

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RONAN OMAR FERNANDES DOS SANTOS



**INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE CONDICIONAMENTO NA QUALIDADE
FÍSICA DAS RAÇÕES E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

CURITIBA
2016

RONAN OMAR FERNANDES DOS SANTOS

**INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE CONDICIONAMENTO NA QUALIDADE
FÍSICA DAS RAÇÕES E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada como requisito para a o título de Mestre em Zootecnia, no curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

CURITIBA

2016

S237 Santos, Ronan Omar Fernandes dos
Influência dos parâmetros de condicionamento na qualidade física das rações e desempenho de frangos de corte. Ronan Omar Fernandes dos Santos. / Curitiba: 2016.
55 f. il.

Orientador: Alex Maiorka
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

1. Frango de corte – Alimentação e rações. 2. Nutrição animal.
I. Maiorka, Alex. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
III. Título.

CDU 636.5.033.084

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “**INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE CONDICIONAMENTO NA QUALIDADE DAS RAÇÕES E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**” apresentado pelo Mestrando **RONAN OMAR FERNANDES DOS SANTOS** declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou o candidato apto para receber o Título de Mestre em Zootecnia, na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

Curitiba, 30 de março de 2016.


Professor Dr. Alex maiorka
Presidente/Orientador


Dr. Keysuke Muramatsu
Membro


Professora Dra Chayane da Rocha
Membro



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 064/2015, referente ao projeto “**Influência da temperatura e tempo de condicionamento em rações peletizadas para frangos de corte**”, sob a responsabilidade de **Alex Maiorka** – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro, de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - BRASIL, com grau B de invasividade, em reunião de 27/08/2015

Vigência do projeto	Setembro de 2015
Espécie/Linhagem	Frangos de corte/Cobb
Número de animais	1408
Peso/Idade	1-42 dias
Sexo	Machos
Origem	Incubatório comercial

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 064/2015, regarding the project “**Influence of temperature and time of conditioning in pelleted diets for broilers chickens**”, under **Alex Maiorka** supervision – which includes the production, maintenance and/or utilization of animals from Chordata phylum, Vertebrata subphylum (except Humans), for scientific or teaching purposes – is in accordance with the precepts of Law nº 11.794, of 8 October, 2008, of Decree nº 6.899, of 15 July, 2009, and with the edited rules from Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), and it was approved by the ANIMAL USE ETHICS COMMITTEE OF THE AGRICULTURAL SCIENCES CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Federal University of the State of Paraná, Brazil), with degree B of invasiveness, in session of 08/27/2015.

Duration of the project	September 2015
Specie/Line	Broilers Cobb
Number of animals	1408
Wheight/Age	1-42 days
Sex	Males
Origin	Commercial hatchery

Curitiba, 27 de Agosto de 2015.

Ananda Portella Félix
Presidente CEUA-SCA

Simone Tostes de Oliveira Stedile
Vice-Presidente CEUA-SCA

RESUMO

Para que os benefícios da peletização das rações sejam obtidos a qualidade do produto final e a quantidade de peletes que chegam nos comedouros dos animais são de fundamentais importância. Em busca destes benefícios, muitas são as estratégias operacionais realizadas nos equipamentos para aumentar a quantidade de peletes intactos no comedouro dos animais. Dentre estas estratégias se destacam as alterações de temperatura e tempo de condicionamento. Esta alteração de exposição da ração a maior temperatura auxilia na aglomeração das partículas formando peletes mais firmes e com maior durabilidade. Entretanto, o excesso de temperatura pode também reduzir a disponibilidade de alguns nutrientes presentes na dieta. Avaliou-se o efeito de duas temperaturas de condicionamento (65°C e 85°C) quatro tempos de retenção: 3, 9, 14 e 20 segundos. Foram avaliados o percentual de peletes (%PEL), pellet durability index (PDI), dureza atividade de água (AW) das rações peletizadas e variáveis de desempenho e digestibilidade da dieta para frangos de corte. O aumento da temperatura de condicionamento associado ao maior tempo de retenção melhorou o PDI, % de peletes intactos e a dureza dos peletes. No entanto, estes fatores aumentaram a AW. O GP e CA aos 21 dias foram maximizados ($P < 0,01$) quando o tempo de permanência da dieta no condicionador. Aos 41 dias a temperatura de peletização de 85°C reduziu o CR e piorou a CA em 1,2% em relação ao condicionamento a 65°C. A digestibilidade dos nutrientes também foi afetada pelo processamento. Com 85°C de condicionamento favorece a CDIPB, CDIMS, CDIEB e CDIAT, porém se com o aumento do tempo de condicionamento o aproveitamento dos componentes da ração foi prejudicado. Condicionar dietas de frangos de corte a 85° C é favorável para a melhoria da qualidade física e da digestibilidade da PB, MS, EB e AT. Entretanto, prejudica a conversão alimentar das aves aos 41 e se associado a tempo de condicionamento de 20 segundos piora a digestibilidade ileal da dieta.

Palavra-chave: Desempenho. Digestibilidade. Peletes. Processamento térmico. Tempo de condicionamento.

ABSTRACT

For the benefits of pelleting of feed is obtained final product quality and quantity of pellets which come in feeders of animals is of fundamental importance. In pursuit of these benefits, many are operational strategies undertaken in equipment to increase the amount of intact pellets in the feeder of the animals. Among these strategies are highlighted temperature changes and conditioning time. This amendment exposure feed the higher temperature assists in the agglomeration of the particles forming firmer pellets and greater durability. However, excess temperature can also reduce the availability of certain nutrients in the diet. We evaluated the effect of two conditioning temperatures (65 ° C and 85 ° C) for four retention times: 3, 9, 14 and 20 seconds. We evaluated the percentage of pellets (% PEL), pellet durability index (PDI), hardness water activity (AW) of pelleted feed and performance variables and diet digestibility for broilers. The increase in the conditioning temperature associated with the longer retention time improved PDI% of intact pellets and hardness of the pellets. However, these factors increased the AW. The GP and CA at 21 days were maximized ($P < 0.01$) when the diet of the residence time in the conditioner. After 41 days pelletisation temperature of 85 ° C reduced the CR and increased FC 1.2% in relation to conditioning at 65 ° C. The digestibility of nutrients was also affected by processing. 85 ° C favors the conditioning CDIPB, CDIMS, and CDIEB CDIAT, but with the increase in etching time the use of the feed components was damaged. Condition diets of broilers at 85 ° C is favorable to improve the physical quality and digestibility of CP, DM, GE and AT. However, affect feed conversion of birds to 41 and is associated with 20 seconds conditioning time worsens the ileal digestibility of the diet.

Key-words: Performance. Digestibility. Pellet. Thermal processing. Conditioning time

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Amperagem da peletizadora produzindo rações iniciais de frangos de corte condicionadas a duas temperaturas e em diferentes tempos de retenção39
- FIGURA 2 - Amperagem da peletizadora produzindo rações crescimento/final de frangos de corte condicionadas a duas temperaturas e em diferentes tempos de retenção.....39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição alimentar e nutricional das dietas experimentais iniciais (1 -21 dias de idade) e da dieta crescimento/final (22-42 dias de idade).....	35
Tabela 2 - Composição química informações do processo das dietas experimentais submetidas a duas temperaturas de peletização e a quatro tempos de retenção no condicionador.	38
Tabela 3 - % pelete (%PEL), durabilidade do pelete (PDI), dureza do pelete e atividade de água (AW) de rações iniciais (1-21 dias de idade) submetidas a diferentes temperaturas e tempo de condicionamento.....	41
Tabela 4 - % Pelete (%PEL), Durabilidade do pelete (PDI), Dureza do pelete e atividade de água (AW) de rações crescimento/terminação (22-41 dias de idade) submetidas a diferentes temperaturas e tempo de condicionamento	42
Tabela 5 - Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com dietas e peletizadas/trituradas produzidas com duas temperaturas (°c) e quatro tempos de condicionamento (seg).....	43
Tabela 6 - Desempenho de frangos de corte de 1 a 41 dias de idade alimentados com dietas e peletizadas/trituradas produzidas com duas temperaturas (°c) e quatro tempos de condicionamento (seg).....	44
Tabela 7 - Coeficiente de digestibilidade ileal da matéria seca (CDIMS), coeficiente de digestibilidade ileal da proteína bruta (CDIPB), coeficiente de digestibilidade ileal da energia bruta (CDIEB) e coeficiente de digestibilidade ileal do amido (CDIA) de peletizadas/trituradas produzidas com duas temperaturas (°C) e quatro tempos de condicionamento (seg)	45

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

Aw - atividade de água

CA - conversão alimentar

CDIA – coeficiente de digestibilidade ileal do amido

CDIEB – coeficiente de digestibilidade ileal da energia

CDIMS – coeficiente de digestibilidade ileal da materia seca

CDIPB – coeficiente de digestibilidade ileal da proteína bruta

CIA - cinza insolúvel em ácido

CR - consumo de ração

CV - coeficiente de variação

DGM - diâmetro geométrico médio

EM – Energia metabolizável

FI - fator de indigestibilidade

GP - ganho de peso

kcal - kilocaloria

kg - kilograma

kgf - kilograma força

MS - matéria seca

PB - proteína bruta

PDI - índice de durabilidade dos peletes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	PELETIZAÇÃO DE RAÇÕES	13
2.2	CONDICIONAMENTO	14
2.3	PELETIZAÇÃO	14
2.4	RESFRIAMENTO OU “SECAGEM”	15
2.5	ESTRATÉGIAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DO PELETE	15
2.5.2	Qualidade do pelete.....	15
2.5.2	Tempo de retenção e temperatura no condicionador	16
2.5.3	Adição de umidade	17
2.6	EFEITO DOS PELETES NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE..	18
2.7	EFEITO DA PELETIZAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES DA RAÇÃO	19
2.7.1	Amido.....	19
2.7.3	Proteínas	21
2.7.4.	Energia	22
2.7.5	Vitaminas	23
2.8	EFEITOS DAS ALTERAÇÕES NO CONDICIONAMENTO SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS.....	25
	REFERÊNCIAS.....	26
	EFEITO DOS PARÂMETROS DE CONDICIONAMENTO DA DIETA SOBRE O DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES EM FRANGOS DE CORTE.....	32
3	INTRODUÇÃO	33
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1	DIETAS	34
4.2	ANIMAIS E INSTALAÇÕES	34
4.3	ENSAIO DE DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE	35

4.4	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	36
4.5	EQUAÇÕES E CÁLCULOS	36
4.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	37
5	RESULTADOS	38
5.1	QUALIDADE FÍSICA E PARÂMETROS QUÍMICOS	38
5.2	DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	42
5.3	DIGESTIBILIDADE.....	44
6	DISCUSSÃO	46
7	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS.....	52
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55

1 INTRODUÇÃO

A peletização de dietas para frangos de corte é uma prática já adotada pela indústria mundial de produção de rações devido aos benefícios zootécnicos e econômicos que traz ao sistema de produção avícola. Este processo de aglomeração de partículas ocorre por meio da exposição da dieta a temperatura e umidade no condicionador, responsável pelo cozimento da massa. E pela temperatura e pressão na peletizadora (prensa), onde serão formados os peletes.

O grande sucesso da peletização das dietas para frangos de corte está na efetividade com que o processo é realizado, sendo baseado na quantidade de peletes ofertados nos comedouros dos animais. Esta qualidade pode ser afetada por diversos fatores, tais como a formulação da dieta, moagem e tamanho das partículas, condicionamento, especificações da matriz da peletizadora, além dos processos de resfriamento e secagem (REIMER, 1992).

Mesmo que os fatores que prejudicam a qualidade dos peletes já estejam identificados pela literatura, muitas são as variações de máquinas, linhas de vapor, matriz das peletizadora, composição das dietas, entre outros, que geram grande número de combinações, dificultando a operação e efetividade do processo em relação sua qualidade.

Em busca da melhoria do processo para garantir qualidade dos peletes, várias são as linhas de pesquisas que tem bons resultados no segmento. Dentre estes parâmetros avaliados destacam-se as alterações na temperatura de condicionamento e tempo de retenção da dieta no condicionador. Neste segmento, alguns autores afirmam que o aumento da temperatura e tempo de retenção no condicionador aumenta a quantidade de peletes no final (BRIGGS et al.1999; LUNDBLAND et al., 2009).

No entanto a exposição da dieta a altas temperaturas pode reduzir o valor biológico de proteínas, carboidratos, concentração de vitaminas e a atividade de enzimas exógenas. Por isso, o controle da temperatura do processo não deve ser voltado somente para aprimorar a qualidade física, mas também na manutenção ou melhoria da qualidade química da dieta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PELETIZAÇÃO DE RAÇÕES

A peletização pode ser definida como a aglomeração de partículas pequenas em partículas maiores por meio de um processo mecânico em combinação com a umidade, calor e pressão (FALK, 1985).

