

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

UMIDADE, GRANULOMETRIA E PROCESSAMENTO
TÉRMICO DA RAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE

Autor (a): Luana Martins Schaly Oliveira
Orientador (a): Prof. ^a Dr. ^a Fabiana Ramos dos Santos

Rio Verde – GO
Março – 2016

UMIDADE, GRANULOMETRIA E PROCESSAMENTO
TÉRMICO DA RAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE

Autor (a): Luana Martins Schaly Oliveira
Orientador (a): Profa. Dra. Fabiana Ramos dos Santos

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA no Programa de Pós - Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *campus* Rio Verde – área de concentração Zootecnia.

Rio Verde – GO
Março – 2016

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

**UMIDADE, GRANULOMETRIA E PROCESSAMENTO
TÉRMICO DA RAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE FRANGOS
DE CORTE**

Autora: Luana Martins Schaly Oliveira
Orientadora: Fabiana Ramos dos Santos

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

APROVADA em 23 de março de 2016.


Prof.^a Dr.^a Fabyola Barros de
Carvalho
Avaliadora externa
UFG/Goiânia


Prof.^a Dr.^a Cibele Silva Minafra
Avaliadora interna
IF Goiano/RV


Prof.^a Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo Antônio Carlos de Oliveira Junior, quem me incentivou, apoiou, e protegeu, foi minha fonte de inspiração, força de vontade para finalizar este trabalho. Agradeço todo o seu amor e tempo dedicado a mim.

Aos meus pais, Flávia Karina Martins Schaly e Vanderley Schaly, meus alicerces e exemplos de vida, por acreditarem em cada passo que dei até hoje.

Ao meu irmão, Leonardo Martins Schaly, pelo companheirismo, parceria, carinho e, por toda ajuda para a finalização deste trabalho.

À Prof.^a Dr.^a. Fabiana Ramos dos Santos, exemplo de profissional e ser humano raro. Agradeço por todo conhecimento compartilhado, pela sabedoria, paciência, dedicação e amizade, e onde muitas vezes encontrei a palavra de conforto nos momentos de conflito.

Aos amigos de pós-graduação e iniciação científica Paula Rodrigues, Patrícia Garcia, Eduardo Duarte, Joallison Bezerra, Gustavo Guimarães, Nadiessa Sartori por todo tempo dedicado, com certeza a realização deste trabalho não seria possível sem a colaboração de todos.

A empresa BRF S.A., por me dar a oportunidade de conduzir este trabalho e apostar no meu crescimento profissional.

Aos profissionais e amigos Keysuke Muramatsu, Uislei Orlando, Isabel Vaccari, Adelar Almeida, Márcio Gris, Fabiana Souza, Rafael Sens e Ana Paula Azará, que nunca hesitaram em compartilhar o conhecimento e acreditaram na minha capacidade.

A todos os professores do programa de pós-graduação, pelos ensinamentos e ao Prof. Dr. Francisco, pelas elucidações estatísticas.

A todos os funcionários do programa de pós-graduação, em especial Viviane e Pâmela.

À dona Lourdes, minha amiga e protetora, agradeço por todo tempo dedicado a minha evolução pessoal e espiritual.

À Deus, ao Mestre Jesus, a todos os Anjos e Santos da Pátria Celestial e a Mãe Maria, que me guiam e protegem em cada instante da minha vida, em especial aos Anjos Carolina Martins e Flávio Marcelo Martins.

“Acho-nos todos presentemente no lugar certo, com as criaturas certas e com as obrigações exatas, a fim de realizarmos o melhor do nosso alcance.”

Chico Xavier

BIOGRAFIA DO AUTOR

Luana Martins Schaly Oliveira, filha de Vanderley Schaly e Flávia Karina Martins Schaly, casada com Antônio Carlos de Oliveira Junior, nascida em 14 de novembro de 1987 na cidade de Fraiburgo-SC, iniciou sua formação profissional no primeiro semestre de 2005, quando ingressou na primeira turma de Medicina Veterinária na Fundação de Ensino Superior de Rio Verde, FESURV, hoje Universidade de Rio Verde – UniRV, graduando-se no segundo semestre de 2009. Em 2014 ingressou no Programa de Pós Graduação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, *campus* Rio Verde, no mestrado de Zootecnia, concluindo em março de 2016.

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO I-CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Formas físicas de ração.....	2
2.2 Fatores que afetam a qualidade dos peletes.....	4
2.3 Efeito da forma física sobre o aproveitamento de nutrientes.....	6
2.4 Efeito da forma física sobre o desempenho de frangos de corte.....	8
2.5 Efeito da forma física sobre a qualidade de carcaça de frangos de corte.....	9
2.6 Efeito da forma física sobre o desenvolvimento digestivo de frangos de corte.....	10
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
CAPÍTULO II- UMIDADE, GRANULOMETRIA E PROCESSAMENTO TÉRMICO DA RAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE.....	15
RESUMO.....	15
Palavras-Chaves	15
MOISTURE, GRAIN SIZING AND THERMAL PROCESSING OF FEED ON BROILER PRODUCTION.....	16
ABSTRACT.....	16
Key Words.....	16
1.Introdução.....	17
2.Material e Métodos.....	18
2.1 Avaliação do Aproveitamento Nutricional.....	21
2.2 Avaliação do Desempenho.....	22
2.3Avaliação de Morfometria do Sistema Digestório, Histomorfometria Intestinal e Perfil Bioquímico Sérico.....	23
2.4 Análise de Dados.....	24
3 Resultados.....	24

3.1 Aproveitamento de Nutrientes.....	24
3.2 Desempenho, Rendimento de Carcaça e Cortes.....	30
3.3 Morfometria do Sistema Digestório, Histomorfometria Intestinal e Perfil Sérico Bioquímico.....	32
4 DISCUSSÃO.....	39
5 CONCLUSÃO.....	44
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO II- Umidade, granulometria e processamento térmico da ração sobre a produção de frangos de corte.....	15
TABELA 1 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais das fases inicial, crescimento e final.....	20
TABELA 2 – Percentual de Pelete, (%) e PDI (%) das rações experimentais das diferentes fases de alimentação.....	21
TABELA 3 - EMA, Kcal/Kg EMAn, Kcal/Kg de rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%) determinadas para fase inicial (coleta do 10º ao 13º dia de idade) e fase crescimento (coleta do 27º ao 30º dia de idade das aves.....	25
TABELA 4 – Desdobramento interação granulometria x umidade da EMA (Kcal/kg) e EMAn (Kcal/kg) do período de coleta de 10 a 13 dias de idade.....	25
TABELA 5 - Coeficientes de Digestibilidade ileal dos Aminoácidos determinados com aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).....	26
Tabela 6 - Desdobramento interação granulometria x umidade para os coeficientes de digestibilidade ileal dos aminoácidos Lisina, Alanina, Glicina, Isoleucina, Leucina, Serina, Valina e Treonina.....	27
TABELA 7 – Coeficientes de Digestibilidade ileal dos Aminoácidos determinados com aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).	27
TABELA 8 - Desdobramento interação granulometria x processamento para os coeficientes de digestibilidade ileal dos aminoácidos Arginina, Metionina+Cistina, Tirosina, Ácido Aspártico e Ácido Glutâmico..	28

TABELA 9 - Coeficientes de Digestibilidade ileal dos Aminoácidos e proteína bruta determinados com aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).....	29
TABELA 10 - Desdobramento interação granulometria x processamento para os coeficientes de digestibilidade ileal do aminoácido Fenilalanina e desdobramento interação umidade x processamento do aminoácido Cistina.....	29
TABELA 11 - Desempenho aos 21 e 40 dias de idade das aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).....	30
TABELA 12 - Desdobramento interação granulometria x processamento ganho de peso aos 21 dias de idade.....	31
TABELA 13 - Rendimento de carcaça (%) e cortes das aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).....	31
TABELA 14 - Desdobramento interação granulometria x processamento para gordura abdominal no rendimento de carcaça.....	32
TABELA 15 - Desdobramento da interação de granulometria x umidade do peso relativo do intestino delgado aos 21 dias de idade.....	32
TABELA 16 - Morfometria do sistema digestório de aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).....	34
TABELA 17- Histomorfometria intestinal de aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).....	35
TABELA 18 - Perfil bioquímico sérico de aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).....	36
TABELA 19 - Desdobramento da interação de granulometria x umidade do peso relativo do pâncreas e relação viloso-cíptica do Duodeno aos 21 dias de idade)	37
TABELA 20 - Desdobramento da interação de granulometria x umidade do peso relativo do intestino grosso aos 40 dias de idade.....	37

TABELA 21 – Desdobramento da interação de granulometria x umidade da proteína total sérica aos 21 dias de idade.....	37
TABELA 22 – Desdobramento da interação de granulometria x umidade da altura de vilo jejuno aos 40 dias.....	38
TABELA 23 – Desdobramento da interação de granulometria x umidade da concentração sérica de triglicerídeos aos 40 dias de idade.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Peletização de ração.....	2
FIGURA 2 – Expander.....	3
FIGURA 3 – Durômetro.....	4

LISTA DE SIMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACOES E UNIDADES

%	Porcentagem
°C	Grau Celsius
Ca	Cálcio
CDIAA	Coefficiente de Digestibilidade Ileal dos Aminoácidos
CDIPB	Coefficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta
CP	Cripta
CV	Coefficiente de Variao
Cm	Centímetro
COL	Colesterol
DGM	Diâmetro Médio Geométrico
DPG	Desvio Padrão Geométrico
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EMAn	Energia Metabolizável Aparente Corrigida
Eso+Papo	Esôfago + Papo
G	Granulometria
g	Gramas
Kg	Quilogramas
Met+Cis	Metionina + Cistina
Mm	Milímetros
P	Processamento
P	Fósforo
PT	Proteína Total
PDI	ndice de Durabilidade de Pellet
Pro+Moela	Proventrculo+Moela
TGI	Trato Gastro Intestinal
TRI	Triglicerídeos

U	Umidade
V/C	Vilo Cripta
μ	Micras
μm	Micrometro

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cadeia produtiva da carne de frango é um exemplo de sucesso no complexo agroindustrial brasileiro. Nos últimos anos, este segmento sofreu estruturação em todos os seus elos, desde os insumos agrícolas e pecuários, passando pelo desenvolvimento genético, adequação sanitária, pelo aumento e modernização do abate e da industrialização até o desenvolvimento da logística de transporte e distribuição. (VIEIRA, 2010).

O bom desempenho nos mercados avícolas internos e externos pôde ser alcançado por meio de duas estratégias: a redução dos custos das matérias-primas para rações e o atendimento das necessidades específicas dos consumidores em ambos os mercados. (THOMAS et al, 2007).

Para BUCHANAN e MORITZ (2009) a fabricação de rações é onerosa tanto no investimento de capital, quanto na execução e dessa forma deve ser bem realizada para evitar custos adicionais na produção de frangos de corte. Os autores enfatizam ainda que, infelizmente, em muitos casos as indústrias colocam no mercado rações para frangos de corte de baixa qualidade física, fazendo-se necessárias pesquisas que visem a manutenção da integridade dos peletes sem alterar o aproveitamento nutricional e conseqüentemente o desempenho das aves. Portanto, tecnologias que visem a melhoria da qualidade de rações podem ter impactos econômicos significativos em toda a cadeia avícola. Entre estas tecnologias, muito se discute sobre como a forma física de rações fareladas, peletizadas ou expandidas podem afetar a produção de frangos de corte de uma forma geral.

OLIVEIRA et al. (2011), reforçam que a cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil modernizou-se e continua buscando novas formas de melhorar o setor, seja pela redução de custos ou pelo aumento da produtividade, tornando-se mais competitiva no mercado mundial. Dessa forma, ao invés de pensar em uma fábrica de rações como geradora de custos, deve-se tê-la como ferramenta importante na produção integrada de

aves já que, é sabido que a qualidade do alimento é fundamental para que haja economia da produção (BEYER et al, 2004).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Formas físicas de ração

As produções de rações para alimentação de frangos de corte contemplam entre outras formas físicas as dietas fareladas, peletizadas e peletizadas/expandidas.

A peletização de ração é um processo de modelagem composto pelo conjunto de operações mecânicas, que consistem em aglutinar partículas das rações fareladas, após submetê-las à umidade, ao calor e à pressão, com a formação de peletes com a utilização de forma tubular (COUTO, 2012).

O processo de peletização (Figura 1) é largamente utilizado por suas inúmeras vantagens em relação à ração farelada, entre elas: o aumento da densidade da ração facilitando o transporte, redução do pó, evita a seleção de partículas pelas aves, melhora a digestibilidade de nutrientes como carboidratos e proteínas, destrói fatores antinutricionais termolábeis e reduz a contaminação por agentes patogênicos (LORENÇON et al, 2007).

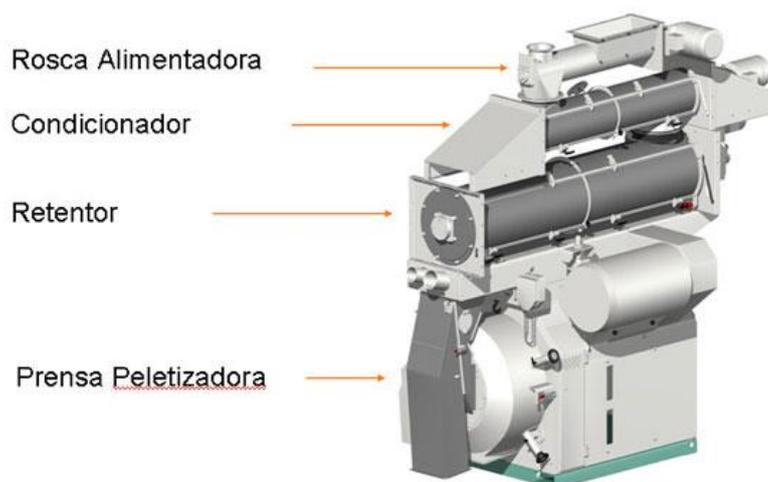


Figura 1. Peletização de ração

Fonte: LARA (2008)

A máquina peletizadora basicamente é um equipamento composto de rosca alimentadora, que junto com o controle de alimentação (manual ou automático) faz o ajuste da carga da máquina respeitando a máxima corrente do motor principal (ajuste para a potência instalada). A rosca abastece o condicionador que recebe vapor saturado, este equipamento tem a função da mistura do vapor na ração farelada. Posterior ao condicionador, opcionalmente, pode-se ter o retentor que tem a função de aumentar o tempo de retenção da ração com finalidade de redução microbiológica e finalmente a peletizadora propriamente dita, em que os rolos forçam a ração farelada pelos orifícios da matriz, tendo-se assim a ração na forma de pelete (KLEIN, 2009).

