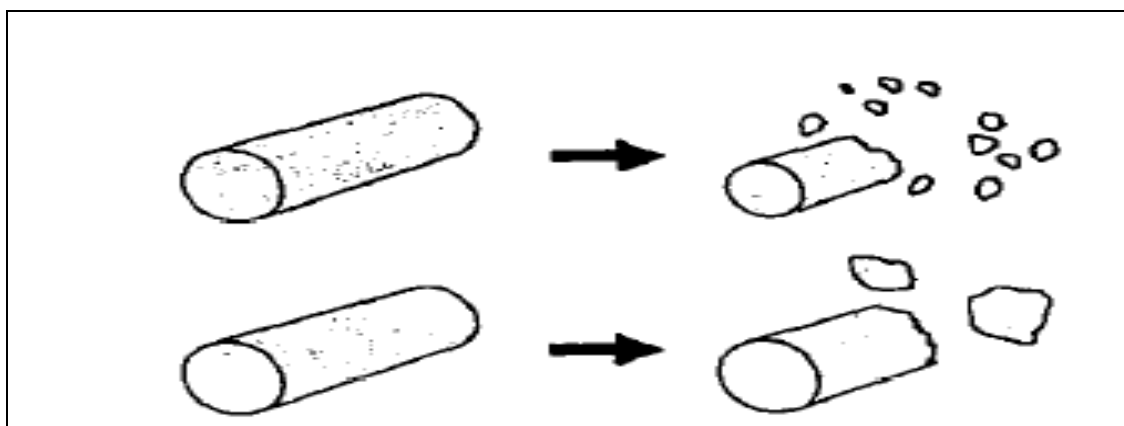


FIGURA 2: Desintegração de peletes e formação de fragmentos menores e pó.

Fonte: Thomas & Poel (1996).

Peletes de boa qualidade são definidos como aqueles que resistem às compressões, aos atritos e aos impactos ocasionados pelos sistemas de armazenamento e transporte dentro da fábrica e ao longo do transporte da fábrica até a granja, com o mínimo de desintegração (CAVALCANTI & BEHNKE, 2005; MINA-BOAC et al., 2006). Essa qualidade física de peletes é comumente expressa sob a forma do Índice de Durabilidade de Peletes (PDI, do inglês *Pellet Durability Index*) e percentual de peletes íntegros.

É fundamental para um fabricante de rações conhecer os melhores parâmetros de processo para obtenção de um pelete de boa qualidade, pois são vários os fatores que podem afetar o PDI e o percentual de peletes íntegros durante a fabricação. Entre estes parâmetros, estão a especificação nutricional da ração, tipos de ingredientes utilizados, granulometria de moagem desses ingredientes, temperatura e tempo de condicionamento, taxa de compressão da matriz da prensa, regulagem da prensa, produtividade, resfriamento, transporte, adição de gordura etc.

A qualidade do pelete não depende só da peletizadora, mas de todo o sistema de fabricação. Isolar e quantificar os efeitos das principais variáveis que atuam no processo de peletização é importante para que intervenções eficazes possam ser aplicadas nas diferentes etapas de manufatura do alimento e maximizar os ganhos técnicos e econômicos da peletização.

FRANKE & REY (2006) citam a contribuição de alguns fatores envolvidos no processo de fabricação na qualidade de peletes, sendo que a formulação da ração responde por cerca de 40% da variação na qualidade e os equipamentos utilizados no processamento, pelos restantes 60% (Figura 3).

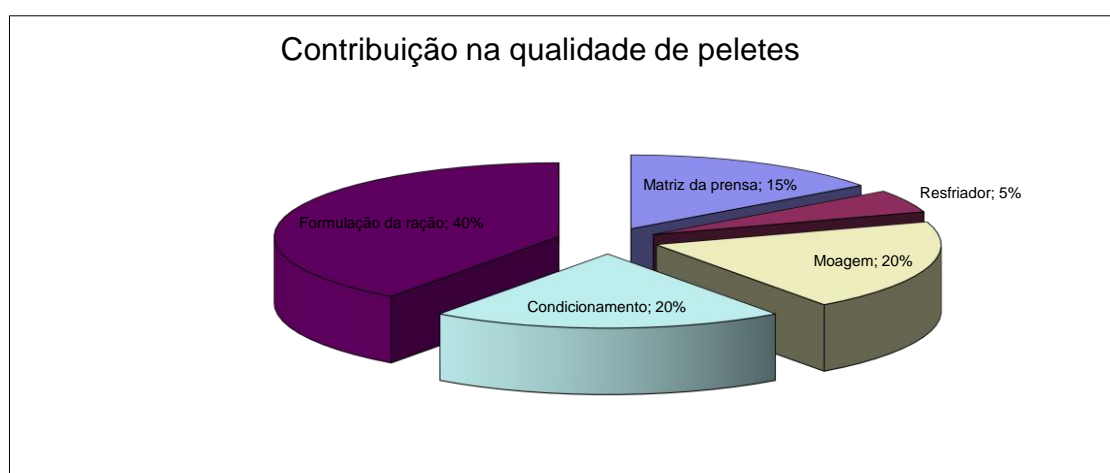


FIGURA 3: Influência de diferentes fatores sobre a qualidade de peletes.

Fonte: Franke & Rey (2006).

4 Benefícios da peletização de rações

Os benefícios da peletização podem ser resumidos em maiores ganhos de peso em função do maior consumo de ração, reflexo de melhor palatabilidade e preferência das aves, facilidade de apreensão, levando à menor movimentação, e conseqüente menor tempo gasto com alimentação, além de melhor digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, melhor aproveitamento da energia (LARA et al., 2008).

Ao processo de peletização são atribuídos diversos benefícios, como maior digestibilidade de carboidratos e proteínas da dieta, menor gasto de energia de manutenção, redução do desperdício e diminuição da contaminação microbiana na ração (GADZIRAYI et al., 2006).