Ao longo dos anos, a peletização evoluiu de uma arte para uma ciência (FALK, 1985), e tornou-se processo essencial para a tecnologia de fabricação de rações para animais, devido ao custo do processo ser compensado pelo desempenho do animal, gerando um balanço positivo para os resultados econômicos das empresas que produzem carne (BEHNKE, 1996). A peletização envolve a passagem da ração farelada por uma câmara onde são aplicadas temperatura e umidade por meio de vapor denominada condicionador.

Após a injeção do vapor, a ração farelada e condicionada flui para a câmara de peletização. Os peletes são formados com a passagem da massa quente através de uma matriz de metal composta de furos. Em seguida, são enviados para o resfriador ou secador, no qual são submetidos a circulação de ar a partir de um ventilador ou pressão negativa para a retirada de umidade e temperatura. Para alguns produtos específicos os peletes podem ser triturados na saída do resfriador a fim de reduzir seu tamanho e facilitar a apreensão por animais menores (FAIRFIELD et al., 2005).

O condicionamento da ração farelada antes da peletização é um processo importante para determinar a eficácia da peletização (SKOCH et al., 1981). Para otimizar o condicionamento, o equilíbrio adequado entre calor e umidade deve ser ajustado (SMALLMAN, 1996). O vapor tem papel fundamental, pois pode fornecer o equilíbrio adequado de umidade e de calor para dentro do condicionador. Além de ser um componente de fácil manuseio é relativamente barato, o vapor, segundo Behnke e Beyer (2002), é um componente importante e indispensável para viabilizar a peletização.

2.2 CONDICIONAMENTO

O objetivo da injeção de calor durante o condicionamento é melhorar a força de adesão entre as partículas da ração, principalmente por meio de gelatinização do amido (REIMER e BEGGS, 1993; SMALLMAN, 1996) e plastificação das proteínas (SMALLMAN, 1996). Essas mudanças químicas produzem substâncias com afinidade a adesão, que se agarram com os materiais menos reativos, mantendo a massa mais aderida (SMALLMAN, 1996). O calor também apresenta como benefício a redução de patógenos presentes nos ingredientes utilizados para a produção das rações e retirar o excesso de umidade que pode estar contida em algum outro ingrediente (REIMER e BEGGS, 1993). Além disso, o efeito lubrificante da umidade, pode reduzir a força de atrito gerada na matriz da peletizadora, o que melhora a produtividade do processo como um todo (REIMER e BEGGS, 1993; SMALLMAN, 1996).

De acordo com a Skoch et al. (1981), a energia adicional utilizada para vapor condicionado pode ser justificada pelas vantagens que ele oferece para o processamento de alimentos. Segundo os autores, o condicionamento a 65 e 78 °C aumenta a taxa de produção de peletes em 250 e 275%, respectivamente, quando comparado com o condicionado a frio (21 °C). As taxas de produção foram de 655, 1636 e 1800 kg/h para os tratamentos a seco, 65 e 78 °C, respectivamente. A durabilidade do pelete (PDI) também melhora com o aumento da adição de vapor (90,6 e 93,8% em vapor condicionado a 65 e 78 °C, respectivamente, em comparação com o PDI de 69,5% no condicionamento a seco. Estes efeitos benéficos do aumento da temperatura acabaram ocorrendo devido a maior quantidade de vapor adicionado dentro do condicionador para alcançar a temperatura desejada. Conseqüentemente aumentando a umidade e melhorando a fluidez. Porém para que a peletização seja eficiente, uma oferta adequada de vapor que agregue umidade no condicionador é imprescindível (CUTLIP et al., 2008).

2.3 PELETIZAÇÃO

Os peletes podem ser fabricados em diferentes formas, espessuras e tamanhos. O equipamento responsável por essa variação é denominado matriz de peletização (ZIGGERS, 2003). O processo de peletização envolve a passagem

forçada dos ingredientes da ração através de um conjunto de furos metálicos na matriz da peletizadora. Esta passagem forçada acaba ocorrendo pela pressão exercida pelos rolos contra a matriz da peletizadora (WELLIN, 1976; ZIGGERS, 2003). A matriz da peletizadora pode conter buracos de diversos formatos, seja redondo, quadrados, cônica ou não-cônica e pode variar os diâmetros de 1 mm até mais de 20 mm, dependendo do material que será peletizado e/ou da espécie animal que irá ingerir as rações (ZIGGERS, 2003). O comprimento desejado do pelete é obtido pelo corte por um conjunto de facas montadas no interior da matriz (ZIGGERS, 2003). Logo após o condicionamento, as partículas do produto devem ser aglomeradas.

2.4 RESFRIAMENTO OU “SECAGEM”

Para concluir o processo de peletização, a umidade e temperatura adicionadas no condicionador devem ser retiradas no resfriador. No resfriamento a temperatura da ração peletizada deve ser reduzida para até 8 °C acima da temperatura ambiente e a umidade para 100-120 g/kg (ROBINSON, 1976), retirando toda a água livre adicionada no condicionador. Este processo ocorre com a passagem de uma corrente de ar a temperatura ambiente no contra fluxo dos peletes ainda quentes (ROBINSON, 1976). Sua ação ocorre, pois, a temperatura do ar ambiente é mais baixa do que os peletes, além de não estar saturada com umidade (WELLIN, 1976).

2.5 ESTRATÉGIAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DO PELETE

2.5.2 Qualidade do pelete

A qualidade do pelete geralmente é baseada em seu indicador de durabilidade (Pellet durability index) e dureza (ASAE, 1997). O PDI é um teste simples no qual o alimento peletizado é tombado em uma caixa com barreiras metálicas por um período de tempo e rotações definidas, que estimula alguma possível agressão que o pelete sofreria da fábrica até a chegada nos comedouros

dos animais. Já a dureza é mensurada através da força necessária para destruir o pelete lateralmente (kgf) (FAIRFIELD, 1994).

A dureza e o PDI são importantes medidas para qualidade de pelete. Fahrenholz (2012) afirma que a medida de PDI é melhor para expressar qualidade física dos peletes em detrimento da dureza, pois se utiliza grande quantidade de amostra e representa melhor as práticas de manuseio reais. Além disso, na análise de dureza utiliza-se peletes individuais, o que demanda mais tempo. Thomas e Van der Poel (1996) avaliaram a dureza e durabilidade de dietas peletizadas e verificaram que os resultados de durabilidade foram mais consistentes para expressar qualidade física, pois apresentaram menor coeficiente de variação.

A qualidade do pelete pode ser influenciada pelos seguintes fatores: formulação da dieta (40%), tamanho de partículas (20%), condicionador (20%), especificações da matriz (15%) e resfriamento e secagem (5%) (REIMER, 1992). Sendo assim, 60% da qualidade do pelete é determinada antes da ração entrar no condicionador. Ao observar do condicionamento até a saída dos peletes na matriz, a participação do condicionador aumenta para 85%, sendo esse o ponto de maior impacto na qualidade do pelete relacionado com a parte mecânica do processo.

2.5.2 TEMPO DE RETENÇÃO E TEMPERATURA NO CONDICIONADOR

A temperatura no condicionador pode ser manipulada pelo aumento ou redução de vapor adicionado no processo. Skoch et al. (1981) relataram que a durabilidade do pelete melhora quando adicionado vapor no condicionador em relação a peletização de uma ração condicionada a frio.

Creswell e Bedford (2006), relataram o que o PDI e a dureza dos peletes melhoram com o aumento da temperatura de condicionamento de 69 para 78 e 86 °C. Cutlip et al. (2008) relataram que ao aumentar a temperatura de condicionamento de 82,2 °C a 93,3 °C, o PDI aumenta em 4,0 pontos percentuais. De forma semelhante, Abdollahi et al. (2010) observaram que o aumento da temperatura de 75 para 90°C resulta em melhora no PDI tanto em dietas a base de milho e sorgo.

O aumento no tempo de retenção da ração no condicionador permite a entrada de umidade e transferência de calor mais uniforme e mais efetiva

(PLATTNER, 2002). Este aumento no tempo de retenção pode ocorrer pelo ajuste das configurações dos ângulos de pás que realizam o fluxo de produção da ração farelada no condicionador, o que diminui a velocidade de rotação das pás, ou pelo tamanho do condicionador (MAIER e BRIGGS, 2000). Segundo Briggs et al. (1999), o aumento do tempo de permanência da ração no interior do condicionador resulta em aumento médio de 4,5 pontos percentuais em PDI.

Apesar de o aumento da temperatura de condicionamento melhorar a qualidade da pelete, a exposição a temperatura e umidade aplicada durante o condicionamento pode induzir alterações químicas, o que pode ser prejudicial para a disponibilidade de nutrientes e reduzir ou anular completamente os benefícios da peletização (MORITZ e LILLY, 2010).

2.5.3 ADIÇÃO DE UMIDADE

A adição de umidade por meio de vapor melhora a qualidade da ração em função da redução da proporção de finos e aumento da durabilidade. Porém esta umidade também pode ser adicionada dentro do misturador com a finalidade de homogeneizar a temperatura na massa condicionada (SKOCH et al. 1981). Ao avaliar a adição de água em três níveis crescentes (0; 2,5 e 5 %) no misturador, com condicionamento da ração de 10 segundos a 82,2°C, Moritz et al. (2003), observaram que o PDI aumentou progressivamente de 67,42 para 69,59 e 71,75%. Efeitos semelhantes foram observados por Buchanan et al. (2009), com adição de 2 e 4 % de água no misturador sobre a qualidade dos peletes.

Avaliando efeitos da umidade sobre a qualidade física, Moritz et al. (2003), relataram que a adição de água (25 e 50 g / kg) em uma dieta de frango a base de milho diminuiu a gelatinização do amido. Estudos anteriores (HEFFNER e PFOST, 1973; SKOCH et al, 1981; STEVENS, 1987) demonstram que o calor de atrito gerado nos orifícios da matriz da peletizadora tem efeito sobre a gelatinização do amido. Sendo assim, os efeitos lubrificantes de umidade adicionada podem diminuir o calor de atrito gerado no interior dos orifícios, o que pode reduzir o grau de gelatinização do amido (MORITZ et al., 2003).

Ainda, Abdolahi et al. (2012), verificaram que a adição de 2,4% de umidade em ração a base de trigo submetida a peletização a 60°C melhorou o PDI das

rações de 67 para 73%. Entretanto, o efeito lubrificante da água pode reduzir o atrito entre a ração e a parede dos furos da matriz da prensa (FARENHOLZ, 2012), o que pode impactar negativamente na durabilidade do pelete.

Existem diversas estratégias para melhorar a qualidade física dos peletes. No entanto, o desafio é mensurar o quanto essas estratégias são favoráveis para maximizar a adesão das partículas e não prejudiquem a disponibilidade de nutrientes (MORITZ e LILLY, 2010).

2.6 EFEITO DOS PELETES NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

O fornecimento de dietas peletizadas em relação às fareladas promove melhora no desempenho de frangos de corte (FREITAS et al., 2008). Esta melhora está associada principalmente ao aumento do consumo de ração em função da maior facilidade de apreensão da dieta (MEINERZ et al., 2001), aumento da energia produtiva devido ao menor tempo gasto para consumo (MCKINNEY e TEETER, 2004) e aumento da digestibilidade de diferentes frações da dieta (ZALENKA, 2003).

Ao observar frangos de corte de 21 a 42 dias de idade, Dahlke et al. (2001), verificaram que a facilidade de apreensão são as maiores causas do maior consumo de ração e ganho de peso das aves que se alimentam de ração peletizada em relação à ração farelada. Porém, quando o consumo da ração farelada e peletizada é uniformizado, as diferenças em desempenho nas aves desapareceram, portanto, o maior ganho de peso das aves alimentadas com dietas peletizadas é devido exclusivamente ao maior consumo de ração (MEINERZ et al., 2001).

Ao utilizar rações contendo diferentes proporções de peletes íntegros e finos (100% peletizada, 80% peletizada, 60% peletizada, 40% peletizada, 20% peletizada, e farelada) para frangos de corte, Mckinney e Teeter (2004) constataram aumento na efetividade calórica e frequência de descanso, uma vez que aves gastam menos tempo para consumir ração peletizada, o que melhora o desempenho zootécnico.

Os benefícios da ração peletizada são bem evidentes já na primeira semana de vida de frangos de corte. Nagano et al. (2003) obtiveram melhores resultados para peso médio e conversão alimentar aos sete dias de idade para frangos alimentados com dietas peletizadas quando comparadas à ração farelada. Da mesma forma, ao estudar dietas de diferentes formas físicas na primeira semana de

vida, Penz Jr. (2001) concluiu que o desempenho de pintos de corte alimentados com dieta pré-inicial peletizada (1,5 a 1,8 mm de diâmetro) é melhor que o de pintainhos alimentados com dieta farelada. Ao comparar rações fareladas e trituradas na fase inicial, associadas com rações farelada ou peletizada na fase final, Choi et al. (1986) concluíram que os melhores resultados são obtidos quando as aves são alimentadas com ração farelada na fase inicial e peletizada na fase final. Entretanto Meurer et al. (2009) sugere que para obter melhores resultados a dieta triturada deve ser fornecida na fase inicial e peletizada na fase de crescimento e final.