Segundo KLEIN (1999) alguns fatores podem influenciar no processo de peletização, como o tempo de condicionamento sendo o recomendado de 30 a 40 segundos. A temperatura de condicionamento também influencia a qualidade do pelete, porém, esta variável depende do tipo de fórmula que se está peletizando, sendo a ideal ao redor 80°C. Outro fator a ser observado é a umidade de condicionamento, que está relacionada com a regulação da pressão do vapor e com o tempo de condicionamento. Ainda, atenção precisa ser dada à relação de compressão, que é determinada pela relação do diâmetro do furo e da espessura da matriz.

Além disso, quando aplicado antes do processo de peletização, o expander é utilizado para maximizar a disponibilidade de energia, digestibilidade de nutrientes e qualidade de peletes. (Figura 2).

O sistema de expansão é capaz de processar a ração com temperatura e umidade e também adicionar grandes quantidades de líquidos no farelado. Este processamento apresenta vantagens como aumento da gelatinização do amido, melhora de solubilidade proteica (aminoácidos), melhora de qualidade de pelete e eleva a produtividade relativa (COUTO, 2012).



Figura 2. Expander

Fonte: Tecnal (2012)

A peletização e expansão têm sido utilizadas principalmente para aumentar a densidade nutricional, diminuir a segregação de ingredientes e reduzir o gasto energético durante o consumo dos animais, sendo que o nível de melhoria na digestibilidade dos nutrientes depende do próprio alimento, do tipo de processamento, do tempo e temperatura de aquecimento (LIMA et al, 2009).

2.2 Fatores que afetam a qualidade dos peletes

Para que sejam efetivos os efeitos dos processamentos de rações sobre o desempenho de frangos de corte, é importante que durante a fabricação seja elevada a qualidade de pelete e reduzida a ocorrência de finos. A melhoria na integridade de peletes que chegam aos comedouros dos frangos pode ser obtida alterando os parâmetros de fabricação, tais como granulometria e tipo de ingredientes, temperatura de fabricação, umidade no condicionador entre outros fatores.

AMERAH et al. (2007), explicam que a qualidade do pelete é definida como a capacidade de suportar a manipulação mecânica (movimentação, transporte) sem se romper, para se chegar aos animais sem gerar alta proporção de finos. A qualidade do pelete é determinada por dois parâmetros físicos, o índice de durabilidade (PDI) e dureza do pelete (Figura 3).



Figura 3. Duromêtro

Fonte: Arquivo Pessoal

Vários fatores podem afetar a qualidade do pelete entre eles as características dos ingredientes, a formulação utilizada, o tamanho da partícula moída, a temperatura de processamento e também os processos físicos e mecânicos ligados aos equipamentos utilizados (LIMA, 2009).

O tamanho, a forma e as estruturas das partículas de uma dieta irão influenciar a digestibilidade dos nutrientes, a dispersibilidade dos nutrientes na massa da dieta, a densidade da mesma, a qualidade dos peletes, a fluidez dos ingredientes no sistema de mistura, o transporte, o fornecimento da dieta nos comedouros e a energia consumida na moagem (RIBEIRO et al, 2002). No que diz respeito a granulometria da ração processada, AMERAH et al. (2007) observaram que existem limites práticos para o grau de redução do tamanho das partículas, podendo as aves encontrar dificuldades em consumir partículas muito grossas ou muito finas.

O tamanho médio das partículas é determinado como o diâmetro médio geométrico (DGM), expresso em micrómetros e o intervalo de variação é descrita em termos de desvio padrão geométrico (DPG). Deve ser reconhecido que não só o tamanho das partículas da ração, mas também a uniformidade do tamanho de partículas é relevante para a determinação da influência do tamanho das partículas sobre o desempenho das aves.

Além do tamanho da partícula, outro fator relevante na qualidade do pelete, é a umidade. MORITZ et al. (2003) relataram que a adição de 2,5% e 5,0% de água na mistura antes da peletização aumentou o índice de durabilidade dos peletes. Também, BUCHANAN e MORITZ (2009) observaram melhorias na qualidade do pellet quando 2% e 4% de umidade, como água foi adicionada no misturador.

MURAMATSU et al. (2013) acrescentaram umidade durante a peletização e expansão de rações preparadas de 0, 7, 14 e 21 g/kg e com diferentes tamanhos de partículas (743 e 1.041 micras) e, verificaram que o processamento térmico interage

com o efeito da umidade sobre a quantidade de peletes intactos. Durante a expansão, a medida que aumenta a adição de umidade há melhoria a quantidade de peletes intactos de 81,7% a 90,1 %. Os autores observaram também, que tamanhos de partículas mais grossas prejudicam a quantidade de peletes intactos em comparação ao tamanho de partícula média.

SMALLMAN, 1996, explica que para aperfeiçoar o processo de condicionamento, deve-se obter o equilíbrio apropriado de calor e de umidade. A umidade em forma de vapor tem a capacidade de fornecer o balanço adequado do calor e de umidade e, além de se tornar fácil de introduzir e controlar, é um componente fundamental no processo de peletização.

FUKUOKA, et al. (2002), afirmam que quando os grânulos de amido são aquecidos acima de 100°C, na presença de água, formam uma suspensão viscosa com o meio. A temperatura na qual ocorre tal fenômeno é denominada de temperatura de gelatinização do amido, processo irreversível que leva ao colapso da ordenação granular, provocando severo inchaço dos grânulos, com conseqüente perda da sua organização molecular e rompimento estrutural, liberando amilose e amilopectina no meio, ou seja, a gelatinização do amido explica a melhoria da qualidade de pelete.

2.3 Efeito da forma física sobre o aproveitamento de nutrientes

Uma das vantagens do processamento físico de rações consiste na melhoria do aproveitamento de nutrientes e de energia pelas aves.

FREITAS et al. (2009), estudaram os efeitos das formas físicas das rações pré-iniciais e observaram que as aves alimentadas com ração farelada apresentam menor ingestão de energia e menores retenções de proteína, de gordura e de energia corporal em relação às alimentadas com as demais rações. A maior ingestão de energia metabolizável pelas aves alimentadas com ração triturada e peletizada pode ser atribuída ao maior consumo e a maior metabolização da energia quando essas rações foram utilizadas.

MORAN (1987) mostrou que a combinação de umidade, calor e pressão durante o processamento industrial da ração, melhora a digestibilidade de carboidratos e proteínas pelas aves em função da gelatinização do amido e pela alteração das estruturas antinutricionais das proteínas.

Segundo LARA et al. (2008) é atribuído às rações peletizadas melhor digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, melhor aproveitamento da energia quando fornecidas a frangos com 1 a 45 dias de idade. PUCCI et al. (2010), avaliaram o efeito da forma física da ração (fareladas e peletizadas trituradas), suplementada ou não com complexo enzimático e com níveis nutricionais normais ou reduzidos, sobre o desempenho, os valores energéticos das rações e a digestibilidade dos nutrientes de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade. Os autores observaram que como as aves regulam seu consumo de alimento pela ingestão de energia, o consumo de ração pelas aves que receberam as rações trituradas e aquelas com 100% das exigências nutricionais foram 2,96 e 3,80% menores, respectivamente, em comparação àquele observado com o fornecimento das rações fareladas e com 95% das exigências nutricionais.

É conhecido que a peletização, a extrusão e expansão da ração melhoram o valor nutritivo dos alimentos pela ação mecânica e pela temperatura do processo. O amido submetido a tratamentos térmicos sofre modificações na estrutura molecular pela desagregação dos grânulos de amilose e amilopectina, conforme citado no tópico anterior, facilitando a ação enzimática durante a digestão do alimento, elevando o aproveitamento do amido de 60 até 90% nas aves (SOUZA et al, 2010).

OLIVEIRA et al. (2011) explicam que tratamentos físicos como a expansão e peletização são realizados no processamento de rações com o objetivo de incrementar sua eficiência de utilização. Isso ocorre porque além da gelatinização do grão de amido, também ocorre a desnaturação parcial das proteínas, promovendo aumento da digestibilidade do alimento e melhor aproveitamento do potencial genético do animal, afirmado por SILVA et al. (2009), em que dietas peletizadas resultam no efeito glicostático, devido à melhora da digestibilidade do amido da ração, decorrente do efeito do calor durante o processo, que rompe organelas, aumentando o aproveitamento dos carboidratos e da proteína.

A intensidade do tratamento térmico da ração, além de determinar o grau de gelatinização do amido, também está relacionada com a maior solubilização do conteúdo proteico da dieta, facilitando assim a ação enzimática e aumentando a digestibilidade da ração (LUCHT, 2002).

2.4 Efeito da forma física sobre o desempenho de frangos de corte

Com os incrementos observados no aproveitamento nutricional e energético das rações processadas, é possível verificar melhorias no desempenho de frangos de corte em diversas pesquisas (AMERAH et al, 2007; LARA et. al, 2008 e ABDOLLAHI et al., 2010).

Os resultados de LARA et al. (2008) evidenciam benefícios da peletização sobre o desempenho de frangos de corte quando comparados com rações fareladas. Esses benefícios obtidos com as rações peletizadas podem ser resumidos em maiores ganhos de peso em função do maior consumo, sendo este último reflexo da melhor palatabilidade, da preferência das aves, da facilidade de apreensão da ração, levando à menor movimentação e tempo gasto com alimentação.

ABDOLLAHI et al. (2010) verificaram que, a dureza do pelete aumenta com temperatura de condicionamento a 90 °C. A elevação da temperatura de condicionamento aumentou os pesos relativos moela em ambos os tipos de dieta, sendo à base de milho e à base de sorgo. No geral, os autores sugerem que o efeito da temperatura de condicionamento no desempenho de frangos de corte é determinada através da sua influência sobre a disponibilidade de nutrientes e qualidade do pelete.

Conforme citado acima, a granulometria das rações processadas pode afetar o desempenho dos frangos, bem como a forma física de ração. Neste contexto, LOPEZ & BAIÃO (2004) e FREITAS (2009), encontraram resultados que evidenciam a influência da qualidade do pellet no consumo de ração e conversão alimentar.

LOPEZ & BAIÃO (2004) avaliaram efeito da granulometria (média e grossa) e da forma física da ração (farelada, granulada e expandida-granulada) sobre o desempenho de frangos de corte. Os pesquisadores concluíram que as aves que receberam a ração farelada com granulometria média, apresentaram pior conversão alimentar em relação aos frangos que receberam a ração expandida-granulada com a mesma granulometria. Podendo ser explicado pelo fato que quando os peletes são produzidos a partir de partículas grosseiras, a degradação das partículas no intestino delgado pode ser demorada, aumentando o peristaltismo e melhorando a digestão do alimento conforme verificado por NIR et al. (1995).

HOWLIDER & ROSE (1992) estudaram a influência da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte de 22 a 49 dias de idade submetidos a

diferentes temperaturas ambientes (17, 21, 25 e 29°C) e concluíram que a utilização de ração padrão peletizada é compensatória em relação à farelada com maior nível energético. Verificaram também que a temperatura não interferiu no rendimento de carcaça, mas proporcionou aumento na quantidade de gordura.

Também TURNER (1995) verificou que a peletização favoreceu o consumo de ração e a eficiência de retenção da energia metabolizável, aumentando o ganho de peso em 10% e a eficiência alimentar em 5%.

2.5 Efeito da forma física sobre a qualidade de carcaça de frangos de corte

Um dos resultados esperados na produção de frangos de corte, sem dúvida é a produção de carcaças de qualidade ao final do período de criação. Pesquisadores como ROLL et al. (1999), OLIVEIRA et al. (2011), FREITAS et al. (2009), tiveram resultados satisfatórios em relação as formas físicas de ração e qualidade de carcaça.

Aves alimentadas com ração triturada e peletizada apresentaram maior ganho de peso e maior acúmulo de gordura na carcaça (FREITAS et al, 2009). Um fator que pode explicar o acúmulo de gordura é que, com a peletização, a energia disponível para ave e a relação energia/proteína aumentam, uma vez que a proteína da dieta se mantém inalterada.

ROLL et al. (1999) avaliaram o efeito das formas físicas em frangos sobre as características de carcaça e, observaram que aos 46 dias de idade as aves alimentadas com ração farelada em relação a peletizada apresentaram pior peso da carcaça e dorso, embora não tenham sido observadas diferenças entre os tratamentos para os cortes como as coxas, sobrecoxas e peito.

OLIVEIRA et al. (2011) avaliaram a característica de carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes formas físicas de ração e determinaram que as aves que receberam ração peletizada expandida apresentaram maior peso de carcaça resfriada. Enquanto foi encontrado resultados de 1.671,17 g nas aves que consumiram ração farelada, as aves que consumiram a ração expandida peletizada obtiveram resultados de 2.020,67 g.

LECZNIESKI (1997) observou maior quantidade de gordura, tanto abdominal quanto total (carcaça e vísceras), em frangos alimentados com ração peletizada. O maior

rendimento de carcaça no consumo de rações peletizadas e expandidas pode ser explicado pelo melhor aproveitamento nutricional do alimento e consumo ração.