O processo de peletização das rações, por sua ação mecânica e térmica, melhora a digestibilidade dos nutrientes (VARGAS et al., 2001). Nas proteínas, por exemplo, ocorrem alterações das estruturas terciárias naturais, solubilizando-as e facilitando assim sua digestão (DOZIER, 2001). No caso dos carboidratos, a digestibilidade aumenta devido à alta temperatura ter a capacidade de desagregar os grânulos de amilose e amilopectina, gelatinizando o amido e facilitando a ação enzimática. Já nas gorduras, o processo faz com que as paredes celulares se rompam, melhorando a disponibilidade dos nutrientes contidos nas células e a acessibilidade das enzimas sobre a gordura no interior das células, aumentando a metabolização da energia das rações submetidas ao processo (MCKINNEY & TEETER, 2004).

O desperdício das dietas peletizadas é reduzido em 18% em relação às dietas fareladas, sendo essa redução ocasionada pela maior agregação das partículas, impedindo a separação, seleção ou consumo de ingredientes de maior preferência (GADZIRAYI et al., 2006).

Além disso, melhora a eficiência alimentar pela gelatinização dos componentes, proporcionando melhor digestão das rações; diminuindo a segregação ou a separação dos ingredientes, garantindo um consumo mais uniforme. Por outro lado, diminui o desperdício, pois impede a separação ou o consumo de ingredientes mais palatáveis; aumenta a densidade, o que permite o armazenamento e/ou transporte de mais produtos em um mesmo espaço; e melhora o fluxo da ração no comedouro quando comparado à ração farelada (KLEIN, 2012).

REFERÊNCIAS

- BEHNKE, K. C. **The Art (Science) of Pelleting**. American Soybean Association. May 23 - June 10, 2005.
- BUCHANAN, N. P.; LILLY, K. G. S.; GEHRING, C. K.; MORITZ, J. S. **The effects of altering diet formulation and manufacturing technique on pellet quality**. J. Appl. Poult. Res. 19 :112–120. 2010.
- CAVALCANTI, W. B., BEHNKE, K. C. **Effect of Composition of Feed Model Systems on Pellet Quality: A Mixture Experimental Approach**. II. Cereal Chem. 82(4):462–467, Vol. 82, Number. 4. 2005.
- COUTO, H. P. **Fabricação de Rações e Suplementos para Animais. Gerenciamento e Tecnologias**. Capítulo 10. 2ª edição. Viçosa/MG, 2012.
- DOZIER, W. A. **Pelet de calidad para obtener carne de ave más economica**. Alimentos Balanceados para Animales, v.8, p.16-19, 2001.
- FRANKE, M.; REY, A. **Improving pellet quality and efficiency**. Feed Tech, volume 10, number 3. 2006.
- GADZIRAYI, C.T.; MUTANDWA, E.; CHIHIYA, J.; MLAMBO, R. **A Comparative Economic Analysis of Mash and Pelleted Feed in Broiler Production under Deep Litter Housing System**. International Journal of Poultry Science, v.7, p.629-631, 2006.
- IFIF. International Feed Industry Federation - IFIF. 2011. **Relatório Anual 2011**. Disponível em: < <http://www.ifif.org>>. Acesso em 07/06/2012.
- KLEIN C.H.; PENZ, A.M.J.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.A.R. **Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho e a composição de carcaças de frangos de corte**. 2012. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/efeito-forma-fisica-nivel-t939/124-p0.htm>>. Acesso em 06/06/2012.

- KLEIN, A. A. **Peletização de Rações: Aspectos Técnicos, Custos e Benefícios e Inovações Tecnológicas**. 2009. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MAlanceados/fabricacao/artigos/peletizacao-racoes-aspectos-tecnicos_159.htm>. Acesso em: 28/05/2012.
- LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; ROCHA, J.S.R.; LANA, A.M.Q.; CANÇADO, S.V.; FONTES, D.O.; LEITE, R.S. **Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.60, n.4, p.970-978, 2008.
- LILLY, K. G. S.; GEHRING, C. K.; BEAMAN, K. R.; TURK, P. J.; SPEROW, M.; MORITZ, J. S. **Examining the relationships between pellet quality, broiler performance, and bird sex**. J. Appl. Poult. Res. 20 : 231–239, 2011.
- LOWE, R. **Judging pellet stability as part of pellet quality**. Feed Tech, volume 9, number 2. 2005.
- McKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. **Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. pellet quality and II. prediction of consequential formulation dead zones**. Poultry Science, Champaign, v.83, p.1165-1174, 2004.
- MEURER, R.P.; FÁVERO, A.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A. **Avaliação de rações peletizadas para frangos de corte**. Archives of Veterinary Science, v.13, n.3, p.229-240, 2008.
- MEINERZ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ Jr., A.M.; KESSLER, A.M. **Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.2026-2032, 2001.
- MINA-BOAC, J.; MAGHIRANG, R.G.; CASADA, M.E. **Durability and Breakage of Feed Pellets during Repeated Elevator Handling**. Material escrito para a palestra na ASABE Annual International Meeting. ASABE. Portland, Oregon. 9 - 12 julho 2006.
- SINDIRAÇÕES. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Boletim Informativo do Setor – Maio/2013**. Disponível em: <<http://www.sindiracoes.org.br>>. Acesso em: 27/05/13.
- THOMAS, M., POEL, A.F.B. van der. **Physical quality of pelleted animal feed. 1. Criteria for pellet quality**. Animal Feed Science Technology 61. 1996.
- VARGAS, G.D.; BRUM, P.A.R.; FIALHO, F.B. et al. **Efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte machos**. Revista Brasileira de Agrociência, v.7, p.42-45, 2001.

