

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITOS DO PROCESSAMENTO DA RAÇÃO E DA LINHAGEM SOBRE OS VALORES  
ENERGÉTICOS E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

LEONARDO JOSÉ CAMARGOS LARA

MINAS GERAIS  
BELO HORIZONTE  
2007

LEONARDO JOSÉ CAMARGOS LARA

EFEITOS DO PROCESSAMENTO DA RAÇÃO E DA LINHAGEM SOBRE OS VALORES  
ENERGÉTICOS E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

Tese apresentada à Escola de Veterinária da  
Universidade Federal de Minas Gerais, como  
requisito parcial para obtenção do grau de Doutor  
em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal  
Orientador: Prof. Nelson Carneiro Baião

BELO HORIZONTE  
Escola de Veterinária da UFMG  
2007

L318e Lara, Leonardo José Camargos, 1973-  
Efeitos do processamento da ração e da linhagem sobre os valores energéticos e desempenho de frangos de corte / Leonardo José Camargos Lara. – 2007.  
52p.: Il.

Orientador: Nelson Carneiro Baião  
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Frango de corte – Alimentação e rações – Teses. 2. Frango de corte – Pesos e medidas - Teses. 3. Dieta em veterinária – Teses. 4. Produção animal – Teses. 5. Digestibilidade – Teses.  
I. Baião, Nelson Carneiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária.  
III. Título.

CDD – 636.513 085



## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu filho Antônio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao Professor Baião pela oportunidade e confiança.

Agradeço a Alessandra pelo amor, companhia, atenção e paciência e a seus pais e irmãos pelo apoio.

Agradeço aos meus pais, Antônio e Eliana, pelo amor e apoio irrestritos e a família Marteleto Lara pelo incentivo.

Ao amigo Warley pela oportunidade, dedicação, amizade e paciência.

Aos alunos que tornaram esta jornada possível e menos cansativa: Marcela, Thiago, João Felipe, Teo, Daniel, Guilherme, Roberta, Tadeu, Myrian, Alexandre e João Batista.

Aos professores e mestres: Ângela, Silvana, Ana Luiza, Paulo Lourenço e Dalton.

Aos colegas Júlia, João Luís, Daniela, Rubens, Daniel (Rio Branco Alimentos), Dorinha, Bruno (Multimix), Marco Antônio, Renato (Nutron), César, Luís (Rio Minas) e Cláudio (Cosissa).

Às empresas que confiaram no trabalho: Rio Branco Alimentos, Nogueira Rivelli Alimentos, Rio Minas, Avicap, Nutron e Cosissa.

Aos funcionários da Fazenda Experimental “Professor Hélio Barbosa” em especial ao Senhor Geraldo Lourenço, pela dedicação e apoio.

Aos funcionários do laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária.

Aos amigos do “Xerox” em especial ao Cleyton e Wagner.

Aos funcionários da Fundação pela constante ajuda.

Aos funcionários do colegiado de Pós-graduação.

À CAPES pela bolsa de estudo concedida.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 FORMA FÍSICA DA RAÇÃO.....	10
2.2 QUALIDADE DO PÉLETE.....	11
2.2.1 Composição da ração.....	12
2.2.2 Umidade.....	13
2.2.3 Tamanho da partícula.....	13
2.2.4 Temperatura de peletização.....	13
2.3 DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES.....	14
2.3.1 Benefícios da peletização.....	14
2.3.2 Desvantagens da peletização.....	15
2.4 DESEMPENHO DOS FRANGOS.....	16
2.5 ENERGIA DA RAÇÃO.....	19
2.6 LINHAGEM.....	21
2.7 RESTRIÇÃO ALIMENTAR.....	21
2.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
3 EXPERIMENTO I - EFEITOS DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO E DA LINHAGEM SOBRE A DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E DETERMINAÇÃO DE ENERGIA LÍQUIDA.....	28
3.1 INTRODUÇÃO.....	28
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.2.1 Aves, instalações e delineamento experimental.....	28
3.2.2 Rações e manejo.....	29
3.2.3 Análises estatísticas.....	32
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
3.3.1 Diâmetro geométrico médio e desvio padrão geométrico.....	32
3.3.2 Índice de durabilidade do pélete.....	32
3.3.3 Digestibilidade.....	33
3.3.4 Produção de calor e incremento calórico.....	34
3.3.5 Valores de energia.....	36
3.4 CONCLUSÕES.....	37
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
4 EXPERIMENTO II - EFEITOS DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO E DA LINHAGEM SOBRE DESEMPENHO, RENDIMENTOS DE CORTES DA CARÇAÇA E PORCENTAGENS DE CORAÇÃO, DE INTESTINOS E DE MOELA DE FRANGOS DE CORTE.....	41
4.1 INTRODUÇÃO.....	41
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
4.2.1 Aves, instalações e delineamento experimental.....	41
4.2.2 Rações e manejo.....	41
4.2.3 Variáveis obtidas.....	43
4.2.4 Análises estatísticas.....	44
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.3.1 Consumo de ração.....	44
4.3.2 Ganho de peso.....	46
4.3.3 Conversão alimentar.....	46
4.3.4 Viabilidade.....	47
4.3.5 Rendimentos de abate.....	48
4.4 CONCLUSÕES.....	49
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52

## LISTA DE TABELAS

### EXPERIMENTO I

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais.....	30
Tabela 2 - Ordem de entrada na câmara respirométrica de acordo com os tratamentos .....	31
Tabela 3 – Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB) e do extrato etéreo (CDEE) das rações de acordo com a ração e linhagem .....	33
Tabela 4 – Produção de calor de aves alimentadas (PC kcal/kg <sup>PV</sup> e PC kcal/kg <sup>0,75</sup> ) e Incremento calórico (IC kcal/kg <sup>PV</sup> e IC kcal/kg <sup>0,75</sup> ) por dia, de acordo com os tratamentos .....	35
Tabela 5 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn) e energia líquida (EL), na matéria seca, de acordo com os tratamentos em kcal/kg de MS.....	36

### EXPERIMENTO II

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações.....	42
Tabela 2 – Consumo de ração (gramas) dos frangos de um a 45 dias de idade, de acordo com os tratamentos.....	45
Tabela 3 – Ganho de peso (g) dos frangos de um a 45 dias de idade, de acordo com os tratamentos .....	46
Tabela 4 – Conversão alimentar de um a 45 dias de idade, de acordo com os tratamentos.....	47
Tabela 5 – Viabilidade dos frangos de um a 45 dias de idade, de acordo com os tratamentos.....	47
Tabela 6 – Rendimento de cortes e porcentagens de órgãos digestivos de acordo com os tratamentos.....	48

## LISTA DE FIGURAS

### EXPERIMENTO II

Figura 1 – Consumo de ração de acordo com a forma física das rações.....	45
Figura 2 – Consumo de ração de acordo com as linhagens aos 7, 21, 39 e 45 dias de idade.....	45
Figura 3 – Ganho de peso de um a 21 dias de idade de acordo com a ração e a linhagem.....	48



## RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade, a produção de calor pelas aves e os valores de energia das rações (experimento I), o desempenho e os rendimentos de cortes (experimento II) de duas linhagens de frangos de corte. Foram utilizados 420 frangos machos das linhagens Cobb e Ross no experimento I e 900 frangos machos das linhagens Cobb e Ross no experimento II. Os tratamentos definidos pelas linhagens, formas físicas das rações e pelo consumo controlado da ração peletizada foram os seguintes: ração farelada, ração peletizada e ração peletizada controlada (com consumo igual ao da ração farelada). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3 x 2 (3 rações e 2 linhagens) e 4 repetições (períodos), sendo o período considerado como bloco. A digestibilidade da matéria seca não foi afetada pela forma física da ração. A peletização melhorou a digestibilidade do extrato etéreo. A linhagem influenciou a digestibilidade dos nutrientes. A forma física da ração e a linhagem não afetaram a produção de calor das aves. A utilização de rações peletizadas aumentou os valores de energia líquida das rações, independente da linhagem. No segundo experimento, as aves foram criadas em galpão experimental de 1 a 45 dias de idade. Para avaliação do desempenho o delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 3 x 2 (3 rações e 2 linhagens) e 5 repetições, sendo cada repetição composta de 30 aves. Para a avaliação dos rendimentos de cortes o delineamento foi o mesmo, com exceção do número de repetições que foi de 30, sendo cada ave considerada como uma repetição. A ração peletizada melhorou o ganho de peso das aves, independente da linhagem. A linhagem não influenciou os parâmetros de rendimento de cortes e porcentagens de órgãos avaliados. A peletização aumenta a energia líquida das rações favorecendo o desempenho de frangos de corte.

Palavras- chave: frango de corte, linhagem, peletização, digestibilidade, produção de calor, energia líquida.

## ABSTRACT

Two experiments were carried out in order to evaluate the effects of physical form of the rations, heat production and energy values of the rations (experiment I), performance and cuts yields of two lines of broilers (Cobb and Ross). The treatments were defined according to the lines, physical form of the rations and consume of the ration and were mash, pelleted and restricted pelleted (with equal consume of the mash ration). In the first experiment, were used 420 birds raised in metallic cages adapted for collection of the excreta. The statistical design was the split plot block in 3 x 2 (3 diets and 2 lines) factorial arrangements with 4 repetitions (periods) being the period considered the block. The digestibility of dry matter was not affected for the physical form of the ration. The pelletization enhanced the digestibility of the ether extract. The line affected the digestibility of the rations. The physical form of the ration and the line didn't affect the heat production of the broilers. The utilization of pelleted rations improved the net energy values of the rations, independent of the line. In the second trial 900 day old broilers were raised in experimental poultry house from 1 to 45 days of age. The treatments were the same of the first trial. To evaluate the performance the statistical design was the complete randomized with 3 x 2 (3 diets and 2 lines) factorial arrangement with five repetitions, being 30 birds in each repetition. To evaluate the cuts yields the statistical design was the same with 30 birds for each treatment, being each bird considered one repetition. The peletization improved the weight gain of the broilers, independent of the line. The line didn't influence the cuts yields evaluated. The peletization improved the net energy of the rations enhancing the broilers performance.

Keywords: broiler, lineage, peletization, digestibility, heat production, net energy.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A energia necessária para crescimento dos tecidos ou produção de ovos, ou ainda, para permitir atividades físicas vitais e a manutenção da temperatura normal da ave é derivada dos carboidratos, lipídios e proteínas da ração. A energia consumida pelo animal via ração pode ser utilizada de três diferentes formas: suprir necessidades energéticas para as atividades, ser convertida em calor, ou armazenada como tecido corporal. O excesso de energia normalmente é armazenado como gordura, pois, não pode ser simplesmente excretado pelo animal (Leeson e Summers, 2001). Daí a importância de se determinar, de forma precisa, a energia de um alimento ou ração, pois existem estreitas relações entre nível de energia da ração e nutrientes, exigência da ave, temperatura ambiente, consumo de ração, desempenho, qualidade de carcaça e principalmente custo das rações. A energia sozinha representa aproximadamente 40% do custo de produção de frangos de corte.

A energia metabolizável é uma medida útil para mensuração da energia disponível para produção. Entretanto, a energia retida não é utilizada com 100% de eficiência para crescimento e deposição de tecidos corporais. Durante o processo metabólico, parte da energia é gasta como calor para manutenção da temperatura corporal e atividade física e também é perdida como calor no metabolismo dos nutrientes ingeridos, que é o incremento calórico. Este incremento calórico depende da composição química do alimento, além de fatores tais como: consumo e forma física da ração, linhagem, ambiência, atividade física, idade, peso, entre outros (Farrel, 1978; Zhou e Yamamoto, 1997; Pirgozliev e Rose, 1999; Skinner-Noble et al., 2005).

Em termos nutricionais, o consumo está diretamente relacionado à forma física das rações. As rações na forma de péletes, quando comparadas com as fareladas, melhoram o desempenho dos frangos, devido ao aumento da digestibilidade dos nutrientes pelo processo mecânico e pela ação da temperatura e umidade (Nilipour, 1994). Permite também, diminuição da pulverulência e facilidade de apreensão das rações levando ao aumento de consumo, destruição de fatores antinutricionais e microorganismos, redução na seleção e segregação do alimento e redução no desperdício de ração. Além disso, a peletização permite menor esforço físico e redução de atividades das aves, ou seja, mudança no comportamento e conseqüentemente, menor

gasto energético para consumir a ração. Todos estes benefícios convergem para maiores ganhos de peso e melhores conversões alimentares (Jensen et al. 1962; Nilipour, 1994; Tardin e Penz, 1997; Behnke e Beyer, 2002; MacKinney e Teeter, 2004 ). Além destas vantagens a peletização melhora a propriedade de escoamento da ração, aumenta a densidade o que permite maior tonelagem de transporte (Thomas e Van der Poel, 1996).

Por outro lado, as aves alimentadas com rações peletizadas podem apresentar maior acúmulo de gordura abdominal e maior incidência de ascite, quando comparado com rações fareladas (Meinerz et al. 2001; McCracken 2002; López e Baião 2004; Skinner-Noble et al., 2005). Além de apresentarem maior custo em função do processamento e da manutenção dos equipamentos (caldeira, peletizadora, e resfriador).

A nutrição de aves nos últimos 25 anos tem sido a responsável por aumento de aproximadamente 20% no ganho de peso e de 16% na melhora da conversão alimentar de frangos de corte (Havenstein et al., 2003).

A determinação da energia líquida das rações peletizadas e fareladas (por meio de câmaras respirométricas) e sua influência sobre o metabolismo energético dos frangos de corte pode contribuir para melhor entendimento dos valores de energia realmente disponíveis das rações e, conseqüentemente, resultar em maior eficiência na nutrição de frangos.

Considerando estes aspectos, os objetivos deste trabalho foram: determinar os efeitos da forma física das rações e da linhagem sobre a digestibilidade dos nutrientes, sobre os valores de energia metabolizável aparente, verdadeira e energia líquida das rações e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de partes da carcaça de frangos de corte

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 FORMA FÍSICA DA RAÇÃO

As rações destinadas para aves incluem diversos alimentos que raramente são empregados em seu estado natural. Para melhorar a eficiência das rações existem diversos processos que podem ser aplicados aos alimentos em sua forma natural, individualmente ou misturados. Alguns fatores

impedem o máximo aproveitamento dos nutrientes pelas aves, entre os quais, estão os fatores antinutricionais presentes em certos alimentos. Geralmente, alguns processos são considerados fundamentais para aumentar o aproveitamento dos nutrientes pelas aves. Estes processos incluem os mais simples como a pesagem, a moagem, a mistura, a incorporação de líquidos e também os mais sofisticados como a peletização, a extrusão e a expansão. Do ponto de vista de alimentação, a ração não consiste em uma coleção de alimentos crus e sim uma mistura homogênea que contém todos os ingredientes calculados e determinados pelo nutricionista (Larbier e Leclercq, 1994).

O processo básico de peletização, segundo Thomas et al. (1997), consiste na agregação de partículas provenientes de rações na forma de farelo e possui as seguintes etapas: condicionamento, peletização e secagem/resfriamento.

O condicionamento é o processo que converte a ração farelada misturada com o uso de calor, água, pressão e tempo a um estado físico que facilite a compactação. O condicionamento aumenta a capacidade de produção e simultaneamente afeta a qualidade física, nutricional e higiênica da ração produzida. A adição de vapor faz parte do processo de condicionamento e seu objetivo é aumentar a umidade e o calor, aproveitando sua característica gasosa que permite uma distribuição mais homogênea pela ração. Durante a condensação do vapor, um filme de água é criado ao redor das partículas que, juntamente com o aumento da temperatura, facilita a agregação das partículas. Além disso, alterações físicas e químicas como: maciez térmica do alimento, desnaturação de proteínas e gelatinização do amido afetam propriedades ligantes das partículas. A pressão de vapor ideal para rações ricas em amido (50 a 80%) gira em torno de 102 kPa, com o objetivo de atingir 80 a 85 °C de temperatura. Mais importante que a pressão de vapor é a quantidade de vapor injetada. A adição de água facilita o processo de peletização (gelatinização, solubilização e desnaturação) e a adição de água via vapor melhora ainda mais o processo (Thomas et al., 1997).

No processo de peletização a ração farelada condicionada é pressionada através da matriz da peletizadora. A finalidade deste processo é obter péletes com grau de dureza suficiente para agüentar as condições do transporte e manuseio com o menor custo possível em termos de

consumo e gasto de energia. Fatores tais como: coeficiente de fricção entre a ração e a matriz, distância entre o rolo e a matriz, temperatura, velocidade e especificações da matriz têm influencia neste processo (Thomas et al., 1997).

O resfriamento ou secagem tem como objetivo diminuir a umidade e o calor latente dos péletes que precisam ser resfriados após o condicionamento e a peletização. Os péletes geralmente saem da matriz com temperatura entre 60 a 95 °C e com umidade entre 12,5 a 17,5 %. A quantidade de água que é dissipada do pélete é função do fluxo e outras propriedades do ar, características do material processado e tamanho do pélete. Durante o resfriamento, os componentes solúveis da ração se recristalizam e contribuem para formar ligações entre as partículas. Com a redução da temperatura, a viscosidade de alguns componentes da ração irá aumentar contribuindo para manter a integridade do pélete. A combinação destas operações é decisiva na qualidade física dos péletes produzidos (Thomas et al., 1997).

## 2.2 QUALIDADE DO PÉLETE

Segundo Reimer (1993), citado por Behnke e Beyer (2002), a qualidade do pélete depende em 40% da formulação (ingredientes e suas quantidades), 20% do condicionamento, 20% do tamanho da partícula, 15% das especificações da matriz e 5% da secagem e resfriamento.

A eficácia do processo de peletização, segundo Thomas e Van der Poel (1996), é traduzida pela qualidade do pélete que pode ser definida pela alta proporção de péletes íntegros que chegam aos comedouros dos frangos, ou seja, sua resistência à quebra entre a fábrica de rações e as granjas.