2.6 Efeito da forma física sobre o desenvolvimento digestivo de frangos de corte

A forma como os pintos são alimentados logo após a eclosão e nos primeiros dias de vida pode influenciar seu rendimento, justificando a busca por rações que possibilitem crescimento máximo nessa fase (FREITAS, et al, 2008). Quando existe a possibilidade de escolha, as aves se alimentam com as partículas maiores e preferem a ração peletizada em relação à farelada (MORAM, 1987).

As formas físicas da ração bem como o tamanho da partícula do alimento têm influência sobre o desenvolvimento do trato gastrointestinal, podendo influenciar o consumo de alimento e a digestão dos ingredientes por alterarem a anatomia do trato digestório e/ou as secreções digestivas (NIR et al, 1994).

De acordo com NIR (1998), aparentemente, o alimento farelado resulta em partição mais eficiente do oxigênio, por ser consumido de modo mais regular e permanecer por períodos mais longos na moela em pH mais baixo. Nesse caso, a carga intestinal é mais leve em relação à das rações peletizadas.

Além da forma física, outro fator que influencia o desenvolvimento do trato gastrintestinal é a granulometria dos ingredientes. AMERAH et al. (2007), ao avaliarem o uso de rações fareladas ou peletizadas feitas a partir de partículas médias (DGM=1,54 mm) ou grosseiras (DGM=1,69 mm), verificaram que aves alimentadas com ração farelada tiveram relativamente moela e ceco mais pesados e jejuno mais leve em relação às aves alimentadas com ração peletizada. Quando os componentes do trato gastrointestinal foram comparados quanto ao tamanho das partículas, eles se mostraram mais curtos em aves alimentadas com partículas grosseiras de ração farelada em relação às de partículas médias. Não foram encontradas diferenças quando compararam partículas médias e grosseiras de rações peletizadas.

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito do fornecimento de rações submetidas as diferentes condições de processamento (peletizada e peletizada-expandida), formuladas à base de milho e farelo de soja, preparadas com diferentes níveis de adição de umidade (0,8% e 1,6%) no misturador e

com duas granulometrias (650 e 850 micras) de ingredientes sobre o desempenho, aproveitamento nutricional, morfometria do sistema digestório, histomorfometria intestinal e perfil bioquímico sérico de frangos de corte até 40 dias de idade.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOLLAHI, M. R., RAVINDRAN, V., WESTER, T. J., RAVINDRAN, G., THOMAS, D.V., Influence of conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy, ileal digestibility of starch and nitrogen and the quality of pellets, in broiler starters fed maize- and sorghum-based. **Animal Feed Science and Technology**, v. 162, p. 106 – 115, 2010.

AMERAH, A.M., RAVINDRAN, V., LENTLE, R.G., THOMAS, D.G., Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. **World's Poultry Science Journal**. v. 63, p. 439 – 455, 2007.

AMERAH, A. M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R. G.; THOMAS, D. G. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 2615-2623, 2007a.

BEYER, R. S., MORITZ, J.S., WILSON, K.J., CRAMER, K. R., The Effect of Feed Processing and Fee Form on Animal Performance. **In: 61st Minnesota Nutrition Conference & Minnesota Soybean Research Council and Promotion council Technical Symposium**, 19, Bloomington, Minnesota, 2004.

BUCHANAN, N. P.; MORITZ, J. S.; Main effects and interactions of varying formulation protein, fiber, and moisture on feed manufacture and pellet quality. **Poultry Science Association**, v. 18, p. 274–283, 2009.

COUTO, H.P. **Fabricação e Rações e Suplementos para Animais: Gerenciamento e Tecnologias**. 2ª Edição. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2012.

FREITAS, R. E., SAKOMURA K. N., DAHKEL, F., SANTOS, R. F., BARBOSA, A., N.; 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.

FUKUOKA, M., OHTA, K. I., WATANABE, H. Determination of the terminal extent of starch gelatinization in a limited water system by DSC. **Journal of Food Engineering**, v. 53, p. 39-42, 2002.

HOWLIDER, M.A.R., ROSE, S.P. The response of growing male and female broiler chicken kept at defferent temperatures to dietary energy concentration and feed form. **Animal Feed Science Technology**, v.39, p. 71-78, 1992.

KLEIN, A. A., Pontos Críticos do Controle de Qualidade em Fábricas de Ração: uma abordagem prática. In:Simpósio Internacional ACAV,1.,1999, Concórdia. **Anais...Concórdia:Embrapa Aves e Suínos**, 1999. Disponível em:<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais56_klein.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2014.

Klein, A. **Peletização de Rações Aspectos Técnicos, Custo e Benefício e Inovações Tecnológicas**. Conferência FACTA 2009 de Ciência e Tecnologia Avícola 21º Congresso Brasileiro de Avicultura.

LARA, L. J. C., ROCHA, J. S. R., LANA, A. M. Q., CANÇADO, S. V., FONTES, D. O., LEITE, R. S., Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 970-978, 2008.

LIMA, M.F., COUTO, H.P., SOARES, R.T.R.N., FONSECA, J.B., CURVELLO, F.A. Efeitos da Temperatura de Expansão e da Peletização de Rações Sobre o Desempenho Zootécnico de Frangos de Corte. In: APINCO 2009, Porto Alegre – RS. Campinas: FACTA, 2009 **Anais...** Prêmio Lamas – 2009. Disponível em: <http://www.facta.org.br/site/index.php/portal/publicacoes>. Acesso em; 07 mai. 2014.

LECZNIESKI, J. L. Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho, a composição de carcaça, a utilização e a retenção da energia líquida de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade. **Dissertação (Mestrado em Agronomia - Zootecnia)** - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 108f, 1997.

LÓPEZ, C. A. A., BAIÃO, N.C., Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte, **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 214-221, 2004.

LORENÇON, L., NUNES, V. R., POZZA, C. P., POZZA, S. S. M., APPELT, D. M., SILVA, M. T., Utilização de promotores de crescimento para frangos de corte em rações fareladas e peletizadas. **Animal Sciences**, v. 29, p. 151-158, 2007.

LUCHT, W.H. Mejoramiento de la producción de pollo por medio de la expansión de alimento. **Industria Avícola**, v.50, p.32-35, 2002.

MORAN, E.T. Pelleting: affects feed and its consumption. **Poultry Science**. April/May, p.30-31, 1987.

MORITZ, J. S., K. R. CRAMER, K. J. WILSON, AND R. S. BEYER. Effect of feed rations with graded levels of added moisture formulated to different energy densities on feed manufacturing, pellet quality, performance and energy metabolism of broilers during the growing period. **Poultry Science Association**. V. 12, p. 371–163, 2003.

MURAMATSU, K., MIORKA, A. VACCARI, M. C. I., REIS, N. R., DAHLKE, F., ALMEIDA, P. A., ORLANDO, D. A. U., BUENO, M., IMAGAWA, M., Impact of Particle Size, Thermal Processing. Fat Inclusion and Moisture Assition on Pellet Quality and Protein Solubility of Broiler Feeds. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. A3, p. 1017-1028, 2013.

NIR, I.; TWINA, Y.; GROSSMAN, E. et al. Quantitative effects of pelleting on performance, gastrointestinal tract and behavior of meat-type chickens. **British Poultry Science**, v.35, p.589-602, 1994.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science Association.**, v.74, p.771- 783, 1995.

NIR, I. Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: **Simpósio Internacional sobre Nutrição de Suínos e Aves**; Campinas, SP, Brasil. p. 49-68, 1998.

OLIVEIRA, A. A., GOMES, C. V. A., OLIVEIRA, R. G., LIMA, F. M., AMORIM, E. G., AGOSTINHO, P. S. T., SOUSA, D. F., LIMA, R. A. C., Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2450-2455, 2011.

PUCCI, A., E., L., RODRIGUES, B. P., BERTECHINI, G., A., NASCIMENTO, J., A., G., LIMA, R., R., SILVA, R., L., Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1272-1279, 2010.

RIBEIRO, A. M. L., MAGRO, N., PENZ JR, A.M., Corn Particle Size on Broiler Grower Diets and its Effect on Performance and Metabolism. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v. 4, p. 1 -7, 2002.

ROLL, VICTOR F.B.; AVILA, VALDIR S.; RUTZ, FERNANDO; GUIDONI, ANTÔNIO L.; ROSA, PAULO S., Efeito da forma física da ração em frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, p. 54 - 59,1999.

SAMLLMAN, C., 1996. Maximising conditioning potencial. **Feed Milling Int.** 190. 15 – 16.

SILVA, E.L.; SILVA, J.H.; BERTECHINI, A.G. ET AL. Exigência de metionina+cistina para aves de reposição leves e semipesadas de 1 a 4 semanas de idade alimentadas com rações farelada e triturada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 500 – 507, 2009.

SOUZA, I.M.G.P., POLYCARPO, G.V., SILVA, W.T., CASTELO, P.G., CARVALHO, F.B., Efeitos da forma física da ração sobre o desempenho e a metabolidade de nutrientes em frangos de corte. In: VII Encontro de Zootecnia, **Anais...** Dracena, 2010.

TECNAL. **Catalogo**, 2012. Disponível em:< <http://www.tecnal.ind.br/tecnal/upload/download/catalogo%20expander%20tab.pdf>> Acesso em: 24 jun. 2014

THOMAS, J. A.; SULZBACH, T. M.; HOFER, E; Avicultura: Uma alternativa de renda ao setor agropecuário. **Ciências Sociais Aplicadas**, v. 7, p. 65-82, 2007.

TURNER, R. Achieving optimum pellet quality. **Feed management**. v.46, p.30- 33, 1995.

VIEIRA, M.N.; DIAS, R.S.; **Sistemas Agroalimentares e Cadeias Agroindustriais**. Viçosa: Departamento de Economia, 2010.

CAPÍTULO II - UMIDADE, GRANULOMETRIA E PROCESSAMENTO TÉRMICO DA RAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE.

RESUMO

Realizou-se o experimento com o objetivo de avaliar o desempenho, aproveitamento nutricional, morfometria do sistema digestório, histomorfometria intestinal e bioquímica sérica de frangos de corte. Foram utilizados 720 pintos, machos, Cobb[®], com um dia de idade. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 x 2 (processamento de ração peletizada ou expandida; adição de 0,8% ou 1,6% de umidade no misturador; granulometria de ingredientes de 650 e 800 micras) com seis repetições de 15 aves em cada gaiola. Observou-se maior ganho de peso aos 21 e 40 dias com a adição de 1,6% de umidade. Melhoria da conversão alimentar pela maior adição de umidade no preparo das rações foi verificada apenas aos 21 dias de idade das aves. Para as características de carcaça, verificou-se que a associação entre ração expandida e a granulometria de ingredientes de 650 micras proporcionou maior acúmulo de gordura abdominal. As aves alimentadas com rações expandidas ou com adição de 1,6% de umidade no misturador apresentaram maior rendimento de peito. Valores superiores de EMA e EMAn de rações foram obtidos nas dietas preparadas com 850 micras de granulometria de ingredientes e 0,8% de umidade apenas na fase inicial das aves. Rações expandidas preparadas com granulometria de 650 micras e peletizadas com 850 micras resultaram em maior digestibilidade ileal de aminoácidos. Aos 21 dias de idade, maior % de pâncreas, relação vilo:cripta do duodeno, foram obtidos com dietas preparadas com 650 micras e 1,6% de umidade. Aos 40 dias de idade maior altura do vilo do jejuno e níveis de triglicérides séricos foram observados nas dietas preparadas com 850 micras de granulometria e 1,6% de umidade.

Palavras-Chaves: aminoácidos, bioquímica sérica, energia metabolizável, desempenho, histomorfometria intestinal.

MOISTURE, GRAIN SIZING AND THERMAL PROCESSING OF FEED ON BROILER PRODUCTION.

ABSTRACT

The experiment was conducted in order to evaluate the performance, the nutritional digestibility, the digestive system morphometry of the, the intestinal histomorphometry and serum biochemistry of broiler chickens. 720 male Cobb®, one old-day chicks were used. The experimental design used was completely randomized in a factorial 2 x 2 x 2 arrangement (pelleted or pelleted-expanded feed; 0.8% or 1.6% of moisture in the mixer; 650 and 800 microns of grain size) with six replicates with 15 birds in each cage. A higher weight gain was noted at 21 and 40 days with the addition of 1.6% humidity. An improvement of alimentary conversion due to a greater addition of moisture in the feeds preparation was observed at 21 days of age of the birds. For the carcass yield, it was checked that the combination of expanded feed and ingredients with grain size of 650 microns provided a greater accumulation of abdominal fat. Higher EMA and EMAn feed values were obtained in diet prepared with ingredients with 850 micron grain size and 0.8% of humidity in the initial phase of the birds. Expanded feed prepared with a grain size of 650 microns and pelleted with 850 microns resulted in increased ileal digestibility of amino acids. At 21 days of age, a higher percentage of pancreas and duodenal villus/crypt ratio was obtained with diets prepared with 650 microns and 1.6% of humidity. At 40 days of age, a greater height of the jejunum villi and serum triglyceride levels were noted in diets prepared with 850 micron grain size and 1.6% of humidity.

Key Words: amino acids, serum biochemistry, metabolizable energy, performance, intestinal histomorphometry.

1. INTRODUÇÃO

Uma das vantagens do processamento físico de rações consiste na melhoria do aproveitamento de nutrientes e de energia pelas aves. É conhecido que a peletização, a extrusão e expansão das rações melhoram o valor nutritivo dos alimentos pela ação mecânica e pela temperatura do processo. O amido submetido aos tratamentos térmicos sofre modificações na estrutura molecular pela desagregação dos grânulos de amilose e amilopectina, facilitando a ação enzimática durante a digestão do alimento, elevando o aproveitamento do amido de 60 até 90% nas aves (SOUZA et al, 2010).