QUALIDADE DE RAÇÕES PELETIZADAS PARA FRANGOS DE CORTE COM ADIÇÃO DE UMIDADE, DIFERENTES TAMANHOS DE PARTÍCULAS E TRATAMENTO TÉRMICO

RESUMO

O objetivo deste experimento foi determinar os efeitos do tamanho das partículas de ração, além de diferentes umidades, na mistura no condicionador, e, de diferentes tratamentos térmicos sobre o percentual de peletes íntegros, PDI (Índice de Durabilidade de Pelete) e solubilidade da proteína em KOH em dietas para frangos de corte. Os diferentes fatores de processamento foram combinados em um modelo fatorial 4 x 2 x 2: quatro níveis de adição de umidade no condicionador (0%, 0,7%, 1,4% e 2,1%), dois tratamentos térmicos (condicionamento-peletização ou condicionamento-expansão-peletização) e dois tamanhos de partículas da dieta (grosso - 988 micra e médio - 656 micra). Os tratamentos foram avaliados através da coleta de oito amostras de rações para, determinar o índice de durabilidade de pelete (PDI), percentual de peletes íntegros e os valores de solubilidade proteica. A dieta utilizada neste estudo foi uma ração para frangos típica milho-farelo de soja e farinha de origem animal processada em uma fábrica de ração comercial. O percentual de peletes íntegros e o PDI aumentaram de forma linear entre os valores de 0 a 2,1% de adição de umidade. Uma equação linear positiva foi obtida entre a adição de umidade no condicionador e o percentual de peletes íntegros e PDI ($p < 0,001$). O expandir melhorou o PDI e o percentual de peletes íntegros, respectivamente, em 18 e 21% quando comparado a um processamento de rações simples condicionamento-peletização. No entanto, efeito contrário sobre a qualidade da proteína ocorreu pelo aumento na temperatura de processamento. O tamanho de partícula

influenciou a qualidade de pelete apenas nas rações condicionadas-peletizadas; não tendo sido observado efeito do tamanho das partículas na ração condicionada-expandida-peletizada. Nas rações peletizadas, o tamanho médio das partículas apresentou melhor resultado para PDI e para percentual de peletes íntegros ($p < 0,001$) quando comparado à moagem grossa (peletes - 66,97% x 64,96%; PDI - 77,30 x 66,10%).

Palavras-chave: expandido, fábrica de rações, peletizada, qualidade, tamanho de partícula.

QUALITY BROILER FEEDS PELLETED WITH MOISTURE ADDITION, DIFFERENT PARTICLE SIZES AND HEAT TREATMENT

ABSTRACT

This experiment aimed to determine the effect of feed particle size, different moisture addition to the mash feed in the conditioner and different thermal processing on pellets percentage PDI (Pellet Durability Index) and protein solubility in KOH of broiler diets. The different processing factors were combined in a 4 x 2 x 2 factorial model: four moisture addition levels on the conditioner (0%; 0.7%; 1.4% and 2.1%), two thermal processing (conditioning-pelleting or conditioning-expanding-pelleting) and two diet particle sizes (coarse - 988 micra and medium - 656 micra). The treatments were evaluated by the collection of 8 feed samples in order to determine the pellet durability index (PDI), percentage of pellets and protein solubility values. The diet used in this study was a typical corn-soybean meal broiler diet processed in a commercial feed mill. The pellets percentage and PDI responded linearly and positively between the range of 0 to 2.1% moisture addition. A positive and linear equation relating to moisture addition on the conditioner and pellets percentage and PDI were obtained ($p < 0.001$). Expander improved PDI and pellets percentage respectively by 18 and 21% when compared to a simple conditioning-pelleting feed processing. However, an adverse effect on protein quality seems to exist when higher processing temperature is achieved. The particle size influenced the pellet quality only for the conditioned-pelleted diets; no particle size effect was observed for conditioned-expanded-pelleted feed. In pelleted diets, the medium particle size

resulted in better PDI and higher pellets percentage ($p < 0.001$) when compared to coarse grinding (% pellets – 66.97 versus 64.96%; PDI – 77.30 versus 66.10%).

Keywords: expanded, feed mill, particle size, pelleted, quality.

INTRODUÇÃO

No processo de peletização a mistura é aquecida e hidratada por adição de vapor no condicionador; sendo, subsequentemente, aplicada pressão na ração condicionada, de modo a empurrá-la através da matriz e transformá-la em pelete. Como a peletização é um processo oneroso em uma fábrica de rações, é importante atingir a máxima eficácia neste processo, o que significa conseguir a quantidade máxima de peletes intactos, que devem ser suficientemente resistentes para suportar os desafios presentes ao longo da expedição e transporte da ração até os locais de produção animal (Mina-Boac et al., 2006). A qualidade de pelete pode ser expressa como o percentual de peletes íntegros produzidos (inversamente proporcional à quantidade de finos) e o Índice de Durabilidade do Pelete - PDI (medida da resistência do pelete contra a fragmentação e forças de impacto).

O processo de peletização pode ser afetado por diversos fatores. Franke & Rey (2006) e Mendez et al. (2008) relataram que os pontos de ruptura podem ocorrer quando as partículas maiores do que 1,00-1,50 mm são incorporadas à estrutura da pelete. O uso de expander em fábricas de rações também tem efeito positivo sobre o PDI (Fancher et al., 1996). Em algumas fábricas de rações, certa quantidade de água é adicionada no misturador para, aumentar o teor de umidade da mistura da ração antes do condicionamento. Moritz et al. (2003) relataram que a adição de 2,5 e 5,0% de água à mistura antes da peletização aumentou o PDI das rações peletizadas. Também Buchanan e Moritz (2009) observaram melhorias na qualidade do pelete quando 2 e 4% de umidade foi adicionada no misturador.

Também parâmetros como gelatinização do amido e solubilidade da proteína podem ser monitorados para verificar o efeito do tratamento térmico sobre os ingredientes da ração. Veloso et al. (2005) avaliaram o efeito da expansão em 130-

136°C em milho e farelo de soja e observaram que 29,67% e 19,19% de teor de amido foram gelatinizados. A elevação da temperatura e da pressão de cisalhamento presentes no tratamento térmico do alimento podem levar à formação de ligações cruzadas na estrutura da proteína, que não pode ser degradada pelas atividades enzimáticas (Prestlokken & Fôrutvikling, 2012). A solubilidade da proteína em solução 0,2% de hidróxido de potássio (KOH) é uma ferramenta útil para medir a qualidade da proteína dos ingredientes para rações tratadas termicamente.