A qualidade do pélete normalmente é definida pelo índice de durabilidade (PDI). A determinação deste índice é feita por meio de um teste simples no qual o alimento peletizado é sacudido em um misturador por um tempo definido que simula o transporte e o manuseio da ração. O percentual de péletes íntegros é o PDI. Quando as rações têm alto PDI significa que os péletes podem se manter mais íntegros até o momento da ingestão pelos frangos (Beyer, 2000).

A utilização de rações com o percentual de péletes íntegros acima de 40% resulta em maior ganho de peso e melhor conversão alimentar quando comparados com rações fareladas. À medida que se melhora a qualidade do pélete, as aves gastam

menos tempo para consumir a ração, o que representa uma redução da atividade, melhorando o aproveitamento da energia (maior valor calórico real) levando a uma maior deposição de tecidos (McKinney e Teeter, 2004).

Dois experimentos foram realizados por Lemme et al. (2006) para avaliar o efeito da forma física (farelada e peletizada) da ração, balanço crescente de proteína e aminoácidos (90, 100, 110 e 120% do nível de referência) e qualidade do pélete (bom e ruim, baseado em durabilidade e percentual de finos) sobre o desempenho e qualidade da carcaça de frangos de corte de 14 a 35 dias de idade. Os autores observaram melhores ganhos de peso para as aves alimentadas com rações com boa qualidade de pélete em relação aos demais tratamentos. Entre as rações farelada e peletizada de qualidade ruim não foram observadas diferenças. O aumento dos níveis de proteína e aminoácidos, independente da forma física das rações, melhorou a conversão alimentar e reduziu a porcentagem de gordura abdominal. A peletização favoreceu também o rendimento de carcaça em relação a rações fareladas e não mostrou efeito sobre rendimento de peito. Usando rações com qualidade de pélete ruim, ao aumentar os níveis de proteína e aminoácidos, foi observado aumento do ganho de peso e melhora na conversão alimentar, entretanto, este aumento no ganho de peso ainda permaneceu menor do que o alcançado pelos frangos alimentados com péletes de boa qualidade.

### 2.2.1 Composição da ração

A composição dos alimentos tem forte influência sobre a qualidade do pélete e determina efeitos diferentes sobre sua dureza e durabilidade (Thomas et al., 1998).

A gelatinização do amido, na presença de água e calor, é a maneira mais comum de modificar as propriedades funcionais do amido. As diferenças na relação amilose : amilopectina, o aumento de inclusão de óleo na ração (piora a formação do gel), a presença de água, a temperatura alcançada no processo de peletização e as dimensões dos orifícios da matriz são fatores que podem alterar o nível de gelatinização do amido. A desnaturação parcial de proteínas pode influenciar positivamente na dureza e na durabilidade dos péletes, entretanto, dependendo da temperatura utilizada, podem ocorrer reações de Maillard, entre açúcares e aminoácidos, reduzindo a

utilização da proteína e carboidratos (Thomas et al., 1998).

Alimentos crus com altos níveis de fibras insolúveis estão associados à redução na durabilidade do pélete e super-aquecimento do alimento durante a passagem pela peneira (Larbier e Leclercq, 1994). Entretanto, fibras solúveis em água como glucanas, arabinosilanas e pectinas aumentam a viscosidade por meio da formação de incrustações nas partículas maiores e pela redução na porosidade do alimento, aumentando a integridade estrutural do pélete. O tempo, a umidade, a pressão e o calor aplicados na peletização alteram a solubilidade da fibra (Thomas et al., 1998).

A presença de óleos e/ou gorduras, dependendo da quantidade, por sua característica hidrofóbica, pode prejudicar a agregação das partículas, agindo como lubrificante entre as partículas do alimento e a matriz, reduzindo a pressão de peletização, diminuindo a gelatinização do amido e resultando em péletes de pior qualidade. Por outro lado, a lubrificação causada pela adição de fonte lipídica ao produto a ser peletizado pode ser positiva, uma vez que aumenta a eficiência de produção devido à redução de atrito e economia de energia, além de aumentar a capacidade de pressão. A oxidação e a degradação térmica podem levar à formação de complexos químicos prejudiciais à qualidade física e nutricional do alimento processado. Materiais ligantes tais como bentonitas, carboximetilcelulose e lignosulfatos podem ser incorporados à ração condicionada para melhorar a qualidade dos péletes. Estes elementos atuam como redutores de porosidade e lubrificantes, ou ainda aumentando a viscosidade do material a ser peletizado (Thomas et al., 1998).

Brigs et al. (1999), avaliando os efeitos do aumento no teor de proteína da ração de 16,3 % para 21%, observaram aumento do PDI de 75,8 para 88,8 %. Quanto à inclusão de óleo, verificaram que o aumento de 2,9% a 7,5% resultou em péletes com 88,8% e 59,6% de PDI, respectivamente. Estes autores concluíram que a qualidade do pélete não é comprometida quando a inclusão de óleo for menor que 5,6% e o conteúdo de proteína estiver em torno de 20%.

Dozier III et al. (2006) avaliaram o efeito da inclusão de diferentes porcentagens de milho (15, 25 e 35%) pós-peletização sobre a produção de ração, qualidade do pélete e desempenho de frangos de corte de 18 a 41 dias de idade. Os autores observaram que a adição de milho com

maior granulometria (1,5 mm) pós-peletização aumentou a taxa de produção de péletes, não alterou o PDI na ração de crescimento apesar da redução no número de péletes inteiros, mas, na ração final houve piora na qualidade do pélete. Esta piora foi justificada em função da inclusão de aproximadamente 4% de óleo de vísceras realizada no misturador. O desempenho dos frangos não foi afetado pela inclusão do milho pós-peletização. Além disso, a retirada de 28% de grãos antes da peletização e adicionando-o pós-peletização aumentou o potencial de produção em 27% e reduziu em 22% o gasto estimado de energia elétrica por tonelada de ração.

### 2.2.2 Umidade

Segundo Thomas e Van der Poel (1996) a gelatinização do amido foi maior (58,3%) em processo a seco quando comparado com o processo a vapor (25,9%) a 80°C, o que demonstra a importância do contato mecânico, produzindo mais calor pela fricção, no processo de gelatinização. O efeito lubrificante do vapor reduz a fricção, causando uma menor gelatinização.

Entretanto, a importância do uso de vapor na peletização foi determinada por Skoch et al. (1981), citado por Briggs et al. (1999), ou seja, rações peletizadas com uso de vapor aumentaram a taxa de produção em 64%, e aumentou o PDI em 26% quando comparado com peletizadoras sem o uso de vapor. Estes resultados demonstraram o efeito do vapor como lubrificante.

Segundo Muirhead (1999), citado por Behnke e Beyer (2002), a melhor qualidade do pélete e as melhores condições de funcionamento da peletizadora foram obtidas com rações contendo 14% de umidade.

Além disso, a gelatinização do amido em rações peletizadas depende da presença de água. Com o aumento de umidade, a maior gelatinização ocorrerá entre 50 e 70°C, e com pouca água a temperatura para gelatinização aumenta de forma inversamente proporcional ao conteúdo de água (Svihus et al., 2004).

### 2.2.3 Tamanho da partícula

A quantidade de finos nas rações peletizadas é negativamente correlacionada com o PDI. O tamanho da partícula também influencia a

qualidade do pélete. Stevens (1987), citado por Briggs et al. (1999), não encontrou diferenças no PDI de péletes produzidos com granulometria grossa (1023µm), média (794µm) e pequena (551µm) de milho e soja. Entretanto, a durabilidade do pélete aumentou com a granulometria média e fina quando foram utilizados trigo e soja.

Segundo Nir et al. (1995), o efeito do tamanho da partícula do alimento sobre o desempenho de frangos de corte se mantém após a peletização, pois os péletes se dissolvem no papo imediatamente após o consumo. O efeito positivo do maior tamanho de partícula (1 a 1,3 mm) sobre o desempenho pode ser explicado por uma melhor disponibilidade dos nutrientes, menor desperdício da ração e melhor eficiência de utilização. Entretanto, a qualidade do pélete piora quando a partícula dos alimentos é moída de forma mais grosseira. Outra resposta encontrada neste experimento foi o aumento da mortalidade por ascite nas aves alimentadas com rações peletizadas.

A força de agregação é maior entre partículas vizinhas à medida que se reduz o tamanho da partícula. Uma observação importante foi a redução na eficiência do moinho em até 12% com a redução do tamanho da partícula (Thomas e Van der Poel, 1996).

As aves têm maior preferência pelas rações granuladas do que pelas rações fareladas. Quando são oferecidas às aves rações com proporções iguais entre péletes e finos, as aves consomem, geralmente, os péletes primeiro. Se as aves são alimentadas com rações mal peletizadas (com excesso de finos), as mais agressivas consomem os péletes, enquanto as menos agressivas consomem apenas os finos. Este comportamento pode afetar a uniformidade do lote em função do seu efeito sobre a taxa de crescimento (Behnke e Beyer, 2002). Segundo Mckinney e Teeter (2004) a preferência do frango de corte (selecionado para apetite voraz) por péletes íntegros depende da relação entre péletes íntegros e finos. À medida que a proporção de finos aumenta e a de péletes íntegros diminui (rações contendo apenas 20% de péletes íntegros), tanto a preferência por péletes quanto a habilidade para selecioná-los diminuem ou perdem a importância.

### 2.2.4 Temperatura de peletização

A temperatura de peletização tem influência sobre a dureza do pélete e, conseqüentemente, sobre sua qualidade. Os efeitos das rações farelada, peletizada com péletes macios e com péletes duros sobre o desempenho de frangos de corte foram avaliados por Nir et al. (1994). Estes autores verificaram que com péletes muito duros houve redução do ganho de peso e do consumo de ração dos frangos dos sete aos 42 dias de idade. Isto reduziu o benefício da peletização em relação aos péletes macios, sendo que estes apresentaram melhores resultados do que com a ração farelada.

Segundo Spring et al. (1996), à medida que se aumenta a temperatura da peletização verifica-se um aumento da dureza do pélete e da viscosidade. Este aumento na viscosidade é justificado por uma maior gelatinização do amido e solubilização da fibra.

Segundo Parsons et al. (2006), os frangos alimentados com péletes mais duros tiveram maiores ganhos de peso, retenção de nitrogênio e de lisina e melhores eficiências alimentares quando comparados com aqueles alimentados com rações fareladas. Estes resultados devem ser decorrentes dos mesmos mecanismos observados pelo aumento do tamanho da partícula de rações fareladas, ou seja, preferência de consumo e redução na taxa de passagem.

## 2.3 DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES

Os principais efeitos da peletização estão relacionados de forma benéfica com melhorias na digestibilidade dos nutrientes em função da gelatinização do amido, melhor digestibilidade das fontes lipídicas e desnaturação de proteínas e de forma prejudicial, na maioria das vezes relacionada com erros de processamento, pela formação de reações de Maillard e perdas na disponibilidade de nutrientes, principalmente, de vitaminas.

### 2.3.1 Benefícios da peletização

Calet (1965), em sua revisão da literatura, aponta possíveis fatores benéficos da peletização em relação à digestibilidade dos nutrientes. O processo de peletização permitiria maior ação das enzimas e sucos digestivos sobre os nutrientes, e a união de calor e pressão, usados no processo de peletização, aumentaria a liberação dos açúcares em relação às rações fareladas. Este autor cita também a melhora na digestibilidade dos lipídios

intracelulares do farelo de soja em função de sua maior liberação pela ação do calor e da pressão.

Segundo Bayley et al. (1968), foi observado efeito da peletização sobre a biodisponibilidade do fósforo. Este efeito poderia ser justificado pela liberação de fósforo fítico e destruição de compostos orgânicos que se ligam ao fósforo. Por outro lado, segundo Edwards Jr. et al. (1999) a peletização não aumenta a utilização do fósforo fítico pelas aves.

Em pesquisa avaliando os efeitos da forma física da ração (peletizada e péletes triturados) sobre a digestibilidade e o desempenho de aves de linhagens leves, Savory (1974) observou melhora na digestibilidade aparente das rações na forma de pélete em apenas uma das linhagens avaliadas.

Nir et al. (1981) não encontraram redução na estabilidade e na biodisponibilidade da vitamina A em função da peletização em rações para frangos de corte quando comparado com rações fareladas.

Os efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes em duas linhagens de aves leves foram avaliados por Wahlstrom et al. (1999), que observaram uma interação entre a forma física da ração e linhagem. A linhagem LSL apresentou melhor digestibilidade da proteína quando alimentada com rações peletizadas, enquanto a linhagem SLU-1329 apresentou resultado oposto. As aves alimentadas com rações peletizadas apresentaram melhor digestibilidade total do extrato etéreo e do amido. As diferenças entre as linhagens na digestibilidade dos nutrientes foram justificadas em função principalmente do tamanho dos órgãos digestivos e adaptações das linhagens, durante anos de processo de seleção, em função da forma física do alimento consumido.

López (1999) avaliou o efeito da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e observou aumento na digestibilidade da matéria seca com as rações fareladas em comparação com rações peletizadas justificado principalmente em função de possível aumento na velocidade de passagem das rações peletizadas. A digestibilidade do extrato etéreo de rações peletizadas foi melhor do que a digestibilidade de rações fareladas. Não houve efeito da forma física sobre a digestibilidade da proteína.

Segundo Gonzalez-Esquerria e Leeson (2000) dois mecanismos podem explicar o benefício da

peletização na melhora da energia metabolizável de sementes ricas em óleo. O primeiro seria o efeito do processamento sobre a parede celular que contém o óleo e o segundo a destruição de possíveis fatores tóxicos que prejudicariam o aproveitamento dos nutrientes.

O efeito da peletização sobre a digestibilidade dos nutrientes em frangos (machos) da linhagem Ross de 65 a 85 dias de idade foi avaliado por Zelenka (2003). O autor verificou melhora na digestibilidade da matéria seca, gordura e aumento na energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio das rações peletizadas quando comparadas com rações fareladas.

O efeito da forma física e do tamanho da partícula sobre a digestibilidade dos nutrientes foi avaliado por López (2004) que observou melhora na digestibilidade do extrato etéreo, na fase de crescimento, das rações peletizadas com granulometria grossa em relação às rações fareladas, justificada pelo autor em função do processamento térmico que provocaria maior quebra da parede celular e liberação dos lipídios e, conseqüentemente, melhor aproveitamento pelas aves.

Svihus et al. (2004) avaliaram o efeito da peletização sobre a digestibilidade do amido em rações para frangos de corte contendo trigo e observaram um aumento na energia metabolizável aparente em rações peletizadas comparadas com as fareladas. Isto indica que o processo de peletização pode melhorar a digestibilidade dos nutrientes. Estes autores, no entanto, não observaram efeito da peletização sobre a digestibilidade do amido e levantaram a hipótese de que o processamento e o efeito deste sobre o consumo influenciam a digestibilidade do amido em direções opostas e se anulam.

Além de aumentar o ganho de peso, a utilização de rações peletizadas pode aumentar as exigências nutricionais dos frangos de corte. Com o aumento da taxa de crescimento, maior será a exigência de lisina para ótimo ganho de peso e eficiência alimentar comparado com os frangos alimentados com rações fareladas. A forma física da ração pode ser considerada como um fator que afeta a resposta das aves em relação às suas exigências de aminoácidos e energia (Greenwood et al., 2004; Greenwood et al., 2005).

Os efeitos de diferentes tratamentos térmicos (sem tratamento, peletizado e extrusado) do milho

sobre a gelatinização do amido, energia metabolizável da ração e desempenho de frangos de corte até a terceira semana foram avaliados por Moritz et al. (2005). Os autores verificaram gelatinização de 29 e 92% do amido em função da peletização e extrusão, respectivamente. Tanto a peletização quanto a extrusão melhoraram o ganho de peso dos frangos em relação ao milho não processado. Entretanto, não foi verificada diferença na conversão alimentar e na energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio entre o milho peletizado e o milho não processado.

A melhora na digestibilidade do amido associada à peletização é parcialmente atribuída ao processo de gelatinização que melhora a digestibilidade do amido e aumenta o acesso das enzimas digestivas. Entretanto, esta melhora na digestibilidade do amido e da energia metabolizável do milho e do trigo sob condições normais de peletização é praticamente nula. A peletização é mais benéfica em alimentos que possuem ligações intermoleculares mais fortes (legumes, por exemplo) e maiores quantidades de inibidores de tripsina (Leeson e Zubair, 2006a).

### 2.3.2 Desvantagens da peletização

Em experimento realizado por Bolton (1962) não foi verificado melhora na digestibilidade da proteína, lipídios e carboidratos de rações peletizadas, quando comparadas com rações fareladas. Apesar disto, os frangos alimentados com as rações peletizadas apresentaram melhor desempenho do que aquelas que receberam rações fareladas. O autor atribui o melhor desempenho de aves alimentadas com rações peletizadas a melhora na palatabilidade, ao aumento na densidade da ração e a destruição de fatores inibidores de crescimento.

Plavnik et al. (1997) demonstraram não haver melhora na utilização dos nutrientes de rações peletizadas em comparação com rações fareladas em frangos de corte. Segundo os autores o processo de peletização não resultou em aumento na eficiência de utilização de energia quando esta foi adicionada via carboidratos ou gorduras. Estes resultados foram atribuídos a possíveis efeitos deletérios tais como: perdas de vitaminas, oxidação dos lipídios, perdas de cisteína e reações de Maillard, que poderiam superar os possíveis efeitos benéficos da peletização sobre o aproveitamento dos nutrientes.



López (2004) observou que aves, na fase de crescimento, alimentadas com rações fareladas apresentaram melhor digestibilidade da proteína bruta e não diferiram em relação à digestibilidade da energia bruta quando comparado com rações peletizadas.

Segundo Leeson e Zubair (2006a), a peletização a vapor mostra alguns resultados inconsistentes em relação ao desempenho de frangos devido, principalmente, à ocorrência de reações de Maillard, que ocorrem entre açúcares e lisina livres, sob condições de calor e umidade. A falta de consistência nas respostas a rações peletizadas frente a fareladas pode ser atribuída a diferentes condições de peletização e conteúdo de açúcares no alimento. As fontes de proteína como o farelo de soja, que contém 6% de sacarose e outros oligossacarídeos podem ser mais susceptíveis à redução na digestibilidade da lisina durante a peletização.