OLIVEIRA et al. (2011) afirmam que tratamentos físicos como a expansão e peletização são realizados no processamento de rações com o objetivo de incrementar sua eficiência de utilização. Isso ocorre porque durante estes processos, além da gelatinização do grão de amido, também há desnaturação parcial das proteínas, promovendo aumento da digestibilidade do alimento e melhor aproveitamento do potencial genético do animal.

Assim, com os incrementos observados no aproveitamento nutricional e energético das rações processadas, é possível verificar melhorias no desempenho de frangos de corte em diversas pesquisas (LARA et. al, 2008; MORITZ, 2013 e ABDOLLAHI et al, 2010). Os resultados de LARA et al. (2008) evidenciam benefícios da peletização sobre o desempenho de frangos de corte quando comparados com rações fareladas. Porém, para que sejam efetivos os efeitos dos processamentos de rações sobre o desempenho de frangos de corte, é importante que durante a fabricação seja elevada a qualidade de peletes e reduzida a ocorrência de finos.

Vários fatores podem afetar a qualidade do pelete entre eles as características dos ingredientes, a formulação utilizada, o tamanho da partícula moída, a temperatura de processamento e também os processos físicos e mecânicos ligados aos equipamentos utilizados (LIMA, 2009).

O tamanho, a forma e as estruturas das partículas de uma dieta irão influenciar a digestibilidade dos nutrientes, a dispersibilidade dos mesmos na massa da dieta, a densidade da ração, a qualidade dos peletes, a fluidez dos ingredientes no sistema de mistura, o transporte, o fornecimento da dieta nos comedouros e a energia consumida na moagem (RIBEIRO et al, 2002).

Além do tamanho da partícula, outro fator relevante na qualidade do pelete, é a umidade da massa durante o processamento. LUND e LORENS (1984), explicam que o efeito da adição de umidade sobre o amido na proporção 1.5:1 é responsável pela completa gelatinização, conferindo melhoria na qualidade de pelete.

Pesquisadores afirmam que, as formas físicas da ração bem como o tamanho da partícula do alimento têm influência sobre o desenvolvimento do trato gastrintestinal, podendo influenciar o consumo de alimento e a digestão dos ingredientes por alterarem a anatomia do trato digestório e/ou as secreções digestivas (NIR et al, 1994; FREITAS, et al, 2008). Portanto, a morfometria do sistema digestório, assim como, a histomorfometria intestinal podem ser bom indicativos do aproveitamento nutricional de rações preparadas com diferentes condições de processamento.

Embora o tamanho de partículas e umidade sejam fatores que comprovadamente afetam a qualidade de peletes, muitas dúvidas ainda perduram na condução desse processo, portanto, busca-se compatibilizar os níveis de umidade, o tamanho da partícula e o método de processamento da ração para atender o rendimento de fabricação das dietas, as características de desenvolvimento fisiológico das aves e o melhor rendimento econômico da atividade avícola.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do fornecimento de rações submetidas a diferentes condições de processamento (peletizada e peletizada-expandida), formuladas à base de milho e farelo de soja, preparadas com diferentes níveis de adição de umidade (0,8% e 1,6%) no misturador e com duas granulometrias (650 e 850 micras) de ingredientes sobre o desempenho, aproveitamento nutricional, morfometria do sistema digestório, histomorfometria intestinal e perfil bioquímico sérico de frangos de corte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento de desempenho e metabolismo nutricional no aviário experimental do Instituto Federal Goiano *Campus* Rio Verde/GO, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com animais desta mesma instituição sob o protocolo de número 015/2014, utilizando 720 pintos de corte, machos, com um dia de idade, da linhagem Cobb[®], com peso médio inicial de $42 \pm 2,1$ g.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 x 2 (processamento de ração peletizada ou peletizada-expandida; adição de 0,8% ou 1,6% de umidade no misturador; granulometria de 650 ou 850 micras) com seis repetições de 15 aves cada.

Os pintos foram alojados em gaiolas com dimensão de 90 x 60 x 40 cm cada, equipadas com comedouros e bebedouros tipo calha, uma lâmpada de 100W para aquecimento e bandejas metálicas para coleta das excretas. As aves permaneceram sob iluminação constante (natural e artificial) com verificação da temperatura duas vezes ao dia e manejo das cortinas. A temperatura média registrada durante o experimento foi de $33^{\circ}\text{C} \pm 3,9^{\circ}\text{C}$, sendo a mínima 17°C e a máxima 38°C .

O período experimental foi igual a 40 dias e as aves receberam água e ração à vontade, sendo os comedouros supridos de ração duas vezes ao dia, para diminuir o desperdício. As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja para atender as exigências das aves durante a fase inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 40 dias de idade) e os níveis nutricionais utilizados foram os recomendados pela indústria (Tabela 1).

Para a produção das rações experimentais foi utilizada a estrutura de uma fábrica de ração de uma integradora de frangos de corte. Foram realizados diferentes processamentos, peletização e expansão-peletização, sendo o equipamento usado para peletizar e expandir as rações constituído de um conjunto completo de expander Kahl[®] e peletizadora Buhler[®].

A temperatura de processamento foi de 82°C a 34 segundos no condicionador para peletizadora e, 130°C a 11 segundos para o expander, sendo o tamanho do furo da matriz para peletização de 4,00 mm. Foi utilizado moinho de martelo de moagem conjunta, e foram definidas as peneiras de 5 mm para partículas 650 micras e 6,5 mm para atingir a granulometria de 850 micras. A granulometria dos ingredientes foi determinada pelo método proposto pela EMBRAPA, (1996). Para alterar os níveis de umidade (0,8 ou 1,6%) na massa da dieta, foi adicionada água no misturador através de bicos de injeção.

A mensuração do percentual de peletes (Peletes, %) foi realizada mediante o peneiramento da ração e separação da porção fina da porção grossa através de um recipiente perfurado submetido à agitação (ADVANTECH MANUFACTURING, INC., 2001).

Tabela 1 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais das fases inicial, crescimento e final.

Ingredientes (%)	Fases de Alimentação		
	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL
Milho Integral	53,26	58,82	61,92
Farelo de Soja	38,20	33,80	30,50
Óleo de Soja Degomado	3,10	3,45	4,05
Fosfato Monobicálcico	1,60	1,35	1,15
Calcário Calcítico	1,14	1,00	0,90
Sal Granulado	0,52	0,44	0,44
Metionina	0,35	0,32	0,28
Premix Vitamínico Mineral*	0,30	0,27	0,20
Lisina	0,23	0,26	0,27
Ácido Fórmico + Propiônico	0,20	0,20	0,20
Treonina	0,05	0,05	0,05
Cloreto de Colina	0,04	0,03	0,03
Caulim	1,00	0,00	0,00
Níveis Nutricionais			
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3050	3150	3216
Proteína Bruta (%)	22,47	20,07	19,19
Extrato Etéreo (%)	5,74	6,21	6,85
Fibra Bruta (%)	2,94	2,79	2,66
Lisina digestível (%)	1,22	1,13	1,06
Metionina+Cistina digestível (%)	0,90	0,85	0,79
Treonina digestível (%)	0,79	0,74	0,69
Cálcio (%)	1,01	0,88	0,76
Fósforo total (%)	0,66	0,60	0,55
Sódio (%)	0,22	0,19	0,19

*Premix Vitamínico Mineral (Níveis Nutricionais por Kilo de Produto) – Cálcio 1, 0,% - Sódio 3,9% - Potássio 0,01% - Cloro 0,02% - Matéria Mineral 56,96% - Cobre 5.993,33 ppm – Ferro 14.979,00 – Manganês 34.437,70 ppm – Zinco 29.970,41 ppm – Iodo 599,37 ppm – Selênio 199,19 ppm – Vitamina A 3.136,00 U.I. – Vitamina D3 963,20 U.I. – Vitamina E 17.360,00 ppm – Vitamina K 729,26 ppm – Vitamina B1 824,32 ppm – Vitamina B2 3.225,60 ppm – Vitamina B6 1.395,36 ppm – Vitamina B12 11,87 ppm – Ácido Fólico 1.032, 08 ppm – Ácido Nicotínico 10.363,00 ppm - Ácido Pantotênico 5.241,60 ppm – Biotina 75,00 ppm – Monensina 110,00 ppm

Para avaliação do índice de durabilidade de pelete (PDI, %) utilizou-se a metodologia Pfast na qual 500 g de peletes íntegros foram acondicionados em uma caixa rotativa a 50 rpm por 10 minutos, após, a porção de ração foi peneirada em peneira de 3,0 mm de diâmetro, considerando para o cálculo do PDI,% o peso do material que permaneceu sobre a peneira (FROETSCHNER, 2006; LOWE, 2005) O percentual de peletes e PDI das rações experimentais estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Percentual de Pelete, (%) e PDI (%) das rações experimentais das diferentes fases de alimentação.

	Ração Inicial		Ração Crescimento		Ração Final	
	Pelete (%)	PDI (%)	Pelete (%)	PDI (%)	Pelete (%)	PDI (%)
650 μ						
Expandida 0,8%	98,28 \pm 1,41	95,71 \pm 0,16	98,83 \pm 0,55	93,98 \pm 1,80	89,07 \pm 3,91	88,95 \pm 1,01
Expandida 1,6%	99,14 \pm 0,66	96,79 \pm 0,45	99,15 \pm 0,14	96,37 \pm 0,42	93,68 \pm 0,08	90,03 \pm 3,06
Peletizada 0,8%	95,29 \pm 4,73	87,25 \pm 0,18	89,08 \pm 6,81	86,02 \pm 0,21	83,99 \pm 6,82	82,87 \pm 6,01
Peletizada 1,6 %	95,81 \pm 0,16	89,91 \pm 0,96	92,67 \pm 0,95	85,52 \pm 1,71	86,48 \pm 1,56	83,86 \pm 3,36
850 μ						
Expandida 0,8%	96,88 \pm 3,85	96,28 \pm 0,02	97,67 \pm 0,24	95,57 \pm 0,55	93,40 \pm 0,32	88,60 \pm 2,26
Expandida 1,6%	98,96 \pm 0,68	96,55 \pm 0,21	97,88 \pm 2,47	96,44 \pm 0,93	93,19 \pm 1,73	94,78 \pm 0,85
Peletizada 0,8%	87,97 \pm 1,70	85,18 \pm 0,47	93,88 \pm 2,32	88,40 \pm 0,89	81,81 \pm 2,62	85,10 \pm 1,65
Peletizada 1,6 %	94,48 \pm 4,57	85,52 \pm 1,11	91,36 \pm 6,09	88,08 \pm 2,38	89,81 \pm 4,11	86,55 \pm 1,20

Médias \pm Desvio Padrão

2.1 AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO NUTRICIONAL

Para determinar o aproveitamento energético das rações experimentais (energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio igual a zero (EMAn) foi utilizado o método de coleta total de excretas nas idades de 10 a 13 dias e 27 a 30 dias de idade.

Neste período foi mensurado o consumo de ração e sob cada gaiola foi instalada uma bandeja de alumínio coberta com plástico para o recebimento das excretas que foram coletadas às 8h e 15 horas em cada dia, acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados por repetição e congeladas para posterior análise de matéria seca, energia bruta e nitrogênio segundo SILVA & QUEIROZ (2002). Os valores EMA e EMAn foram calculados utilizando as equações descritas por MATTERSON et al. (1965).

Para determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e proteína bruta foi realizada a coleta da digesta ileal aos 21 dias de idade. Caulim, uma fonte de sílica, foi adicionado na ração da fase inicial em nível de 1,00% com o objetivo de elevar os níveis de cinzas insolúveis em ácido que foi utilizada como indicador indigestível.

Aos 21 dias de idade, cinco aves por repetição foram eutanasiadas por deslocamento cervical. Imediatamente após o abate, o íleo foi exposto por incisão

abdominal e um segmento de 30 cm terminando a 4,0 cm da junção ileocecal foi removido e o seu conteúdo recolhido em recipiente plástico devidamente identificado por tratamento e repetição (ADEDOKUN et al, 2007).

As amostras das rações, excretas e digestas experimentais, foram encaminhadas ao laboratório de Nutrição Animal do IF Goiano *Campus* Rio Verde para determinação do conteúdo de matéria seca, proteína bruta e energia bruta segundo SILVA & QUEIROZ (2002). As amostras de digesta foram secas em liofilizador a -53°C, durante 72 horas para evitar perdas aminoacídicas. Os aminoácidos totais das rações e digestas foram determinados utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) realizadas pela Ajinomto Animal Nutrition®.

A cinza ácida insolúvel, fração indigerível presente nas dietas, e nas digestas, foi determinada segundo a metodologia descrita por CARVALHO et al. (2013). Com os resultados laboratoriais foram calculados os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e proteína bruta segundo as fórmulas descritas por SAKOMURA & ROSTAGNO (2007).

2.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Para avaliar o desempenho das aves foram mensurados: o consumo de ração, a conversão alimentar e o ganho de peso aos 21 e 40 dias de idade. Para isso, as aves e as rações foram pesadas no início e final de cada fase.

A conversão alimentar foi calculada com base no consumo médio de ração e peso médio das aves ao término do período de criação, descontando o seu peso inicial. O número de aves mortas foi registrado diariamente para fazer a correção de conversão alimentar.

Para avaliação do rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa e gordura abdominal aos 40 dias de idade foram abatidas duas aves por repetição. Os frangos foram submetidos a jejum alimentar de 12 horas e abatidos por incisão das veias e artérias jugulares. As aves foram abatidas no abatedouro do Instituto Federal Goiano *campus* Rio Verde.