O objetivo deste experimento foi determinar o efeito do tamanho da partícula da ração, diferentes adições de umidade na ração farelada no condicionador e dois processamentos térmicos (condicionamento-peletização ou condicionamento-expansão-peletização) sobre a qualidade do pelete e a solubilidade proteica, em dietas de milho e farelo de soja para frangos.

MATERIAL E MÉTODOS

Processamento da ração

Uma dieta experimental contendo 2,5% de gordura adicionada foi formulada, Tabela 2, para avaliar o efeito do tamanho das partículas e da adição de umidade sobre a qualidade do pelete e a solubilidade da proteína. A estrutura de uma fábrica de ração da empresa BRF S/A, localizada no estado do Rio Grande do Sul - Brasil, foi utilizada para produzir a dieta experimental para frangos de corte na fase de crescimento.

TABELA 2: Composição da dieta experimental

Ingredientes	kg/t
Milho	662,00
Farelo de Soja (480 g/kg PB)	239,00
Farinha de Vísceras Aves	40,00
Óleo de Soja	25,00
Farinha de penas	10,00
Calcário	8,20
L-Lisina líquida (50%)	4,00
Sal	4,00
Fosfato Monobicálcico	2,00
DL-Metionina	1,70
Premix vitamínico ^a	1,00
Betaina-HCl	0,90
Premix mineral ^b	0,85
Cloreto de Colina – Líquida (75%)	0,70
L-Treonina	0,60
Fitase líquida	0,05

^a Suplementação por kg de ração: 7000 IU de Vitamina A, 2000 IU de Vitamina D3, 25 IU de Vitamina E, 2,0 mg de Menadiona, 4,0 mg de Riboflavina, 25,0 mg de Niacina, 12,0 mg de Ácido d-pantotênico, 4,0 mg de Vitamina piridoxina, 0,01 mg de Vitamina B12, 1,0 mg de Ácido fólico e 0,08 mg de Biotina.

^b Suplementação por kg de ração: 10 mg de Sulfato de Cobre como Cobre, 1 mg de Iodo tal como Iodeto de Cálcio, 60 mg de Ferro na forma de Sulfato Ferroso, 70 mg de Manganês como Sulfato de Manganês, 0,3 mg de Selênio como Selenito de Sódio, e 70 mg de Zinco como Sulfato de Zinco.

Os ingredientes foram peneirados em primeiro lugar em uma peneira de furo com 5,0 milímetros de diâmetro, e todos os ingredientes grosseiros (grãos de cereais inteiros e fragmentos grosseiros de farelo de soja) foram moídas em um moinho de martelo (Moinho Martelo Vertical Bühler com 16 martelos - 10 ton / hora de saída / unidade x 6 unidades) para alcançar o tamanho de partícula médio e grosso da dieta final. Os diferentes tamanhos de partículas foram obtidos alterando a velocidade da ponta do martelo, uma vez que o moinho de martelos foi equipado com uma variável de controle de rotação dos martelos (3600 rpm para tamanho médio de partículas e 1800 rpm para tamanho grosso de partículas). Todos os componentes da dieta foram misturados em um misturador tipo pá (Bühler DFML 8000L, 6000 capacidade kg). O tempo de mistura foi dividido em três fases: a mistura seca (45 segundos), a adição de líquidos (60-90 segundos) e a mistura úmida (25 segundos).

A ração foi condicionada com injeção de vapor durante 15 segundos a 80-82 °C, sob uma pressão de vapor de 1,5-2,0 bar. Na sequência, a ração foi direcionada para um expander (Kahl Expander, modelo 38.2, 40 ton / hora de saída, com média de tempo de retenção de alimentação de 5 segundos, a pressão folga anular de 11-13 kWatt / ton / hora, 2,000 milímetros comprimento e uma largura de 400 mm e 600 hp) ou diretamente para a peletizadora (Bühler, Modelo DPAS, 30 ton / hora de saída, especificações: 660 mm de diâmetro, furos com 60 milímetros de profundidade e 4,5 mm de diâmetro e sem alívio, de 350 cv e lacuna 1,0 milímetros entre a matriz e rolo). O controle de diferentes níveis de adição de umidade no condicionador foi feito por meio de sistema de dosagem de água (Kahl WD-GLI15, temperatura da água de 60 °C e pressão de água 3-6 bar). Após a ração passar através da prensa, foi resfriada em um resfriador modelo Bühler DFKG 30 com uma capacidade de resfriamento de 30 toneladas de ração / hora.

Amostragem

Para avaliar o efeito da adição de diferentes umidades (adição de água de 0%; 0,7%; 1,4% e 2,1%), o processamento térmico (peletizadas x expandida-peletizada) e tamanho das partículas (média e grossa), quatro lotes de quatro toneladas de ração (total

de 16 toneladas) foram misturados, em sequência, para cada tamanho de partícula (2 x 16 toneladas). A ração utilizada para medir o tamanho de partícula foi coletada na saída do misturador, sendo farelada. Três amostras de aproximadamente 500 gramas (amostra composta) foram coletadas para determinação do tamanho das partículas. Os tamanhos das partículas foram determinados de acordo com o método referenciado pela Sociedade Americana de Engenheiros Agrícolas e Biológicas (ASABE, 2006). A média dos resultados das três amostras foi usada para definir o tamanho médio das partículas dos quatro lotes.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Os diferentes fatores de processamento foram combinados em um modelo fatorial 4 x 2 x 2: quatro níveis de adição de umidade no condicionador (0%, 0,7%, 1,4% e 2,1%), dois tratamentos térmicos (condicionamento-peletização ou condicionamento-expansão-peletização) e dois tamanhos de partículas da dieta (grosso - 988 microns e médio - 656 microns).