A estabilidade das vitaminas A, D, K, C e tiamina é substancialmente reduzida em função da peletização. Este efeito é atribuído às altas temperaturas, umidades e pressões a que os alimentos são submetidos durante o processo de peletização. Entretanto, a biodisponibilidade das vitaminas que formam complexos com outros nutrientes como a biotina e a niacina (exemplo: biotina+lisina), pode melhorar com a peletização (Leeson e Zubair, 2006b).

## 2.4 DESEMPENHO DOS FRANGOS

Em relação ao desempenho de frangos de corte os benefícios da utilização de rações peletizadas, quando comparados às rações fareladas, são bem definidos em vários trabalhos de pesquisa. Os principais benefícios são: aumento do consumo de ração, melhora na digestibilidade dos nutrientes, diminuição de microorganismos na ração e redução na seleção de ingredientes. Além destes têm-se a diminuição da pulverulência da ração e maior preferência das aves que facilita a apreensão da ração e aumenta a energia produtiva em função de menor gasto de tempo para consumo e o aumento na densidade, o que reduz os custos de transporte e armazenamento (Jensen et al., 1962, Savory, 1974, Nir et al., 1994, Briggs et al., 1999, Vargas et al., 2001, Leeson e Summers, 2001, López e Baião, 2004).

Jensen et al. (1962), avaliando o efeito da forma física da ração sobre o comportamento alimentar

de frangos de corte, observaram que as aves alimentadas com rações peletizadas (em um período de 12 horas de observação) gastaram 4,7% de tempo se alimentando enquanto aves alimentadas com rações fareladas gastaram 14,3%. A partir desta observação postularam que a principal causa da melhoria no desempenho dos frangos que consomem rações peletizadas seria um menor gasto energético devido à redução do tempo dispensado para apreensão do alimento e consequentemente disponibilizando mais energia para crescimento.

Em estudo com rações fareladas, peletizadas e peletizadas/trituradas e com restrições qualitativas de proteína, fósforo e energia, Bayley et al. (1968) observaram um efeito positivo da restrição qualitativa de proteína, fósforo e energia sobre a determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos. A partir de aves que receberam rações com restrições determinaram-se maiores valores de energia metabolizável dos alimentos em comparação aos valores determinados com aves sem restrição. Este efeito pode ser explicado pela adaptação da ave e melhor aproveitamento ou absorção dos nutrientes. Outro efeito observado foi que as aves que consumiram ração peletizada/triturada apresentaram melhor ganho de peso e conversão alimentar do que as aves que consumiram ração farelada, sem apresentar diferença no consumo, ou seja, mostrando o benefício do processamento.

Choi et al. (1986) estudaram os efeitos da forma física da ração, nas fases inicial e acabamento, sobre o desempenho e desenvolvimento dos órgãos digestivos de frangos de corte. A peletização da ração favoreceu o ganho de peso e o consumo de ração ao final do período experimental e não teve influência sobre a conversão alimentar. Entretanto, a forma física da ração inicial não influenciou o desempenho final das aves. Houve redução no peso da moela e do intestino de aves alimentadas com rações peletizadas, quando comparadas com rações fareladas. O peso do fígado não sofreu influência dos tratamentos.

Avaliando os efeitos da forma física (farelada e peletizada) e do nível de energia (2800, 3000 e 3200 kcal/kg) das rações para frangos de corte, Bertechini et al. (1991a) observaram maiores ganhos de peso e consumo de ração para aves alimentadas com rações peletizadas. A conversão alimentar foi melhorada à medida que aumentaram os níveis energéticos, sem haver influência da forma física da ração. O rendimento

de carcaça não foi influenciado pela forma física da ração, mas foi superior com o maior nível de energia utilizado.

Em outro experimento, Bertechini et al. (1991b) avaliaram os efeitos da forma física da ração (farelada e peletizada) e da temperatura ambiente (17,1; 22,2 e 27,9 °C) sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte de 29 a 49 dias de idade. Independente da temperatura ambiente, as aves alimentadas com rações peletizadas tiveram os maiores ganhos de peso. O consumo de ração e a conversão alimentar foram afetados apenas pela temperatura ambiente, quando foi observada redução no consumo de ração à medida que se aumentou a temperatura e uma melhor conversão alimentar na temperatura de 22,2 °C em relação à 17,1 °C. O rendimento de carcaça e a gordura abdominal não foram afetados pelos tratamentos.

Nir et al. (1994), estudando os efeitos de rações farelada, peletizada com péletes macios e com péletes duros sobre o comportamento (atividade das aves e tempo de consumo) e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte observaram que as aves alimentadas com a ração farelada gastaram mais tempo consumindo ração quando comparadas com os demais tratamentos. A peletização favoreceu também a utilização do alimento, independente do consumo, o que foi evidenciado pelo aumento de deposição de gordura.

O uso de rações peletizadas para frangos de corte constitui um fator predisponente para ascite. A maior incidência de ascite seria devido ao maior consumo de ração em menor tempo somado a uma menor atividade e, conseqüentemente, maior ganho de peso o que levaria a maior demanda por oxigênio agravando desta forma a susceptibilidade às doenças metabólicas (Nir et al. 1995).

Ávila et al. (1995) observaram maior ganho de peso, consumo de ração e mortalidade para os frangos alimentados com rações triturada/peletizada quando comparada com aqueles alimentados com rações fareladas. Não houve efeito da forma física sobre a conversão alimentar. Segundo Hamilton e Proudfoot (1995), o desempenho de frangos de corte é superior com a utilização de rações peletizadas em função principalmente de aumento do ganho de peso e melhora na conversão alimentar.

Leeson et al. (1999) avaliaram o efeito de diferentes níveis nutricionais e formas físicas de

rações (peletizada e farelada) sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte criados até 70 dias de idade. A peletização favoreceu o desempenho das aves entre 8 e 20% em relação a rações fareladas, dependendo da densidade nutricional utilizada. Entretanto, foram observadas altas taxas de mortalidade e maior porcentagem de gordura abdominal na carcaça de frangos alimentados com rações peletizadas em relação aos alimentados com rações fareladas.

A avaliação do efeito da forma física (farelada e peletizada) da ração e do tipo de moagem (conjunta ou separada) sobre o desempenho de frangos de corte de um a 43 dias de idade foi realizada por López (1999). Os frangos alimentados com rações peletizadas apresentaram maior ganho de peso, consumo de ração e mortalidade em relação a aves alimentadas com rações fareladas, sem apresentarem diferenças na conversão alimentar. Com relação ao rendimento de carcaça e porcentagens de intestinos e fígado não foram encontradas diferenças entre as formas físicas de rações avaliadas. A porcentagem de moela de aves alimentadas com rações fareladas foi maior do que a das aves que receberam rações peletizadas.

Comparando rações fareladas e peletizadas para frangos de corte da linhagem Arbor Acres, Roll et al. (1999) observaram maiores ganho de peso, consumo de ração e mortalidade para frangos alimentados com rações trituradas/peletizadas em relação às aves que consumiram as rações fareladas. A conversão alimentar não foi afetada pela forma física das rações.

Os efeitos da forma física da ração (farelada e peletizada), tamanho do pélete, nível de energia e restrição alimentar sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte foram avaliados por Meinerz et al. (2001). O principal efeito da peletização foi o aumento do consumo de ração. Quando a restrição alimentar foi imposta, o ganho de peso de aves alimentadas com ração peletizada foi semelhante ao dos frangos alimentados com rações fareladas. Entretanto, ao comparar rações com mesmo nível de energia, as aves alimentadas com ração peletizada controlada consumiram menos ração que as aves alimentadas com ração farelada à vontade, mas apresentaram melhor conversão alimentar e ganho de peso semelhante, ou seja, demonstrando que o benefício da peletização não se resume apenas ao aumento de consumo. Os autores não observaram efeito da forma física sobre rendimento de carcaça, peito e coxa, mas

observaram que aves alimentadas com ração peletizada apresentaram menor porcentagem de moela e maiores porcentagens de gordura abdominal e intestinos em relação às aves alimentadas com ração farelada.

O consumo de ração, o peso corporal e a conversão alimentar de frangos de corte são superiores quando estes são alimentados com rações peletizadas, em comparação com os alimentados com rações fareladas. Os frangos que recebem rações peletizadas apresentam menor peso da moela e pâncreas e menor atividade enzimática (amilase e lipase), quando comparados com aqueles criados com rações fareladas. O menor peso de moela pode ser explicado pelo aumento da taxa de passagem e falta de estímulo mecânico (presença do alimento). As rações fareladas, principalmente, com granulometria mais grossa permanecem mais tempo na moela. As aves alimentadas com rações peletizadas apresentaram maior pH na moela, menor viscosidade ileal e pH mais baixo no duodeno, jejuno e ceco. O menor pH na moela de aves alimentadas com rações fareladas indica um maior estímulo da função gástrica e, conseqüentemente, maior excreção de ácido clorídrico pelo proventrículo. A menor viscosidade ileal provocada pelas rações peletizadas pode ser ainda mais importante em países onde se utiliza maiores quantidades de ingredientes ricos em polissacarídeos não-amiláceos (Engberg et al., 2002).

De acordo com Bennett et al. (2002), o uso de rações peletizadas melhora o desempenho dos frangos, aumenta a taxa de mortalidade por síndrome da morte súbita e diminui a porcentagem de moela em relação ao peso vivo da ave, quando comparados com aqueles alimentados com ração farelada. O rendimento de carcaça e a porcentagem de gordura abdominal não sofrem efeito da forma física da ração.

Os efeitos da forma física e da granulometria da ração sobre a morfometria intestinal de frangos de corte foram avaliados por Dahlke et al. (2003), os quais observaram que o peso da moela aumenta linearmente com o aumento do tamanho da partícula, independente da forma física da ração. Este resultado pode ser explicado em função da diminuição da taxa de passagem provocado por partículas de maior tamanho, o que resulta em maior contato entre o alimento e a mucosa intestinal. Além disso, rações peletizadas favorecem o aumento do número de vilosidades duodenais. A profundidade das criptas duodenais

sofreu influência tanto da forma física (peletizadas aumentando sua profundidade) quanto da granulometria (partículas maiores favorecendo maior profundidade).

López (2004) verificou melhora no desempenho de frangos de corte alimentados com rações peletizadas em relação a rações fareladas. As aves que consumiram rações peletizadas apresentaram maior peso corporal e consumo de ração, mas não foram observadas diferenças na conversão alimentar e viabilidade. Foi observado, também, que os frangos alimentados com as rações peletizadas, com granulometria grossa, apresentaram maior proporção de intestinos e menor proporção de moela em relação ao peso corporal. A menor proporção da moela foi explicada em função da maior taxa de passagem das rações peletizadas, o que provocaria menor volume de alimento na moela e menor atividade dos músculos. Os rendimentos de carcaça não foram influenciados pela forma das rações.

Os benefícios da peletização das rações para frangos de corte, segundo Skinner-Noblet et al. (2005), são causados pela modificação do comportamento padrão das aves, ou seja, quando se utiliza a ração peletizada há uma redução do tempo gasto para a ingestão, aumentando o período de descanso o que aumenta a energia disponível para ganho de peso. Esta mudança de comportamento pode depender da linhagem do frango.

Os efeitos da forma física (peletizada/triturada e farelada) e da granulometria (653, 720 e 822  $\mu\text{m}$ ) da ração sobre o desempenho e porcentagem dos órgãos digestivos de frangos de corte aos sete dias de idade foram estudados por Opalinski et al. (2005). Estes pesquisadores observaram maior ganho de peso e consumo de ração quando aves foram alimentadas com rações peletizadas. Foi verificado efeito da granulometria sobre a conversão alimentar quando os pintos alimentados com rações com granulometria de 720  $\mu\text{m}$  apresentaram melhor conversão alimentar do que aqueles que receberam a ração com granulometria de 653  $\mu\text{m}$ , mas não houve diferenças entre estas e aquelas obtidas com os pintos alimentados com ração com granulometria de 822  $\mu\text{m}$ . Os frangos alimentados com ração com granulometria de 822  $\mu\text{m}$  na forma peletizada apresentaram maior peso percentual de duodeno, em relação aos demais tratamentos.

Amornthewaphat et al. (2005), avaliando os efeitos da forma física da ração sobre o

desempenho de frangos de corte da linhagem Ross, observaram aumento no consumo de ração, no ganho de peso e na taxa de mortalidade, além de melhor conversão alimentar, para aves alimentadas com rações peletizadas. Os autores sugerem que os benefícios da peletização podem ser atribuídos ao menor desperdício, menor seleção de ingredientes e maior consumo de ração.

Huang et al. (2006) observaram que os frangos alimentados com rações peletizadas apresentaram uma maior incidência de *Salmonella* na moela e no ceco quando comparados com aqueles que receberam rações fareladas. Este efeito foi justificado pelo aumento do pH na moela das aves alimentadas com rações peletizadas, o que pode ter permitido uma maior sobrevivência das bactérias e, conseqüentemente, maior presença no duodeno e na parte distal do intestino.

## 2.5 ENERGIA DA RAÇÃO

Com base no conceito de que a ave regula o consumo de ração em função de sua necessidade de energia, o nível energético das rações tem sido utilizado para a determinação da concentração dos nutrientes nas rações. Esta teoria se aplica bem em rações com baixo nível energético ou quando se compara rações com e sem óleo. Entretanto, este conceito deve ser analisado com cuidado, uma vez que os frangos de corte modernos, selecionados para grande apetite, alto consumo e boa conversão alimentar não obedecem a este conceito. Os mecanismos fisiológicos que regulam a ingestão de energia se tornam mais complicados em situações como na deficiência de um nutriente, rações com diferentes densidades, níveis energéticos elevados com alta inclusão de lipídios e estresse calórico (Nutrient..., 1994; Lesson et al., 1996).

A quantidade de calor produzido quando um alimento é queimado completamente na presença de oxigênio pode ser mensurado em uma bomba calorimétrica. Desta produção total de calor apenas parte dela será aproveitada pelo animal e depende da capacidade ou habilidade do animal em digerir este alimento. Parte desta energia será perdida na produção de calor. Em função disto, há diversas maneiras de mensurar e classificar a energia e vários outros termos derivados desta classificação, os quais serão descritos a seguir.

Energia bruta (EB) é a energia perdida como calor quando uma substância é completamente oxidada até dióxido de carbono e água. Também

referenciada como calor de combustão (Nutrient..., 1994).

Energia digestível aparente (ED) é a energia bruta do alimento consumido menos a energia bruta perdida nas fezes. O termo aparente se refere à energia perdida nas fezes que não está relacionada com o alimento propriamente dito, ou seja, são resíduos como bile, células da mucosa e secreções intestinais não absorvidas (Sibbald e Morse, 1983).

Energia metabolizável aparente (EMA) é a energia bruta do alimento consumido menos a energia bruta das fezes, urina e produtos gasosos da digestão. Para aves os produtos gasosos são usualmente negligenciáveis. Uma correção pelo nitrogênio é normalmente aplicada para determinar a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMA<sub>n</sub>). Esta correção tem origem no fato de que a proteína retida no organismo da ave e, conseqüentemente não catabolizada até os produtos de excreção nitrogenada, não contribui para a energia das fezes e urina. Esta correção se faz necessária, pois se convencionou que a determinação de EMA fosse realizada em situação de retenção zero de nitrogênio, ou seja, mais próximo de animais adultos ou em manutenção. Para determinação de energia dos alimentos para aves em crescimento, ou seja, em balanço positivo de nitrogênio (retenção) ou em aves em jejum prolongado, em balanço negativo de nitrogênio (excreção) é necessária a realização desta correção (Penz Júnior et al., 1999). Segundo Leeson e Summers (2001) as aves em crescimento, que estão retendo nitrogênio, terão seus valores de EMAn menores que os valores determinados para EMA.

Energia metabolizável verdadeira (EMV) é a energia bruta do alimento consumido menos a energia bruta da excreta, corrigida pelas perdas de origem fecal metabólica e urinária endógena. A correção pelo nitrogênio nesta determinação também deve ser realizada e obtém-se a energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio (EMV<sub>n</sub>) (Nutrient..., 1994).

Energia líquida (EL) é a energia metabolizável menos a energia perdida como calor (incremento calórico). A energia líquida inclui a energia utilizada para manutenção e a energia utilizada para produção (Nutrient..., 1994).

Incremento calórico (IC) é o calor produzido pela digestão, absorção e assimilação do alimento ingerido. O incremento calórico aumenta em

função, por exemplo, do aumento da energia (quantidade do alimento) porque o transporte e a digestão do alimento no trato digestivo necessitam de mais energia. Além disso, este incremento calórico pode ser aumentado no caso do animal utilizar proteína como fonte de energia no lugar de carboidratos e lipídios, ou ainda, em função de um excesso de proteína na ração (Nutrient..., 1994; Penz Júnior et al., 1999).

A produção de calor dos animais pode ser medida por calorimetria direta, em calorímetros, ou por calorimetria indireta, em que a produção de calor é determinada pela relação entre o oxigênio consumido e o dióxido de carbono produzido, medidos em câmara respirométrica. Outro método é o abate comparativo que estima a produção de calor pela diferença entre a energia metabolizável ingerida e a energia corporal retida (Blaxter, 1989 citado por Sakomura, 2005). Para determinar o incremento calórico é preciso mensurar a necessidade energética de manutenção do animal. Três métodos têm sido utilizados para se determinar a exigência de manutenção e eficiência de utilização da energia metabolizável: animais em jejum, animais alimentados próximo ao nível zero de retenção e animais alimentados com diferentes níveis de alimentação.

A exigência de manutenção pode ser calculada por meio da determinação da produção de calor de animais em jejum em estado pós-absortivo (utilizando reservas corporais como fonte de energia), em temperatura termoneutra e com um mínimo de atividade física. A produção de calor medida sob estas condições é relacionada com a energia produzida no catabolismo dos tecidos, e é igual à exigência de energia para manutenção expressa em energia líquida. Como principais críticas à utilização deste método têm-se que a eficiência de utilização da gordura corporal como fonte de energia não é semelhante a utilização de carboidratos, lipídios e proteínas dietéticas e animais em jejum apresentam menor movimentação, ou seja, menor produção de calor (Chwalibog, 1991).