Avaliando efeitos do PDI sobre a conversão alimentar de frangos de corte Cutlip et al. (2008), verificaram que os aumentos de quatro pontos percentuais no PDI refletem em uma melhoria de 0,02 pontos na conversão alimentar de frangos de corte.

Ao comparar dieta peletizada e triturada com 50 e 100% de finos, sendo os finos retirados do triturado peneirado a 0,5 mm. Kenny et al. (2008) verificaram que o peso corporal reduz de 4,5 e 19%, respectivamente com o aumento dos finos. Cutlip et al. (2008) demonstraram que frangos de corte aos 39 dias de idade que consumiram dieta a base de milho e soja peletizadas apresentaram maior peso corporal (433g a mais) em relação aos animais que consumiram a ração farelada.

2.7 EFEITO DA PELETIZAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES DA RAÇÃO

2.7.1 Amido

O amido é um composto químico presente em maior abundância nos cereais (70 a 80% da maioria dos grãos de cereais), sendo a maior fonte de energia presente nas dietas dos animais domésticos (SVIHUS et al, 2005). O amido é um glucano composto por dois polissacáridos principais, amilose e amilopectina. Ambos polissacáridos, sendo que a amilose é essencialmente linear e a amilopectina é altamente ramificada (SVIHUS et al., 2005).

Quando o grânulo de amido é exposto a temperatura e umidade pode ocorrer um processo de gelatinização no qual sua efetividade depende do tempo de exposição do amido a estes fatores (THOMAS et al., 1999). Estas modificações dos

aspectos físico-químicos do amido podem afetar a sua digestibilidade. De modo geral, os principais fatores que podem interferir no aproveitamento deste polissacarídeo incluem: a sua origem botânica, a relação amilose/amilopectina, o grau de cristalinidade, a forma física e o tipo de processamento do amido, assim como interações ocorridas entre esta substância e outros constituintes do alimento (SKRABANJA et al. 1998). De acordo com Eliasson e Gudmundsson (1996), a gelatinização do amido ocorre em temperaturas que variam de 45 a 90 °C, dependendo da fonte de amido e teor de umidade. Em um conteúdo com água em excesso, a maioria dos amidos irá gelatinizar a uma temperatura entre 50 e 70 °C (DONALD, 2001).

Processos que utilizam temperatura e pressão como a peletização, tem potencial para a gelatinização do amido, que aumenta a digestibilidade e resulta em maiores valores de energia metabolizável. Esses processos também melhoram a digestibilidade dos lipídios presentes nos grãos, pelo rompimento das estruturas celulares que os protegem (LEESON e SUMMERS, 1997).

Os dados com informações sobre a gelatinização do amido causadas por vapor no condicionador e peletização, são inconsistentes. De acordo com Pfof (1971), uma pequena porção (10 a 20%) de amido é gelatinizado durante o processo de peletização. Esta gelatinização pode ocorrer nos condicionadores, mas provavelmente parte dela também ocorre na matriz da peletizadora. Heffner e Pfof (1973) quando peletizaram uma ração a 80 °C verificaram que a gelatinização aumentou. No entanto, verificaram que a maioria da gelatinização ocorreu após a passagem dos peletes pela matriz.

De acordo com Svihus et al. (2005), a peletização exerce pouco efeito sobre a disponibilidade de amido. Em suas avaliações a gelatinização da ração peletizada varia de 12 a 20% de amido gelatinizado. Para gelatinizar maior quantidade de amido deve-se utilizar processamentos mais intensos como a extrusão, no qual mais água é adicionada e a temperatura é mais elevada. Neste processo pode ser observado até 50% de amido gelatinizado na ração.

As melhorias na digestibilidade do amido proporcionadas pelo processo de gelatinização podem ser prejudicadas se grande quantidade de amido retrogradado se formar. Isso pode ocorrer com maior intensidade se o processamento for muito agressivo, com alta exposição da dieta a temperaturas elevadas. Após o

resfriamento, quando a temperatura é reduzida (próxima da temperatura ambiente), ocorre rearranjo das moléculas de amido, separadas durante o processo de gelatinização, o que favorece a recristalização, processo conhecido como retrogradação (PARKER e RING, 2001).

Abdollahi et al. (2011) avaliaram a influência de diferentes temperaturas de condicionamento (60, 75 e 90°C) sobre a quantidade de amido gelatinizado e resistente de dietas a base de milho e sorgo. Eles observaram que para ambas as dietas, houve maior gelatinização do amido em dietas peletizadas a 90°C em comparação a 60 e 75°C. No entanto, a quantidade de amido resistente aumentou nas dietas com temperatura de 90°C. No ensaio de digestibilidade, os autores não encontraram diferença na digestibilidade ileal do amido entre dietas processadas com diferentes temperaturas. Os autores concluíram que o aumento do processamento térmico aumenta a gelatinização do amido, mas também do amido resistente. A alta temperatura ainda auxilia na formação de complexos amilose-lipídicas, que acarreta redução da digestibilidade do amido após peletização (SVIHUS e ZIMONJA, 2009).

2.7.3 Proteínas

Em geral, o aquecimento aumenta a digestibilidade das proteínas por inativação de alguns inibidores de enzimas proteases e pela sua desnaturação, que pode expor novos locais de ataque pelas enzimas endógenas (CAMIRE et al., 1990). Ocorre desnaturação das proteínas quando observa-se alterações na sua conformação sem observar quebra de ligações peptídicas. Na maioria das proteínas ocorre alguma alteração estrutural quando expostas ao calor úmido ou algum tipo de cisalhamento. No entanto, se calor ou o cisalhamento ocorrerem de maneira muito impactante podem surgir interações não covalentes que contribuem para que a estrutura tridimensional (estruturas secundárias, terciárias e quaternárias) de proteínas seja quebrada. Isso causa a desnaturação irreversível das proteínas (CAMIRE et al.1990). O pH e a presença de outros componentes como lipídios e carboidratos também podem fazer este papel com menor impacto (VORAGEN et al., 1995).

Como a peletização das rações envolve fatores como o cisalhamento, calor e umidade, que podem resultar de desnaturação parcial das proteínas na ração (THOMAS et al., 1998), deve-se mensurar ou acompanhar como o processo empregado na fabricação de rações interfere sobre a estrutura das proteínas dos ingredientes utilizado nas rações. A perda da estrutura tridimensional das proteínas, pode resultar em novas ligações covalentes – disulfídicas, iso-peptídicas e reações de Maillard (SVIHUS e ZIMONJA, 2008).

Altas temperaturas associadas a baixa umidade, muito utilizados em tratamentos termomecânicos, são conhecidos por favorecer a reação de Maillard (VORAGEN et al., 1995). Na presença de água e de calor, os grupos aldeídos livres de açúcares redutores, tais como glucose, frutose, lactose, ou maltose, e os grupos amino livres de aminoácidos, como o da lisina em particular, podem combinar-se para formar melanoides que escurecem o produto e também aumentam a viscosidade (VORAGEN et al., 1995; THOMAS et al., 1998). Esta reação, conhecida como escurecimento não enzimático, tem importantes consequências funcionais e nutricionais (CAMIRE et al., 1990). Esta reação é positiva para a qualidade do pelete, no entanto, os produtos de Maillard podem prejudicar o valor nutricional do alimento devido à redução da utilização de proteínas e hidratos de carbono (HENDRIKS et al., 1994; THOMAS et al., 1998).

Uma vez que a lisina é o aminoácido limitante para a qualidade da proteína em cereais, a perda de lisina disponível a partir destes ingredientes é de grande importância. Amido e açúcares não redutores, tais como a sacarose podem ser hidrolisados durante o processamento, especialmente extrusão, de modo a formar açúcares redutores e resultar em perda de lisina (CAMIRE et al., 1990). Hússar e Robblee (1962) relataram que a peletização a uma temperatura máxima de 72 °C não tem efeito sobre o conteúdo de lisina no trigo, aveia e grãos de cevada.

2.7.4. Energia

Os efeitos da peletização sobre a maior disponibilização de energia para frangos de corte é um tema bem controverso na literatura. Sibbald e Wolynetz (1989) relataram que não há diferença significativa da energia metabolizável entre a dieta farelada e peletizada com vapor (3.427 vs. 3441 MJ / kg). Adicionalmente,

dados obtidos por Cutlip et al. (2008), com galos adultos também não encontraram qualquer diferença entre a ração farelada e peletizada quando a metabolizabilidade da energia. Estes resultados são congruentes com uma pesquisa de Hussar e Robblee, (1962) demonstrando que a peletização não influencia na energia metabolizável aparente. Por outro lado, Svihus et al. (2004) relataram que a peletização aumenta a energia metabolizável aparente das dietas 2775-2800 kcal/kg. Porém, este aumento de energia não refletiu em uma maior digestibilidade do amido. Aumento do conteúdo de energia metabolizável de dietas de frangos de corte, devido a peletização também foram observados por Farrell et al. (1983) e Kilburn e Edwards (2001). Em contraste com estes estudos, Amerah et al. (2007) relataram efeito negativo de peletização sobre a energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio (EMAn). Nesse estudo, a peletização reduziu a EMAn de uma dieta baseada em trigo 2987-2820 kcal/kg / kg. Abdollahi et al. (2011) constataram redução da energia metabolizável aparente de 3350 para 3240 kcal/kg de matéria seca (MS), em frangos de corte de 1 a 21 dias, que consumiram ração peletizada em relação a farelada.

2.7.5 Vitaminas

As vitaminas são essenciais para o crescimento, saúde, reprodução e sobrevivência. Elas estão envolvidas em mais de 30 reações metabólicas no metabolismo celular são fundamentais para a eficiência do ciclo de Krebs (MARKS, 1979). Geralmente, as vitaminas são bastante sensíveis ao seu ambiente físico e químico (COELHO, 2002).

A adição de calor, umidade, atrito e cisalhamento da peletização pode comprometer a integridade das vitaminas e enzimas adicionadas (EECKHOUT, 1999). Tendo em vista que os vários aditivos para a alimentação animal são vulneráveis ao calor e umidade, este não é um assunto muito discutido na literatura. Assim, é importante compreender as condições que podem diminuir a eficácia das enzimas e vitaminas em um processo de peletização. Gadiant e Fenster (1994) relataram que a adição de umidade afeta a atividade da vitamina mais que a temperatura de condicionamento. A umidade destrói o revestimento de vitaminas

permitindo a entrada de oxigênio e outros compostos, criando assim a destruição da vitamina o que acentua as reações químicas.

Os fabricantes buscam produzir vitaminas que são resistentes as perdas durante a armazenagem e eventuais processamentos térmicos. Geralmente a estabilidade de produtos comerciais de vitaminas são superiores às vitaminas de ocorrência natural nos alimentos (KURNICK, et al.,1978). A medida que novas fontes de vitaminas são disponibilizadas no mercado, deve-se observar a fabricação e características de estabilidade individuais de cada produto. Nem todas as fontes de uma determinada vitamina são, necessariamente, estabilizadas da mesma maneira. Existem vários produtos com diferentes patentes para estes processos de estabilidade. Assim as diferenças podem surgir não só pela fonte de vitamina mais também pelo fornecedor utilizado (WARD et al. 1993)

Em um estudo realizado por Ward et al. (2001), foi avaliado a estabilidade da vitamina A, vitamina E, riboflavina, tiamina e ácido fólico por meio de uma dieta condicionada durante três minutos a 96-99 ° C, de cinco segundos a 115 °C. Foram verificadas perdas de 10% com vitamina A, riboflavina e ácido fólico e nenhuma perda ocorreu com tiamina. Cerca de 25% da vitamina E foi perdida. O que demonstra que existe diferença entre a estabilidade térmica e úmida entre as diferentes vitaminas.

Avaliando o efeito do processamento térmico sobre a estabilidade da vitamina E Kostadinović et al. (2013) verificaram que a peletização reduziu em média 5% de vitamina ativa na ração. No entanto, os efeitos da degradação da vitamina foram mais agressivos nas rações peletizadas quando armazenadas. Um mês após o processamento a concentração da vitamina E caiu para 75% nas rações peletizadas enquanto na farelada foi de 92%.

Alguns nutricionistas fazem ajustes em suas formulações para contabilizar perdas antecipadas (WARD, 1993). Gadiant e Fenster (1992) relatou uma perda de cerca de 20-30% da maior parte das vitaminas quando armazenado três meses a 35 °C depois de ser condicionado a 90 °C. Uma vez que as vitaminas passam por peletização e exposição à umidade, os revestimentos de proteção são frequentemente danificados, o que pode resultar em contato com oligoelementos e umidade.