O rendimento de carcaça em porcentagem (animal depenado, eviscerado, sem pescoço, cabeça e pés) foi calculado em relação ao peso vivo. O rendimento dos cortes:

coxa, sobrecoxa, peito e gordura abdominal foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

2.3 AVALIAÇÃO DE MORFOMETRIA DO SISTEMA DIGESTÓRIO, HISTOMORFOMETRIA INTESTINAL E PERFIL BIOQUÍMICO SÉRICO

Para a análise da morfometria do sistema digestório, histomorfometria intestinal e parâmetros séricos bioquímicos duas aves por repetição foram abatidas após jejum alimentar de 12 horas e evisceradas aos 21 e 40 dias de idade.

Para avaliar a morfometria do sistema digestório, o trato gastrointestinal foi coletado e dele foram mensurados: o comprimento do trato gastrointestinal (TGI) em centímetros (cm), o peso em gramas (g) do esôfago mais papo, proventrículo mais moela com conteúdo remanescente, do pâncreas, intestino delgado, do intestino grosso e do fígado sem vesícula. Foram estimadas as porcentagens de cada órgão (peso relativo) em relação ao peso corporal das aves.

Para a realização da histomorfometria intestinal, do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) das duas aves abatidas foi coletado um segmento de 4,0 cm que após fixação em formol tamponado por 24 horas, permaneceu em álcool 70% para posterior confecção das lâminas histológicas.

Para montagem das lâminas, os cortes intestinais foram desidratados em série crescente de etanol, diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Após esse procedimento, realizaram cortes multisseriados de quatro μm de espessura, escolheu-se seis cortes de cada segmento, que foram dispostos em lâmina de vidro, corados em hematoxilina-eosina e cobertos com lamínula de vidro.

As análises morfométricas da mucosa intestinal foram feitas pelas imagens obtidas em aumentos de 4 x com microscópio ótico acoplado ao sistema analisador de imagens Image-Pro Plus versão 4.5.0.27. As imagens obtidas foram analisadas com o auxílio do mesmo sistema analisador de imagens.

Dos segmentos intestinais foram analisados a altura das vilosidades intestinais (VI), profundidade das criptas (CR) medidas em micrometros (μm) e a relação altura do vilosidade/cripta (VI/CR) segundo a metodologia descrita por MARCHINI et al. (2009).

No momento da eutanásia, foi realizada a coleta de sangue através do rompimento com um corte transversal das artérias carótidas e as veias jugulares segundo GONÇALVES et al. (2010). Coletou-se 3 mL de sangue que em seguida foi centrifugado a 5.000 rpm por 10 minutos. O soro (sobrenadante) separado foi imediatamente colhido em microtubo tipo eppendorf e congelado. As análises bioquímicas foram realizadas em triplicata através de kits específicos para determinação do cálcio, fósforo, proteína total, triglicerídeos e colesterol.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Os dados obtidos foram avaliados pelo programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014), submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F a 5% de significância.

3. RESULTADOS

3.1 APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES

Devido à complexidade na interpretação biológica dos efeitos nesta pesquisa, não foram desdobradas as interações triplas.

Tanto para a fase inicial (10° a 13° dias de idade) quanto para a fase de crescimento (27° a 30° dias de idade das aves), as condições de processamento não influenciaram os valores de EMA e EMAn das rações experimentais (Tabela 3). Entretanto, houve interação significativa para granulometria X umidade, tanto para EMA quanto para EMAn, para os dois períodos de coleta.

Com o desdobramento da interação (Tabela 4) verificou-se que no período de coleta dos 10° a 13° dias de idade das aves, não houve diferença para EMA e EMAn das rações preparadas com 1,6% de adição de umidade e 650 ou 850 micras de granulometria. Porém, a adição de 0,8% de umidade nas rações preparadas com granulometria de 850 micras resultou em maiores valores de EMA e EMAn. Ao desdobrar a mesma interação no período de 27° a 30°, não foram encontradas diferenças significativas entre os fatores individuais (granulometria e umidade) conforme teste F, por isso a interação foi desconsiderada.

Tabela 3 - EMA, Kcal/Kg EMAn, Kcal/Kg de rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%) determinadas para fase inicial (coleta do 10º ao 13º dia de idade) e fase crescimento (coleta do 27º ao 30º dia de idade das aves)

	EMA Kcal/Kg		EMAn Kcal/Kg	
	10º ao 13º dia	27º ao 30º dia	10º ao 13º dia	27º ao 30º dia
Principais Efeitos				
Expandida	3113,43	3400,57	3089,22	3377,08
Peletizada	3113,01	3393,97	3088,31	3370,13
650 (µ)	3108,65	3406,23	3085,22	3382,47
850 (µ)	3117,79	3388,31	3092,31	3364,74
Umidade 0,8(%)	3105,45	3394,28	3081,85	3370,84
Umidade 1,6(%)	3120,99	3400,26	3095,68	3376,37
Probabilidades				
Processamento (P)	0,9815	0,8589	0,9670	0,8497
Granulometria (G)	0,6835	0,6302	0,7490	0,6294
Umidade (U)	0,4867	0,8721	0,5329	0,8803
P x G	0,0586	0,0845	0,0718	0,0859
P x U	0,2243	0,0640	0,2182	0,0629
G x U	0,0277	0,0351	0,0313	0,0315
P x G x U	0,0000	0,0569	0,0000	0,0539
CV (%)	2,45	3,77	2,47	3,74

Médias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Tabela 4 – Desdobramento interação granulometria x umidade da EMA (Kcal/kg) e EMAn (Kcal/kg) do período de coleta de 10 a 13 dias de idade.

Umidade	EMA (Kcal/kg)		EMAn (Kcal/kg)	
	Granulometria			
	650	850	650	850
0,80%	3075,76 Ab	3141,53 Aa	3053,77 Ab	3116,67 Aa
1,60%	3135,12 Aa	3100,26 Aa	3109,93 Aa	3074,68 Aa

Medias seguida de letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Os coeficientes de digestibilidade ileal dos aminoácidos (CDIAA) e proteína bruta (CDIPB) estão apresentados nas Tabelas 5, 7 e 9.

Ao avaliar os principais efeitos verificou-se que foram determinados maiores CDIAA nas rações peletizadas para a Lisina, Alanina, Glicina, Isoleucina, Leucina, Valina, Treonina (Tabela 5) Metionina+Cistina (Tabela 7) e Cistina (Tabela 9). Ao contrário, o aminoácido Fenilalanina (Tabela 9), apresentou maior digestibilidade quando as rações foram submetidas ao processo de expansão.

A adição de 1,6% de umidade no misturador proporcionou maiores CDIAA para a Lisina, Alanina, Glicina, Isoleucina, Leucina, Serina, Valina, Treonina (Tabela 5), Arginina, Metionina+Cistina, Tirosina, Ácido. Aspártico (Tabela 7), CDIPB e Fenilalanina (Tabela 9). A moagem dos ingredientes na granulometria de 650 micras resultou em CDIAA superiores apenas para Lisina e Glicina (Tabela 5).

Observou-se interação significativa entre os processamentos das rações x granulometrias de moagem para Lisina, Alanina, Glicina, Isoleucina, Leucina, Serina, Valina, Treonina (Tabela 6), Ác. Aspártico, Arginina, Metionina+Cistina, Ác. Glutâmico, Tirosina (Tabela 8) e Fenilalanina (Tabela 10). Já para o aminoácido Cistina (Tabela 10), a interação ocorreu entre granulometria e umidade.

Tabela 5 – Coeficientes de Digestibilidade ileal dos Aminoácidos determinados com aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%)

	Coeficientes de Digestibilidade Ileal							
	Lisina	Alanina	Glicina	Isoleucina	Leucina	Serina	Valina	Treonina
Principais Efeitos								
Expandida	82,99 b	79,42 b	74,01 b	78,65 b	81,32 b	80,52	77,56 b	74,44 b
Peletizada	84,68 a	82,53 a	77,03 a	81,37 a	83,67 a	81,13	80,48 a	77,02 a
650 (µ)	84,46 a	81,35	76,86 a	80,29	82,72	81,57	79,59	76,35
850 (µ)	83,21 b	80,61	74,15 b	79,74	82,28	80,08	78,46	75,12
Umidade 0,8(%)	82,62 b	79,76 b	73,67 b	78,79 b	81,49 b	79,84 b	77,74 b	74,06 b
Umidade 1,6(%)	85,05 a	82,19 a	77,38 a	81,24 a	83,50 a	81,80 a	80,30 a	77,41 a
Probabilidades								
Processamento (P)	0,0032	0,0028	0,0056	0,0036	0,0054	0,4951	0,0046	0,0251
Granulometria (G)	0,0210	0,4135	0,0102	0,5008	0,5566	0,1049	0,2425	0,2561
Umidade (U)	0,0000	0,0141	0,0012	0,0073	0,0141	0,0377	0,0106	0,0055
P x G	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,0024	0,0000	0,0017
P x U	0,8716	0,7054	0,5506	0,7082	0,6021	0,2091	0,5343	0,7637
G x U	0,4706	0,1730	0,1161	0,9967	0,3583	0,2222	0,389	0,2428
P x G x U	0,0022	0,0018	0,0042	0,0000	0,0000	0,0161	0,0042	0,0635
CV (%)	1,42	2,67	3,05	2,43	2,16	2,62	2,78	3,37

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p > 0,05$).

No desdobramento da interação (processamento x granulometria), verificou-se que maiores coeficientes de digestibilidade ileal para Lisina, Alanina, Glicina, Isoleucina, Leucina Serina, Valina e Treonina (Tabela 6) foram obtidos com as aves que consumiram rações expandidas preparadas com 650 micras de granulometria, enquanto que, para as dietas peletizadas os melhores resultados foram obtidos com a granulometria de 850 micras.

Tabela 6 – Desdobramento interação granulometria x umidade para os coeficientes de digestibilidade ileal dos aminoácidos Lisina, Alanina, Glicina, Isoleucina, Leucina, Serina, Valina e Treonina

Processamento	Granulometria					
	650	850	650	850	650	850
	Lisina		Alanina		Glicina	
Expandida	85,02 Aa	80,96 Bb	81,52 Aa	77,33 Bb	77,75 Aa	70,28 Bb
Peletizada	83,90 Ab	85,97 Aa	81,18 Ab	83,90 Aa	76,05 Ab	78,02 Aa
	Isoleucina		Leucina		Serina	
Expandida	80,83 Aa	76,48 Bb	83,36 Aa	79,29 Bb	82,82 Aa	78,21 Bb
Peletizada	79,75 Ab	83,00 Aa	82,07 Ab	85,26 Aa	80,31 Ab	81,94 Aa
	Valina		Treonina			
Expandida	80,04 Aa	75,06 Bb	77,02 Aa	71,87 Bb		
Peletizada	79,10 Ab	81,91 Aa	75,68 Ab	78,37 Aa		

Medias seguida de letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Tabela 7 - Coeficientes de Digestibilidade ileal dos Aminoácidos determinados com aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias e ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%)

	Coeficientes de Digestibilidade Ileal				
	Arginina	Met+Cis	Tirosina	Ác. Aspártico	Ác. Glutâmico
Principais Efeitos					
Expandida	88,11	72,32 b	81,88	80,27	83,47
Peletizada	88,64	79,96 a	82,47	79,92	84,10
650 (μ)	88,41	76,45	82,53	80,75	83,61
850 (μ)	88,35	75,85	81,83	79,45	83,96
Umidade 0,8(%)	87,48 b	73,40 b	80,99 b	79,12 b	82,77
Umidade 1,6(%)	89,26 a	78,89 a	83,36 a	81,07 a	84,80
Probabilidades					
Processamento (P)	0,5063	0,0000	0,5096	0,6594	0,5498
Granulometria (G)	0,9364	0,7254	0,4285	0,1171	0,7446
Umidade (U)	0,0346	0,0046	0,0151	0,0246	0,0651
P x G	0,0153	0,0379	0,0024	0,0011	0,0280
P x U	0,9788	0,1190	0,8484	0,3588	0,9592
G x U	0,3637	0,6298	0,4065	0,9302	0,7859
P x G x U	0,2906	0,4352	0,2416	0,0122	0,0925
CV (%)	2,13	5,36	2,59	2,40	2,99

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Já para os aminoácidos Arginina, Metionina+Cistina e Tirosina (Tabela 8) não houve diferença para as granulometrias (650 x 850 micras) para as rações expandidas, porém, da mesma forma descrita anteriormente, maiores coeficientes de digestibilidade ileal dos aminoácidos foram obtidas para as rações peletizadas preparadas com

Tabela 8 - Desdobramento interação granulometria x processamento para os coeficientes de digestibilidade ileal dos aminoácidos Arginina, Metionina+Cistina, Tirosina, Ácido Aspártico e Ácido Glutâmico

Processamento	Granulometria					
	650		850		850	
	Arginina		Met+Cis		Tirosina	
Expandida	89,19 Aa	87,03 Ba	74,51 Aa	70,15 Ba	83,80 Aa	79,95 Ba
Peletizada	87,62 Aa	89,65 Aa	78,38 Aa	81,55 Aa	81,25 Aa	83,68 Aa
	Ácido Aspártico			Ácido Glutâmico		
Expandida	82,48 Aa	78,06 Bb	84,54 Aa	85,50 Aa		
Peletizada	79,02 Ba	80,82 Aa	82,68 Aa	82,40 Ba		

Medias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de F ($p > 0,05$).

granulometria de 850 micras. Ainda observou-se comportamento diferente para os aminoácidos Ácido Aspártico e Ácido glutâmico. Observou-se maior CD ileal do ácido aspártico nas rações expandidas preparadas com 650 micra de granulometria, enquanto que para as peletizadas o mesmo efeito foi verificado com 850 micra de granulometria. Também, para o Ácido glutâmico não foram verificadas diferenças para as rações peletizadas ou expandidas preparadas com 650 micras de granulometria, porém com a granulometria de 850 micras observou-se maior CD ileal deste aminoácido nas rações expandidas.