De acordo com Cant et al. (1996), os intestinos utilizam, aproximadamente, 20% da energia metabolizável ingerida (transporte de nutrientes e renovação celular) e intestinos maiores estão relacionados com maior capacidade de ingestão. Entretanto, em animais de produção, o deslocamento de grandes quantidades de energia para manutenção fisiológica dos intestinos, com grande capacidade de ingestão, pode prejudicar o aproveitamento da energia para o crescimento.

Koh e Macleod (1999) mediram a variação na produção de calor, por meio de câmaras respirométricas, em frangos de corte submetidos a diferentes níveis de alimentação e temperaturas e observaram menor produção de calor no período de escuro e queda na produção de calor à medida que diminuiu o consumo e aumentou a temperatura.

A produção de calor pela ave é influenciada por vários fatores incluindo consumo, temperatura ambiente, composição das rações, tipo de tecido sintetizado, programa de luz e atividade física. A energia gasta para atividade física sofre influência de fatores não nutritivos, tais como processamento do alimento e o período de luminosidade (Zhou e Yamamoto, 1997, Ohtani e Leeson, 2000, McKinney e Teeter, 2004).

Klein et al. (1995) estudaram o efeito da forma física da ração (peletizada ou farelada) sobre as respostas do metabolismo energético de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. Usando a técnica de abate comparativo, os autores verificaram que a peletização favorece o consumo, a retenção e a eficiência de retenção de energia metabolizável aparente. Além disso, encontraram  $51,7 \text{ kcal/kg}^{0,75}$  e  $55 \text{ kcal/kg}^{0,75}$  de incremento calórico, respectivamente, para rações peletizadas e fareladas, sem diferenças estatísticas entre as formas físicas.

Um dos fatores que mais influencia o incremento calórico é a composição dos alimentos e das rações. A grande variação na determinação da energia produtiva contida em determinado alimento é devida a perdas na forma de calor em função do balanceamento da ração. Com rações adequadamente balanceadas a quantidade de calor perdido é mínima, enquanto que com rações desbalanceadas, especialmente aquelas com deficiência ou excesso de proteínas, pode ocorrer enorme desperdício de energia na forma de calor (Leeson e Summers, 2001).

A exigência de energia metabolizável para manutenção de frangos de corte está entre 111 e 143  $\text{kcal/kg}^{0,75}$  (Nieto et al., 1995).

Os efeitos dos níveis de energia metabolizável da ração (3050, 3200 e 3500  $\text{kcal/kg}$ ) sobre o desempenho e o metabolismo energético de frangos de corte (machos) na fase de crescimento foram avaliados por Sakomura et al. (2004). Por meio da técnica de abate comparativo e utilizando diferentes níveis de alimentação (*ad libitum*, 70,

50 e 30% do consumo *ad libitum*) foi determinado o valor de 141 kcal/kg<sup>0,75</sup> como a energia metabolizável de manutenção (EMm) para a energia de 3200 kcal/kg. O nível de energia mais alto proporcionou melhores resultados de desempenho enquanto que o nível médio resultou em melhor qualidade de carcaça.

Longo et al. (2006) determinaram a exigência de energia metabolizável para manutenção e crescimento de frangos de corte de 22 a 56 dias de idade, por meio da técnica de abate comparativo, utilizando diferentes níveis de alimentação (*ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum*) e três temperaturas ambiente (13, 23 e 32°C). Os resultados foram de 159,4; 116,2 e 128,7 kcal/kg<sup>0,75</sup> para 13, 23 e 32°C, respectivamente, e 137, 142, 129 e 132 kcal/kg<sup>0,75</sup> para os níveis de alimentação *ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum*, respectivamente. Estes resultados demonstraram um efeito quadrático da temperatura sobre a exigência de manutenção e sem efeito do nível de alimentação.

## 2.6 LINHAGEM

Segundo Havenstein et al. (2003), nos últimos 30 anos o melhoramento genético contribuiu com mais de 80 % da evolução do desempenho de frangos de corte.

Comparando o desempenho e o rendimento de carcaça em três linhagens de frangos de corte (Hubbard, Ross e Cobb), Murakami et al. (1995) observaram diferenças significativas entre as linhagens. O ganho de peso dos frangos Ross foi superior ao dos Cobb e estes tiveram ganhos de peso maiores do que os da linhagem Hubbard. A pior conversão alimentar ocorreu com os frangos Hubbard. As aves Cobb apresentaram maior rendimento de carcaça quando comparada com as aves Hubbard e as aves Ross não diferiram das demais. Em relação ao rendimento de peito, Ross e Cobb apresentaram maior porcentagem do que o Hubbard. As linhagens não diferiram em relação à porcentagem de coxa. As aves Ross apresentaram maior porcentagem de gordura abdominal em relação ao Hubbard, não diferindo da linhagem Cobb.

Stringhini et al. (2003) não observaram diferenças significativas para ganho de peso e consumo de ração de um a 44 dias de idade, rendimento de carcaça aos 41 e 44 dias de idade e cortes aos 44 dias de idade, entre as linhagens Arbor Acres, Aviam Farms, Cobb e Ross. Os frangos da linhagem Ross apresentaram melhor conversão

alimentar do que os das linhagens Aviam e Arbor Acres, não diferindo da linhagem Cobb.

Avaliando o efeito da seleção genética para melhorar a conversão alimentar sobre o comportamento de frangos de corte, Skinner-Noblet et al. (2003) observaram que as aves com melhores conversões alimentares são mais ativas e menos letárgicas que aves com conversões alimentares ruins.

Em estudo avaliando os efeitos da forma física da ração (farelada, peletizada), do tamanho do pélete (2,5 e 4,0 mm), da porcentagem de ração farelada (0, 20, 40, 60, 80 e 100 %) e da linhagem (crescimento rápido – Ross PM3 e crescimento lento - 588 S) sobre o desempenho de frangos de corte machos, Quentin et al. (2004) observaram uma redução no consumo de ração e no ganho de peso das aves de crescimento rápido alimentadas com rações fareladas, em comparação com rações peletizadas. A conversão alimentar foi melhor para aves alimentadas com rações peletizadas, independente da linhagem. À medida que se aumentou a porcentagem de ração farelada houve uma redução no consumo e no ganho de peso, efeito observado principalmente na linhagem de crescimento rápido. Observaram perdas no ganho de peso de aves alimentadas com rações com 20% de ração farelada e na conversão alimentar a partir de 48% de ração farelada. Os autores concluíram que aves de crescimento rápido são mais sensíveis ao tamanho da partícula e teriam menor capacidade de adaptação em função da seleção genética.

Marcato et al. (2006a,b) compararam as curvas de crescimento corporal, deposição de nutrientes corporais e curvas de crescimento dos órgãos das linhagens Cobb e Ross, e observaram que os frangos da linhagem Cobb tiveram taxas de crescimento maiores até cinco semanas de idade e após este período foi a linhagem Ross que teve maiores taxas de crescimento. Além disso, os frangos Ross atingiram o ponto de inflexão da taxa de deposição de proteína uma semana mais tarde comparada à linhagem Cobb, que foi mais precoce. Em relação ao crescimento de órgãos como coração, intestino e próventrículo foi observado que as aves da linhagem Ross apresentaram maiores pesos desses órgãos quando comparados com a linhagem Cobb.

## 2.7 RESTRIÇÃO ALIMENTAR

Os frangos de corte das linhagens atuais são caracterizados por grande apetite, alta velocidade

de crescimento e boa conversão alimentar. Estas características estão associadas ao aumento da incidência de doenças metabólicas e de problemas locomotores. Vários estudos vêm demonstrando que a restrição de ração na fase inicial da vida do frango, acompanhada de tempo suficiente para ganho compensatório, pode prevenir os problemas citados acima sem comprometer o desempenho e até melhorar a conversão alimentar. Entretanto, esta recuperação no desempenho é dependente da severidade da restrição, estágio de desenvolvimento da ave no começo da restrição e a duração da restrição (Gonzalez et al., 1998, Lippens et al., 2002).

Gonzalez et al. (1998), avaliando os efeitos da restrição alimentar quantitativa (0, 10, 20, 30, 40 e 50% da alimentação à vontade) entre o 8º e o 14º dia de idade dos pintos de corte sobre a taxa de mortalidade no inverno e no verão, concluíram que restrições de 30 a 40%, aplicada durante sete dias na segunda semana de vida, pode ser indicada para reduzir a mortalidade em frangos de corte criados no inverno, em função da mudança na curva de crescimento das aves, sem prejuízo produtivo e econômico, desde que a ave tenha, no mínimo, três semanas para recuperação do peso.

Os efeitos de diferentes programas de restrição alimentar quantitativa aplicados intercaladamente a partir do 8º dia de vida sobre o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte foram avaliados por Lana et al. (1999), que observaram ser viável a aplicação desta prática desde que não seja severa (quatro dias de jejum intercalados com arraçoamento restrito por ave entre os dias de jejum) a ponto de não reduzir o ganho de peso.

Lippens et al. (2000) avaliaram os efeitos da restrição alimentar a partir do quarto dia de vida (quatro dias com restrição de 80 e 90% do consumo *ad libitum* e oito dias com de restrição 80% do consumo *ad libitum*) de duas linhagens de frangos de corte (Ross 508 e Hybro G). Os autores observaram que as fêmeas das linhagens Ross e Hybro submetidas à restrição de 90% durante quatro dias cresceram em taxas maiores, após a restrição, do que fêmeas sem restrição, alcançando pesos semelhantes ao das aves alimentadas *ad libitum*. A restrição de 90% em relação ao consumo *ad libitum* não prejudicou o ganho de peso dos frangos e aves submetidas à restrição apresentaram pior rendimento de carcaça (90%-4d e 80%-8d) que as aves alimentadas à vontade. Os autores sugerem que existem diferenças em relação à capacidade de ganho compensatório entre linhagens e que os frangos da

linhagem Ross têm um crescimento inicial menos acelerado do que os da Hybro G.

Estudando a restrição quantitativa, Govaerts et al. (2000) concluíram que aves alimentadas sob restrição alimentar direcionam os nutrientes para o desenvolvimento de órgãos essenciais para o crescimento inicial, como proventrículo e moela, em detrimento de tecidos como peito e coxa.

O efeito da restrição alimentar quantitativa, de 80% da ração *ad libitum* durante quatro dias (quatro a sete dias de idade) nas linhagens Ross 208 e Ross 508, foi estudado por Lippens et al. (2002), os quais encontraram, aos 42 dias de idade, ganho de peso e consumo de ração semelhantes entre as aves alimentadas *ad libitum* e restritas, além de uma melhor conversão alimentar para aves submetidas à restrição. Com relação às linhagens, a Ross 508 apresentou melhor conversão alimentar. Os autores relataram diferentes níveis de retenções de nitrogênio entre linhagens e associaram estes resultados às altas taxas de crescimento na fase inicial da vida da ave. Como conclusão os autores sugeriram a alteração na curva de crescimento das aves de crescimento rápido visando melhorias no desempenho e redução na poluição ambiental.

Segundo Urdaneta-Rincon e Leeson (2002), a melhora na conversão alimentar dos frangos submetidos à restrição alimentar é devido à redução nas exigências de manutenção. Este fato parece estar relacionado com a diminuição no metabolismo basal e menor peso corporal levando a uma menor exigência para manutenção.

## 2.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amornthewaphat, N.; Lerdsuwan, S.; Attamangkune, S. Effect of extrusion of corn and feed form on feed quality and growth performance of poultry in a tropical environment. *Poultry Science*, v.84. p. 1640-1647, 2005.
- Ávila, V.S.; Rosa, P.S.; Guidoni, A.L.; Roll, V.F.B.; Brum, P.A.R. Desempenho de frangos de corte machos criados no verão até 46 dias de idade, com rações de formas física diferente. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Campinas, SP. *Anais...* Campinas: 1995. p. 213-214.
- Bayley, H.S.; Summers, J.D.; Slinger, J. The effect of steam pelleting feed ingredients on chick performance: effect on phosphorus availability, metabolizable energy value and carcass composition. *Poultry Science*, v.47. p. 1140-1148, 1968.
- Behnke, K.C.; Beyer R.S. Effect of feed processing on broiler performance. Disponível em: <http://www.veterinaria.uchile.cl>. Acesso em: 20/11/2006.
- Benett, C.D.; Classen, H.L.; Riddell, C. Feeding broiler chickens wheat and barley diets containing whole, ground and pelleted grain. *Poultry Science*, v.81. p. 995-1003, 2002.
- Bertechini, A.G.; Rostagno, H.R.; Fonseca, J.B.; Oliveira, A.I.G. Efeitos da forma física e nível de energia da ração sobre o desempenho e carcaça de frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 20. p. 229-239, 1991.a
- Bertechini, A.G.; Rostagno, H.R.; Fonseca, J.B.; Oliveira, A.I.G. Efeitos da temperatura ambiente e nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 20. p. 257-265, 1991.b
- Beyer R.S. The impact of feed milling and manufacturing procedures on nutrient availability and importance of quality control. Disponível em [http://www.asa-europe.org/pdf/impact\\_of\\_feed%20.pdf](http://www.asa-europe.org/pdf/impact_of_feed%20.pdf). Acesso em: 20/11/2006.
- Briggs, J.L.; Maier, D.E.; Watkins, B.A.; Behnke, K.C. Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. *Poultry Science*, v.78. p. 1464-1471, 1999.
- Bolton, W. The digestibility of mash and pellets by chicks. *Journal of Agriculture Science*, v.55. p.141-142, 1962.
- Calet, C. The relative value of pellets versus mash and grain in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, v.21. p. 23-52, 1965.
- Cant, J.P.; McBride, B.W.; Croom Jr.; W.J. The regulation of intestinal metabolism and its impact on whole animal energetics. *Journal of Animal Science*, v.74. p. 2541-2553, 1996.
- Choi, J.H.; So, B.S.; Ryu, K.S.; Kang, S.L. Effects of pelleted or crumbled diets on the performance and the development of the digestive organs of broiler. *Poultry Science*, v.65. p. 594-597, 1986.
- Chwalibog, A. Energetics of Animal Production. *Acta Agric. Scand*, v. 41. p. 147-160, 1991.
- Dahlke, F., Ribeiro, A.M.L., Kessler, A.M., Lima, A.R., Maiorka, A. Effects of corn particle size and physical form of the diets on the gastrointestinal structures of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.5. p. 62-67, 2003.
- Dozier III, W.A.; Behnke, K.; Kid, M.T.; Branton, S.L. Effects of the addition of roller mill ground corn to pelleted feed on pelleting parameter, broiler performance, and intestinal strength. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 15. p. 236-244, 2006.
- Edwards Jr.; H.M.; Carlos, A.B.; Kasim, A.B.; Toledo, R.T. Effects of steam pelleting and extrusion of feed and phytate phosphorus utilization in broiler chicken. *Poultry Science*, v.78. p. 99-101, 1999.
- Engberg, R.M.; Hedemann, M.S.; Jensen, B.B. The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. *British Poultry Science*, v. 43. p. 569-579, 2002.
- Farrel, D.J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. *British Poultry Science*, v. 19. p. 303-308, 1978.
- Gonzales, E.; Junqueira, O.M.; Macari, M.; Filho, R.L.A.; Garcia, E.A. Uso da restrição alimentar quantitativa para diminuir a mortalidade de frangos de corte machos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27. p.129-136, 1998.