2.8 EFEITOS DAS ALTERAÇÕES NO CONDICIONAMENTO SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS

Alguns efeitos da peletização sobre o desempenho das aves dependem da temperatura de condicionamento utilizada (CRESWELL e BEDFORD, 2006). O tratamento térmico moderado de rações para frangos de corte pode melhorar o valor nutritivo da dieta, pela gelatinização do amido, degradação de fatores antinutricionais termo lábeis, destruição de parede celular e maior disponibilidade de nutrientes (PICKFORD, 1992; SILVERSIDES e BEDFORD, 1999; CUTLIP et al, 2008). Por outro lado, temperaturas elevadas podem destruir alguns componentes termo lábeis, como vitaminas, enzimas e aminoácidos, reduzir a disponibilidade de amido pela formação do amido resistente e diminuir a disponibilidade de lisina através da reação de Maillard (PICKFORD, 1992; SILVERSIDES e BEDFORD, 1999).

Para dietas contendo altos níveis de amido (500-800 g/kg) sugere-se condicionamento com maior temperatura (acima de 82 °C) do que as dietas ricas em proteína ou fibra (MAIER e GARDECKI, 1993). A peletização pode prejudicar o desempenho de frangos de corte se a temperatura não for usada corretamente durante o condicionamento. O condicionamento de rações com temperaturas elevadas está associado ao pior desempenho de frangos de corte, em termos de ganho de peso e aumento da mortalidade (CRESWELL e BEDFORD, 2006; KENNY e FLEMMING, 2006). Sendo que, temperaturas de condicionamento maiores que 85 °C devem ser evitadas (CRESWELL e BEDFORD, 2006).

Silversides e Bedford (1999) demonstraram que o condicionamento moderado (80 a 85 °C) resultou no melhor desempenho de frangos de corte, mas quando a temperatura de condicionamento foi maior que 85 °C, o desempenho foi prejudicado. Samarasinghe et al. (2000) encontraram que as temperaturas de condicionamento de 90 °C reduziram a utilização da energia e utilização do nitrogênio, e desempenho de frangos de corte. Em seu estudo, enquanto as aves consumiram 6% a mais rações e ganharam 9% a mais peso quando a temperatura do condicionador foi aumentada de 60 a 75 °C, o fornecimento da ração condicionada a 90 °C resultou em menor consumo de ração e ganho de peso. Alta temperatura de condicionamento também reduziu energia metabolizável e utilização do nitrogênio de 3,2 e 4%, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ABDOLLAHI, M. R. , RAVINDRAN, V. , WESTER, T. J. , RAVINDRAN, G. AND THOMAS, D. V. Influence of conditioning temperature on the performance, nutrient utilization and digestive tract development of broilers fed on maize- and wheat-based diets', **British Poultry Science**, 51: 5, p. 648-657, 2010.

ABDOLLAHI, M.R. Influence of feed processing on the performance, nutrient utilization and gut development of poultry and feed quality. **Tese de doutorado. Massey University**, Palmerson North, New Zealand. 2011

ABDOLLAHI, M.R., RAVINDRAN, V., WESTER, T.J., RAVINDRAN, G., THOMAS, D.V. Effect of improved pellet quality from the addition of a pellet binder and/or moisture to a wheat-based diet conditioned at two different temperatures on performance, apparent metabolizable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v.175, p.150-157, 2012.

ASAE (1997) ASAE S269.4, Cubes, pellets and crumbles: Definitions and methods for determining density, durability and moisture. Standards 1997. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, MI.

BEHNKE, K.C. (1996) Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology** 62: 49-57.

BEHNKE, K.C. (2001) Factors influencing pellet quality. **Feed Technology** 5: 19-22.

BEHNKE, K.C. and BEYER, R.S. (2002) Effect of feed processing on broiler performance

BUCHANAN, N.P. and MORITZ, J.S. (2009) Main effects and interactions of varying Formulation protein, fiber, and moisture on feed manufacture and pellet quality. **Journal of Applied Poultry Research** 18: 274-283.

BRIGGS, J.L., MAIER, D.E., WATKINS, B.A., BEHNKE, K.C. Effect of Ingredients and Processing Parameters on Pellet Quality. **Poultry Science**, v.78, p.1464–1471, 1999.

CHOI, J.H., So, B.S., RYU, K.S. and KANG, S.L. (1986) Effects of pelleted or crumbled diets on the performance and the development of the digestive organs of broilers. **Poultry Science** 65: 594-597.

CAMIRE, M.E., CAMIRE, A. and KRUMHAR. K. (1990) Chemical and nutritional changes in food during extrusion. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** 29: 35-57.

COELHO, M., 1996. Stability of vitamins affected by feed processing. **Feedstuffs** July 29.

CRESWELL, d. AND BEDFORD, M. High pelleting temperatures reduce broiler performance. **Aust. Poult. Sci. Symp.**, 2006.

CUTLIP, S.E., HOTT, J.M., BUCHANAN, N.P., RACK, A.L., LATSHAW, J.D., MORITZ, J.S. The effect of steam-conditioning practices on pellet quality and growing broiler nutritional value. **Journal Applied of Poultry Research**, v.17, p.249-261, 2008.

CRESWELL, D. and BEDFORD, M. (2006) High pelleting temperatures reduce broiler performance. **Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium** 18: 1-6

DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; LIMA, A.R. Tamanho da partícula do milho e forma física da ração e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.3, 2001.

DONALD, A.M. (2001) Review. Plasticization and self assembly in the starch granule. **Cereal Chemistry** 78 (3): 307-314.

DOZIER, W.A. (2003) Optimising the conditioning process. **Feed Management** 54 (9): 23-27.

EECKHOUT, M., DESCHRIJVER, M. and VANDERBEKE, E. (1995) The influence of process parameters on the stability of feed enzymes during steam pelleting. Proceedings of the **2nd European Symposium on Feed Enzymes**. Noordwijkerhout, The Netherlands, pp: 163-169.

ELIASSON, A.C. and GUDMUNDSSON, M. (1996) Starch: Physicochemical and functional aspects. In: Eliasson, A.C. (Ed.), **Carbohydrates in food**, Marcel Dekker, Inc., New York, NY. pp: 431-503.

EMMANS, G.C. Growth, body composition and feed intake. **World's Poultry Science Journal**, v.43, p.208-227, 1987.

FAIRFIELD, D., THOMAS, H., GARRISON, R., BLISS, J. and BEHNKE, K. (2005) Pelleting, E.K. Schofield, Ed., Feed Manufacturing Technology V, **American Feed Industry Association**, Arlington, pp: 142-167.

FALK, D. Feed Manufacturing Technology III. Ed. R.R. McElhiney. **American Feed Industry Assn.** Arlington, VA. 1985.

FARRELL, D.J., THOMSON, E., CHOICE, A., ASHES, J.R., PECK, N.J. and HOGAN, J.P. (1983) Effects of milling and pelleting of maize, barley and wheat on their metabolisable energy value for cockerels and chicks. **Animal Feed Science and Technology** 9: 99-105.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; DAHLKE, F.; SANTOS, F.R.; BARBOSA, N.A.A. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório

de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.73-78, 2008.

GADIENT, M. and FENSTER, R., 1992. Vitamin stability in aquaculture feeds. **Fish Farmer February**.

HEFFNER, L.E. and PFOST, H.B. (1973) Gelatinisation during pelleting. **Feedstuffs** 45: 32- 33.

HENDRIKS, W.H., MOUGHAN, P.J., Boer, H. and VAN DER POEL, A.F.B. (1994) Effects of extrusion on the dye-binding, fluorodinitrobenzene-reactive and total lysine content of soybean meal and peas. **Animal Feed Science and Technology** 48: 99-109.

HUSSAR, N. and ROBBLEE, A.R. (1962) Effect of pelleting on the utilisation of feed by the growing chicken. **Poultry Science** 41: 1489-1493.

KENNY, M. and FLEMMING, E. (2006) Optimising broiler performance- The role of physical feed quality. **Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium** 18: 25-29.

KENNY, M. (2008) Broilers perform well on pellet rations. *World Poultry* 24 (7): 18-19.

KILBURN, J. and EDWARDS, H.M. (2001) The response of broilers to the feeding of mash or pelleted diets containing maize of varying particle sizes. **British Poultry Science** 42: 484-492.

KOSTADINOVIĆ*, Ljiljana M. SANJA J. Teodosin, NEDELJKA J. SPASEVSKI, Olivera M. ĐURAGIĆ, Vojislav V. BANJAC, Đuro M. VUKMIROVIĆ, Slavica A. Sredanović (2013). Effect of pelleting and expanding processes on stability of vitamin E in animal feeds. **Institute of food technology in novi sad**. Volume 40, Issue 2, 109-114.

KURNICK, A.A., HANOLD, F.J. and STANGELAND, V.A., 1978. Problems in the use of feed ingredient vitamin values in formulating feeds. **Georgia Nutrition Conference** 107-136.

LUNDBLAD, K.K., HANCOCK, J.D., BEHNKE, K.C., PRESTLØKKEN, E., MCKINNEY, L.J., SØRENSEN, M. The effect of adding water into the mixer on pelleting efficiency and pellet quality in diets for finishing pigs without and with use of an expander. **Animal Feed Science and Technology**, v.150, p.295–302, 2009

MAIER, D.E., and GARDECKI, J. (1993) Evaluation of pellet conditioning: Understanding steam. **Feed Management** 44 (7): 15-18.

MCKINNEY, L.J. and TEETER, R.G. (2004) Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead

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.

MORITZ, J.S., CRAMER, K.R., WILSON, K.J. and BEYER, R.S. (2003) Feed manufacture and feeding of rations with graded levels of added moisture formulated to different energy densities. **Journal of Applied Poultry Research** 12: 371-381

MORITZ, J.S. and LILLY K.G.S. (2010) Production strategies and feeding opportunities for pellets of high quality. **Proceedings of the 8th Annual Mid-Atlantic Nutrition Conference**, University of Maryland, College Park, MD. pp: 85-90.

NAGANO, F.H.; FERNANDES, E.A.; SILVEIRA, M.M.; MARCACINE, B.A.; BRANDEBURGO, J.H. Efeito da peletização e extrusão da ração pré-inical sobre o desempenho final de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, v.5, p.35, 2003.

PARKER, R., RING, S.G. Aspects of the physical chemistry of starch. **Journal of Cereal Science**, v.34, p.1-17, 2001.

PENZ Jr., A.M. Recentes avanços na nutrição de frangos de corte. In: **ENCONTRO TÉCNICO SOBRE AVICULTURA DE CORTE DA REGIÃO DE DESCALVADO**, 2001, 22

PFOST, H.B. (1971) Equipment and techniques in starch gelatinisation. **Feedstuffs** 43: 24.

PICKFORD, J.R. (1992) Effects of processing on the stability of heat labile nutrients in animal feeds, in: Garnsworthy, P.C., Haresign, W. and Cole, D.J.A. (Eds.), **Recent Advances in Animal Nutrition**, Butterworth Heinemann, Oxford, UK. pp: 177-192

PLATTNER, B. (2002) Conditioning is essential for effective feed production. **International Poultry Production** 10: 7-9.

REIMER, L. Conditioning. Northern Crops Institute Feed Mill Management and Feed Manufacturing Technol. Short Course. p.7. California Pellet Mill Co. Crawfordsville, **Proceedings...** 1992.

REIMER, L.L. and BEGGS, W.A. (1993) Making better pellets: Harnessing steam quality. **Feed Management** 44 (1): 22-26.

ROBINSON, R. (1976) Pelleting-Introduction and general definitions, H. B. Pfof, Ed., **Feed Manufacturing Technology**, American Feed Manufacturers Association, Arlington, pp: 103-110.

SIBBALD, I.R. and WOLYNETZ, M.S. (1989) Research note: Pellet binder and steam pelleting as nitrogen-corrected true metabolisable energy contributors: an example of the statistics used to evaluate a component of a mixture. **Poultry Science** 68: 1299-1302.

SAMARASINGHE, K., MESSIKOMMER, R. and WENK, C. (2000) Activity of supplemental enzymes and their effect on nutrient utilisation and growth performance of growing chickens as affected by pelleting temperature. **Arch Tierernahr** 53: 45-58

SILVERSIDES, F.G. and BEDFORD, M.R. (1999) Effect of pelleting temperature on the recovery and efficacy of a xylanase enzyme in wheat-based diets. **Poultry Science** 78: 1184-1190.

SMALLMAN, C. (1996) Maximising conditioning potential. **Feed Milling International** 190 (11): 15-16.

SREDANOVIĆ, S., ĐURAGIĆ, O., LEVIĆ, J. (2003). Processing related factors affecting feed ingredient content. **Journal on Processing and Energy in Agriculture**, 7 (3-4), 61 – 64

STEVENS, C.A. (1987) Starch gelatinisation and the influence of particle size, steam pressure and die speed on the pelleting process. **TESE DE DOUTURADO**, Kansas State University, Manhattan, Kansas.

SVIHUS, B., KLØVSTAD, K.H., Perez, V., ZIMONJA, O., SAHLSTROM, S., Schuller, R.B., JEKSRUD, W.K. and PRESTLØKKEN, E. (2004) Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. **Animal Feed Science and Technology** 117: 281-293.