Os tratamentos foram organizados para ajustar a adição de umidade diferente em cada um dos processamentos térmicos. A adição de umidade no condicionador foi feita do mais baixo ao mais alto nível, inicialmente para as dietas peletizadas. Para cada nível de adição de umidade, foram recolhidas oito amostras de cerca de 500 g, diretamente da descarga da peletizadora. As amostras foram guardadas em condições ambientais durante 24 horas antes de serem submetidas à análise química e física. As coletas de amostras foram feitas após o condicionador-expander-peletizadora ter alcançado parâmetros operacionais estáveis (taxa de produção, temperatura e consumo de energia). Uma vez que toda a adição de água foi testada para a ração peletizada, em seguida, os diferentes níveis de umidade foram testados para a alimentação expandida-peletizada seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente. Finalmente, todos estes procedimentos foram repetidos para tamanho de partículas grosseiras e médias.

A temperatura média do ambiente e a umidade relativa durante o período experimental de novembro a dezembro de 2012 foram, respectivamente, de 24°C e 62%.

Análises das rações

As rações de diferentes tratamentos foram analisadas para os seguintes parâmetros físicos e químicos:

- Índice de Durabilidade de Pelete (PDI): determinado de acordo com o Método de S269.4 ASAE Standards (Mina-Boac et al., 2006);

- Percentual de peletes íntegros: 200 gramas de ração são peneirados numa tela com orifícios de 3,0 milímetros, e a porção de ração, mantida na tela, é considerada peletes;
- Solubilidade em KOH: determinada de acordo com o método descrito por Parsons et al. (1991);
 - Teor de umidade: determinado de acordo com o Método de 930.15 referenciado na Associação de Oficial Analytical Chemists International (1998).

Análise estatística

Foram utilizados os procedimentos do Modelo Linear Geral de Statgraphics Centurion XVI (Stat Point Technologies, Inc) para executar a análise dos dados recolhidos. O modelo estatístico incluiu a réplica, tamanho de partícula, o tipo de tratamento térmico e níveis de adição de umidade:

$$Y_{ijkl} = \mu + MA_i + HT_j + PS_k + \epsilon_{ijkl}$$

Em que: Y_{ijkl} = observação; μ = media da população; MA_i = Efeito da adição de umidade ($i = 0$ a 2,1%); HT_j = Efeito do tratamento térmico ($j =$ Peletizada ou Expandida-Peletizada); PS_k = Efeito do tamanho da partícula ($k =$ Médio ou Grosso); e ϵ_{ijkl} = Erro residual.

RESULTADOS

Os tamanhos das partículas da dieta obtidos nos testes foram, respectivamente, 988 micra para a moagem grossa e 656 micra para o de moagem média. O teor médio de umidade das amostras de ração antes do condicionador foi de $12,02 \pm 0,62\%$; e para as amostras de ração peletizada/expandida coletadas após o resfriador foi de $12,52 \pm 0,71\%$. A solubilidade da proteína (KOH) das amostras de ração farelada recolhidas antes do tratamento térmico e do farelo de soja utilizado neste ensaio tinha um valor médio de 73,76% e 81,92%, respectivamente.

Qualidade de Pelete

Em geral, a adição de umidade melhora a qualidade de pelete das dietas. O PDI aumentou linearmente ($P < 0,001$) com o aumento da adição de umidade no condicionador (Tabelas 3 e 4). Interações entre os diferentes fatores de processamento foram significativas (Tabela 5, Figura 4). A adição de umidade foi mais eficaz no aumento dos valores de PDI tanto nas dietas peletizadas como nas expandidas-peletizadas (26% x 10% de melhoria), e com partículas de tamanho mais grosso do que as dietas de tamanho médio de partícula (22% x 11%).

TABELA 3: Efeito do tratamento térmico (TT), tamanho das partículas (TP) e adição de umidade (AU) sobre o Índice de Durabilidade de Pelete (PDI), Percentual de peletes íntegros e Solubilidade Proteica (KOH) da dieta

Fatores	PDI	% Peletes	% Solub. Proteica (KOH)
Adição de umidade			
0,0% de H ₂ O	69,35	76,93	69,19
0,7% de H ₂ O	77,22	78,63	69,31

1,4% de H ₂ O	78,83	81,88	67,06
2,1% de H ₂ O	80,69	85,01	67,27
p-valor	0,001	0,001	0,430
Efeito	linear	linear	sem efeito
Tam. das partículas			
Grosso	76,29	77,56	70,06
Médio	76,75	83,66	66,36
p-valor	0,331	0,001	0,004
Tratam. Térmico			
Expand.-Peletizada	87,08	89,47	66,42
Peletizada	65,96	71,75	70,00
p-valor	0,001	0,001	0,005
Interações			
AU x TP			
p-valor	<0,001	<0,001	<0,001
AU x TT			
p-valor	<0,001	<0,002	<0,001
TT x TP			
p-valor	<0,001	<0,001	<0,389

Obs.: As interações triplas não foram significativas, sendo assim foram apresentadas somente as interações duplas.