- Gonzales-Esquerria, R.; Leeson, S. Studies on the metabolizable energy content of ground full-fat flaxseed fed in mash, pellet and crumbled diets assayed with birds of different ages. *Poultry Science*, v. 79. p. 1603-1607, 2000.
- Govaerts, T., Room G., Buyse, J., Lippens, M., De Groote, G., Decuypere, E. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 2. Effects on allometric growth and growth hormone secretion. *British Poultry Science*, v. 41. p. 355-362, 2000.
- Greenwood, M.W.; Cramer, K.R.; Clark, P.M.; Behnke, K.C.; Beyer, R.S. Influence of feed form on dietary and lysine energy intake and utilization of broilers from 14 to 30 days of age. *International Journal of Poultry Science*, v.3. p. 189-194, 2004.
- Greenwood, M.W.; Cramer K.R.; Beyer, R.S.; Clark, P.M.; Behnke, K.C. Influence of feed form on estimated digestible lysine needs of male broilers from 16 to 30 days of age. *Journal of Applied Poultry Research*, v.14. p. 130-135, 2005.
- Hamilton, R.M.G.; Proudfoot, F.G. Ingredient particle size and feed texture: effects on the performance of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, v. 51. p. 203-210, 1995.
- Havenstein, G.B.; Ferket, P.R.; Qureshi, M.A. Growth, livability and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*, v. 82. p. 1500-1508, 2003.
- Huang, D.S.; Li, D.F.; Xing, J.J.; Ma, Y.X.; Li, Z.J.; Lv, S.Q. Effects of Feed Particle Size and Feed Form on Survival of *Salmonella typhimurium* in the Alimentary Tract and Cecal *S. Typhimurium* Reduction in Growing Broilers. *Poultry Science*, v. 85. 831-836, 2006.
- Hussar, N.; Robblee, A.R. Effects of pelleting on the utilization of feed by the growing chicken. *Poultry Science*, v. 41. 1489-1493, 1962.
- Jensen, L.S.; Merrill, L.; Reddy, C.V.; McGinnis, J. Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poultry Science*, v. 41. p. 1414-1419, 1962.
- Klein, C.H.; Kessler, A.M.; Penz, A.M.J. Efeito da forma física da ração sobre alguns parâmetros do metabolismo energético de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32. 1995, Brasília, *Anais...* Brasília : 1995. p. 482-483.
- Koh, K.; Macleod, M.G. Circadian variation in heat production and respiratory quotient in growing broilers maintained at different food intakes and ambient temperatures. *British Poultry Science*, v. 40. p. 353-356, 1999.
- Lana, G.R.Q.; Rostagno, H.S.; Donzele, J.L.; Lana, A.M.Q. Efeito de programas de restrição alimentar sobre o desempenho produtivo e econômico e a deposição de gordura na carcaça de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28. p.1302-1309, 1999.
- Larbier, M.; Leclercq, B. *Nutrition and feeding of poultry*. Nottingham:Nottingham University Press, 1994.305p.
- Lemme, A.; Wijtten, P.J.; Van Fichen, J.; Petri, A.; Langhout, D.J. Responses of male broilers to increasing levels of balanced protein as coarse mash or pellets of varying quality. *Poultry Science*, v. 85. p. 721-730, 2006.
- Leeson, S.; Caston, L.; Summers, J.D. Broiler response to diet energy. *Poultry Science*, v. 75. p. 529-535, 1996.
- Leeson, S.; Caston, L.J.; Summers, J.D. Performance of male broilers to 70 days when fed diets of varying nutrient density as mash or pellets. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 8. p. 452-464, 1999.
- Leeson, S.; Summers, J.D. *Nutrition of the chicken*. 4 ed. Ontario:University Books, 2001. 413p.
- Leeson, S.; Zubair, A.K. Digestion in Poultry I: Proteins and Fats. Disponível em: [www.novusint.com](http://www.novusint.com). Acesso em 30-10-2006. a
- Leeson, S.; Zubair, A.K. Digestion in Poultry II: Carbohydrates, Vitamins and Minerals. Disponível em: [www.novusint.com](http://www.novusint.com). Acesso em 30-10-2006. b
- Lippens, M.; Room G.; De Groote, G.; Decuypere, E. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens.1. Effects on performance characteristics, mortality and meat quality. *British Poultry Science*, v. 41. p. 343-354, 2000.
- Lippens, M.; Huyghebaert, G.; De Groote, G. The efficiency of nitrogen retention during

- compensatory growth of food-restricted broilers. *British Poultry Science*, v. 43. p. 669-676, 2002.
- Longo, F.A.; Sakomura, N.K.; Rabello, C.B.V.; Figueiredo, A.N.; Fernandes, J.B.K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35. p.119-125, 2006.
- López, C.A.A. *Efeitos dos métodos de moagem e da forma física da ração sobre o desempenho, digestibilidade e composição da carcaça de frangos de corte*. 1999. 43f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- López, C.A.A. *Efeitos da forma física e da granulometria da ração sobre a digestibilidade, desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte*. 2004. 50f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- 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 de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.2. p.214-221, 2004.
- McCracken, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. *Poultry Feedstuffs: Supply, composition and nutritive value*. Cabi Publishing, 2002, Cap: 16. p.301-316.
- McKinney, L.J.; Teeter, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poultry Science*, v. 83. p. 1165-1174, 2004.
- Marcato, S.M.; Sakomura, N.K.; Barbosa, N.A.A.; Santos, F.; Mendonça, M.O.; Fernandes, J.B.K. Curvas de crescimento e da deposição de nutrientes corporais de duas linhagens de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl.8. p. 167, 2006. a
- Marcato, S.M.; Sakomura, N.K.; Munari, D.P.; Bonato, M.A.; Piva, G.H.; Kawachi, I.M. Curvas de crescimento dos órgãos de duas linhagens de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl.8. p. 169, 2006. b
- Meinerz, C.; Ribeiro, A.M.L.; Penz Jr. A.M.; Kessler, A.M. Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30. p. 2026-2032, 2001.
- Moritz, J.S.; Parsons, A.S.; Buchanan, N.P.; Cavalcanti, W.B.; Cramer, K.R.; Beyer, R.S. Effect of gelatinizing of starch through feed processing on zero to three week broiler performance and metabolism. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 14. p. 47-54, 2005.
- Murakami, A.E.; Nerilo, N.; Furlan, A.C.; Scapinello, C.; Barbosa, M.J.B.; Cardos, A. Desempenho, rendimento de carcaça, cortes e desossa de três linhagens comerciais de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Campinas, SP. *Anais...* Campinas: 1995. p. 279-280.
- Nieto, R.; Prieto, C.; Fernandez-Figares, I.; Aguilera, J.F. Effect of dietary protein quality on energy metabolism in growing chicken. *British Journal of Nutrition*, v. 74. 163-172, 1995.
- Nilipour, A. Produciendo pelets de calidad. *Indústria Avícola*, v.41. p. 28-35, 1994.
- Nir, I.; Cohen, R.; Kafri, I. Determination of vitamin A stability in mash and pelleted feeds by a biological procedure. *Poultry Science*, v. 60. 1022-1025, 1981.
- Nir, I.; Twina, Y.; Grossman, E.; Nitsan, Z. 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.; Shefet, G. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poultry Science*, v. 74. p. 771-783, 1995.
- NUTRIENT requirement of Poultry. 4 ed. Washington, D.C : National Academy Press, 1994.
- Ohtani, S.; Leeson, S. The effect of intermittent lighting on metabolizable energy intake and heat

- production of male broilers. *Poultry Science*, v. 79 p. 167-171, 2000.
- Opalinski, M., Cunha, F., Bueno, F., Dahlke, F., Maiorka, A. Granulometria e forma física de rações pré-iniciais para frangos de corte e seus efeitos no desempenho e dinâmica gastrintestinal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005. Goiânia, *Anais...*, Goiânia: SBZ, 2005.
- Parsons, A.S.; Buchanan, N.P.; Blemings, K.P.; Wilson, M.E.; Moritz, J.S. Effect of corn particle size and pellet texture on broiler performance in the growing phase. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 15. p. 245-255, 2006.
- Penz Júnior, A.M.; Kessler, A.M.; Brugalli, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. *Anais...* Campinas:Facta, 1999. p. 1-24.
- Pirgozliev, V.; Rose, S.P. Net energy systems for poultry feeds: a quantitative review. *World's Poultry Science Journal*, v. 55. p. 23-36, 1999.
- Plavnik, I.; Wax, E.; Sklan, D.; Hurwitz, S. The response of broiler chickens and turkey poults to steam pelleted supplemented with fats or carbohydrates. *Poultry Science*, v. 76. 1006-1013, 1997.
- Quentin, M.; Bouvarel, I.; Picard, M. Short- and long-term effects of feed form on fast- and slow-growing broiler. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 13. p. 540-548, 2004.
- Roll, V.F.B.; Avila, V.S.; Rutz, F. et al. Efeito da forma física da ração em frangos de corte durante o verão. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 5. p.54-59,1999.
- Sakomura, N.K.; Longo, F.A.; Rabello, C.B.V.; Watanabe, K.; Pelícia, K.; Freitas, E.R. Efeito do nível de energia metabolizável da ração no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33. p.1758-1767, 2004.
- Sakomura, N.K. Uso do modelo fatorial para determinar as exigências nutricionais de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, II, 2005. Viçosa, *Anais...*, Viçosa:UFV, 2005.
- Savory, C.J. Growth and behavior of chicks fed on pellets or mash. *British Poultry Science*, v.15. p.281-286, 1974.
- Sibbald, I.R.; Morse, P.M. Effects of the nitrogen correction and of feed intake on true metabolizable energy values. *Poultry Science*, v. 62. p. 138-142, 1983.
- Skinner-Noble, D.O.; Jones, R.B.; Teeter, R.G. Components of feed efficiency in broiler breeding stock: is improved feed conversion associated with increased docility and lethargy in broilers? *Poultry Science*, v. 82. p. 532-537, 2003.
- Skinner-Noble, D.O.; McKinney, L.J.; Teeter, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: III. Feed form affects broiler performance by modifying behavior patterns. *Poultry Science*, v. 84. p. 403-411, 2005.
- Spring, P.; Newman, K.E.; Wenk, C.; Messikommer, R.; Vranjes, M.V. Effect of pelleting temperature on the activity of different enzymes. *Poultry Science*, v. 75. p. 357-361, 1996.
- Stringhini, J.H.; Laboissière, M.; Muramatsu, K.; Leandro, N.S.M.; Café, M.B. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32. p.183-190, 2003.
- Svihus, B.; Klovstad, K.H.; Perez, V.; Zimonja, O.; Sahlstrom, S.; Schüller, R.B.; Jeksrud, W.K.; Prestlokken, E. Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. *Animal Feed Science and Technology*, v. 117. p. 281-293, 2004.
- Tardin, A.C.; Penz Jr.; A.M. Peletização – Uso do processo na produção de rações para aves. In: ENCONTRO TÉCNICO ACETAV. SIMPÓSIO FÁBRICA DE RAÇÕES, 3, 1997. Fortaleza, *Anais...* Fortaleza:ACETAV, 1997.
- Thomas, M.; Van der Poel, A.F.B. Physical quality of pelleted animal feed.1. Criteria for pellet quality. *Animal Feed Science and Technology*, v. 61. p. 89-112, 1996.

Thomas, M.; van Zuilichen, D.J.; Van der Poel, A.F.B. Physical quality of pelleted animal feed. 2. contribution of processes and its conditions. *Animal Feed Science and Technology*, v. 64. p. 173-192, 1997.

Thomas, M.; Van Vliet, T.J.; Van der Poel, A.F.B. Physical quality of pelleted animal feed. 3. contribution of feedstuffs components. *Animal Feed Science and Technology*, v. 70. p. 59-78, 1998.

Urdaneta-Rincon, M.; Leeson, S. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. *Poultry Science*, v.81. p.679-688, 2002.

Vargas, G.D.; Brum, P.A.R.; Fialho, F.B.; Rutz, F. Bordin, R. Efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.7. p.42-45, 2001.

Zelenka, J. Effect of pelleting on digestibility and metabolizable energy values of poultry diet. *Czech. Journal of Animal Science*, v.48. p. 239-242, 2003.

Zhou, W.T.; Yamamoto, S. Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers. *British Poultry Science*, v. 38. p. 107-114, 1997.

Wahlstrom, A.; Elwinger, K.; Thomke, S. Total tract ileal nutrient digestibility of a diet fed as mash or crumbled pellets to two laying hybrids. *Animal Feed Science and Technology*, v. 77. p. 229-239, 1999.

### **3 EXPERIMENTO I - EFEITOS DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO E DA LINHAGEM SOBRE A DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E DETERMINAÇÃO DE ENERGIA LÍQUIDA**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

O processo de peletização vem sendo largamente adotado na indústria avícola e vários são os trabalhos que mostram seus benefícios em relação à melhora no desempenho de frangos de corte. Alguns autores justificam os ganhos de desempenho a partir de uma mudança no comportamento da ave (Jensen et al., 1962, Skinner-Noble et al., 2005), relacionando rações peletizadas com facilidade de consumo, menor tempo de ingestão e menor gasto energético para manutenção. Outros pesquisadores relacionam a peletização com o aumento na digestibilidade dos nutrientes e melhor aproveitamento destes pelos frangos de corte (Calet, 1965, Gonzalez-Esquerra e Leeson, 2000 e Svihus et al., 2004).

O processo básico de peletização, segundo Thomas et al. (1998), consiste na agregação de partículas provenientes de rações na forma de farelo e, durante esse processo, as propriedades físico-químicas do material processado se modificam em função dos diferentes processos de produção e condições aplicadas. Seus principais efeitos estariam relacionados de forma benéfica com melhorias na digestibilidade dos nutrientes em função da gelatinização do amido, melhor digestibilidade das fontes lipídicas e de forma prejudicial, quando mal processada, pela formação de reações de Maillard e perdas na biodisponibilidade de nutrientes, principalmente, de vitaminas.

Segundo Gonzalez-Esquerra e Leeson (2000), dois mecanismos poderiam explicar o benefício da peletização no aumento da energia metabolizável de sementes ricas em óleo. O primeiro seria o rompimento, pelo calor, da célula que contém o óleo e o segundo a destruição de possíveis fatores tóxicos que prejudicariam o aproveitamento dos nutrientes.

Zelenka (2003) verificou melhora na digestibilidade da matéria seca, gordura e aumento na energia metabolizável aparente e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio das rações peletizadas, quando comparadas com rações fareladas.

Além dos fatores citados acima, o sucesso do uso de rações peletizadas depende da qualidade do pélete que, por sua vez, depende da composição da ração, do condicionamento, do tamanho de partícula, das especificações da matriz e do processo de resfriamento (Reimer, 1993 citado por Benhke e Beyer, 2002).

Mckinney e Teeter (2004) observaram que rações para frangos de corte com o percentual de péletes íntegros acima de 40% apresentam ganhos em relação ao peso corporal e conversão alimentar, quando comparadas com rações fareladas. À medida que aumenta a qualidade do pélete as aves gastam menos tempo para consumir a ração, ou seja, há uma relação positiva entre qualidade do pélete e redução de atividade, o que melhoraria o aproveitamento da energia levando a um maior crescimento.

A indústria avícola mundial tem se mostrado altamente competitiva e pequenas diferenças na eficiência de utilização dos alimentos pelas aves podem ter grande impacto econômico. A determinação da energia líquida dos alimentos e rações, por meio de câmaras respirométricas, e sua influência sobre o metabolismo energético podem resultar em maior eficiência para a nutrição dos frangos de corte.

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos das dietas (forma física da ração e consumo) e das linhagens sobre a digestibilidade dos nutrientes e na determinação dos valores de energia metabolizável aparente, verdadeira e energia líquida de rações para frangos de corte.

#### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

##### **3.2.1 Aves, instalações e delineamento experimental**

O trabalho foi realizado no laboratório de metabolismo animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, no período de janeiro a abril de 2006.

Foram utilizados 420 pintos de corte, machos das linhagens Cobb e Ross-308 (210 de cada linhagem). Foram alojadas inicialmente 15 aves por repetição.

As aves foram criadas de um a 36 dias de idade em gaiolas metálicas de 1m<sup>2</sup>, com bandejas próprias para coleta de excretas.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3 x 2 (3 rações e 2 linhagens) com 15 aves por repetição e quatro períodos (repetições), sendo o período considerado como bloco.

### 3.2.2 Rações e manejo

Cada gaiola foi equipada com comedouro e bebedouro, permitindo o livre acesso das aves à ração e à água. O aquecimento dos pintos foi feito de um a 14 dias com lâmpadas incandescentes de 60 watts. Portanto, o programa de luz utilizado, neste período, foi de 24 horas de luz por dia. A partir desta idade o fotoperíodo foi determinado pela luz natural.

Foram utilizados dois tipos de rações, de acordo com a fase de criação, ou seja, inicial de um a 21 dias e crescimento de 22 a 36 dias de idade. Em cada fase as rações utilizadas foram as mesmas, diferindo apenas na forma física. A composição das rações com os seus valores nutricionais calculados encontram-se na tabela 1. Para os cálculos dos níveis nutricionais das rações foram considerados os valores dos ingredientes apresentados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al. 2005). Os níveis nutricionais das rações foram considerados de acordo com os valores normalmente utilizados pelo setor de Avicultura da Escola de Veterinária da UFMG (Lara et al., 2005). As rações foram produzidas pela empresa Rio Branco Alimentos. Após a produção das rações foi avaliado o diâmetro geométrico médio (DGM), o desvio padrão geométrico (DPG) e o índice de durabilidade dos peletes (PDI).

O DGM e o DPG foram determinados somente na ração de crescimento farelada, segundo Zanotto e Bellaver (1996).

O PDI foi determinado somente na ração de crescimento peletizada, seguindo a metodologia descrita a seguir: peneirar a amostra da ração peletizada na peneira Tyler 8; pesar 500 gramas da amostra peneirada e colocar no compartimento do durabilímetro; ligar o aparelho durante 10 minutos; retirar a amostra e peneirar novamente na peneira Tyler 8; pesar novamente o retido na peneira e ver o percentual sobre 500g que não gerou finos. E este último é o PDI (Ex. retido 400g na Tyler 8,  $400/500 = 80\% = \text{PDI}$ ). O durabilímetro deve trabalhar a uma rotação de 50 a 55rpm.

Os tratamentos foram definidos pelas rações (formas físicas e quantidade consumida) e linhagens (Cobb e Ross) a saber: tratamento A: ração farelada; tratamento B: ração peletizada; tratamento C: ração peletizada com consumo igual ao da ração farelada.

Para se obter o consumo da ração peletizada igual ao consumo da ração farelada, 30 pintos de cada linhagem foram alojadas um dia antes do início dos tratamentos. Estes pintos foram alojados em quatro gaiolas (inicialmente 15 aves/gaiola) iguais às utilizadas para todos os tratamentos. A cada dia o consumo médio de ração farelada foi calculado. A quantidade de ração farelada consumida no dia foi a quantidade de ração peletizada fornecida às aves do tratamento C, que foram alojadas um dia depois.

O ensaio experimental foi iniciado aos 21 dias de idade das aves, lembrando que as aves consumiram as rações em função dos tratamentos a partir do primeiro dia do alojamento, e teve oito dias de duração, sendo três dias de adaptação à ração peletizada (até os 21 dias de idade as rações oferecidas aos tratamentos peletizada e peletizada controlada foram trituradas - transição de peletizada/triturada para peletizada, de 21 a 23 dias de idade), quatro dias de coleta de excretas (de 24 a 27 dias de idade) e um dia na câmara respirométrica para cada repetição (27 a 36 dias de idade).