SVIHUS, B., UHLEN, A.K. and HARSTAD, O.M. (2005) Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. **Animal Feed Science and Technology** 122: 303-320.

SVIHUS, B. (2010) Diet composition and processing adjustments to cover the bird's need for structural components. **Proceedings of the 8th Annual Mid-Atlantic Nutrition Conference**, University of Maryland, College Park, MD. pp: 99-107.

THOMAS, M.; VAN DER POEL, A. F. B. Physical quality of pellet animal feed. 1.Criteria for pellet quality. In: Physical quality of pellet animal feed: a feed model study. Wageningen **Proceedings...** Wageningen: **Agricultural University**, p.19-46, 1998.

VORAGEN, A.G.J., GRUPPEN, H., MARSMAN, G.J.P. and Mul, A.J. (1995) Effect of some manufacturing technologies on chemical, physical and nutritional properties of feed. In: Garnsworthy, P.C. and Cole, D.J.A. (Eds.), Recent Advances in Animal Nutrition, University of Nottingham, **Feed Manufacturers Conference 1995**. Nottingham University Press, pp: 93-126.

WARD, N.E., 1993. US commercial vitamin supplementation rates for broilers, turkeys and laying hens. **J Appl Poultry Res** 2:286.

WARD, N.E. and WILSON, J.W., 2001. Pelletin stability of Ronozyme P (CT) in commercial US feed mills. **Poultry Sci Abstr** No. 1968 Indianapolis, Indiana, USA.

ZALENKA, J. Effect of pelleting on digestibility and metabolizable energy of poultry diets. In: uropean symposium on poultry nutrition, Lillehammer. **Proceedings...** Lillehammer: **World's Poultry Science Association**, p.127-128, 2003.

ZIGGERS, D. Die determines the pellet production. **Feed Tech**, v. 7, n. 8., 2003.

ZIMONJA, O., HETLAND, H., LAZAREVIC, N., EDVARDBSEN, D.H., SVIHUS, B. Effects of fibre content in pelleted wheat and oat diets on technical pellet quality and nutritional value for broiler chickens. **Canadian Journal of Animal Science**, p.613-622, 2008

ZIMONJA, O. and SVIHUS, B. (2009) Effects of processing of wheat or oats starch on physical pellet quality and nutritional value for broilers. **Animal Feed Science and Technology** 149: 287-297.

WELLIN, F. (1976) Pelleting equipment operations, H.B. Pfof, Ed., Feed Manufacturing Technology, **American Feed Manufacturers Association**, Arlington, pp: 329-332. Williamson, k. (2005) Packaging, E.K. Schofield, Ed., Feed Manufacturing Technology V, **American Feed Industry Association**, Arlington, pp: 168-171.

EFEITO DOS PARÂMETROS DE CONDICIONAMENTO DA DIETA SOBRE O DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES EM FRANGOS DE CORTE

RESUMO

As variações utilizadas no processo de peletização podem impactar na qualidade físico-química das rações e conseqüentemente no desempenho de frangos de corte. Avaliou-se o efeito de duas temperaturas de condicionamento (65°C e 85°C) de rações mantidas no condicionador em quatro tempos diferentes: 3, 9, 14 e 20 segundos. Foram mensurados o percentual de peletes (%PEL), pellet durability index (PDI), dureza atividade de água (AW) das rações peletizadas e variáveis de desempenho e digestibilidade da dieta para frangos de corte. O aumento da temperatura de condicionamento melhorou o PDI e aumentando a % de peletes intactos em ambas as fases avaliadas. Ainda, aumentou a dureza dos peletes e AW. O GP e CA aos 21 dias foram afetados ($P < 0,01$) apenas pelo tempo de permanência da dieta no condicionador. Para estes parâmetros, manter a dieta no condicionador por 20 segundos proporcionou melhor GP e CR. Aos 41 dias a temperatura de peletização de 85°C reduziu o CR e piorou a CA em 1,2% em relação ao condicionamento a 65°C. A digestibilidade dos nutrientes também foi afetada pelo processamento, ocorrendo a interação entre os fatores. Com 85°C de condicionamento favorece a CDIPB, CDIMS, CDIEB e CDIAT, porém se com o aumento do tempo de condicionamento o aproveitamento dos componentes da ração é prejudicado. Condicionar dietas de frangos de corte a 85° C é favorável para a melhoria da qualidade física e da digestibilidade da PB, MS, EB e AT. Entretanto, prejudica a conversão alimentar das aves aos 41 e se associado a tempo de condicionamento de 20 segundos piora a digestibilidade ileal da dieta.

Palavras-chave: Desempenho. Digestibilidade. Peletes. Processamento térmico. Tempo de condicionamento.

3 INTRODUÇÃO

A peletização é o principal tratamento térmico no qual as dietas de frangos de corte são submetidas (AMERAH et al., 2011). O benefício da peletização sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar em frangos de corte são bem documentados (MEURER et al. 2009; ABDOLLAHI et al. 2011). Estes benefícios têm sido atribuídos ao aumento da ingestão de nutrientes, melhora da digestibilidade, redução do desperdício alimentar e redução da energia de manutenção gasta para o consumo de ração (JENSEN, 2000).

Para que a peletização ocorra de maneira efetiva, a dieta antes de passar pela matriz da peletizadora deve ser submetida ao condicionamento, processo no qual a dieta passa pela agregação de temperatura e umidade. Existe uma grande variação de combinações de temperatura de condicionamento e tempo de retenção da ração no condicionador na indústria avícola (MCCRACKEN, 2002). O processamento térmico mais agressivo é uma tendência da indústria para melhorar a eficácia no controle de alguns patógenos como Salmonella. Em algumas situações a temperatura de condicionamento em algumas fábricas de rações pode chegar a 90 °C para que este objetivo seja alcançado. (JONES e RICHARDSON, 2004; DOYLE e ERICKSON, 2006).

O condicionamento de dietas em temperaturas acima de 85°C pode reduzir os benefícios da peletização para frangos de corte e ou até mesmo elimina-los (KIRKPINAR e BASMACIOGLU (2006), mesmo que este procedimento beneficie a qualidade do pelete (THOMAS e VAN DER POEL, 1996). Temperaturas elevadas podem destruir as vitaminas e aminoácidos termolábeis, reduzir a disponibilidade de amido por formação de amido resistente e diminuir a disponibilidade de lisina por meio da reação de Maillard (SILVERSIDES e BEDFORD, 1999). O objetivo do experimento foi avaliar o efeito de duas temperaturas e quatro tempos de retenção da dieta no condicionador sobre a qualidade física da ração, desempenho de frangos de corte e digestibilidade da proteína bruta, amido e energia.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ANIMAIS E INSTALAÇÕES

As técnicas de manejo e de abate das aves foram realizadas de acordo com protocolos aprovados pelo Comitê de Ética para Uso de Animais da Universidade Federal do Paraná protocolo número 064/2015. Foram utilizados 1536 pintos de corte machos de um dia da linhagem COBB 500. Os animais foram pesados e alojados em 64 boxes experimentais equipados com bebedouros tipo nipple, comedouros tubulares e aquecimento via campânula elétrica. As aves receberam água e ração ad libitum e 24 horas de luz artificial até o 15º dia de experimentação, depois foi oferecido somente iluminação natural. O controle de temperatura foi ajustado diariamente de acordo com o recomendado pela linhagem.

4.2 DIETAS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos compostos por oito repetições cada. O desenho foi baseado em um esquema fatorial 2 x 4 sendo os parâmetros duas temperaturas de peletização (65 e 85°C) e quatro tempos de retenção da dieta no condicionador (3, 9, 14 e 20 segundos). As dietas foram divididas em duas fases, inicial (peletizada/triturada) e crescimento/final (peletizada)

As dietas foram isonutritivas e iso/energeticas formuladas para atender as exigências nutricionais de frangos de corte conforme o proposto pela linhagem (Tabela 1). Tanto para as dietas iniciais e crescimento/terminação o DGM médio das dietas submetidas à peletização foi 650 µm. O processo de peletização foi realizado em peletizadora Koppers Júnior C40, com motor de 50 CV, marca Siemens com matriz de 3/16 polegadas e furos de 4,75 mm de diâmetro. Foi utilizada uma pressão de vapor de 3 kgf/cm² na entrada do condicionador, tendo a temperatura para cada tratamento regulada via TP100 localizada na saída do condicionador. Os diferentes tempos de retenção no condicionador foram obtidos por meio de controle dos inversores de frequência, diferindo de acordo com os tratamentos. Após a peletização, a ração passou por secagem/resfriamento de maneira homogênea deixando-a com temperatura média de 30°C. Foram fabricados 7500 kg de ração de

cada tratamento, e a primeira porção após a peletização foi descartada, para garantir que a dieta fosse submetida a temperatura desejada de acordo com o preconizado. As dietas iniciais e crescimento/final foram e trituradas em moinho de rolo com distância entre rolos de 2,5 mm. Logo após o resfriamento foram coletadas dez amostras de cada tratamento para a realização das análises físico-químicas.

Tabela 1. Composição alimentar e nutricional das dietas experimentais iniciais (1 -21 dias de idade) e da dieta crescimento/final (22-42 dias de idade)

Ingredientes	Dieta Inicial (%)	Dieta crescimento/terminação (%)
Milho	54,63	59,97
Farelo de soja 46%	36,04	29,65
Óleo de soja degomado	3,60	5,60
Fosfato bicálcico	2,10	1,62
Calcário calcítico 38%	1,34	1,10
Celite	1,00	1,00
Sal comum	0,60	0,48
DI-metionina 99%	0,16	0,13
L-Treonina 98,5%	0,06	0,05
Cloreto de Colina	0,26	0,21
L-Lisina	0,02	0,02
BHT	0,02	0,02
Supl Vit Aves*	0,10	0,10
Supl Min Aves**	0,05	0,05
TOTAL	100,0	100,0
Proteína Bruta %	22,5	20,0
Extrato etéreo %	6,0	9,0
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.100	3.300
Cálcio %	1,0	0,8
Fósforo disponível %	0,5	0,4
Matéria Mineral %	5	4
Sódio %	0,22	0,19

Níveis de garantia por kg de produto: *ácido fólico 5985,00 mg; *ácido nicotínico 1.500.00,03 mg; *ácido pantotênico 60.000,00 mg; *biotina 600 mg; *cianocobalamina 45,00 mg; **cobre 15.000 mg; **cobalto 6,57 mg; **ferro 60.000,00 mg; iodo 1026,66 mg; **manganês 90.003,32 mg; *piridoxina 11.972,00 mg; *riboflavina 24.000,0039 mg; **selênio 450,00 mg; **zinco 90008,33 mg; *tiamina 7820,00 mg; *vitamina A 36.000, 00 UI; *vitamina D3 11.100,00 UI; *vitamina E 180.026,57 mg; *vitamina K 14.989,10 mg; aditivo coccidiostático 100 mg;

4.3 ENSAIO DE DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE

O consumo de ração e o peso corporal foram registrados semanalmente. No 21º dia de idade a dieta inicial foi substituída pela dieta de crescimento/terminação no qual se prolongou até o final da avaliação. Ao final do experimento (41 dias de idade) duas aves por repetição foram abatidas/eutanaziadas para coleta do conteúdo ileal para as análises de digestibilidade. Este material foi homogeneizado e

acondicionado em freezer a -18°C até que se iniciassem as análises laboratoriais de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), amido total (AT), amido resistente (AR) e cinza insolúvel em ácido (CIA). A CIA da dieta e do conteúdo ileal foi utilizada como indicador interno indigestível para os cálculos de digestibilidade, e determinada de acordo com metodologia descrita por Van Keulen e Young (1977).

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para a mensuração dos peletes intactos (PI) foi utilizado 500 g de ração a qual foi peneirada em uma peneira com tela de 4,0 mm com furos redondos. A porção de ração retida nesta tela foi considerada como peletes intactos. O índice de durabilidade dos peletes (PDI) foi avaliado segundo o método descrito por Ensminger (1985) e calculada pela equação: Durabilidade (%) = (peso dos peletes após o teste/peso dos peletes antes do teste) x 100. A dureza dos peletes em durômetro (Nova Ética® Modelo 298DGP) e expressa em kgf.

As dietas e o conteúdo ileal foram moídas a 1 mm e analisados quanto ao teor de matéria seca (MS) a 105°C por 12 horas, proteína bruta (PB, método 954.01), cinza insolúvel em ácido (CIA, método 942.05) de acordo com a Association of the Official Analytical Chemists (AOAC, 1995). O teor de amido total (AT) foi analisado de acordo com o método da AOAC 996.11*, proposta por Walter et al. (2005) e a energia bruta (EB), realizada em bomba calorimétrica (Ike Werke® Modelo C2000 Control). O grau de gelatinização do amido foi realizado conforme o Compêndio Brasileiro de Nutrição Animal, 2009, Método 27 e atividade de água realizada em aparelho específico (Aqualab® modelo s3te).