Tabela 9 - Coeficientes de Digestibilidade ileal dos Aminoácidos e proteína bruta determinados com aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%)

	Coeficientes de Digestibilidade Ileal				
	Fenilalanina	Glicina	Histidina	Metionina	Proteína Bruta
Principais Efeitos					
Expandida	81,41 a	74,01 b	86,74	82,17 b	75,65
Peletizada	81,20 b	77,03 a	89,67	88,48 a	75,16
650 (μ)	80,32	76,86 a	88,21	85,08	75,59
850 (μ)	82,34	74,15 b	88,20	85,59	75,22
Umidade 0,8(%)	80,54 b	73,67 b	87,60	84,81	74,08 b
Umidade 1,6(%)	82,11 a	77,38 a	88,81	85,85	76,74 a
Probabilidades					
Processamento (P)	0,0145	0,0056	0,2636	0,000	0,1163
Granulometria (G)	0,8154	0,0102	0,9940	0,7324	0,2181
Umidade (U)	0,0498	0,0012	0,6394	0,4815	0,0354
P x G	0,0000	0,0000	0,7110	0,4226	0,2698
P x U	0,7087	0,5506	0,9909	0,2470	0,5053
G x U	0,9439	0,1161	0,6890	0,0705	0,0798
P x G x U	0,0023	0,0042	0,7038	0,1292	0,6227
CV (%)	2,21	3,05	7,00	4,15	4,59

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p > 0,05$).

Diferente dos demais aminoácidos, para a Fenilalanina e Cistina (Tabela 10), a interação ocorreu entre a granulometria x umidade. No o desdobramento da interação constatou-se não haver diferenças estatísticas para o CD ileal destes aminoácidos para as aves alimentadas com as dietas preparadas com adição de 0,8% de umidade independente da granulometria dos ingredientes (650 ou 850 micras). Entretanto, maior CD ileal foi obtido para as aves alimentadas com rações processadas com adição de 1,6% de umidade e 850 micras.

Tabela 10 - Desdobramento interação granulometria x processamento para os coeficientes de digestibilidade ileal do aminoácido Fenilalanina e desdobramento interação umidade x processamento do aminoácido Cistina

Processamento	Granulometria				
	650		Umidade	850	
	Fenilalanina			Cistina	
Expandida	82,29 Aa	80,54 Ba	0,80%	62,10 Aa	60,74 Ba
Peletizada	78,35 Ab	84,13 Aa	1,60%	60,53 Ab	69,90 Aa

Medias seguida de letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de F ($p > 0,05$).

3.2 DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCAÇA E CORTES

Observou-se maior ganho de peso aos 21 e 40 dias com a adição de 1,6% de umidade. Melhoria da conversão alimentar pela maior adição de umidade no preparo das rações foi verificada apenas aos 21 dias de idade das aves (Tabela 11).

Não houve interação significativa para os métodos de processamento, granulometria e nível de adição de umidade para nenhuma das variáveis de desempenho avaliadas, exceto para o ganho de peso aos 21 dias de idade (Tabela 11).

Com o desdobramento da interação (Tabela 12) entre o processamento de ração e granulometria dos ingredientes verificou-se que as aves alimentadas com rações expandidas preparadas com granulometria de 650 micras apresentaram maior ganho de peso em relação à granulometria de 850 micras, entretanto, não houve diferença entre as granulometrias para os animais que consumiram rações peletizadas.

Tabela 11 – Desempenho aos 21 e 40 dias de idade das aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%)

	Consumo de Ração (g/kg)		Ganho de Peso (g/kg)		Conversão Alimentar (g/kg)	
	1 a 21 dias	1 a 40 dias	1 a 21 dias	1 a 40 dias	1 a 21 dias	1 a 40 dias
Principais Efeitos						
Expandida	1219,02	4402,88	1016,10	2818,67	1,20	1,55
Peletizada	1218,58	4351,58	998,91	2761,17	1,20	1,57
650 (μ)	1220,43	4364,89	1013,50	2774,17	1,19	1,56
850 (μ)	1217,18	4389,57	1001,51	2805,67	1,22	1,56
Umidade 0,8(%)	1220,13	4289,17	985,91 b	2753,54 b	1,22 a	1,55
Umidade 1,6(%)	1217,48	4465,29	1029,09 a	2826,29 a	1,18 b	1,57
Probabilidades						
Processamento (P)	0,9739	0,6313	0,3508	0,0610	0,3802	0,5941
Granulometria (G)	0,8096	0,4794	0,5142	0,2973	0,7270	0,8873
Umidade (U)	0,8445	0,0656	0,0226	0,0193	0,0251	0,5402
P x G	0,0937	0,5959	0,0459	0,4735	0,3802	0,8424
P x U	0,2002	0,7274	0,0503	0,1541	0,3456	0,6587
G x U	0,9842	0,1757	0,7892	0,2923	0,8810	0,0453
P x G x U	0,7805	0,1335	0,4040	0,6315	0,3802	0,1689
CV (%)	3,82	7,04	6,26	3,70	7,10	6,42

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F (p>0,05).

Tabela 12 - Desdobramento interação granulometria x processamento ganho de peso aos 21 dias de idade.

Processamento	Granulometria	
	650	850
Expandida	1040,85 Aa	991,34 Ab
Peletizada	986,13 Aa	1011,68 Aa

Medias seguida de letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Não houve efeito dos métodos de processamento, granulometria e nível de umidade para os rendimentos de carcaça, sobrecoxas e gordura abdominal (Tabela 13). Porém, as aves que consumiram rações expandidas, assim como, dietas preparadas com adição de 1,6% de umidade apresentaram maior rendimento de peito.

Observou-se interação significativa entre granulometria e processamento apenas para a gordura abdominal. Com o desdobramento da interação (Tabela 14) verificou-se que as aves que consumiram ração expandida preparada com granulometria de 650 micras apresentaram maior acúmulo de gordura abdominal. Porém para àquelas alimentadas com rações peletizadas, o acúmulo de gordura foi maior com a utilização de granulometria de 850 micras.

Tabela 13 - Rendimento de carcaça (%) e cortes das aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%)

	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobre Coxa (%)	Gordura Abdominal (%)
Principais Efeitos					
Expandida	79,64	28,89 a	9,87	11,15	12,17
Peletizada	79,90	28,25 b	10,16	11,81	11,68
650 (μ)	79,45	28,45	9,97	11,63	11,94
850 (μ)	80,09	28,69	10,06	11,33	11,91
Umidade 0,8(%)	79,40	28,28 b	9,99	11,43	12,12
Umidade 1,6(%)	80,15	28,86 a	10,04	11,53	11,73
Probabilidades					
Processamento (P)	0,7321	0,0115	0,0335	0,0785	0,4526
Granulometria (G)	0,3826	0,9810	0,4704	0,4175	0,9624
Umidade (U)	0,3027	0,0162	0,7474	0,7687	0,5503
P x G	0,6908	0,6602	0,9508	0,0613	0,0043
P x U	0,9838	0,2059	0,7112	0,3395	0,6570
G x U	0,6793	0,3345	0,3998	0,3294	0,3779
P x G x U	0,2112	0,6525	0,3056	0,4301	0,6729
CV (%)	3,04	4,03	4,66	11,12	19,03

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Tabela 14 - Desdobramento interação granulometria x processamento para gordura abdominal no rendimento de carcaça.

Processamento	Granulometria	
	650	850
Expandida	13,10 Aa	11,16 Ab
Peletizada	10,69 Bb	12,65 Aa

Medias seguida de letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

3.3 MORFOMETRIA DO SISTEMA DIGESTÓRIO, HISTOMORFOMETRIA INTESTINAL E PERFIL SÉRICO BIOQUÍMICO

Observou-se menor peso relativo de fígado aos 40 dias de idade nas aves alimentadas com ração preparada com adição de 1,6% misturador (Tabela 16). As rações que foram peletizadas resultaram em maior profundidade de cripta do jejuno aos 21 dias de idade das aves (Tabela 17), enquanto que para o íleo observou-se maior altura de vilo aos 21 dias de idade, quando as aves receberam rações expandidas (Tabela 17).

Aos 21 dias de idade, maior concentração de proteína total sérica foi observada quando as aves consumiram ração preparada com granulometria de 850 micras. Enquanto que aos 40 dias de idade, as aves que receberam rações expandidas, resultaram em maior concentração de cálcio sanguíneo (Tabela 18).

Observou-se interação significativa entre processamento x granulometria para o peso relativo do intestino delgado aos 21 dias de idade (Tabela 19). Com o desdobramento da interação, verificou-se maior peso relativo do intestino delgado das aves alimentadas com rações peletizadas preparadas com granulometria de 650 micras, enquanto que para as rações preparadas com 850 micras, não houve diferença entre os processamentos.

Tabela 15 – Desdobramento da interação de granulometria x umidade do peso relativo do intestino delgado aos 21 dias de idade.

Umidade	Granulometria	
	650	850
0,80%	3,46 Ba	3,87 Aa
1,60%	3,91 Aa	3,66 Aa

Medias seguida de letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Aos 21 dias de idade da ave, determinou-se interação significativa entre granulometria x umidade para o peso relativo do pâncreas (Tabela 19), relação vilo – cripta do duodeno (Tabela 19) e concentração sérica de proteína total (Tabela 21).

O desdobramento da interação significativa entre granulometria e umidade, revelou aos 21 dias das aves, maior peso relativo do pâncreas e relação vilo – cripta do duodeno para as aves alimentadas com a ração preparada com granulometria de 650 micra e 0,8% de adição de umidade, enquanto que para as dietas preparadas com 850 micras não diagnosticou-se diferença para estas variáveis independente do nível de água adicionada (0,8 ou 1,6%)

Tabela 16 - Morfometria do sistema digestório de aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).

	Efeitos Principais						P - valor							
	Processamento (P)		Granulometria (G)		Umidade (U)		P	G	U	P x G	P x U	G x U	P x G x U	CV%
	Expandida	Peletizada	650 mm	850 mm	0,80%	1,60%								
21 dias														
Comp. (cm)	162,92	161,40	162,40	161,92	162,17	162,15	0,6352	0,8810	0,9948	0,5460	0,2378	0,8810	0,9740	6,79
Eso+Papo (%)	0,80	0,75	0,80	0,76	0,77	0,78	0,2069	0,3301	0,9748	0,6359	0,1038	0,7601	0,9508	17,49
Pv.+ Moe. (%)	3,30	3,31	3,32	3,29	3,33	3,28	0,5455	0,5635	0,2350	0,9036	0,2675	0,2055	0,2150	6,43
Pâncreas (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,5268	0,8836	0,0934	0,1129	0,8836	0,0164	0,3564	10,93
ID (%)	3,72	3,78	3,76	3,74	3,69	3,81	0,4388	0,5828	0,9229	0,0331	0,3132	0,2978	0,6289	13,90
IG (%)	0,88	0,90	0,91	0,88	0,88	0,91	0,5072	0,3519	0,6398	0,3156	0,2316	0,8438	0,2316	12,90
Fígado (%)	2,18	2,19	2,18	2,19	2,20	2,17	0,4325	0,8168	0,1838	0,5947	0,7633	0,6601	0,9261	5,66
40 dias														
Comp. (cm)	228,75	224,00	227,25	225,50	224,00	228,75	0,1189	0,6046	0,1158	0,0884	0,2465	0,9504	0,2201	4,58
Eso+Papo (%)	0,44	0,47	0,45	0,46	0,46	0,45	0,1053	0,6266	0,7281	0,0726	0,5628	0,1908	0,7281	13,51
Pv.+ Moe. (%)	1,89	1,93	1,88	1,94	1,96	1,86	0,4781	0,3165	0,0860	0,2763	0,5345	0,2284	0,2175	10,13
Pâncreas (%)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,3550	0,3550	0,5549	0,7999	0,5549	0,9326	0,5549	37,40
ID (%)	2,37	2,39	2,38	2,38	2,39	2,37	0,8310	0,8644	0,7544	0,3154	0,7654	0,2472	0,6391	8,46
IG (%)	0,53	0,56	0,55	0,53	0,55	0,53	0,1205	0,3762	0,2295	0,5189	0,0281	0,0256	0,3551	13,09
Fígado (%)	1,51	1,53	1,51	1,53	1,57 a	1,46 b	0,8128	0,8605	0,0451	0,5777	0,3818	0,0712	0,5571	12,35

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p > 0,05$). *Comp.= Comprimento; Eso+Papo=Esôfago; Pv.+Moe.= Proventriculo+Moela; ID=Intestino Delgado; IG=Intestino Grosso.

Tabela 17 - Histomorfometria intestinal de aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).