A determinação da digestibilidade dos nutrientes das rações foi realizada por meio do método tradicional de coleta total de excretas no período de 24 a 27 dias de idade dos frangos. Foram utilizados 10 frangos por gaiola. As quantidades de rações oferecidas e as sobras foram pesadas diariamente e as excretas foram coletadas e pesadas duas vezes ao dia durante o período de quatro dias. Concomitantemente à coleta das excretas, um lote de 10 pintos da mesma idade de cada linhagem foi mantido em jejum por um período de 24 horas para esvaziamento total do trato gastrointestinal, e posteriormente suas excretas foram coletadas durante 48 horas para se determinarem as perdas metabólicas e endógenas (Albino et al., 1992). Todo o material recolhido foi colocado em sacos plásticos, pesado e armazenado em câmara de congelamento (-15 °C). Posteriormente, as excretas coletadas nos quatro dias foram homogeneizadas, amostradas, pesadas

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais

Ingredientes	Inicial	Crescimento
Milho moído	60,1	65,0
Farelo de soja 46% PB	25,8	10,9
Soja integral tostada	4,9	10,9
Óleo de vísceras	0,7	0,75
F.de carne e ossos 40% PB e 6,2% P	2,55	2,43
Farinha de penas	1,25	4,0
Farinha de vísceras	3,0	4,0
Sal comum	0,37	0,31
DL-Metionina	0,207	0,166
L-Lisina HCl	0,18	0,44
Cloreto de colina 70%	0,066	0,055
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,035	0,025
Suplemento mineral <sup>1</sup>	0,05	0,05
Fitase	0,015	0,015
Enramicina	-	0,01
Avilamicina	0,0075	-
Metil benzoquato/Clopidol	0,05	-
Salinomicina	-	0,055
Calcário	0,7195	0,894
TOTAL (%)	100,0	100,0
Níveis nutricionais	Inicial	Crescimento
Proteína bruta (%)	22,5	21,0
Energia metabolizável aparente <sub>n</sub> (kcal/kg)	3050	3210
Cálcio (%)	0,92	0,90
Fósforo disponível (%)	0,47	0,42
Lisina total (%)	1,27	1,21
Metionina total (%)	0,54	0,48
Metionina + cistina (%)	0,92	0,89
Sódio (%)	0,20	0,20

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico Mineral (fase inicial): Vit. A 13.685 UI, Vit. D3 3.157 UI, Vit. E 35 mg, Vit. K3 4.410 mg, Vit. B1 2.415 mg, Vit. B2 8.662,5 mg, Vit. B6 5.460 mg, Vit. B12 21.315 mg, Biotina 96.250 mg, Niacina 53.900 mg, Ácido Fólico 1.228,5 mg, Ácido Pantotênico 13.860 mg, Colina 1.760,08 mg, Selênio 297,5 mg, Iodo 1.000 mg, Ferro 30.000 mg, Cobre 10.000 mg, Manganês 90.000 mg, Zinco 80.000 mg, BHT 19.250 mg.

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico Mineral (fase crescimento). Vit. A 9.775 UI, Vit. D3 2.255 UI, Vit. E 25 mg, Vit. K3 3.150 mg, Vit. B1 1.725 mg, Vit. B2 6.187,5 mg, Vit. B6 3.900 mg, Vit. B12 15.225 mg, Biotina 68.750 mg, Niacina 38.500 mg, Ácido Fólico 877,5 mg, Ácido Pantotênico 9.900 mg, Colina 1.546,3 mg, Selênio 212,5 mg, Iodo 1.000 mg, Ferro 30.000 mg, Cobre 10.000 mg, Manganês 90.000 mg, Zinco 80.000 mg, BHT 13.750 mg

e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas para pré-secagem. Após a pré-secagem, o material foi exposto por duas horas à temperatura ambiente e pesado. Foram feitas as análises para a determinação de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta. Na determinação do teor de extrato etéreo nas excretas foi realizada previamente a hidrólise ácida. As rações foram também analisadas para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta, conforme técnicas descritas por Official... (1995). Os teores de energia bruta foram determinados em bomba calorimétrica adiabática. Todas as análises foram realizadas no laboratório de nutrição da Escola de Veterinária da UFMG. Os valores de energia metabolizável das rações

foram calculados utilizando-se as fórmulas de Matterson et al. (1965). A partir dos dados de consumo de ração, produção de excretas e dos resultados das análises de laboratório, foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e do extrato etéreo (EE), conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Digestibilidade dos nutrientes (\%)} = \frac{\text{nutriente ing. (g)} - \text{nutriente das excretas (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

A partir do consumo de matéria seca, da determinação dos valores de energia bruta e do nitrogênio das rações e das excretas, calculou-se a: energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço do nitrogênio (EMAn), energia metabolizável

verdadeira (EMV) e a energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço do nitrogênio (EMVn), por meio das seguintes fórmulas:

$$EMA = ((MS_{\text{ingerida}} \times EB_{\text{ração}}) - (MS_{\text{excretada}} \times EB_{\text{excretada}})) / MS_{\text{ingerida}}$$

MS= matéria seca; EB= energia bruta

$$EMA_n = ((MS_{\text{ingerida}} \times EB_{\text{ração}}) - (MS_{\text{excretada}} \times EB_{\text{excretada}}) - 8,22 \text{ BN}) / MS_{\text{ingerida}}$$

n = corrigida para nitrogênio

$$BN = (MS_{\text{ingerida}} \times \text{Nitrogênio}_{\text{ração}}) - (MS_{\text{excretada}} \times \text{Nitrogênio}_{\text{excretado}})$$

8,22 = fator que corresponde a 8,22 Kcal de energia bruta por cada grama de nitrogênio retido

$$EMV = ((MS_{\text{ingerida}} \times EB_{\text{ração}}) - (MS_{\text{excretada}} \times EB_{\text{excretada}}) + (EF_m + EU_e)) / MS_{\text{ingerida}}$$

EF<sub>m</sub> = energia fecal metabólica

EU<sub>e</sub> = energia urinária endógena

$$EMV_n = (((MS_{\text{ingerida}} \times EB_{\text{ração}}) - (MS_{\text{excretada}} \times EB_{\text{excretada}}) - (8,22 \times BN)) + (EF_m + EU_e) + (8,22 \times BN_0)) / MS_{\text{ingerida}}$$

BN = balanço de nitrogênio para aves alimentadas

BN<sub>0</sub> = balanço de nitrogênio para aves em jejum

A determinação da produção de calor pelas aves foi realizada por meio de calorimetria indireta, ou seja, pela quantidade de energia produzida pela ave na forma de calor, calculada por meio de mensurações de trocas gasosas (consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono) em uma câmara respirométrica de sistema aberto, equipada com aparelho da marca Sable<sup>®</sup>. Esta câmara consiste em uma estrutura de acrílico que mede 1,20 x 2,00 x 2,10 m. As aves permaneceram na câmara dentro de uma gaiola de 1 m<sup>2</sup> com acesso à ração e água. A gaiola possuía rodas para facilitar a movimentação das aves da sala de digestibilidade para a sala da respirometria. Neste sistema o ar atmosférico entra na câmara em um fluxo constante de 100 litros por minuto e é misturado ao ar expirado pelos animais.

A cada 5 minutos, dentro de um período de 24 horas, foram coletadas amostras de ar externo e de dentro da câmara para a determinação das concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. A concentração máxima permitida de CO<sub>2</sub> foi de 0,5%. O consumo de O<sub>2</sub> e a produção de CO<sub>2</sub> foram calculados baseados no volume e na composição do ar que entrou comparado com o ar que saiu da câmara (Chwalibog, 2004). A temperatura da câmara respirométrica foi mantida em 24°C, controlada por meio de um aparelho de ar condicionado no seu interior. O cálculo da produção de calor foi realizado de acordo com a equação de Brouwer (1965), que é a seguinte:

$$H \text{ (kj)} = 16,18 \times O_2 \text{ (l)} + 5,02 \times CO_2 \text{ (l)} - 5,88 N_u \text{ (g)}$$

H\* = produção de calor (PC)

N<sub>u</sub> = nitrogênio urinário

No cálculo da produção de calor foi utilizada a correção em função do balanço de nitrogênio das aves. Os valores utilizados foram provenientes da excreção de nitrogênio das aves em jejum.

Em função da necessidade de medir a troca gasosa das aves dentro da câmara respirométrica por um período de 24 horas por repetição e por limitação de espaço, foram necessários quatro alojamentos das aves em diferentes períodos (blocos), com intervalos de 10 dias, de forma que as mensurações fossem sempre feitas em animais de mesma idade nos distintos períodos (Tabela 2). Dessa forma, cada repetição de 10 aves, dos seis tratamentos, entrou na câmara respirométrica em quatro diferentes períodos (blocos), ou seja, dentro de um mesmo período todos os tratamentos tiveram seus valores mensurados.

O incremento calórico foi calculado por meio da diferença da produção de calor mensurada nos frangos alimentados menos a produção de calor mensurada nos frangos em jejum.

$$IC = PC_{\text{alimentado}} - PC_{\text{jejum}}$$

Tabela 2 - Ordem de entrada na câmara respirométrica de acordo com os tratamentos

Período	Idade (dias)					
	29	30	31	32	33	34
1	Cobb Far	Ross Pel	Cobb Pel	Ross Far	Cobb Pel C	Ross Pel C
2	Ross Pel C	Cobb Pel C	Ross Far	Cobb Far	Ross Pel	Cobb Pel
3	Cobb Far	Ross Pel	Cobb Pel	Ross Far	Cobb Pel C	Ross Pel C
4	Ross Pel C	Cobb Pel C	Ross Far	Cobb Far	Cobb Pel	Ross Pel

Far = farelada; Pel = peletizada; Pel C = peletizada controlada



Para o cálculo da energia líquida das rações foram utilizados os valores de energia metabolizável verdadeira corrigida pelo nitrogênio menos o incremento calórico.

$$EL = EMV_n - IC$$

IC = incremento calórico

A determinação da exigência de energia líquida para manutenção foi realizada usando a mensuração do consumo de O<sub>2</sub> e produção de CO<sub>2</sub>, ou seja, a produção de calor, utilizando a equação de Brouwer (1965), das aves em jejum durante 24 horas dentro da câmara respirométrica. Estas aves foram submetidas a um período prévio de 72 horas de jejum (Chawlibog, 2006 - comunicação pessoal). Foram realizadas duas mensurações para cada linhagem, antes e após a entrada dos animais alimentados na câmara respirométrica, por bloco (período), utilizando-se 10 aves para cada repetição.

A necessidade de energia metabolizável para manutenção (EMm) foi obtida pela divisão da produção de calor da ave em jejum pelo *Km* (eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção) de 0,80 (Chawlibog, 1991).

### 3.2.3 Análises estatísticas

Para determinar a exigência de energia líquida para manutenção (ELm) e energia metabolizável para manutenção (EMm) foi aplicada estatística descritiva (média). Não foram realizadas outras inferências estatísticas em razão do pequeno número de repetições. Foram realizados testes para normalidade dos dados por meio do teste de Lilliefors e homocedasticidade de variâncias nos tratamentos por meio do teste de Bartlett ( $p < 0,01$ ).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre as médias analisadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). O modelo estatístico utilizado foi o seguinte, conforme (Sampaio, 2002):

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + D_j + L_k + (DL)_{jk} + E_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  – observação do período  $i$ , da ração  $j$ , na linhagem  $k$  e da repetição  $l$

$\mu$  – efeito médio geral

$P_i$  – efeito do período  $i$ , sendo  $i = 1.a.4$

$D_j$  – efeito da ração  $j$ , sendo  $j =$  farelada, peletizada e peletizada controlada

$L_k$  – efeito da linhagem  $k$ , sendo  $k =$  Cobb e Ross

$(Dk)_{jk}$  – efeito da interação entre ração e linhagem

$E_{ijkl}$  – efeito do erro aleatório atribuído à observação do período  $i$ , na ração  $j$ , da linhagem  $k$  na repetição  $l$ .

Os resultados foram discutidos por meio dos seguintes contrastes: ração farelada à vontade X ração peletizada controlada (estuda efeito da forma física, pois os consumos são semelhantes); ração peletizada à vontade X ração peletizada controlada (mesma forma física e consumos diferentes para estudar o efeito de consumo) e ração farelada à vontade X ração peletizada à vontade (formas físicas e consumos diferentes e estuda os efeitos de forma física e consumo).

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.3.1 Diâmetro geométrico médio e desvio padrão geométrico

A ração de crescimento farelada apresentou diâmetro geométrico médio de 824  $\mu\text{m}$  e um desvio padrão geométrico de 2,08. Estes valores de DGM estão dentro da faixa de 700 a 900  $\mu\text{m}$  preconizados por Nir et al. (1994b), Ribeiro et al. (2002) e Opalinski et al. (2005) para frangos jovens. Menores valores de DPG significam maior uniformidade de partículas. Nir et al. (1994a) observaram que quando o DPG aproximou-se de 2,0 as aves tiveram menor ganho de peso e pior conversão alimentar. Entretanto, Ribeiro et al. (2002) observaram que maiores granulometrias tiveram maiores DPG (entre 2,0 e 2,4), porém, esse fator não foi suficiente para influenciar negativamente o desempenho dos frangos.

### 3.3.2 Índice de durabilidade do pélete

A ração peletizada de crescimento apresentou 68,5% de péletes inteiros. Este resultado de PDI pode ser considerado como bom, pois o desempenho das aves está diretamente relacionado à qualidade do pélete.

Segundo Mckinney e Teeter (2004), aves alimentadas com rações contendo apenas 20% de péletes íntegros diminuem a preferência e a habilidade para selecionar os péletes. Com 40% de péletes íntegros foram observados ganhos em relação a peso e conversão alimentar quando comparados com rações fareladas.

### 3.3.3 Digestibilidade

Os dados de digestibilidade dos nutrientes de acordo com a forma física da ração e a linhagem estão apresentados na Tabela 3. Para as variáveis MS, PB e EE não houve interação entre ração e linhagem.

Não houve efeito da forma física da ração sobre a digestibilidade da matéria seca ( $p>0,05$ ), pois as aves alimentadas com ração farelada apresentaram resultados de digestibilidade semelhantes quando comparadas com as aves alimentadas com a ração peletizada controlada.

Não houve efeito de consumo sobre a digestibilidade da matéria seca. Aves alimentadas com ração peletizada apresentaram digestibilidade da matéria seca semelhante às aves alimentadas com ração peletizada controlada ( $p>0,05$ ).

Frangos alimentados com rações fareladas apresentaram digestibilidade da matéria seca semelhantes aos frangos alimentados com ração peletizada ( $p>0,05$ ). Resultados semelhantes foram encontrados por López (2004) que comparou a digestibilidade da matéria seca de rações fareladas e peletizadas, na fase de crescimento de frangos de corte, com granulometria média (820  $\mu\text{m}$ ). Entretanto, López (1999) e no mesmo trabalho de López (2004), utilizando rações com granulometria grossa (860  $\mu\text{m}$ ), as rações fareladas determinaram melhor digestibilidade da matéria seca do que as rações peletizadas.

Entre as linhagens não houve diferença da digestibilidade da matéria seca da ração ( $p>0,05$ ).

Os frangos que consumiram ração farelada apresentaram melhor digestibilidade da proteína bruta ( $p<0,05$ ) do que as aves que consumiram ração peletizada controlada, mostrando o efeito da forma física da ração. Este resultado pode estar relacionado a menor velocidade de passagem das rações fareladas, com granulometria média e grossa, quando comparadas com rações peletizadas, favorecendo a digestibilidade da proteína nas rações fareladas, ou ainda, com a desnaturação de proteínas ou formação de reações de Maillard em função do processamento a que estas rações foram submetidas durante a peletização. Segundo Plavinik et al. (1997), a peletização pode levar ainda a possíveis efeitos deletérios como decomposição de vitaminas, oxidação de lipídios, perdas de cisteína, além das, já citadas, reações de Maillard, que superariam os possíveis efeitos benéficos da peletização no aproveitamento dos nutrientes. Diferenças nas respostas de rações peletizadas frente a fareladas podem ser atribuídas a diferentes condições de peletização e conteúdo de açúcares no alimento, pois segundo Leeson e Zubair (2006), fontes de proteína como o farelo de soja, por conter sacarose e outros oligossacarídeos, podem ser mais susceptíveis à redução na digestibilidade da lisina durante a peletização.

Não houve efeito do consumo sobre a digestibilidade da proteína bruta, onde aves alimentadas com ração peletizada à vontade

Tabela 3 – Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB) e do extrato etéreo (CDEE) das rações de acordo com a ração e linhagem

Ração	CDMS	CDPB	CDEE
Farelada	79,6 a	71,6 a	77,6 b
Peletizada	79,7 a	69,3 b	89,4 a
Peletizada Controlada	79,0 a	68,9 b	89,2 a
Cobb	79,2 a	68,5 b	86,1 a
Ross	79,6 a	71,3 a	84,7 b
CV (%)	0,81	2,40	1,88

Letras desiguais, por forma física ou linhagem na coluna, diferem entre si pelo SNK ( $p<0,05$ );

apresentaram digestibilidade semelhante às aves alimentadas com ração peletizada controlada ( $P > 0,05$ ). Esse achado evidencia o efeito do processamento nesta redução de digestibilidade.

Aves alimentadas com rações fareladas apresentaram melhor digestibilidade da proteína bruta ( $p < 0,05$ ) do que aves alimentadas com ração peletizada. Estes resultados sugerem o efeito do processamento sobre a digestibilidade da proteína destas rações. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por López (2004) ao comparar a digestibilidade de rações fareladas com granulometria grossa (860  $\mu\text{m}$ ) às rações peletizadas, onde as rações fareladas apresentaram melhor digestibilidade da proteína bruta do que as rações peletizadas. Entretanto, López (1999) e Zelenka (2003) não encontraram diferença na digestibilidade da proteína entre rações farelada e peletizada.

Houve efeito de linhagem sobre a digestibilidade da proteína bruta, onde as aves da linhagem Ross apresentaram melhor digestibilidade do que as aves da linhagem Cobb. Esta diferença pode estar relacionada com a curva de crescimento das diferentes linhagens avaliadas, pois neste trabalho a linhagem Cobb alcançou maiores pesos já aos 21 dias de idade em relação à linhagem Ross. Esta diferença em relação à curva de crescimento pode levar a alterações na deposição de proteína bruta em função da fase que foi realizado o experimento, ou seja, uma fase de recuperação ou de maior deposição de nitrogênio nos frangos da linhagem com menor taxa de crescimento inicial (Lippens et al., 2002, Marcato et al., 2006a).

Houve efeito da forma física sobre a digestibilidade do extrato etéreo das rações, sendo que frangos alimentados com ração peletizada controlada apresentaram melhor digestibilidade do extrato etéreo ( $p < 0,05$ ) do que aves alimentadas com ração farelada. A melhora da digestibilidade do extrato etéreo nas rações peletizadas pode estar relacionada com maior disponibilidade do óleo intracelular do milho, ou ainda, da soja integral tostada (matérias-primas utilizadas neste experimento), em função de uma maior abrasividade durante o processo de peletização, ou mesmo, pela destruição de possíveis fatores tóxicos pelo tratamento térmico levando a um melhor aproveitamento deste nutriente (Calet, 1965; Gonzalez-Esquerria e Leeson, 2000; López, 2004).