4.5 EQUAÇÕES E CÁLCULOS

Os coeficientes de digestibilidade ileal (CDI) dos nutrientes foram estimados de acordo com as seguintes fórmulas:

$$\text{Fator de indigestibilidade no íleo (FI)} = (\text{CIA na dieta}) / (\text{CIA no íleo})$$

$$\text{Digestibilidade dos nutrientes (\%)} = \% \text{ do nutriente na dieta} - (\% \text{ do nutriente na digesta ileal} \times \text{FI}) / \% \text{ do nutriente na dieta}$$

Os valores de energia digestível no íleo (EDI) foram determinados por meio da fórmula:

$$\text{EDI (kcal/kg de MS)} = \text{EB da dieta} - (\text{EB da digesta ileal} \times \text{FI do íleo})$$

4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados experimentais foram submetidos primeiramente a análise de normalidade pelo teste de Shapiro –Wilk a 5% de probabilidade e ao teste de Bartlett 5% para avaliação da homogeneidade das variâncias. Caso os resíduos não seguissem uma distribuição normal e/ou as variâncias não se apresentassem na forma homogenia, os dados foram transformados pelo método Boxcox. Depois de aceito os dois parâmetros anteriores os dados foram submetidos a análise de General Linear Model (GLM) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SAS 9.0.

5 RESULTADOS

5.1 QUALIDADE FÍSICA E PARÂMETROS QUÍMICOS

No processamento das rações a temperatura desejada de 65 e 85°C foram esperadas na saída do condicionador. No entanto, quando mensuradas no pelete na matriz da peletizadora, observa-se que houve um ganho de temperatura de aproximadamente 10°C nas rações iniciais e 5°C nas rações crescimento/final nas rações condicionadas a 65 °C. Este mesmo efeito não ocorreu nas rações condicionadas a 85°C.

Tabela 2. Composição química informações do processo das dietas experimentais submetidas a duas temperaturas de peletização e a quatro tempos de retenção no condicionador.

Temperatura	65 °C				85°C			
	3S	9S	14S	20S	3S	9S	14S	20S
Proteína bruta (%) ²	21,6	21,4	20,2	19,3	20,4	19,3	20,7	21,8
Energia bruta (kcal/kg) ²	4.319	4.344	4.359	4.329	4.322	4.310	4.344	4.298
Matéria mineral (%) ²	7,7	7,9	7,7	7,4	7,7	7,5	7,6	7,5
Temperatura na Matriz (°C) ¹	72,7	75,4	76,4	77,2	86,9	87,2	86,0	86,8
Amperagem ¹	51,3	41,1	44,9	34,2	35,2	31,7	32,2	28,6
Temperatura na Matriz (°C) ²	70,8	69,2	72,1	73,6	86,2	85,4	84,6	83,1
Amperagem ²	44,00	38,4	35,9	29,2	31,7	29,3	29,5	26,2

¹ Dieta inicial

² Dieta crescimento/Terminação

O efeito do tempo e temperatura de condicionamento fica visível sobre a amperagem da peletizadora no momento de fabricação dos peletes (Figura 1). Nas situações utilizadas no presente trabalho ocorreu efeito linear de redução de amperagem com o aumento da permanência da ração no condicionador ($P < 0,001$). A redução na amperagem é mais evidente quando produzidas as rações condicionadas a 85 °C, já que o intercepto da equação com a amperagem a 65 °C foi 47% maior que a da condicionada a 85°C. Aumentar o tempo de condicionamento parece ser mais favorável para a produção das rações condicionadas a 65 °C, pois o grau de inclinação da equação é bem mais favorável para este parâmetro.

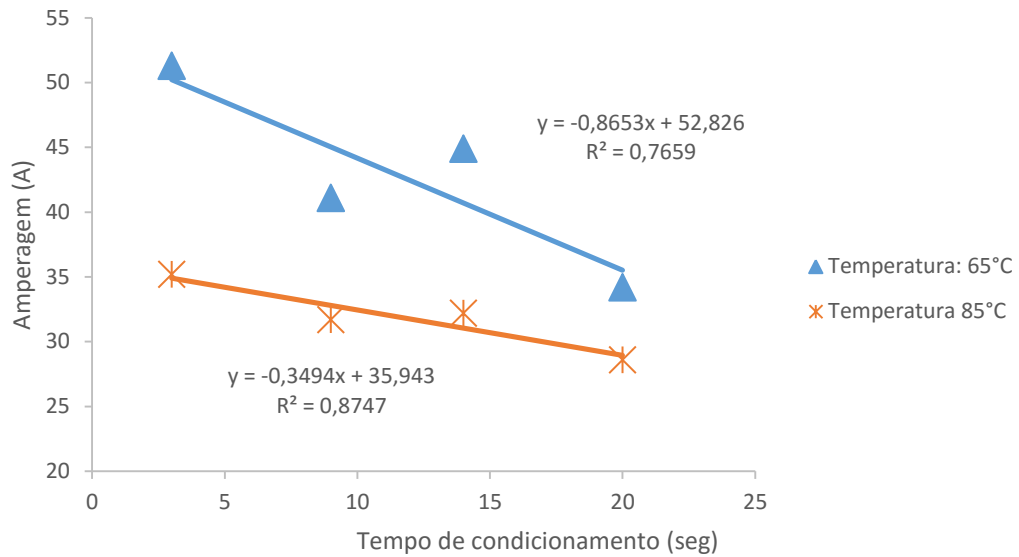


FIGURA 1. Amperagem da peletizadora produzindo rações iniciais de frangos de corte condicionadas a duas temperaturas e em diferentes tempos de retenção

Efeitos semelhantes aos das rações iniciais ocorreram nas dietas crescimento/final (Figura 2). Nestas rações a amperagem da peletizadora utilizou uma carga menor em relação a das dietas iniciais, já que o intercepto da equação se iniciou em 32,56 e 46,57 para o condicionamento de 65°C e 85°C respectivamente.

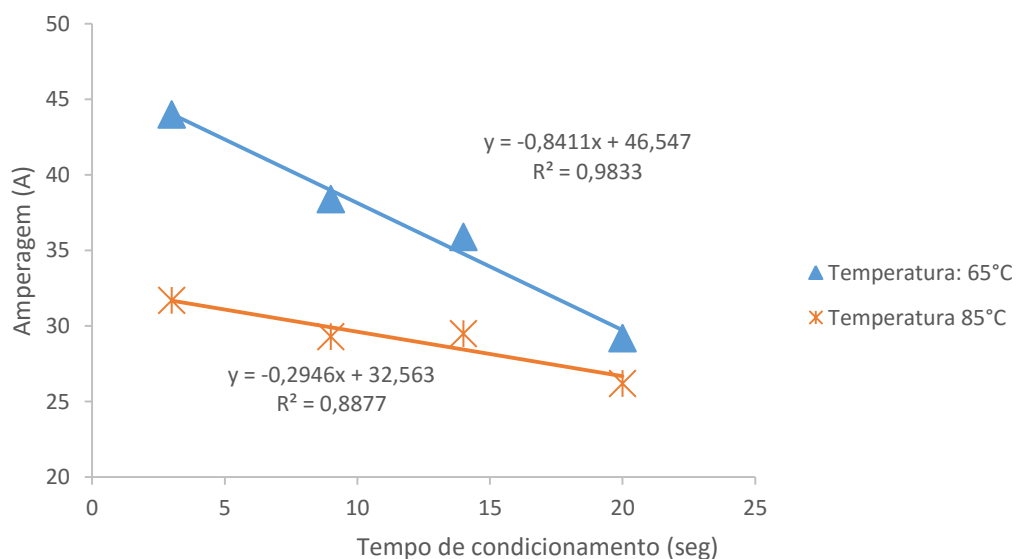


FIGURA 2. Amperagem da peletizadora produzindo rações crescimento/final de frangos de corte condicionadas a duas temperaturas e em diferentes tempos de retenção

A qualidade física das rações iniciais foi afetada pelos diferentes parâmetros de processamento utilizados na avaliação (tabela 3). Houve interação entre tempo e temperatura de condicionamento sobre a porcentagem de peletes intactos (% PEL). Com a elevação do tempo para 20 segundos pode-se chegar aos 93% de peletes intactos, independente da temperatura utilizada. Para o PDI não ocorreu interação entre as variáveis, entretanto o parâmetro foi influenciado pelos fatores isolados. Quando se elevou a temperatura para 85°C o PDI foi aumentado em aproximadamente 10%. Nota-se que o impacto do tempo de condicionamento tem efeito semelhante a temperatura sobre o PDI. Trabalhando com 20 segundos atingiram-se os mesmos 10% de PDI a mais do que as rações que permaneceram menos tempo no processo, sendo os demais tempos iguais entre si. Trabalhando com maior temperatura no condicionador pode-se observar efeito sobre a dureza dos peletes. Quando aumentada a temperatura, a dureza dos peletes também aumentou. Para a AW a temperatura e o tempo de condicionamento acabaram impactando negativamente. Com o aumento da temperatura e o tempo de condicionamento a AW aumentou em aproximadamente 0,02%. Avaliando o tempo de condicionamento, nota-se que somente quando se elevou para 20 segundos a AW da ração foi alterada.

Nas rações crescimento/terminação os efeitos dos fatores avaliados foram semelhantes aos que ocorreram nas dietas iniciais (tabela 4). A interação entre o tempo e temperatura de condicionamento influenciou diretamente na %PEL das dietas crescimento/terminação ($P < 0,01$). A medida que foi aumentando o tempo de condicionamento associado a temperatura mais alta a %PEL aumentou. Mesmo elevando o tempo de permanência das rações condicionadas a 65°C para 20 segundos não foi possível equiparar a %PEL ao melhor resultado, demonstrando o forte efeito da temperatura sobre a qualidade do pelete. Resultados inferiores foram obtidos nas rações submetidas ao menor tempo de permanência no condicionamento independente da temperatura utilizada. Para o PDI também ocorreu a interação entre os fatores ($P < 0,01$). Nesta variável observa-se que ela está muito mais susceptível a temperatura utilizada do que ao tempo de condicionamento empregado. Mesmo trabalhando com 20 segundos de retenção no condicionador não foi possível equiparar aos resultados de PDI de nenhuma ração submetida a 85°C. Demonstrando efeito sinérgico entre os parâmetros, resultados

superiores foram obtidos quando a temperatura e o tempo foram maiores. A interação entre os fatores ocorreu para os resultados de dureza das rações peletizadas ($P < 0,001$). Quando aumentado o tempo de condicionamento da ração submetida a 65°C , se pode igualar aos resultados de dureza das rações condicionadas a 85°C com a permanência até de 14 segundos. Para AW os fatores agiram sem interação, aumentando a AW das rações quando submetida a maior temperatura e a maior tempo de retenção.

TABELA 3. Porcentagem de pelete (%PEL), durabilidade do pelete (PDI), dureza do pelete e atividade de água (AW) de rações iniciais (1-21 dias de idade) submetidas a diferentes temperaturas e tempo de condicionamento

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Tempo de condicionamento (seg)	%PEL	PDI %	Dureza (kgf)	AW
65	3	88,1 b	66,4	2,8	0,68
	9	87,7 b	66,9	2,6	0,67
	14	86,8b	68,4	2,8	0,69
	20	92,9 a	77,4	2,9	0,69
85	3	89,2 b	78,9	3,1	0,70
	9	85,7 b	75,6	3,6	0,70
	14	81,3 c	76,7	3,2	0,70
	20	93 a	87,1	3,6	0,70
CV		12,4	9,4	15,4	2,0
Efeitos principais					
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)					
		88,9	69,7	2,8	0,68
		87,3	79,5	3,4	0,70
Tempo condicionamento (seg)					
	3	88,7 c	72,6 b	3,0	0,69b
	9	86,7 b	71,2 b	3,1	0,68 b
	14	84,1 d	72,5 b	3,0	0,69 b
	20	92,1 a	82,2 a	3,2	0,70 a
Probabilidades					
Temperatura		0,090	<0,001	<0,001	<0,001
Tempo condicionamento		<0,001	<0,001	0,320	<0,001
Temperatura * Tempo		<0,001	0,321	0,153	0,060

TABELA 4. % Pelete (%PEL), Durabilidade do pelete (PDI), Dureza do pelete e atividade de água (AW) de rações crescimento/terminação (22-41 dias de idade) submetidas a diferentes temperaturas e tempo de condicionamento

Temperatura (°C)	Tempo de condicionamento (seg)	%PEL	PDI %	Dureza (kgf)	AW
65	3	78,0 c	25,43 f	0,79 d	0,71
	9	76,7 d	29,1 e	0,84 c	0,71
	14	79,9 b	31,1 ed	0,98 bc	0,71
	20	79,7 b	33,8 d	1,10 b	0,72
85	3	77,7 c	55,1 c	1,35 ab	0,72
	9	80,4 b	57,8 bc	1,48 ab	0,73
	14	81,7 b	61,2 b	1,19 ab	0,74
	20	87,8 a	74,6 a	2,06 a	0,75
CV		4,58	18,38	17,32	2,15
Efeitos principais					
Temperatura (°C)					
65		78,62	29,87	0,92	0,71
85		81,97	62,16	1,52	0,74
Tempo condicionamento (seg)					
3		77,89 c	40,21 d	1,07 b	0,71 c
9		78,61 b	43,45 c	1,08 b	0,72 bc
14		80,88 b	46,21 b	1,59 b	0,72 bc
20		83,82 a	54,21 a	1,58 a	0,74 a
Probabilidades					
Temperatura		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Tempo condicionamento		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Temperatura * Tempo		<0,001	<0,001	0,020	0,227

5.2 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

O consumo de ração (CR) e o ganho de peso (GP) aos 21 dias de idade foram influenciados apenas pelo tempo de permanência da dieta no condicionador, não havendo interação entre os fatores avaliados (tabela 5). Os animais que consumiram a dieta condicionada a 20 segundos obtiveram resultados superiores de CR e GP. Neste caso a conversão alimentar não foi afetada devido ao CR e GP terem aumentado na mesma proporção, mantendo este indicador igual aos demais animais que consumiram dietas diferentes.