TABELA 4: Equação de regressão para Índice de Durabilidade de Pelete (PDI), Percentual de peletes íntegros considerando os fatores: tratamento térmico (TT), tamanho de partícula (TP) e adição de umidade (AU) e suas interações

Equação	P	R-Quadrado
$PDI = 71,179 - 1,867*TP + 11,889*TT + 5,089*AU + 0,771*TP*TT + 1,557*TP*AU - 1,267*TT*AU$	<0,001	97,9
$\% \text{ Peletes} = 76,486 - 4,4789479*TP + 10,242*TT + 3,930*AU + 2,605*TP*TT + 1,361*TP*AU - 1,316*TT*AU$	<0,001	94,9
$\text{Solubilidade Protéica em KOH} = 68,752 - 4,539*OS - 5,629*TT - 0,713*AU + 0,5728*OS*TT + 5,889*TP*AU + 3,460*TT*AU$	<0,001	48,3

TT: 1, se expandida-peletizada; caso contrário 0

TP: 1, se grosso; caso contrário 0

AU: entre 0 a 2,1%

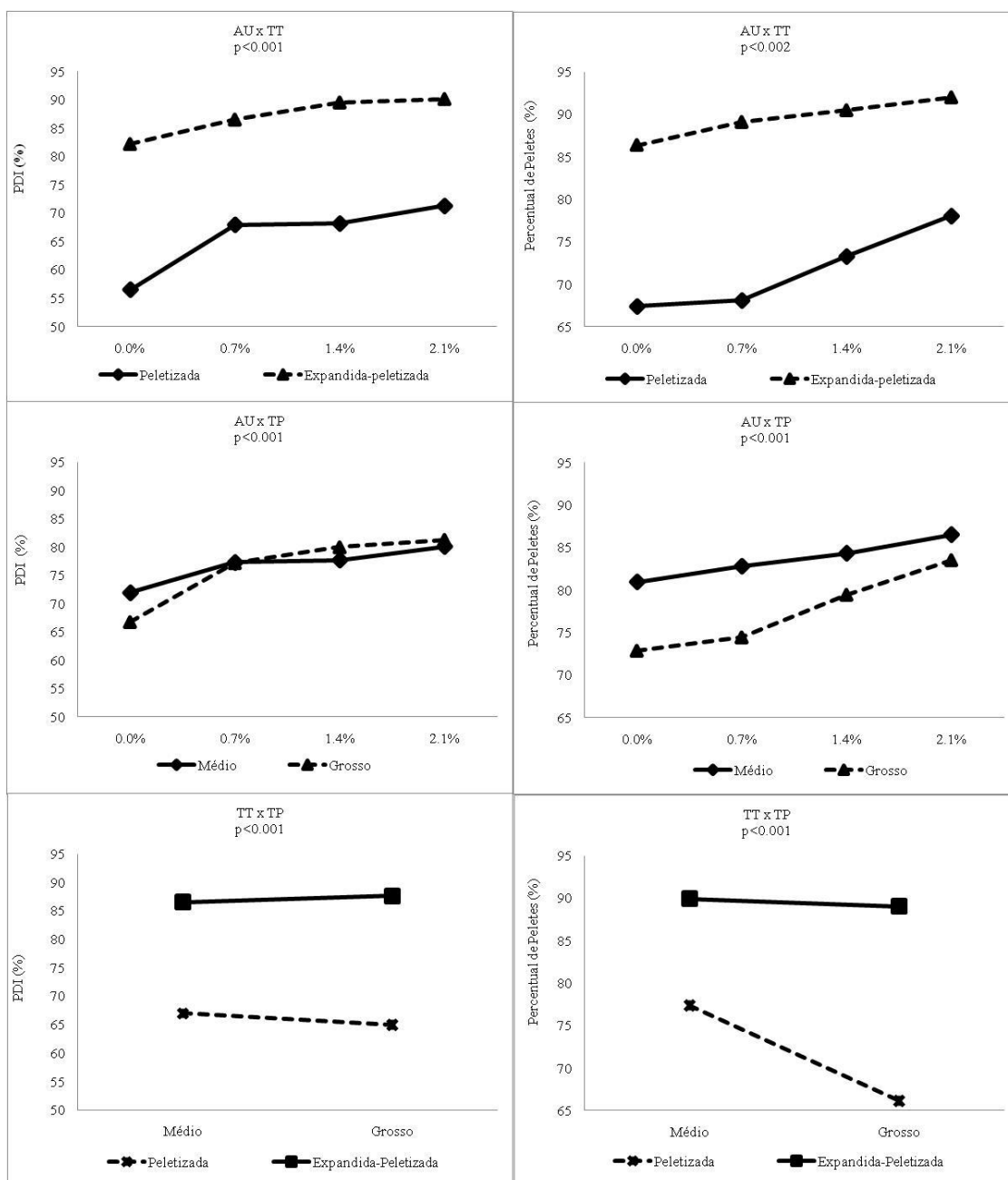
TABELA 5: Efeito de Interações entre o tratamento térmico (TT), tamanho de partícula (TP) e adição de umidade (AU) sobre Índice de Durabilidade de Pelete (PDI), Percentual de peletes íntegros e Solubilidade proteica (KOH) das dietas

Fatores	PDI		Percentagem Peletes		Solubilidade Proteica (KOH)	
	Peletizada	Expandida	Peletizada	Expandida	Peletizada	Expandida
AU x TT						
0,0% H ₂ O ad.*	56,49 b C	82,20 a C	67,43 a C	86,36 b C	73,07 a A	65,13 b B
0,7% H ₂ O ad.*	67,94 b B	86,50 a B	68,13 a C	89,08 b B	75,19 a A	62,58 b B
1,4% H ₂ O ad.*	68,16 b B	89,51 a A	73,29 a B	90,47 b B	64,99 a B	69,48 b A
2,1% H ₂ O ad.*	71,26 b A	90,12 a A	78,03 a A	91,99 a A	66,73 a B	68,18 b A
p-valor	0,000		0,000		0,000	
AU x TP	Médio	Grosso	Médio	Grosso	Médio	Grosso
0,0% H ₂ O ad.*	71,98 a C	66,72 b D	80,94 a C	72,85 b D	71,92 a A	66,28 b B
0,7% H ₂ O ad.*	77,28 a B	77,17 a C	82,78 a B	74,43 b C	72,66 a B	65,11 b B
1,4% H ₂ O ad.*	77,69 a B	79,98 b B	84,31 a B	79,45 b B	60,17 a C	74,31 b A
2,1% H ₂ O ad.*	80,07 a A	81,30 a A	86,50 a A	83,52 b A	60,68 a C	74,23 b A
p-valor	0,000		0,000		0,000	
TT x TP	Médio	Grosso	Médio	Grosso	Médio	Grosso
Peletizada	66,97 a B	64,96 b B	77,34 a B	66,10 b B	68,93 a A	71,07 a A
Expand.-Pel.**	86,54 a A	87,62 a A	89,92 a A	89,03 a A	63,79 a B	68,89 b A
p-valor	0,000		0,000		0,033	