		Efeitos Principais						P - valor							
		Processamento (P)		Granulometria (G)		Umidade (U)		P	G	U	P x G	P x U	G x U	P x G x U	CV%
		Expandida	Peletizada	650 mm	850 mm	0,80%	1,60%								
21 dias															
Duodeno (µm)	Vilo	954,07	969,23	972,90	950,40	966,68	956,61	0,6014	0,4391	0,7284	0,1059	0,0583	0,1535	0,0902	10,37
	CP	183,67	196,61	185,78	194,50	183,15	197,13	0,3397	0,5186	0,3032	0,3897	0,7071	0,0746	0,9780	24,40
	V/C	5,41	5,25	5,59	5,08	5,53	5,13	0,6548	0,1548	0,2621	0,0680	0,6991	0,0236	0,5101	23,01
Jejuno (µm)	Vilo	559,00	695,72	702,82	679,50	538,89	715,83	0,8215	0,5648	0,2266	0,2519	0,7652	0,0773	0,4459	14,00
	CP	205,13 a	178,02 b	198,31	184,84	195,21	187,95	0,0327	0,2784	0,5574	0,6963	0,1177	0,1768	0,2388	22,16
	V/C	3,48	4,07	3,75	3,80	3,54	4,01	0,0522	0,8597	0,1217	0,4286	0,0531	0,5026	0,2663	24,59
Íleo (µm)	Vilo	447,48 b	515,97 a	485,58	477,87	462,80	500,66	0,0109	0,7653	0,1478	0,3107	0,6648	0,1864	0,7125	18,44
	CP	179,57	192,29	193,99	177,87	181,71	190,16	0,2360	0,1352	0,4287	0,3711	0,1304	0,3684	0,9127	19,70
	V/C	2,55	2,76	2,57	2,74	2,62	2,69	0,1635	0,2841	0,6465	0,9070	0,2014	0,0500	0,9156	19,88
40 dias															
Duodeno (µm)	Vilo	968,73	1086,05	1078,14	1057,31	980,39	1074,39	0,4428	0,1803	0,6227	0,7655	0,7266	0,4454	0,4309	8,72
	CP	198,21	224,55	222,11	219,97	196,44	226,32	0,8399	0,5078	0,3215	0,9250	0,5703	0,7635	0,5547	16,48
	V/C	4,79	4,91	5,06	4,92	4,77	4,93	0,5348	0,4829	0,6273	0,6872	0,5443	0,5221	0,9934	15,99
Jejuno (µm)	Vilo	623,66	796,90	790,74	754,22	624,30	796,25	0,3391	0,2032	0,2151	0,3526	0,9981	0,0097	0,1810	16,93
	CP	151,34	201,48	205,42	195,82	152,48	200,34	0,4309	0,8874	0,9626	0,9226	0,6018	0,7273	0,6910	20,82
	V/C	4,08	4,18	3,93	4,21	4,02	4,22	0,2141	0,3114	0,1660	0,4970	0,3752	0,7257	0,0555	18,66
Íleo (µm)	Vilo	515,33	648,67	648,92	647,89	524,57	639,43	0,9814	0,9904	0,6850	0,9197	0,4905	0,2773	0,1083	23,48
	CP	111,43	155,77	155,68	145,37	124,41	142,80	0,4103	0,4019	0,2198	0,7814	0,2170	0,8736	0,7655	28,52
	V/C	4,36	4,38	4,37	4,26	4,08	4,60	0,7524	0,6527	0,0763	0,0967	0,2522	0,9038	0,7119	24,91

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p > 0,05$). *CP=Cripta; V/C=ViloCripta.

Tabela 18 - Perfil bioquímico sérico de aves alimentadas com rações peletizadas e expandidas processadas com diferentes granulometrias de ingredientes (650 x 850 micras) e níveis de adição de umidade (0,8 e 1,6%).

	Efeitos Principais						P - valor							
	Processamento (P)		Granulometria (G)		Umidade (U)		P1	G2	U3	P x G	P x U	G x U	P x G x U	CV%
	Expandida	Peletizada	650 mm	850 mm	0,80%	1,60%								
21 dias														
PT*	2,94	2,68	2,79 b	2,82 a	2,71	2,91	0,7794	0,0433	0,1192	0,4831	0,2362	0,0420	0,6279	15,12
COL*	84,43	90,88	85,02	90,29	88,64	86,67	0,5470	0,4607	0,8214	0,7603	0,6119	0,2657	0,7397	34,23
TRI*	195,42	206,77	192,80	209,38	210,30	191,88	0,2276	0,4177	0,1890	0,1866	0,3832	0,2013	0,5612	23,53
Ca*	13,44	13,09	13,31	13,22	13,38	13,14	0,8274	0,3814	0,5457	0,1664	0,4977	0,3493	0,0711	10,17
P*	6,47	6,17	6,34	6,31	6,01	6,64	0,9377	0,5370	0,2011	0,2796	0,0941	0,5670	0,4335	26,30
40 dias														
PT*	3,56	3,74	3,68	3,63	3,66	3,64	0,7685	0,2566	0,8884	0,4955	0,3821	0,3767	0,9729	14,81
COL*	90,34	81,37	89,32	82,39	79,76	91,95	0,4308	0,3094	0,1695	0,4375	0,0920	0,5010	0,7496	35,17
TRI*	198,99	183,21	198,93	183,27	205,56	176,64	0,3054	0,3015	0,0623	0,2350	0,9975	0,0088	0,1439	27,33
Ca*	10,39 a	10,17 b	10,02	10,55	10,14	10,43	0,0014	0,1555	0,0668	0,4953	0,3128	0,1358	0,6560	5,21
P*	7,43	7,65	7,47	7,61	7,55	7,54	0,7246	0,5809	0,9769	0,2209	0,9336	0,4947	0,1738	18,39

Medias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p > 0,05$).

*PT=Proteína Total; COL=Colesterol; TRI=Triglicerídeos; Ca=Cálcio; P=Fósforo.

micras e adição de umidade de 1,6%, em contrapartida, a ração preparada com 850 micras não apresentou diferença entre as umidades para estas variáveis.

Tabela 19 – Desdobramento da interação de granulometria x umidade do peso relativo do pâncreas e relação vilo-crípta do Duodeno aos 21 dias de idade.

Umidade	Granulometria			
	Pâncreas		Vilo-Crípta Duodeno	
	650	850	650	850
0,80%	0,28 Aa	0,26 Aa	6,20 Aa	4,97 Ab
1,60%	0,26 Ba	0,27 Aa	4,86 Ba	5,29 Aa

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Tabela 20 – Desdobramento da interação de granulometria x umidade do peso relativo do intestino grosso aos 40 dias de idade.

Umidade	Granulometria	
	650	850
0,80%	0,58 Aa	0,51 Ab
1,60%	0,52 Ba	0,54 Aa

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Ainda, com o desdobramento da mesma interação granulometria x umidade verificou-se que as aves que consumiram ração preparadas com 850 micras e adição de 0,8% de umidade no misturador apresentaram maior concentração sérica de proteína total em relação aquelas que receberam rações preparadas com 650 micras e 0,8 ou 1,6% de umidade (Tabela 21).

Tabela 21 – Desdobramento da interação de granulometria x umidade da proteína total sérica aos 21 dias de idade.

Umidade	Granulometria	
	650	850
0,80%	2,71 Aa	3,16 Ab
1,60%	2,76 Ba	2,64 Ba

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p>0,05$).

Aos 40 dias de idade das aves, houve interações significativas para granulometria x umidade para peso relativo de intestino grosso (Tabela 20), altura de vilo do jejuno (Tabela 22) e concentração sérica de triglicérides (Tabela 23).

Tabela 22 – Desdobramento da interação de granulometria x umidade da altura de vilo jejuno aos 40 dias.

Umidade	Granulometria	
	650	850
0,80%	775,58 Aa	721,82 Ba
1,60%	720,54 Ab	871,97 Aa

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p > 0,05$).

Maior peso relativo do intestino grosso foi observado nas as aves que receberam ração preparada com 650 micras e 0,8% de umidade enquanto que para a ração preparada com 850 micras não apresentou diferença entre as umidades. A altura de vilo do jejuno foi maior para as aves que consumiram ração preparada com 850 micras e adição de 1,6% de umidade, enquanto que a adição de umidade (0,8 ou 1,6%) não influenciou esta variável para as aves que consumiram rações com 650 micras de granulometria.

As aves que consumiram rações preparadas com 650 micras de granulometria e adição de umidade de 0,8 ou 1,6% não apresentaram diferenças para a concentração sérica de triglicerídeos. Entretanto, menores concentrações séricas destes lipídeos foram determinadas nas aves alimentadas com ração preparada com 850 micras e umidade adicionada de 0,8% .

Tabela 23 – Desdobramento da interação de granulometria x umidade da concentração sérica de triglicerídeos aos 40 dias de idade.

Umidade	Granulometria	
	650	850
0,80%	234,21 Aa	176,89 Ab
1,60%	163,76 Aa	189,52 Aa

Medias seguida de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F ($p > 0,05$).

4. DISCUSSÃO

A alteração das condições de processamentos (umidade e granulometria) de rações peletizadas e expandidas afetaram o aproveitamento nutricional do frangos de corte. As aves que consumiram rações peletizadas, assim como as dietas preparadas com 1,6% de umidade no misturador resultaram em maiores CDIAA para a Lisina, Metionina, Treonina, Cistina, Met+Cis, Alanina, Glicina, Isoleucina, Leucina e Glicina.

O aumento da temperatura e umidade, durante a peletização e expansão de rações, podem resultar em desnaturação proteica favorecendo a digestão e absorção dos aminoácidos. Isso ocorre, porque ao aquecer a massa das rações é provocado o desenrolamento das proteínas contidas nos alimentos resultando em perda da forma globular tridimensional, a partir do rompimento das ligações iônicas, pontes de hidrogênio e as forças de Van der Waals, responsáveis pela manutenção da estrutura proteica (FLEMMING et al, 2002).

SMITH (1995) e PAPADOPOULOS (1989), descrevem que altas temperaturas podem resultar na degradação de aminoácidos, iniciando pela cisteína, aminoácido mais sensível ao calor seguida pela Lisina, Arginina, Treonina e Serina. Segundo os autores, a combinação de alta temperatura pode resultar na reação de Maillard, com aumento da viscosidade, o que é positivo para formação do pelete, porém há desnaturação parcial das proteínas e conseqüentemente, menor digestibilidade das mesmas.

Com o desdobramento das interações, observou-se que de uma forma geral, o preparo das rações com granulometria de 650 micras combinadas com o processo de expansão resultaram em maiores coeficientes de digestibilidade ileal de aminoácidos.

A eficiência de digestão é influenciada, entre outros fatores, pela intensidade do contato entre o alimento e as secreções digestivas, ou seja, a superfície de exposição e o tempo de passagem do alimento determinam variações nos valores de digestibilidade (ZANOTTO & MONTICELLI, 1998).

A redução no tamanho da granulometria dos ingredientes resulta no aumento da área superficial em relação ao volume, o que leva ao maior número de pontos de contato entre as partículas. Como resultado, há aumento nas forças de adesão interatômicas (forças de Van der Waals, dipolo-dipolo e pontes de hidrogênio), na potencialização da força de capilaridade entre as fases sólido-líquido do pelete e penetração de calor e umidade até o centro da partícula de ração com menor tempo de tratamento térmico

(CALIFORNIA PELLET MILL CO., 2012). Estes efeitos podem ocasionar em maior gelatinização do amido, melhoria da qualidade de peletes e conseqüentemente melhorar a digestibilidade de nutrientes.

Resultados semelhantes aos obtidos neste ensaio foram encontrados por KILBURN & EDWARDS (2001) que avaliaram o efeito do tamanho de partícula na digestibilidade do amido em frangos de corte e observaram que a digestibilidade ileal do amido foi significativamente aumentada em rações processadas com tamanhos de partículas mais finas produzidas a partir de peneiras de 1 mm em relação à partículas medianas (3,5 mm).

Nesta pesquisa, distinto do observado para as rações expandidas, o coeficiente de digestibilidade ileal da Lisina, Alanina, Glicina, Isoleucina, Leucina, Valina, Treonina Metionina+Cistina e Cistina foram incrementadas quando preparou-se dietas peletizadas com 850 micras de granulometria dos ingredientes. Também, diferente do esperado, nesta pesquisa não foi verificado efeitos dos tipos de processamento para a EMA e EMAn das rações em ambos os períodos de coleta, porém, para estas variáveis granulometria de 850 micras e adição de umidade de 0,8% no misturador resultaram em maiores valores energéticos na fase inicial (10 a 13 dias de idade).

Segundo NIR et al. (1995) quando peletes são produzidos a partir de partículas grosseiras, a degradação no intestino delgado pode ser demorada aumentando o peristaltismo, a mistura da digesta com o suco gástrico e melhorando a digestão do alimento. O processamento das rações peletizadas foi termicamente inferior ao das dietas expandidas (82 °C x 130 °C, respectivamente), portanto é possível que nestas condições de processamento, um maior tempo no intestino delgado seja necessário para a eficiente digestibilidade nutricional e conseqüentemente incrementar o aproveitamento energético.

Semelhante aos resultados obtidos neste ensaio, AMERAH et al. (2007) também verificaram maior valor de EMAn em dietas à base de trigo preparadas com granulometria grossa, embora os autores não tenham verificado o mesmo efeito em dietas à base de milho. Porém, os resultados desta pesquisa diferem com os determinados por PERON et al. (2005) que observaram efeitos positivos da granulometria fina de ingredientes sobre a digestibilidade do amido em rações expandidas, porém, não encontraram efeito significativo entre as granulometrias (fina e grossa) para a digestibilidade de proteínas e lipídeos.

Por outro lado, LIMA et. al. (2015) explicam que o aumento da digestibilidade do amido e a maior solubilidade das proteínas são responsáveis pelo aumento da EMAn das rações expandidas em relação às peletizadas. Os autores afirmam ainda que temperaturas de expansão de rações entre 80 e 100°C proporcionam maiores valores de EMAn das rações com pintos de 10 a 15 dias de idade. Considerando que a temperatura de expansão utilizadas neste ensaio foi igual a de 130 °C altas perdas energéticas podem ter ocorrido nestas rações, o que provavelmente contribuiu para os maiores valores de EMA e EMAn das rações peletizadas em relação às expandidas.

Os benefícios do processamento das rações sobre o aproveitamento nutricional resultaram em efeitos positivos sobre o desempenho das aves aos 21 e 40 dias de idade. LARA et al. (2008) evidenciam que benefícios da peletização sobre o desempenho de frangos de corte quando comparados com rações fareladas são reflexo do maior consumo de ração resultante da melhor palatabilidade, da preferência das aves, da facilidade de apreensão do alimento, o que leva à menor movimentação e tempo gasto com alimentação.