TABELA 5. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com dietas e peletizadas/trituradas produzidas com duas temperaturas (°C) e quatro tempos de condicionamento (seg)

	Tempo de condicionamento (seg)	Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
65	3	1,101	0,882	1,249
	9	1,118	0,910	1,229
	14	1,109	0,899	1,235
	20	1,152	0,921	1,252
85	3	1,115	0,896	1,246
	9	1,116	0,896	1,246
	14	1,092	0,892	1,223
	20	1,140	0,920	1,239
CV				
Efeitos principais				
Temperatura (°C)				
	65	1,120	0,902	1,238
	85	1,115	0,900	1,241
Tempo condicionamento (seg)				
	3	1,108 b	0,888 b	1,247
	9	1,117 b	0,902 b	1,237
	14	1,100 b	0,895 b	1,243
	20	1,146 a	0,920 a	1,245
Probabilidades				
	Temperatura	0,652	0,732	0,759
	Tempo condicionamento	0,010	0,001	0,459
	Temperatura * Tempo	0,600	0,243	0,662

Aos 41 dias de idade houve efeito significativo da temperatura e tempo de condicionamento ($P < 0,01$) sobre o CR e CA. A utilização da temperatura de condicionamento de 85°C piorou a conversão alimentar em 1,2% em relação ao processo de 65°C. Esta piora da CA ocorreu em partes pelo aumento na CR pelos animais. Aumentando o tempo de condicionamento para 20 segundos, se obteve melhor conversão alimentar e ganho de peso ($P < 0,01$), sendo que os demais tempos não influenciaram nestas variáveis mantendo as com resultados iguais entre si. O consumo de ração também foi afetado pelo tempo de condicionamento. Condicionando a dieta a 20 segundos resultou em maior consumo de ração do que realizar o processo a três segundos.

TABELA 6. Desempenho de frangos de corte de 1 a 41 dias de idade alimentados com dietas e peletizadas/trituradas produzidas com duas temperaturas (°C) e quatro tempos de condicionamento (seg)

	Retenção no condicionador (seg)	Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
65	3	4,62	2,73	1,688
	9	4,69	2,82	1,664
	14	4,71	2,79	1,687
	20	4,70	2,85	1,648
85	3	4,69	2,80	1,675
	9	4,75	2,78	1,704
	14	4,60	2,74	1,711
	20	4,77	2,83	1,685
CV		1,62	2,99	1,62
Efeitos principais				
Temperatura (C°)				
65		4,69	2,80	1,672
85		4,73	2,79	1,693
Tempo condicionamento (seg)				
3		4,65 b	2,70 b	1,681 a
9		4,72 ab	2,80 b	1,684 a
14		4,7 ab	2,76 b	1,689 a
20		4,74 a	2,84 a	1,666 b
Probabilidades				
Temperatura		0,030	0,983	0,009
Tempo condicionamento		0,027	0,000	0,001
Temperatura * Tempo		0,448	0,072	0,072

5.3 DIGESTIBILIDADE

Houve interação entre os fatores para todas as variáveis de digestibilidade ileal da dieta (tabela 7). A influência do tempo de retenção associado a temperatura de condicionamento teve efeito semelhante nas variáveis CDIMS, CDIPB, EDI e CDIA. O modelo seguido foi de aumento da digestibilidade dos componentes à medida que o tempo de retenção foi aumentando. No entanto, houve um ponto de quebra, no qual a digestibilidade é piorada com o excesso de exposição a temperatura. Este o platô de máxima variou de acordo com a temperatura utilizada. Quando utilizado a temperatura de 65°C, com 14 segundos de retenção se obteve os melhores resultados de CDIMS, CDPB e EDI. Já com a temperatura de condicionamento de 85°C os melhores resultados de CDIMS, CDPB e EDI foram quando o tempo de retenção permaneceu em 3 e 9 segundos. O pior resultado de CDIMS, CDPB, EDI e CDIA foi no tratamento que foi submetido a 65°C e 3

segundos de retenção. O CDIA não foi afetado pelo tempo de retenção quando utilizado 85°C.

TABELA 7. Coeficiente de digestibilidade ileal da matéria seca (CDIMS), coeficiente de digestibilidade ileal da proteína bruta (CDIPB), energia digestível ileal (EDI) e coeficiente de digestibilidade ileal do amido (CDIA) de pelotizadas/trituradas produzidas com duas temperaturas (°C) e quatro tempos de condicionamento (seg)

	Retenção no condicionador (seg)	CDIMS (%)	CDIPB (%)	EDI (kcal/kg)	CDIA (%)
65	3	73,3 d	81,8 d	2911 d	93,0 c
	9	83,3 b	89,0 b	3207 b	95,5 b
	14	91,4 a	93,7 a	3448 a	98,1 a
	20	79,5 bc	87,2 b	3110 bc	95,6 b
85	3	88,4 a	92,5 a	3355 a	96,5 ab
	9	88,5 a	92,1 a	3352 a	96,8 ab
	14	77,3 c	84,4 c	3037 c	94,8 b
	20	81,5 bc	88,0 bc	3170 bc	95,8 b
CV		8,2	5,2	6,2	2,0
Efeitos principais					
Temperatura (C°)					
		81,9	87,9	3165	95,6
		83,9	89,2	3230	96,0
Tempo condicionamento (seg)					
	3	80,9 c	87,1 b	3133 b	94,8 b
	9	85,9 a	90,5 a	3281 a	96,1 a
	14	84,3 b	89,0 ab	3241 a	96,4 a
	20	80,5 c	87,6 b	3133 b	95,7 ab
Probabilidades					
	Temperatura	0,023	0,028	0,031	0,281
	Tempo condicionamento	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Temperatura * Tempo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

6 DISCUSSÃO

Aumentar a temperatura de condicionamento é uma estratégia interessante quando o foco da produção de ração é elevar a qualidade de pelete. Skoch et al. (1981) afirmaram que a adição de umidade por meio do vapor melhora a qualidade da ração em função da diminuição da proporção de finos e aumento da durabilidade dos peletes. O efeito da melhora na qualidade do pelete em função do aumento de temperatura e vapor também foi explicado por Froetschner (2006). Aumentando a temperatura de condicionamento mais água aquecida sob a forma de vapor é adicionada durante o condicionamento para elevar a temperatura da massa. Esse vapor adicional tem capacidade aglutinante entre as partículas que formarão o pelete. No presente trabalho, esta afirmação pode ser comprovada devido a melhor qualidade física e aumento significativo da umidade e AW nas rações que foram submetidas a maiores temperaturas e tempo de condicionamento. Esse excesso de umidade nas rações torna esta operação cautelosa pois pode prejudicar a sua qualidade microbiológica. Para esta situação deve-se observar se o resfriador utilizado tem capacidade de retirar a umidade adicional da ração com o aumento da temperatura e tempo de condicionamento. Abdollahi et al. (2011) também encontraram melhoras no PDI quando elevaram a temperatura de condicionamento de 75°C para 90°C, melhorando o indicador de 56,6 % para 63,2%. Da mesma forma variando a temperatura de 82°C para 93°C, Beaman et al. (2012) encontram aumento do PDI de 82% para 95% respectivamente.

O aumento da umidade agregada nas rações mostrou-se favorável para a redução da amperagem da peletizadora, indicando que está relacionado ao aumento de produtividade e economia de energia elétrica. Este processo pode ter ocorrido devido ao aumento da adição de vapor no condicionador, que pode atuar com efeito lubrificante reduzindo a força de atrito gerada na matriz da peletizadora, melhorando a produtividade do processo (REIMER e BEGGS, 1993; SMALLMAN, 1996). Avaliando os efeitos da adição do vapor e em diferentes temperaturas, Skoch et al. (1981) verificaram que adicionando o vapor e condicionando a uma temperatura de 65°C aumentou-se a taxa produção em 250% em relação a dieta peletizada a seco. Quando utilizaram a temperatura via vapor no condicionador a 78°C, o incremento de produção foi de mais 25%. Para se ter uma operação de peletização eficiente,

uma oferta adequada de vapor de alta qualidade é imprescindível (CUTLIP et al., 2008).

Os resultados de PDI encontrados na ração crescimento/terminação foram muito inferiores aos obtidos nas dietas iniciais e também aos encontrados por Abdollahi et al. (2011), Ludland et al. (2008) e Moritz et al. (2002). Este fato pode ter ocorrido pelo excesso de adição de óleo de soja degomado nestas dietas. Segundo Marcon et al. 2014 a cada 1% de óleo adicionado na dieta pode reduzir o PDI em 4,4%. Outro fator impactante que pode ter contribuído com a baixa qualidade dos peletes, seria a utilização da matriz de peletização em 4,75 mm. Utilizando matrizes com diâmetros maiores, caso não ajustado o processo pode prejudicar a durabilidade dos peletes (BENKHE et al., 1994)

Neste estudo, a temperatura de condicionamento mais alta avaliada (85°C) proporcionou pior da conversão alimentar aos 41 dias de idade das aves. Segundo Creswell e Bedford (2006), temperaturas de peletização acima de 85°C devem ser evitadas, pois impedem desempenho adequado de frangos de corte. Os autores, afirmam que o efeito pode ser devido à perda de alguns nutrientes termolábeis. Para evitar este efeito negativo e maximizar o desempenho de frangos de corte com rações peletizadas deve-se utilizar temperatura de condicionamento em torno de 80°C como nível de segurança. Outras teorias por trás dos efeitos negativos da alta temperatura de condicionamento sobre o desempenho de frangos de corte seria a redução da eficácia das enzimas exógenas (CRESWELL, 2006; LOAR, 2013). Trabalhando com temperaturas acima de 80°C em dietas a base de trigo, Silvesides et al., (1999), observou alteração na estrutura dos carboidratos de parede celular, redução das xilanases naturais e suplementadas quando a temperatura de condicionamento foi maior que 80°C. Da mesma forma, os benefícios de enzimas completando misturadas em uma dieta de milho/soja foram perdidos quando condicionamento da temperatura excedeu 80°C (BEAMAN, 2012). Além da desnaturação de nutrientes termo lábeis, Silvesides e Bedford (1999) observaram um aumento na viscosidade intestinal quando a temperatura de condicionamento foi aumentada de 70 para 95°C. Isso ocorre porque o processamento térmico de dietas aumenta a solubilidade da fibra e a gelatinização do amido (GARCIA et al., 2003; SVIHUS, 2006), conseqüentemente aumenta a viscosidade da digesta piorando a digestibilidade de aminoácidos e carboidratos. Outro efeito adicional ocorrido com o

aumento da viscosidade seria o aumento na atividade microbiana, e o crescimento microbiano excessivo pode prejudicar o ambiente do intestino e causar problemas intestinais como, por exemplo, a enterite necrótica (CRESWELL e BEDFORD, 2006) que é conhecido por diminuir o desempenho de frangos de corte (LANHOUT et al., 1998).

Mesmo com diferentes combinações entre tempos e temperatura de condicionamento encontradas nos trabalhos da literatura. O fato é que resultados negativos no desempenho com temperaturas mais elevadas prevalecem. Aumentando a temperatura de 82°C para 93 °C sem especificar o tempo de condicionamento, Beaman et al. (2012) forneceram as dietas peletizadas e trituradas para frangos de corte aos 42 dias e encontraram piora de 3 % na conversão alimentar das aves aumentada a temperatura.

Avaliando o condicionamento de dietas de fareladas a 75 e 90°C Abdollahi et al. (2011) verificaram influência negativa sobre a utilização de nutrientes e desempenho de frangos de corte em comparação com 60°C. No entanto em dietas peletizadas condicionadas a 90°C, a qualidade de física do pelete melhorou e acabou resultando no retorno do desempenho que havia sido negativo na ração farelada. Os autores concluíram que embora a disponibilidade de nutrientes seja afetada negativamente em temperaturas mais altas de condicionamento, a qualidade do pelete é melhorada. O fato é que efeitos benéficos sobre a qualidade do pelete podem superar os efeitos negativos do processamento e mascarar estes fatores.