*ad.: adição

** Expandida - Peletizada

FIGURA 4: Efeito do tratamento térmico (TT), do tamanho de partículas (TP) e da adição de umidade (AU) sobre o Índice de Durabilidade de Pelete (PDI) e o Percentual de peletes íntegros



A mesma resposta foi observada para o percentual de peletes íntegros, em que os diferentes níveis de adição de umidade melhoraram linearmente a quantidade de peletes sobre os tratamentos ($P < 0,001$) (Tabela 3, Tabela 4). Novamente, foram observadas interações significativas entre os processos de fabricação (Tabela 5). A resposta do percentual de pelete à adição de umidade foi maior em dietas peletizadas do que nas dietas expandidas-peletizadas (16% de melhoria x 7%) e nas dietas de tamanho grosso

de partícula do que nas dietas de tamanho médio das partículas (15% x 7%) (Tabela 5, Figura 4).

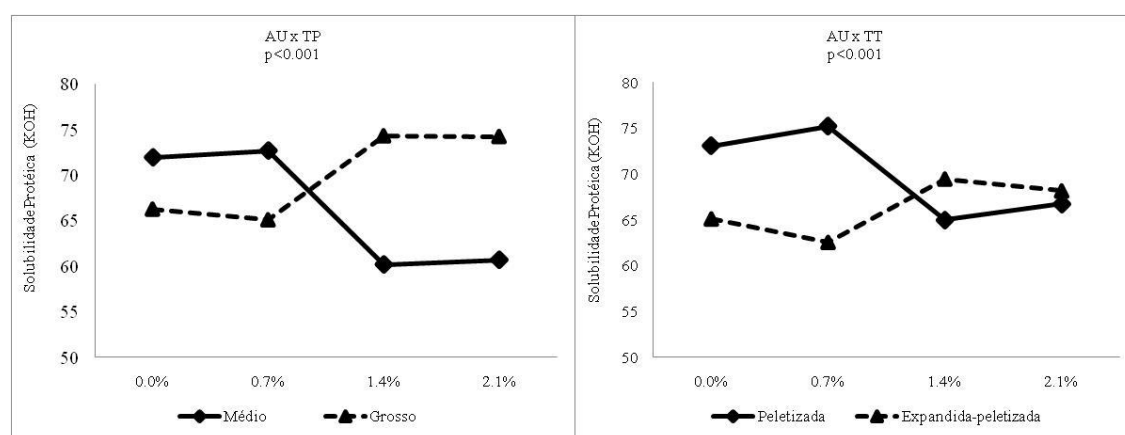
O tamanho grosso das partículas prejudicou o percentual de peletes íntegros, comparado ao tamanho médio das partículas ($p < 0,001$) (Tabela 3). Houve interação entre o tamanho das partículas e o tratamento térmico, uma vez que o efeito negativo do tamanho mais grosso das partículas sobre o PDI e o percentual de peletes íntegros foi significativo somente na ração peletizada (Tabela 5, Figura 4).

Dietas expandidas-peletizadas resultaram em melhor percentual de peletes íntegros e PDI do que dietas apenas peletizadas ($P < 0,001$), independentemente do tamanho da partícula.

Solubilidade Protéica

A solubilidade proteica das dietas peletizadas diminuiu, em tamanho médio de partícula, quando a adição de umidade aumentou de 0,0% e 0,7% para 1,4% e 2,1% (Tabela 3, Figura 5). A resposta oposta foi observada em dietas peletizadas- expandidas e em dietas de tamanho de partículas grosseiras, em que a solubilidade da proteína aumentou quando a adição de umidade foi de 0,0% e de 0,7% para 1,4% e 2,1%.

FIGURA 5: Efeitos de interação do tratamento térmico (TT), do tamanho de partícula (TP) e da adição de umidade (AU) sobre a solubilidade proteica em KOH



O tamanho médio das partículas prejudicou a solubilidade proteica em relação ao tamanho grosso das partículas ($p < 0,004$, respectivamente) (Tabela 3). A solubilidade proteica aumentou em partículas grossas e em dietas peletizadas-expandidas, mas não sobre a peletizada (Tabela 5, Figura 5).

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi quantificar a qualidade do pelete e a solubilidade da proteína nas dietas à base de milho e farelo de soja, para frangos de corte, com diferentes tamanho de partículas dos ingredientes, dois tratamentos térmicos (condicionamento-peletização ou condicionamento -expansão-peletização), além de diferentes umidades da mistura no condicionador.

Adição de umidade no condicionador e qualidade de pelete

Embora o efeito da umidade sobre a qualidade do pelete tenha sido mais evidente em dietas de moagem grossa e somente peletizada, houve resposta linear e positiva da adição de água sobre o percentual de peletes íntegros e PDI. Resultados semelhantes foram encontrados por Moritz et al. (2003) e Buchanan & Moritz (2009), que testaram, respectivamente, adição de 2,5% e 5,0% e 2,0% e 4,0% de água no misturador e, tendo sido observado efeito positivo na qualidade do pelete.

O maior efeito da adição de umidade nas dietas somente peletizadas pode ser explicado uma vez que o anel de expansão pode homogeneizar mais a mistura da ração após o condicionamento. Em geral, o sistema condicionador-expansor pode adicionar cerca de 1,0% de água adicional na forma de vapor nos ingredientes, quando comparado com o condicionador normal. Neste ensaio, as medições de umidade das amostras foram realizadas depois da prensa (antes do resfriador). Os resultados mostraram que a umidade das dietas condicionadas-expandidas foi em média 0,5% superior à umidade das dietas somente condicionadas. Provavelmente, isto seja a razão do discreto aumento da qualidade de pelete pela adição de umidade na alimentação condicionado-expandida.