Não foi observado efeito de consumo sobre a digestibilidade do extrato etéreo, pois as aves

alimentadas com ração peletizada apresentaram digestibilidade do extrato etéreo semelhante ( $p > 0,05$ ) à das aves alimentadas com ração peletizada controlada. Este comportamento foi semelhante ao verificado na digestibilidade da proteína bruta.

Os frangos alimentados com rações fareladas apresentaram pior digestibilidade do extrato etéreo ( $p < 0,05$ ) quando comparados com frangos alimentados com ração peletizada. Este resultado evidencia o efeito do processamento sobre a digestibilidade do extrato etéreo e são semelhantes aos encontrados por Wahlstrom et al. (1999), López (1999), Zelenka (2003). López (2004), ao comparar a digestibilidade de rações fareladas com granulometria grossa (860  $\mu\text{m}$ ) em relação a rações peletizadas, observou que rações peletizadas apresentaram melhor digestibilidade do extrato etéreo do que as rações fareladas.

Os frangos Cobb apresentaram melhor digestibilidade do extrato etéreo ( $p < 0,05$ ) em relação aos Ross. Este resultado também pode estar relacionado com a curva de crescimento e de deposição de nutrientes. Marcato et al. (2006a) observaram que o ponto máximo de deposição de gordura de machos da linhagem Cobb foi aos 49 dias de idade e aos 56 dias de idade para a linhagem Ross, entretanto, não encontraram diferenças entre as linhagens em relação à quantidade de gordura depositada.

#### 3.3.4 Produção de calor e incremento calórico

A média da produção de calor dos frangos em jejum ou a necessidade de energia líquida para manutenção da linhagem Cobb foi de 75kcal/kg<sup>PV</sup>/dia ou 77kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia e a da linhagem Ross foi de 83kcal/kg<sup>PV</sup>/dia ou 86kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia. Esta determinação é muito importante, pois uma menor necessidade energética para manutenção pode levar a um maior ganho de peso em função da utilização de maiores quantidades de energia para ganho (Skinner-Noble e Teeter, 2003). Marcato et al. (2006b) encontraram maiores crescimentos de coração, intestinos e pró-ventrículos em aves da linhagem Ross, comparados com aves da linhagem Cobb, o que pode levar a maiores necessidades energéticas para manutenção dessa linhagem.

Os valores calculados de necessidade de energia metabolizável para manutenção (EMm) neste

trabalho foram os seguintes: 96kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia para a linhagem Cobb e 108kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia para a linhagem Ross. Nieto et al. (1995), citados por Sakomura et al. (2004), apresentam valores de EMm entre 73 e 163kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia. Sakomura et al. (2004), trabalhando com a técnica de abate comparativo, encontraram 141kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia de energia metabolizável para manutenção determinados em aves entre 22 a 43 dias de idade, para um nível energético da ração de 3.200Kcal. Segundo Longo et al. (2006), a exigência de energia para manutenção de frangos de corte Ross 308 determinadas pela técnica de abate comparativo e por meio de alimentação em diferentes níveis não se alterou em função do nível de alimentação e foi em média 135kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia, independente da temperatura, sendo de 116,2kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia na temperatura de 23° C. Os menores valores de exigência de energia para manutenção encontrados neste experimento podem ser explicados em função da utilização de animais em jejum para esta determinação, pois estes apresentam menor atividade física.

Na tabela 4 são demonstrados os resultados de produção de calor e incremento calórico das aves na fase de crescimento. Não houve interação entre forma física das rações e as linhagens.

A forma física e o consumo não alteraram a

produção de calor e o incremento calórico das aves ( $p>0,05$ ). A menor produção de calor, em função de menor movimentação das aves e facilidade de consumo, para aves alimentadas com rações peletizadas comparada a aves alimentadas com ração farelada, pode ter sido mascarado em função de um maior consumo de ração peletizada o que pode ter colaborado para maior produção de calor (Zhou e Yamamoto, 1997, Koh e Macleod, 1999). Esta diferenciação entre o calor produzido pela menor movimentação de aves alimentadas com rações peletizadas e maior produção de calor devido ao maior consumo deve ser o objetivo de novos trabalhos para melhor esclarecimento dos benefícios da peletização.

A linhagem não teve efeito sobre a produção de calor de aves alimentadas (Tabela 4). De acordo com Cant et al. (1996), Skinner-Noble e Teeter (2003) e Skinner-Noble et al. (2005), podem ocorrer diferenças na produção de calor entre as linhagens, porque estas apresentam diferenças no comportamento, no peso das vísceras e na curva de crescimento. Marcato et al. (2006ab) encontraram diferenças na curva de crescimento corporal, deposição de nutrientes e peso de órgãos (coração, fígado, proventrículo, moela e intestino) de frangos das linhagens Cobb e Ross, sendo que a linhagem Ross apresentou maior crescimento de coração, proventrículo e intestino.

Tabela 4 – Produção de calor de aves alimentadas (PC kcal/kg<sup>PV</sup> e PC kcal/kg<sup>0,75</sup>) e Incremento calórico (IC kcal/kg<sup>PV</sup> e IC kcal/kg<sup>0,75</sup>) por dia, de acordo com os tratamentos

Tratamentos	PC kcal/kg <sup>PV</sup>	PC kcal/kg <sup>0,75</sup>	IC kcal/kg <sup>PV</sup>	IC kcal/kg <sup>0,75</sup>
Farelada	165 a	191 a	86 a	110 a
Peletizada	157 a	188 a	79 a	106 a
Peletizada C.	158 a	186 a	80 a	104 a
Cobb	157 a	184 a	82 a	107 a
Ross	164 a	192 a	81 a	107 a
CV (%)	7,8	5,8	15,3	12,4

Letras desiguais, por forma física ou linhagem na coluna, diferem entre si pelo SNK ( $p<0,05$ );

### 3.3.5 Valores de energia

Na tabela 5 são apresentados os valores de energia metabolizável aparente, de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio, de energia metabolizável verdadeira, de energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio e de energia líquida de acordo com os tratamentos. Para estas variáveis não foram observadas interações significativas entre formas físicas das rações e a linhagens.

A correção dos valores de energia pelo balanço de nitrogênio determinou valores de energia aparente ou verdadeira em média 5% menores que os valores de EMA e EMV. De acordo com Sibbald e Morse (1983) e Leeson e Summers (2001), quando as aves estão em balanço positivo de nitrogênio os valores de EMA<sub>n</sub> e EMV<sub>n</sub> são, aproximadamente, 6 a 7 % menores do que os valores de EMA e EMV.

Não houve efeito da forma física da ração, pois com aves alimentadas com ração farelada foram obtidos valores semelhantes de EMA, EMA<sub>n</sub>, EMV e EMV<sub>n</sub> quando comparadas com as aves alimentadas com ração peletizada controlada. Entretanto, Bayley et al. (1968) observaram efeito positivo da restrição qualitativa de proteína, fósforo e energia sobre a determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos, pois com aves que receberam rações com restrições foram obtidos maiores valores de energia metabolizável dos alimentos em comparação aos valores determinados com aves sem restrição e este efeito foi justificado pela

adaptação da ave com restrição e melhor aproveitamento ou absorção dos nutrientes

Houve efeito da forma física e do consumo da ração, pois com aves alimentadas com ração farelada foram obtidos menores valores de EMA, EMA<sub>n</sub>, EMV e EMV<sub>n</sub> quando comparado com as aves alimentadas com ração peletizada. O aumento dos valores de energia em torno de 1,0% pode estar relacionado com maior consumo e melhor digestibilidade de alguns nutrientes (Zelenka, 2003). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Zelenka (2003) e Svihus et al. (2004).

A determinação do valor de 3629 Kcal/kg na matéria seca de EMA<sub>n</sub> da ração farelada se aproxima do valor calculado que foi de 3590 kcal/kg na matéria seca ou 3210 kcal/kg na matéria natural. Ao se observar o valor de 3674 kcal/kg de EMA<sub>n</sub> determinado para a ração peletizada chega-se a um aumento de 45 kcal/kg de EMA<sub>n</sub> de matéria seca em função do processamento.

Foi observado efeito de consumo sobre a determinação dos valores de EMA, EMA<sub>n</sub>, EMV onde com aves alimentadas com ração peletizada à vontade foram obtidos resultados maiores do que com as aves alimentadas com ração peletizada controlada (p≤0,05).

Na determinação da EMV<sub>n</sub> não houve efeito de consumo onde aves alimentadas com ração peletizada não diferiram das aves alimentadas com ração peletizada controlada.

Tabela 5 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn) e energia líquida (EL), na matéria seca, de acordo com os tratamentos em kcal/kg de MS

Tratamentos	EMA*	EMAn	EMV**	EMVn	EL
Farelada	3855 b	3629 b	3866 b	3670 b	2974 b
Peletizada	3884 a	3674 a	3895 a	3713 a	3133 a
Peletizada C.	3854 b	3645 b	3865 b	3689 ab	3025 ab
Cobb	3862 a	3651 a	3874 a	3696 a	3057 a
Ross	3867 a	3648 a	3877 a	3686 a	3031 a
CV	0,636	0,609	0,631	0,613	3,25

Letras desiguais, por forma física ou linhagem na coluna, diferem entre

Em relação à determinação dos valores de energia líquida não houve efeito da forma física quando aves alimentadas com rações fareladas apresentaram valores semelhantes aos das aves alimentadas com ração peletizada controlada ( $p>0,05$ ).

Também não houve efeito de consumo onde aves alimentadas com ração peletizada apresentaram valores de energia líquida semelhantes aos determinados com as aves alimentadas com ração peletizada controlada.

Com as aves alimentadas com ração peletizada foram determinados maiores valores de energia líquida ( $p\leq 0,05$ ) quando comparadas com as aves alimentadas com ração farelada. Este aumento de 5% nos valores de energia líquida pode ser justificado em função do processamento que melhora a digestibilidade dos nutrientes, facilita a apreensão e o consumo de ração e diminui o gasto de energia para a ave se alimentar (Jensen et al., 1962; Zelenka, 2003, Mckinney e Teeter, 2004).

Não houve efeito de linhagem ( $p>0,05$ ) sobre a determinação dos diferentes valores de energia.

A peletização favoreceu a digestibilidade do extrato etéreo em relação às rações fareladas, e somado a uma possível melhora no aproveitamento dos carboidratos em função do calor, pressão e umidade do processamento, foi determinante nos maiores valores de energia metabolizável aparente, verdadeira e líquida encontrados para rações peletizadas.

### 3.4 CONCLUSÕES

O processo de peletização e a linhagem têm efeito sobre a digestibilidade dos nutrientes.

A utilização de rações peletizadas para frangos de corte aumenta a digestibilidade do extrato etéreo, o que resulta em maiores valores de energia líquida quando comparadas com rações fareladas.

A forma física da ração e a linhagem não afetam a produção de calor das aves.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albino, L.F.T.; Rostagno, H.; Tafuri, M.L.; Silva, M.A. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 21. p. 1047-1058, 1992.

Bayley, H.S.; Summers, J.D.; Slinger, J. The effect of steam pelleting feed ingredients on chick performance: effect on phosphorus availability, metabolizable energy value and carcass composition. *Poultry Science*, v.47. p. 1140-1148, 1968.

Behnke, K.C.; Beyer R.S. Effect of feed processing on broiler performance. Disponível em: <http://www.veterinaria.uchile.cl>. Acesso em: 20/11/2006.

Brito, C.O.; Albino, L.F.T.; Rostagno, H.S.; Gomes, P.C.; Carvalho, D.C.O.; Corassa, A. Adição de complexo multienzimático em rações à base de soja extrusada: valores energéticos e digestibilidade de nutrientes em pintos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35. p. 1047-1055, 2006.

Brouwer, E. Report of Sub-Committee on Constants and Factors. In: Blaxter K.L. (editor), *Energy Metabolism*. London:Academic Press, p. 441-443. 1965

Calet, C. The relative value of pellets versus mash and grain in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, v.21. p. 23-52, 1965.

Cant, J.P.; McBride, B.W.; Croom Jr.; W.J. The regulation of intestinal metabolism and its impact on whole animal energetics. *Journal of Animal Science*, v.74. p. 2541-2553, 1996.

Chwalibog, A. Energetics of Animal Production. *Acta Agric. Scand*, v. 41. p. 147-160, 1991.

Chwalibog, A. Physiological basis of heat production – The fire of life. Disponível em: <http://www.danet.dk/danet/Danet6Ca.pdf> . Acesso em: 30/11/2006.

OFFICIAL methods of analysis of AOAC International. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995.

Gonzales-Esquerria, R.; Leeson, S. Studies on the metabolizable energy content of ground full-fat

flaxseed fed in mash, pellet and crumbled diets assayed with birds of different ages. *Poultry Science*, v. 79. p. 1603-1607, 2000.

Jensen, L.S.; Merrill, L.; Reddy, C.V.; McGinnis, J. Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poultry Science*, v. 41. p. 1414-1419, 1962.

Koh, K.; Macleod, M.G. Circadian variation in heat production and respiratory quotient in growing broilers maintained at different food intakes and ambient temperatures. *British Poultry Science*, v. 40. p. 353-356, 1999.

Lara, J.C.L.; Baião, N.C.; Aguilar, C.A.L.; Cançado, S.V.; Fiúza, M.A.; Ribeiro, B.R.C. Efeito das fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia*, v. 57. p. 793-798, 2005.

Leeson, S.; Summers, J.D. *Nutrition of the chicken*. 4 ed. Ontario:University Books, 2001. 413p.

Leeson, S.; Zubair, A.K. Digestion in Poultry I: Proteins and Fats. Disponível em [www.novusint.com](http://www.novusint.com) . Acesso em: 30/10/2006.

Lippens, M.; Huyghebaert, G.; De Groote, G. The efficiency of nitrogen retention during compensatory growth of food-restricted broilers. *British Poultry Science*, v. 43. p. 669-676, 2002.

Longo, F.A.; Sakomura, N.K.; Rabello, C.B.V.; Figueiredo, A.N.; Fernandes, J.B.K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35. p.119-125, 2006.

López, C.A.A. *Efeitos dos métodos de moagem e da forma física da ração sobre o desempenho, a digestibilidade e composição da carcaça de frangos de corte*. 1999. 43f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

López, C.A.A. *Efeitos da forma física e da granulometria da ração sobre a digestibilidade, desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte*. 2004. 50f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

- Marcato, S.M.; Sakomura, N.K.; Barbosa, N.A.A.; Santos, F.; Mendonça, M.O.; Fernandes, J.B.K. Curvas de crescimento e da deposição de nutrientes corporais de duas linhagens de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 8. p. 167, 2006. a
- Marcato, S.M.; Sakomura, N.K.; Munari, D.P.; Bonato, M.A.; Piva, G.H.; Kawauchi, I.M. Curvas de crescimento dos órgãos de duas linhagens de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl. 8. p. 169, 2006. b
- Matterson, L.D.; Potter, L.M.; Stutz, N.W et al. *The metabolizable energy of feed ingredients for chicken*. Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965, 11p. (Research Report, 7).
- McKinney, L.J.; Teeter, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poultry Science*, v. 83. 1165-1174, 2004.
- Nieto, R.; Prieto, C.; Fernandez-Fígares, I.; Aguilera, J.F. Effect of dietary protein quality on energy metabolism in growing chicken. *British Journal of Nutrition*, v. 74. 163-172, 1995.
- Nir, I.; Twina, Y.; Grossman, E.; Nitsan, Z. Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behavior of meat-type chickens. *British Poultry Science*, v. 35. p. 589-602, 1994.a
- Nir, I.; Shefet, G.; Nitsan, Z. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. *Poultry Science*, v. 73. p. 781-791, 1994.b
- Opalinski, M., Cunha, F., Bueno, F., Dahlke, F., Maiorka, A. Granulometria e forma física de rações pré-iniciais para frangos de corte e seus efeitos no desempenho e dinâmica gastrintestinal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005. Goiânia, *Anais...*, Goiânia: SBZ, 2005.
- Plavnik, I.; Wax, E.; Sklan, D.; Hurwitz, S. The response of broiler chickens and turkey poults to steam pelleted supplemented with fats or carbohydrates. *Poultry Science*, v. 76. p.1006-1013, 1997.
- Ribeiro, A.M.L.; Magro, N.; Penz Jr.; A.M. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 4. p. 1-7, 2002.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa:UFV, 2005.
- Sakomura, N.K.; Longo, F.A.; Rabello, C.B.V.; Watanabe, K.; Pelícia, K.; Freitas, E.R. Efeito do nível de energia metabolizável da ração no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33. p.1758-1767, 2004.
- Sampaio, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. 2.ed., Belo Horizonte:FEPMVZ, 2002. 244p.
- Sibbald, I.R.; Morse, P.M. Effects of the nitrogen correction and of feed intake on true metabolizable energy values. *Poultry Science*, v. 62. p. 138-142, 1983.
- Skinner-Noble, D.O.; Teeter, R.G. Components of feed efficiency in broiler breeding stock: energetics, performance, carcass composition, metabolism and body temperature. *Poultry Science*, v. 82. p. 1080-1090, 2003.
- Skinner-Noble, D.O.; McKinney, L.J.; Teeter, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: III. Feed form affects broiler performance by modifying behavior patterns. *Poultry Science*, v. 84. p. 403-411, 2005.
- Svihus, B.; Klovstad, K.H.; Perez, V.; Zimonja, O.; Sahlstrom, S.; Schüller, R.B.; Jeksrud, W.K.; Prestlokken, E. Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. *Animal Feed Science and Technology*, v. 117. p. 281-293, 2004.
- Thomas, M.; van Vliet, T.J.; van der Poel, A.F.B. Physical quality of pelleted animal feed. 3. contribution of feedstuffs components. *Animal Feed Science and Technology*, v. 70. p. 59-78, 1998.
- Zannoto, D.L.; Bellaver, C. *Método de determinação da granulometria de ingredientes*



*para uso em rações de suínos e aves*. Local: EMBRAPA, 1996. p. 1-5. (Comunicado técnico).