Como no presente trabalho o PDI da ração crescimento/final melhorou 43% peletizada a 85°C em 20 segundos de condicionamento em relação a peletização com 65°C e 20 segundos. Teríamos grande benefício da forma física para frangos de corte de 22 a 41 dias de idade se estes peletes chegassem intactos para os animais. Seguindo a hipótese criada por Abdollahi et al. (2011), este aumento de 43% de pelete compensaria a perda de 1,2% de CA que foi encontra com o aumento da temperatura para 85°C. Para avaliar esta balança de perdas e ganhos, utilizando a equação de estimativa em CA com o aumento de pelete desenvolvida por McKinney e Teeter (2004), cada 10% de aumento de peletes intactos no comedouro pode reduzir em aproximadamente 0,014 g/g na CA de frangos de corte. Este incremento no desempenho acontece basicamente pelo aumento do consumo de ração e tempo de repouso, maximizando a eficiência calórica segundo os autores.

Extrapolando para o fator da equação para os 43% de aumento no PDI encontrada no trabalho. Teríamos uma melhoria de aproximadamente 0,06 g/g na CA. Pressupondo que o efeito da temperatura mais alta sobre a CA foi de 0,02 g/g, teríamos um saldo positivo de 0,04 g/g na CA.

O aumento da digestibilidade da proteína ocorre com o aumento da temperatura pode estar ligado ao rompimento das pontes dissulfeto da sua estrutura, resultando em desnaturação e permitindo que as proteases atuem mais facilmente (SCOTT et al., 1997; DOZIER, 2001). Na avaliação realizada demonstrou que se tem um limite de exposição da dieta a temperatura via vapor para a digestibilidade da proteína, matéria seca e amido. Loar et al. (2014) encontraram a redução da disponibilidade da lisina, cisteína, metionina, treonina, valina e isoleucina da dieta quando aumentado a temperatura de 75°C para 85°C em aproximadamente 3%. No entanto, nas condições avaliadas não foi detectado nenhum efeito sobre a performance das aves aos 42 dias de idade.

Aumentando a temperatura de condicionamento de 60°C para 90°C com 30 segundos de retenção, Abdollahi et al. (2011) encontram piora na metabolizabilidade da energia em 2%. Os autores não conseguiram relacionar esta piora do aproveitamento da energia com a diminuição da digestibilidade do amido e retenção de nitrogênio, já que não houve efeitos significativos para estas variáveis.

Baseado nos dados de temperatura e tempo de condicionamento nas referências discutidas parece que a temperatura acima de 80°C no condicionador é o principal fator de que pode prejudicar o desempenho de frangos de corte. No presente trabalho, outra variável que pode ter impactado negativamente seria a temperatura com que o vapor chega na ração na entrada do condicionador. Como a pressão de vapor utilizada para a produção das rações foi de 3 kgf/cm², o mesmo poderia estar entrando no equipamento com uma temperatura de 143°C, segundo a tabela de saturação de vapor. Esta alta temperatura pode ter gerado maior impacto nos componentes termolábeis da ração na entrada do vapor no condicionador. Já que maior quantidade de vapor é necessária para manter a temperatura média da ração na saída do condicionador de 85°C, e a exposição da ração também é maior quando o tempo de retenção é aumentado.

Seguindo o caminho oposto do citado acima sobre os impactos negativos da alta temperatura e exposição ao calor, o efeito do subprocessamento de dietas

peletizadas também pode acarretar em problemas de desempenho e digestibilidade para frangos de corte. O tratamento que foi submetido à menor exposição de calor no presente trabalho foi o condicionado a três segundos com 65°C. Os valores de CDIMS, CDPB e EDI obtidos neste tratamento foram iguais aos obtidos no superprocessamento. Este resultado pode ter sido gerado de dois diferentes segmentos, o de melhora da digestibilidade dos nutrientes com a temperatura ideal de exposição da dieta como já discutido em tópicos acima, ou pela deterioração de nutrientes na matriz da peletizadora gerada pelo excesso de atrito. O excesso de atrito pode ter ocorrido neste tratamento devido a menor quantidade de vapor adicionado na ração, já que a temperatura desejada foi baixa e o tempo de exposição também foi baixo, conseqüentemente menor adição de umidade na massa. Estes dados corroboram com os encontrados por Teixeira Netto (2014), que avaliando a peletização de dietas condicionadas a cinco temperaturas diferentes, 50, 60, 70, 80 e 90°C encontrou efeito quadrático da temperatura de peletização em relação a CDIMS, CDIPB e EMA. Sendo o tratamento peletizado com 50°C o que gerou piores resultados para todos os parâmetros avaliados.

7 CONCLUSÃO

Aumentar a temperatura de condicionamento das dietas de frangos de corte a base de milho e farelo de soja de 65°C para 85°C melhorou a O PDI e % de Pelete em aproximadamente 14% nas rações iniciais. Porém a atividade de água e a dureza também foram aumentadas nas proporções de 3% e 18% respectivamente. A medida que foi aumentando o tempo de retenção e a temperatura melhorou a qualidade física das rações crescimento/final, chegando o PDI a variar de 33,8% a 74,6% com a temperatura de 65°C e 85 °C respectivamente condicionadas a 20 segundos. O mesmo efeito foi obtido na AW, sendo aumentada com maior tempo e temperatura.

Aumentar o tempo de condicionamento até 20 segundos trouxeram benefícios para o ganho de peso e consumo de ração aos 21 e 41 dias da idade. Entretanto aumentar a temperatura de 65°C para 85°C prejudicou a conversão alimentar aos 41 dias de idade.

Quando aumentado a temperatura de condicionamento para 85°C a retenção de nove segundos parece ser o limite para não prejudicar a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, energia e amido. No entanto quando se trabalha com temperatura mais baixa, aumentar o tempo de permanência para 14 segundos maximiza a digestibilidade dos componentes.

REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M. R. Influence of feed processing on the performance, nutrient utilisation and gut development of poultry and feed quality. **TESE DE DOUTORADO**. Poultry Nutrition. Massey University, Palmerston North, New Zealand. 2011
- AMERAH, A.M., GILBERT, C., SIMMINS, P.H., RAVINDRAN, V., 2011a. Influence of feed processing on the efficacy of exogenous enzymes in broiler diets. **World's Poult. Sci. J.** 67, 29–46.
- CUTLIP, S.E., HOTT, J.M., BUCHANAN, N.P., RACK, A.L., LATSHAW, J.D., MORITZ, J.S. The effect of steam-conditioning practices on pellet quality and growing broiler nutritional value. **Journal Applied of Poultry Research**, v.17, p.249-261, 2008.
- DOUGLAS, J.H., SULLIVAN, T.W., BOND, P.L., STRUWE, F.J., BAIER, J.G., Robeson, L.G., 1990. Influence of grinding, rolling, and pelleting on the nutritional-value of grain sorghums and yellow maize for broilers. **Poult. Sci.** 69, 2150–2156.
- DOYLE, M.P., ERICKSON, M.C., 2006. Reducing the carriage of foodborne pathogens in livestock and poultry. **Poult. Sci.** 85, 960–973.
- DOZIER, W. A. Pelet de calidad para obtener carne de ave más economica. **Alim. Balanc. Anim.**, v.8, p.16-19, 2001.
- ENSMINGER, M.E. Processing effects. In: **Feed Manufacturing Technology III**. AFIA. Cap. 66. p. 529-533, 1985.
- FROETSCHNER, J. Conditioning controls pellet quality. **Feed Tech**, v. 10, n. 6, 2006. GREENWOOD, C.T. Organization of starch granules. In: **The Carbohydrates, Chemistry and Technology** (Ed. PIGMAN, W.; HORTON, D.). 2. ed. Academic Press, London, UK, p.471, 1970.
- JENSEN, L.S., 2000. Influence of pelleting on the nutritional needs of poultry. Asian-Aust. **J. Anim. Sci.** 13, 35–46.
- JONES, F.T., RICHARDSON, K.E., 2004. Salmonella in commercially manufactured feeds. **Poult. Sci.** 83, 384–391.
- KIRKPINAR and BASMACIOGLU, 200 F. KIRKPINAR, H. BASMACIOGLU Effects of conditioning temperature of phytase supplemented broiler feed on tibia mineralisation, calcium and phosphorus content of serum and performance. **Czech. J. Anim. Sci.**, 51 (2006), pp. 78–84
- LOAR II, R.E., WAMSLEY K. G. S., J.S., EVANS A., MORITZ J. S. J.R. and CORZO, A. (2014) Effects of varying conditioning temperature and mixer-added fat on feed manufacturing efficiency, 28- to 42-day broiler performance, early skeletal effect, and true amino acid digestibility Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 28 days posthatch on broiler performance, feed manufacturing

efficiency, and selected intestinal characteristics. **J. Appl. Poult. Res.** 23 :444–455
Poultry Science Journal 89: 2242-2250.

MCCRACKEN, K.J., 2002. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In: McNab, J.M., Boorman, K.N. (Eds.), **Poultry Feeds, Supply, Composition and Nutritive Value**. CAB International, New York, pp. 301–316.

MCKINNEY, L.J. and TEETER, R.G. (2004) Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead

REIMER, L. **Conditioning**. Proc. Northern Crops Institute Feed Mill Management and Feed Manufacturing Technol. Short Course. p7. **California Pellet Mill Co.** 1992 in HANCOCK, J. D.,

REIMER, L.L. and BEGGS, W.A. (1993) Making better pellets: Harnessing steam quality. **Feed Management** 44 (1): 22-26

SCOTT, T.A.; SWIFT, M.L.; BEDFORD, M.R. The influence of feed milling, enzyme supplementation, and nutrient regimen on broiler chick performance. **Journal of Poultry Research**, v.6, p.391-398, 1997.

SMALLMAN, C. (1996) Maximising conditioning potential. **Feed Milling International** 190 (11): 15-16.

SILVERSIDES, F. G. and BEDFORD M. R. Effect of pelleting temperature on the recovery and efficacy of a xylanase enzyme in wheat-based diets. **Poultry Science** 78: 1184-1190, 1999.

SKOCH, E.R., BEHNKE, K.C., DEYOE, C.W. and BINDER, S.F. (1981) The effect of steamconditioning rate on the pelleting process. **Animal Feed Science and Technology** 6: 83-90.

THOMAS, M.; VAN DER POEL, A. F. B. Physical quality of pellet animal feed. 1.Criteria for pellet quality. In: Physical quality of pellet animal feed: a feed model study. Wageningen **Proceedings...** Wageningen: **Agricultural University**, p.19-46, 1998.

SILVERSIDES, F.G. and BEDFORD, M.R. (1999) Effect of pelleting temperature on the recovery and efficacy of a xylanase enzyme in wheat-based diets. **Poultry Science** 78: 1184-1190

SKOCH, E.R., BEHNKE, K.C., DEYOE, C.W. and BINDER, S.F. (1981) The effect of steamconditioning rate on the pelleting process. **Animal Feed Science and Technology** 6: 83-90.

SMALLMAN, C. (1996) Maximising conditioning potential. **Feed Milling International** 190 (11): 15-16.

TEIXEIRA NETTO, M. Temperatura de condicionamento no processo de peletização de dietas para frangos de corte. **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**. Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2014

WALTER, M., SILVA, L.P., PERDOMO, D.M.X. Amido disponível e resistente em alimentos: adaptação do método da AOAC 996.11*. **Alimentos e Nutrição**, v.16, p.39-43, 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da temperatura e tempo de condicionamento beneficia a qualidade física da ração e maximiza a produtividade da peletizadora, devido a maior agregação de umidade na massa. Por outro lado, deve-se tomar cuidado no processamento destas dietas pelo aumento que pode ocorrer na AW quando adicionado mais vapor. Quando se optar pela esta estratégia se deve avaliar primeiramente se os resfriadores presentes são capazes de retirar a umidade adicional. A dureza dos peletes também deve ser avaliada em situações de alterações no processo, pois este ponto pode se tornar um limitante para o consumo de rações.

Outro ponto negativo seria a redução da CA de frangos de corte quando se trabalha com uma temperatura de condicionamento mais altas. Para contornar esta situação deve-se buscar o ponto de equilíbrio de cada processo no qual os benefícios da melhora da forma física via temperatura não prejudiquem o desempenho dos animais.

Aumentar a retenção da dieta no condicionador parece ser uma estratégia com potencial para frangos de corte, pois maximizou o ganho de peso e consumo de ração. Mais trabalhos devem ser realizados para avaliar o comportamento deste parâmetro com escalas maiores que 20 segundos.

A disponibilidade dos nutrientes também deve ser avaliada com aumento de temperatura associada a tempos de retenção maiores. Quando se busca maximizar a digestibilidade as temperaturas mais baixas e tempos de retenções intermediários parecem ser mais favoráveis. Neste sentido, deveria ser levado em consideração a relação da quantidade de nutriente ingerido versus sua digestibilidade, já que em situações de maiores temperaturas a qualidade do pelete melhora e o consumo de ração é maior.