A adição de umidade teve efeito mais pronunciado em moagem grossa do que em moagem fina. Uma das razões para tal resposta pode estar no fato de que, com o

aumento do tamanho das partículas, tornam-se mais fracas as ligações entre as partículas. A propriedade capilar de água ajuda a manter a ligação de partículas em conjunto (Thomas & Poel, 1996). Outra possível razão pode ser o fato de que sem adição de água, a moagem grossa teve significativa baixa qualidade do pelete e, em consequência, maior possibilidade de melhoria.

Tamanho das partículas e qualidade do pelete

Conforme relatado por Franke & Rey (2006) e Mendez et al. (2008), a redução do tamanho de partícula neste presente estudo resultou em melhor qualidade do pelete. O tamanho médio de partícula, 656 micra, resultou em PDI superior quando comparado à moagem grossa, 988 micra. Este resultado está de acordo com Dozier (2001), que afirmou que, em dietas de milho e farelo de soja para frangos de corte, o tamanho ideal da partícula é de cerca de 650-700 micra. Este efeito positivo da moagem fina sobre a qualidade do pelete foi observado somente em dietas peletizadas. Em dietas expandidas-peletizadas, o diferente tamanho de partícula não influenciou o PDI e o percentual de peletes íntegros. Provavelmente, as alterações na textura da dieta pela temperatura, pressão e umidade do expander sobrecarreguem as forças de ruptura das partículas maiores presentes na moagem grossa.

Uma vez que a força de ligação entre sólidos é calculada pela equação de Laplace (força de ligação = $2 \times (\text{tensão superficial} / \text{diâmetro de partícula líquido} / 2)$), torna-se claro por que o tamanho da partícula tem um grande impacto sobre a combinação dos peletes (Thomas & Poel, 1996).

Tratamento térmico e qualidade de pelete

O percentual de peletes íntegros e PDI foram, respectivamente, de 18% e 21% maiores para expandida-peletizada quando comparado com ração somente peletizada. Estes resultados estão em consonância com os obtidos por Fancher et al. (1996), que apresentaram um levantamento das fábricas de rações norte-americanas que têm expander, tendo observado que o aumento dos valores de PDI de dietas de frango foi de 15 a 25% em relação ao processo de condicionamento simples.

Solubilidade proteica

A ração peletizada apresentou maior solubilidade proteica ($p < 0,005$) em KOH quando comparada à ração expandida-peletizada (70,0% x 64,2%). Veloso et al. (2005)

também observaram que a expansão do farelo de soja a 130-136 °C diminuiu a solubilidade da proteína em KOH de 80,57% para 64,12%. Uma vez que a solubilidade da proteína em KOH é um método aplicado para o farelo de soja, mas não para dietas compostas, é importante considerar os resultados destes estudos como dados exploratórios.

CONCLUSÕES

A adição de umidade no condicionador de até 2,1% melhorou a qualidade do pelete das dietas. A adição de umidade mostrou importância, principalmente na presença de moagem grossa. Do mesmo modo, o expander é um tratamento térmico de alimentação interessante se o objetivo for aumentar o percentual de peletes íntegros e o PDI.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS (ASABE). **Method of Determining and Expressing Fineness of Feed Materials by Sieving**. American National Standard Institute S319.3 Feb. 03. ASABE Standards. 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL (AOAC). Method 930.15 in **Official Methods of Analysis**. 16th ed. AOAC, Arlington, VA. 1998.
- BUCHANAN, N.P.; MORITZ, J.S. Main effects and interactions of varying formulation protein, fiber, and moisture on feed manufacture and pellet quality. **J. Appl. Poult. Res.** 18:274–283. 2009.
- DOZIER III, W.A. Cost effective Pellet quality for meat birds. **FEED MANAGEMENT**. VOLUME 52, NUMBER 2. February 2001.
- FANCHER, B.I.; ROLLINS, D.; TRIMBE, B. Feed processing using the annular gap expander and its impact on poultry performance. **J. Appl. Poult. Res.** 5:386–394. 1996.
- FRANKE, M.; REY, A. Improving pellet quality and efficiency. **Feed Tech**, volume 10, number 3. 2006.
- MENDEZ, J.; RIAL. E.; SANTOMÁ, G. **Feed Manufacturing**. The Nutrition of the Rabbit. CAB INTERNATIONAL. 2008.
- MINA-BOAC, J.; MAGHIRANG, R.G.; CASADA, M.E. Durability and Breakage of Feed Pellets during Repeated Elevator Handling. Material escrito para a palestra na **ASABE Annual International Meeting**. ASABE. Portland, Oregon. 9 - 12 julho 2006.
- MORITZ, J.S.; CRAMER, K.R.; WILSON, K.J.; et al. Feed Manufacture and Feeding of Rations with Graded Levels of Added Moisture Formulated to Different Energy Densities. **J. Appl. Poult. Res.** 12:371–381. 2003

- PARSONS, C.M.; HASHIMOTO, K., WEDEKIND, K.J; et al. Soybean protein in potassium hydroxide: an in vitro test of in vivo protein quality. **Journal of Animal Science** SCI 1991, 69:2918-2924.
- PRESTLOKKEN, E.; FORUTVIKLING, F. Expander treatment. HFE 305 **Feed Manufacturing Technology**. Available at: http://www.umb.no/statisk/iha/kurs/nova/feed_technology/4.pdf.> Accessed on: Nov. 20, 2012.
- THOMAS, M.; Van der POEL, A.F.B. Physical quality of pelleted animal feed. 1. Criteria for pellet quality. **Animal Feed Science Technology** 61. 1996.
- VELOSO, J.A.F.; MEDEIROS, S.L.S.; AROUCA, C.L.C.; et al. Composição química, avaliação físico-química e nutricional e efeito da expansão do milho e do farelo de soja para suínos em crescimento. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.57, n.5, 623-633. 2005.