Independente da granulometria dos ingredientes, ou ao tipo de processamento à que foram submetidas (peletização ou expansão), as rações que receberam a adição de 1,6% de água no misturador apresentam maiores % de peletes e PDI, % (Tabela 2). Também, MORITZ et al. (2003) relataram que a adição de água (0, 25 e 50 g / kg) sob a forma de água para uma dieta de frangos de corte à base de milho aumentou a durabilidade do pelete e melhorou a eficiência alimentar dos frangos alimentados com rações formuladas para atender 95% da exigência energética do NRC.

Ainda, semelhante ao observado nesta pesquisa, HOTT et al. (2008), trabalhando com níveis de inclusão de umidade (0,1 e 2%) observaram melhor ganho de peso e conversão alimentar em frangos de corte que consumiram rações com 1 e 2% de umidade. O mesmos autores também observaram que com a adição de umidade, ocorreu aumento em relação a durabilidade do pelete. Portanto, o melhor desempenho obtido com as rações com adição de água de 1,6% pode ser resultado da melhor qualidade de pelete obtida com estas dietas, uma vez que, frangos de corte alimentados com peletes de qualidade superior melhoram seu desempenho devido ao aumento da produção de energia e / ou diminuição do desperdício de alimentos conforme verificado por MORITZ et al. (2002), MORITZ et al. (2003), HOTT et al. (2008).

Maior o rendimento de peito foi observado pelas aves que consumiram rações expandidas, assim como com a maior inclusão de água no misturador (1,6%). O melhor rendimento de peito pode estar relacionado a maior CDIAA obtidos com as rações expandidas preparadas com 650 micras de ingredientes, o que provavelmente resultaram na maior deposição muscular na região torácica.

O consumo de rações expandidas preparadas com moagem de ingredientes de 650 micras, assim como as peletizadas com 850 micras resultaram em maior gordura abdominal. Este resultado, pode ser explicado por JENSEN (2001), que afirma que o excesso de energia consumida além das necessidades para manutenção e crescimento de tecido muscular das aves, é depositado como gordura corporal.

A alteração da granulometria dos ingredientes, do nível de adição de umidade no misturador no preparo de rações peletizadas e expandidas produziram diferentes efeitos sobre a morfometria do sistema digestório, histomorfometria intestinal e perfil sérico bioquímico das aves.

Estas variáveis normalmente são afetadas pelas características físicas dos alimentos, pela digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes. Segundo ABDOLLAHI et al. (2013) ao se trabalhar com processamento térmico, não há uniformidade de efeitos dos tratamentos sobre digestibilidade nutricional. Segundo os autores, isso ocorre, porque as condições de processamento, em particular o tempo, a temperatura, e influências mecânicas durante os tratamentos, bem como a composição do alimento, pode afetar o resultado. Conseqüentemente as variações na digestibilidade de nutrientes podem ter afetado o desenvolvimento do sistema digestório.

Efeito do processamento de rações sobre a histomorfometria intestinal também são relatados por AMERAH et al. (2007) que verificaram que o consumo de rações peletizadas proporcionaram mucosas mais extensas e maiores alturas de vilos e depressões de criptas do intestino das aves aos 21 dias idade, quando comparadas com aves alimentadas com rações fareladas.

Como os constituintes bioquímicos do sangue refletem as condições de manejo e saúde dos animais é possível fazer uma associação das concentrações séricas de nutrientes e seu aproveitamento pelo animal.

Neste contexto, a elevação dos níveis de proteína total sérica aos 21 dias das aves alimentadas com rações preparadas com 850 micras e 0,8% de umidade no misturador observada nesse trabalho, pode estar relacionado a digestibilidade dos

aminoácidos, já que as proteínas plasmáticas participam do transporte de nutrientes, como lipídeos, aminoácidos, cálcio, fósforo e vitaminas lipossolúveis (SWENSON, 2006) e, portanto uma maior disponibilidade de nutrientes implica na maior concentração de proteínas totais no sangue.

De acordo com BORSA et al. (2011), triglicerídeos e colesterol são componentes analisados nos testes de avaliação do metabolismo lipídico, sendo o triglicerídeo o lipídeo padrão do organismo, que constitui, em média, 95% de toda o lipídeo que existe no corpo.

Dessa forma, o maior nível de triglicerídeos sanguíneos nos frangos alimentados com rações preparadas com 850 micras de granulometria dos ingredientes e adição de 1,6% de umidade no misturador pode ser explicado pela maior atividade do metabolismo lipídico obtido com este tratamento. Neste sentido, o elevado nível de triglicerídeos sanguíneo encontrado, pode também ter relação com a maior gordura abdominal determinada nas aves alimentadas com rações peletizadas preparadas com 850 micras, uma vez que, o acúmulo de gordura abdominal está relacionado ao maior metabolismo lipídico (CORNEJO et al, 2007).

5. CONCLUSÃO

Independente do tipo de processamento utilizado, a adição de 1,6% de umidade no misturador melhora o desempenho das aves.

O preparo de rações expandidas com granulometria de 650 micras ou peletizadas com 850 micras melhoram a digestibilidade ileal dos aminoácidos, assim como, a utilização de 850 micras de granulometria e 0,8% de umidade melhoram o aproveitamento das rações na fase inicial.

A alteração da granulometria e dos níveis de adição de umidade no misturador no preparo de rações peletizadas ou expandidas afetam de diferentes formas a morfometria do sistema digestório, histomorfometria intestinal e perfil sérico bioquímico das aves.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOLLAHI, M. R., RAVINDRAN, V., WESTER, T. J., RAVINDRAN, G., THOMAS, D.V., Influence of conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy, ileal digestibility of starch and nitrogen and the quality of pellets, in broiler starters fed maize- and sorghum-based. **Animal Feed Science and Technology**, v. 162, p. 106 – 115, 2010.

ABDOLLAHI, M. R., RAVINDRAN, V., SVIHUS, B. Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. **Animal Feed Science and Technology**. v. 179, p. 1–23, 2013.

ADEDOKUN, S.A.; PARSONS, C.M.; LILBURN, M.S. et al. Endogenous amino acid flow in broiler chicks is affected by the age of birds and method of estimation. **Poultry Science**, v. 86, p. 2590 – 2597, 2007.

ADVANTECH MANUFACTURING, INC. **Test Sieving: Principles and Procedures**. Disponível em <http://www.advantechmfg.com/pdf/principles_procedures_manual_with_tables2.pdf>. Acesso em 20 jul. 2014. 2001.

AMERAH, A. M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R. G.; THOMAS, D. G. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 2615-2623, 2007.

BORSA, A.; KOHAYAGAWA A.; BORETTI, L.P.; SAITO, M.E. Efeitos da interação entre aflatoxicoses e doença infecciosa bursal sobre níveis de enzimas de função hepática, colesterol e triglicerídeos em frangos de corte. **Veterinária em Foco**, v.8, n.2, 2011.

CALIFORNIA PELLET MILL CO. **The pelleting process**. Disponível em <<http://ww1.prweb.com/prfiles/2012/01/09/9090113/Animal%20Feed%20Pelleting.PDF>>. Acesso em 24 fev. 2015. 2012.

CARVALHO, G. B.; DOURADO, L. R. B.; LOPES, J. B.; FERREIRA, A. H. C.; RIBEIRO, M. N.; SILVA, S. R. G.; MERVAL, R. R.; BIAGIOTTI, D.; SILVA, F. E. S. Métodos de análise da cinza insolúvel em ácido utilizada como indicador na determinação da energia metabolizável do milho para aves. **Revista Brasileira Saúde Produção e Animal**, v.14, n.1, p.43-53,2013.

CORNEJO, S.; GADELHA, A.C.; VILLOUTA, G. Qualitative feed restriction on productive performance and lipid metabolism in broiler chickens. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1554-1562, 2007.

FERREIRA, Daniel Furtado. *Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons*. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.38, n.2, p. 109-112, 2014.

FREITAS, R. E., SAKOMURA, K., N., VIEIRA, O. R., NEME, R., TRALDI, B. A., Uso de diferentes formas físicas e quantidades de ração pré-inicial para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, p. 293-300, 2009.

FROETSCHNER, J. The quest for perfect pellet. **Feed Tech**. Volume 10, Number 5. 2006

FLEMING, J., NETO, R., ARRUDA, J., FRANCO, S., FLEMMING, R., SOUZA, G., FLEMNIG, D. Ração farelada com diferentes granulometrias em frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v.7, p. 1-9, 2002.

GONÇALVES, F.M.; ANCIUTI, M.A.; RIBEIRO, É.M.; LOPES, M.S.; CORRÊA, M.N.; DEL PINO, F.A.B.; MONTAGNER, P.; GENTILINI, F.P.; RUTZ, F; ZANUSSO, J.T. Níveis séricos de enzimas hepáticas em poedeiras comerciais no pré-pico e pico de produção de ovos. **Acta Science Veterinaria**. v.38, p. 311-314, 2010.

HOTT, J. M.; BUCHANAN, N. P.; CUTLIP, S. E.; MORITZ, J. S. The effect of moisture addition with a mold inhibitor on pellet quality feed manufacture, and broiler performance. **Poultry Science**, v. 17, p. 262-271, 2008.

JENSEN, L. S. Influência da peletização nas necessidades nutricionais das aves. In: Encontro Técnico sobre Avicultura de Corte da Região de Descalvado. **Anais...** p. 6-46. Descalvado, 2001.

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

LARA, L. J. C., ROCHA, J. S. R., LANA, A. M. Q., CANÇADO, S. V., FONTES, D. O., LEITE, R. S., Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p .970-978, 2008.

LIMA, M.F., COUTO, H.P., SOARES, R.T.R.N., FONSECA, J.B., CURVELLO, F.A. Efeitos da Temperatura de Expansão e da Peletização de Rações Sobre o Desempenho Zootécnico de Frangos de Corte. In: APINCO 2009, Porto Alegre – RS. Campinas: FACTA, 2009 **Anais...** Prêmio Lamas – 2009. Disponível em: <http://www.facta.org.br/site/index.php/portal/publicacoes>. Acesso em; 07 mai. 2014.

LIMA, M. F., COUTO, H. P., CORTE REAL, G. S. C. P., SOARES, R. T. R. N., GOMES, A. V. C., CURVELLO, F.A. Valores energéticos de rações expandidas em diferentes temperaturas para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** – Dados não publicados, aceito em dezembro de 2015.

LOWE, R. Judging pellet stability as part of pellet quality. **Feed Tech**, volume 9, number 2. 2005.

LUND, D., LORENZ, KJ. Influence of time, temperature, moisture, ingredients, and processing conditions on starch gelatinization. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v.20, p. 249-273, 1984.

MARCHINI C.F.P.; SILVA, P.L.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; BELETTI, M.E.; GUIMARÃES, E.C.; SOARES, H.L. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.491-497, 2009.

MATTERSON, L.S.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs: **Agricultural Experiment Station**. v.11, 11 p, 1965.

MINAFRA, C. S.; MARQUES, S. F. F.; STRINGHINI, J. H. ; ULHOA, C. J. ; REZENDE, C. S. M. ; MORAES, George Henrique Kling de . Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2691-2696, 2010.

MORITZ, J. S., R. S. BEYER, K. J. WILSON, K. R. CRAMER, L. J. MCKINNEY, AND F. J. FAIRCHILD.. Effect of moisture addition at the mixer to a corn-soybean based diet on broiler performance. **Journal Applied Poultry Research**. v. 10, p. 347–353, 2002.

MORITZ, J. S., K. R. CRAMER, K. J. WILSON, R. S. BEYER. Effect of feed rations with graded levels of added moisture formulated to different energy densities on feed manufacturing, pellet quality, performance and energy metabolism of broilers during the growing period. **Poultry Science Association**. v. 12, p. 371–163, 2003.

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

MORITZ, J., Pellet Quality Performance Tests: Milling to Bird Performance. In: **Arkansas Nutrition Conference**, 2013.

NIR, I., TWINA, Y., GROSSMAN, E. et al., Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behaviour of meat-type chickens. **British Poultry Science**, v. 35, p. 589-602, 1994.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science Association**., v.74, p.771- 783, 1995.

OLIVEIRA, A. A., GOMES, C. V. A., OLIVEIRA, R. G., LIMA, F. M., AMORIM, E. G., AGOSTINHO, P. S. T., SOUSA, D. F., LIMA, R. A. C., Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2450-2455, 2011.

PAPADOPOULUS, MC. Review: effect of processing on high-protein feedstuffs. **Biological Wastes** 29, 123–138, 1989.

PERON, A., D. BASTIANELLI, F.-X. OURY, J. GOMEZ, B., CARRE,. Effects of food deprivation and particle size of ground wheat on digestibility of food components in broilers fed on a pelleted diet. **British Poultry Science**. v. 46 p. 223–230. 2005.

RIBEIRO, A. M. L., MAGRO, N., PENZ JR, A.M., Corn Particle Size on Broiler Grower Diets and its Effect on Performance and Metabolism. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v. 4, p. 1 -7, 2002.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C. B.; WATANABE, K; PELICIA, K.; FREITAS, E. R.; Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desenvolvimento e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1758 – 1767, 2004.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 235, 2002.

SMITH, P. A., FIRMAN, J. D., DALE, N. M. Effects of feed processed in a annular gap expander on subsequent broiler performance. **Poultry Science**, v. 74 p.145, 1995.

SOUZA, I.M.G.P., POLYCARPO, G.V., SILVA, W.T., CASTELO, P.G., CARVALHO, F.B., Efeitos da forma física da ração sobre o desempenho e a metabolidade de nutrientes em frangos de corte. In: VII Encontro de Zootecnia, **Anais...** Dracena, 2010.

SWENSON, M.J. Dukes - **Fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,. 946p, 2006.

ZANOTTO, D. L., MONTICELLI, C. J. Granulometria do milho em rações para suínos e aves: digestibilidade de nutrientes e desempenho animal. In: Simpósio de granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves, Concórdia. **Anais...** 1998, p.26-48. 1998.