Zelenka, J. Effect of pelleting on digestibility and metabolizable energy values of poultry diet. *Czech. Journal of Animal Science*, v.48. p. 239-242, 2003.

Zhou, W.T.; Yamamoto, S. Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers. *British Poultry Science*, v. 38. p. 107-114, 1997.

Wahlstrom, A.; Elwinger, K.; Thomke, S. Total tract ileal nutrient digestibility of a diet fed as mash or crumbled pellets to two laying hybrids. *Animal Feed Science and Technology*, v. 77. p. 229-239, 1999.

## **4 EXPERIMENTO II - EFEITOS DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO E DA LINHAGEM SOBRE DESEMPENHO, RENDIMENTOS DE CORTES DA CARÇA E PORCENTAGENS DE CORAÇÃO, DE INTESTINOS E DE MOELA DE FRANGOS DE CORTE**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Em relação ao desempenho de frangos de corte os benefícios da utilização de rações peletizadas, quando comparados às rações fareladas, são bem definidos em vários trabalhos de pesquisa. Os principais benefícios são: aumento do consumo de ração, melhora na digestibilidade dos nutrientes, diminuição de microorganismos na ração e redução na seleção de ingredientes. Além destes têm-se a diminuição da pulverulência da ração e maior preferência das aves que facilita a apreensão da ração e aumenta a energia produtiva em função de menor gasto de tempo para consumo e o aumento na densidade, o que reduz os custos de transporte e armazenamento (Jensen et al., 1962, Briggs et al., 1999, Vargas et al., 2001, Leeson e Summers, 2001, López e Baião, 2002).

Benett et al. (2002) observaram melhora no desempenho de frangos alimentados com rações peletizadas em comparação àqueles alimentados com ração farelada. Mas os frangos que receberam as rações peletizadas apresentaram maior mortalidade por síndrome da morte súbita e menor porcentagem de moela do que aqueles alimentados com rações fareladas. O rendimento de carcaça e a porcentagem de gordura abdominal não sofreram efeito da forma física da ração.

Amornthewaphat et al. (2005) avaliaram o efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte da linhagem Ross e observaram aumentos de consumo, ganho de peso e mortalidade, além de melhor conversão alimentar, para aves alimentadas com rações peletizadas. Os autores sugerem que os benefícios da peletização podem ser atribuídos ao menor desperdício, menor seleção de ingredientes e maior consumo de ração.

Os frangos de corte das linhagens atuais são caracterizados por altas taxas de crescimento inicial associados com maiores incidências de problemas locomotores e doenças metabólicas. Vários estudos vêm demonstrando que restrições

no crescimento das aves, acompanhadas de tempo suficiente para ganho compensatório, podem prevenir os problemas citados acima sem redução no desempenho, além de favorecer a conversão alimentar. No entanto, esta recuperação no desempenho é dependente da severidade da restrição, estágio de desenvolvimento da ave no começo da restrição e período de duração da restrição (Gonzales et al., 1998a, Lippens et al., 2002).

O objetivo nesse experimento foi a avaliação dos efeitos da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho, rendimento de cortes da carcaça e as porcentagens de coração, gordura abdominal, intestinos e moela de frangos de corte.

### **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.2.1 Aves, instalações e delineamento experimental**

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental “Prof. Hélio Barbosa” da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais no período de 28 de janeiro a 13 de março de 2006.

Foram utilizados 900 pintos de corte, machos das linhagens Ross e Cobb, sendo 450 pintos de cada uma das linhagens. As aves foram alojadas em galpão experimental, dividido em boxes de estrutura metálica (30 boxes idênticos com 3m<sup>2</sup>) forrados com cepilho de madeira.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 3 x 2 (3 rações e 2 linhagens) com cinco repetições de 30 aves cada.

#### **4.2.2 Rações e manejo**

As aves foram criadas de um a 45 dias de idade. Os pintos foram aquecidos durante os primeiros 10 dias com uma lâmpada infravermelha de 250 watts por boxe. Do alojamento aos 14 dias de idade foi utilizado um comedouro tubular tipo infantil e um bebedouro tipo copo de pressão para cada boxe e, posteriormente, estes equipamentos foram substituídos por um comedouro do tipo tubular e um bebedouro pendular automático, que foram usados até o final do experimento. As aves foram vacinadas no incubatório de origem contra a doença de Marek e aos 12 dias de idade, contra as doenças de Newcastle e Gumboro, via água de bebida.

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações

Ingredientes	Inicial	Crescimento	Acabamento
Milho moído	60,1	65,0	69,0
Farelo de soja 46 PB	25,8	10,9	6,65
Soja integral tostada	4,9	10,9	11,5
Óleo de vísceras	0,7	0,75	0,75
F.de carne e ossos 40PB/6,2P	2,55	2,43	2,32
Farinha de penas	1,25	4,0	3,5
Farinha de vísceras	3,0	4,0	4,5
Sal comum	0,37	0,31	0,29
DL-Metionina	0,207	0,166	0,154
L-Lisina HCl	0,18	0,44	0,44
Cloreto de Colina 70%	0,066	0,055	0,04
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,035	0,025	0,018
Suplemento mineral <sup>1</sup>	0,05	0,05	0,05
Fitase	0,015	0,015	0,015
Enramicina	-	0,01	-
Avilamicina	0,0075	-	-
Metil benzoquato/Clopidol	0,05	-	-
Salinomicina	-	0,055	-
Calcário	0.7195	0,894	0,773
TOTAL (%)	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais	Inicial	Crescimento	Acabamento
Proteína bruta (%)	22,5	21,0	19,5
Energia metabolizável aparente <sub>n</sub> (kcal/kg)	3050	3210	3260
Cálcio (%)	0,92	0,90	0,88
Fósforo disponível (%)	0,47	0,42	0,42
Lisina total (%)	1,27	1,21	1,10
Metionina total (%)	0,54	0,48	0,44
Metionina + cistina (%)	0,92	0,89	0,83
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico Mineral (fase inicial): Vit. A 13.685 UI, Vit. D3 3.157 UI, Vit. E 35 mg, Vit. K3 4.410 mg, Vit. B1 2.415 mg, Vit. B2 8.662,5 mg, Vit. B6 5.460 mg, Vit. B12 21.315 mg, Biotina 96.250 mg, Niacina 53.900 mg, Ácido Fólico 1.228,5 mg, Ácido Pantotênico 13.860 mg, Colina 1.760,08 mg, Selênio 297,5 mg, Iodo 1.000 mg, Ferro 30.000 mg, Cobre 10.000 mg, Manganês 90.000 mg, Zinco 80.000 mg, BHT 19.250 mg,

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico Mineral (fase crescimento). Vit. A 9.775 UI, Vit. D3 2.255 UI, Vit. E 25 mg, Vit. K3 3.150 mg, Vit. B1 1.725 mg, Vit. B2 6.187,5 mg, Vit. B6 3.900 mg, Vit. B12 15.225 mg, Biotina 68.750 mg, Niacina 38.500 mg, Ácido Fólico 877,5 mg, Ácido Pantotênico 9.900 mg, Colina 1.546,3 mg, Selênio 212,5 mg, Iodo 1.000 mg, Ferro 30.000 mg, Cobre 10.000 mg, Manganês 90.000 mg, Zinco 80.000 mg, BHT 13.750 mg

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico Mineral (Fase acabamento): Vit. A 7.038 UI, Vit. D3 1.584 UI, Vit. E 18 mg, Vit. K3 2.268 mg, Vit. B1 1.242 mg, Vit. B2 4.445 mg, Vit. B6 2.808 mg, Vit. B12 10.962 mg, Biotina 49.500 mg, Niacina 27.720 mg, Ácido Fólico 632 mg, Ácido Pantotênico 7.128 mg, Colina 1.546,3 mg, Selênio 153 mg, Iodo 1.000 mg, Ferro 30.000 mg, Cobre 10.000 mg, Manganês 90.000 mg, Zinco 80.000 mg, BHT 9.900 mg

O programa de luz utilizado foi o seguinte: um a dez dias de idade, 24 horas de luz; 11 a 21 dias de idade luz natural; 22 a 28 dias de idade, 14 horas de luz; 29 a 35 dias de idade, 16 horas de luz; 35 a 45 dias de idade, 24 horas de luz.

Foram utilizados três tipos de rações, de acordo com a fase de criação, ou seja, inicial (de um a 21 dias); crescimento (de 22 a 40 dias de idade) e acabamento (de 41 a 45 dias de idade). A composição das rações, de acordo com as fases, foram exatamente as mesmas, diferindo apenas nas formas físicas (farelada e peletizada). A composição da ração e seus valores nutricionais calculados encontram-se na tabela 1. Os valores nutricionais dos ingredientes foram obtidos das Tabelas Brasileiras (Rostagno et al., 2005) e os níveis nutricionais das rações foram considerados de acordo com os valores normalmente utilizados pelo setor de Avicultura da Escola de Veterinária da UFMG (Lara et al. 2005). As rações foram fabricadas na empresa Rio Branco Alimentos.

Os tratamentos foram os mesmos utilizados no experimento I, ou seja, foram definidos pelas linhagens (Cobb e Ross), formas físicas das rações e pelo consumo controlado da ração peletizada, sendo os seguintes: tratamento A: ração farelada; tratamento B: ração peletizada; tratamento C: ração peletizada com consumo igual ao da ração farelada.

O tratamento C (ração peletizada com consumo controlado) se fez necessário em função de uma possível influência da forma física da ração sobre o consumo da ave (Hussar e Robblee, 1962; Engberg et al., 2002; Meinerz et al. 2001; López, 2004). Esta restrição alimentar foi empregada como metodologia para a uniformização do consumo de ração, baseada na média de consumo de um lote de aves das duas linhagens alojado no dia anterior.

Com o objetivo de medir o consumo da ração farelada para definir o consumo de ração peletizada do tratamento C (ração peletizada controlada), 120 pintos (duas repetições de 30 aves de cada linhagem) foram alojados um dia antes do alojamento dos pintos submetidos aos tratamentos experimentais.

As rações peletizadas na fase inicial foram oferecidas na forma triturada, ou seja, estas rações foram trituradas após o processo de peletização.

#### 4.2.3 Variáveis obtidas

##### 4.2.3.1 Peso corporal/ganho de peso

Todas as aves foram pesadas com um, sete, 21, 39 e 45 dias de idade. O ganho de peso foi calculado descontando-se o peso inicial dos pintos ao alojamento.

##### 4.2.3.2 Consumo de ração

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida na semana subtraindo-se a sobra no final de cada semana e ao final de cada fase de criação. Para o cálculo do consumo de ração foi considerado o número de aves mortas na semana.

##### 4.2.3.3 Conversão alimentar

O cálculo de conversão alimentar foi feito com base no consumo médio de ração e o ganho médio de peso das aves ao final de cada fase de criação.

##### 4.2.3.4 Taxa de viabilidade

O número de aves mortas foi registrado diariamente e foi feito o cálculo da porcentagem de mortalidade, e a partir dessa taxa, calculada a porcentagem de viabilidade (100 menos a porcentagem de mortalidade).

##### 4.2.3.5 Rendimento de cortes

Aos 46 dias de idade foram abatidos 180 frangos, sendo seis de cada boxe (seis de cada repetição). Estas amostras foram apanhadas aleatoriamente. Portanto, foram abatidas 30 aves por tratamento, sendo que para as análises estatísticas cada ave foi considerada como uma repetição.

Antes do abate, os frangos foram submetidos a um jejum de ração de 10 horas e, após a identificação individual, foram pesados. Os procedimentos de abate foram os mesmos adotados em abatedouro industrial, de acordo com as normas do Serviço de Inspeção Federal (Brasil, 1997).

Na avaliação dos cortes (coxa+sobrecoxa, peito) o rendimento foi considerado em relação ao peso da carcaça eviscerada (com pés, cabeça e pescoço). O coração, intestinos e moela foram avaliados em relação ao peso vivo do frango.

Para facilitar a retirada da gordura abdominal as carcaças permaneceram por duas horas em túnel de congelamento. A porcentagem de gordura

abdominal foi calculada em relação ao peso da carcaça eviscerada.

#### 4.2.4 Análises estatísticas

Para avaliação do desempenho o delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 3 x 2 (3 rações e 2 linhagens) com cinco repetições, sendo cada repetição composta de 30 aves. Para a avaliação dos rendimentos de cortes (coxa + sobrecoxa, peito) e coração, intestinos, moela e gordura abdominal, o delineamento foi o mesmo, com exceção do número de repetições que foi 30, sendo que cada ave foi considerada como uma repetição.

Foi realizada a análise de Lilliefors para verificar normalidade dos dados e de Bartlett para homocedasticidade de variâncias nos tratamentos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre as médias analisadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). Na análise realizada, o peso inicial dos pintos foi considerado como covariável (Sampaio, 2002). O modelo de análise de variância foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + D_j + L_k + (DL)_{jk} + P_i + E_{ijk}$$

$Y_{ijkl}$  – observação do período  $i$ , da ração  $j$ , na linhagem  $k$  e da repetição  $l$

$\mu$  – efeito médio geral

$D_j$  – efeito da ração  $j$ , sendo  $j$  = farelada, peletizada e peletizada controlada

$L_k$  – efeito da linhagem  $k$ , sendo  $k$  = Cobb e Ross

$(Dk)_{jk}$  – efeito da interação entre ração e linhagem

$P_i$  = efeito da covariável peso inicial

$E_{ijkl}$  – efeito do erro aleatório atribuído à observação, na ração  $j$ , da linhagem  $k$  e na repetição  $l$ .

Foram desenvolvidos gráficos no modelo histograma para as variáveis consumo de ração de sete a 45 dias de idade por forma física (Figura 1) e por linhagem (Figura 2) e ganho de peso aos 21 dias de idade em função da forma física e linhagem (Figura 3).

Os resultados foram discutidos por meio dos seguintes contrastes: ração farelada à vontade X ração peletizada controlada (consumos são semelhantes, estudando os efeitos da forma física); ração peletizada à vontade X ração peletizada controlada (mesma forma física e consumos diferentes, estudando os efeitos do

consumo) e ração farelada à vontade X ração peletizada à vontade (formas físicas e consumos diferentes, estudando os efeitos da forma física e do consumo).

## 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.3.1 Consumo de ração

Os dados de consumo de ração dos frangos de um a 45 dias, são apresentados na tabela 2.

As aves alimentadas com ração farelada apresentaram maior consumo de ração ( $p < 0,05$ ) do que aquelas alimentadas com ração peletizada controlada. Não foi possível considerar este resultado como efeito da forma física, pois as aves alimentadas com ração peletizada controlada tiveram seu consumo restrito. O objetivo desta restrição foi igualar os consumos das aves alimentadas com ração farelada e peletizada controlada. Esta diferença ocorreu, porque as aves alojadas um dia antes para determinar o consumo da ração farelada consumiram menos ração que as aves do tratamento farelada do experimento.

As aves alimentadas com ração peletizada apresentaram maior consumo de ração ( $p < 0,05$ ) do que as aves alimentadas com ração peletizada controlada. Resultado esperado, pois como o consumo de ração peletizada controlada foi baseado no consumo de ração farelada, esperava-se maior consumo de ração peletizada à vontade em função principalmente de preferência das aves e facilidade de apreensão da ração.

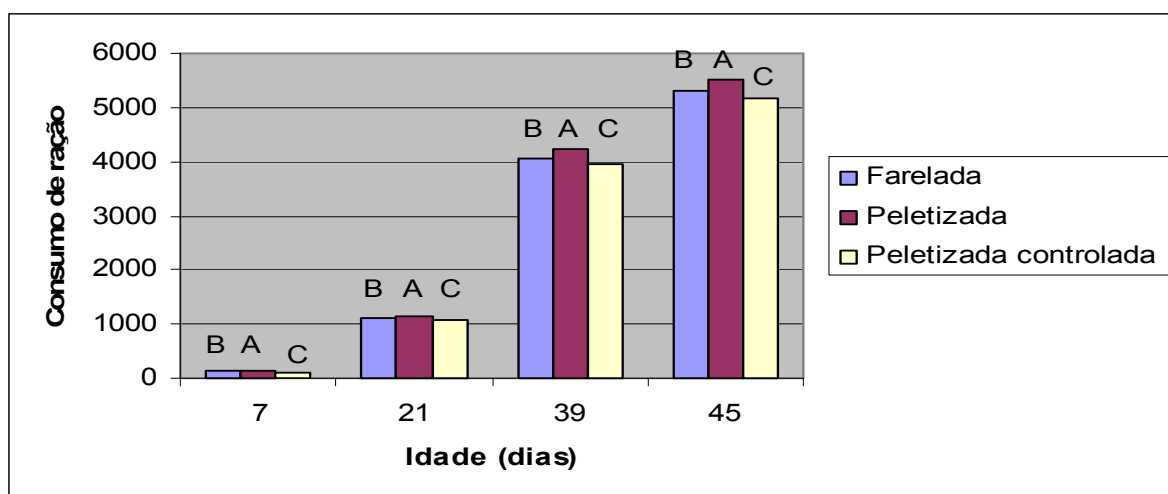
Os frangos que consumiram ração peletizada apresentaram maior consumo ( $p \leq 0,05$ ) em relação à ração farelada. Este comportamento de consumo foi semelhante nos períodos de um a sete, de um a 21, de um a 39 e de um a 45 dias de idade (Figura 1). Estes resultados podem ser justificados devido à preferência das aves pela ração peletizada principalmente em função de facilidade de apreensão e menor desperdício (McKinney e Teeter, 2004). Resultados semelhantes foram encontrados por Bertechini et al. (1991a), Roll et al. (1999), López e Baião (2002) e López (2004).

Não houve efeito de linhagem para consumo de ração (Tabela 2) de um aos 45 dias de idade. Resultados semelhantes foram observados por Murakami et al. (1995) e Stringhini et al. (2003). Este comportamento também foi observado nas idades de um a sete, de um a 21, de um a 39 e de um a 45 dias de idade (Figura 1).

Tabela 2 – Consumo de ração (gramas) dos frangos de um a 45 dias de idade, de acordo com os tratamentos

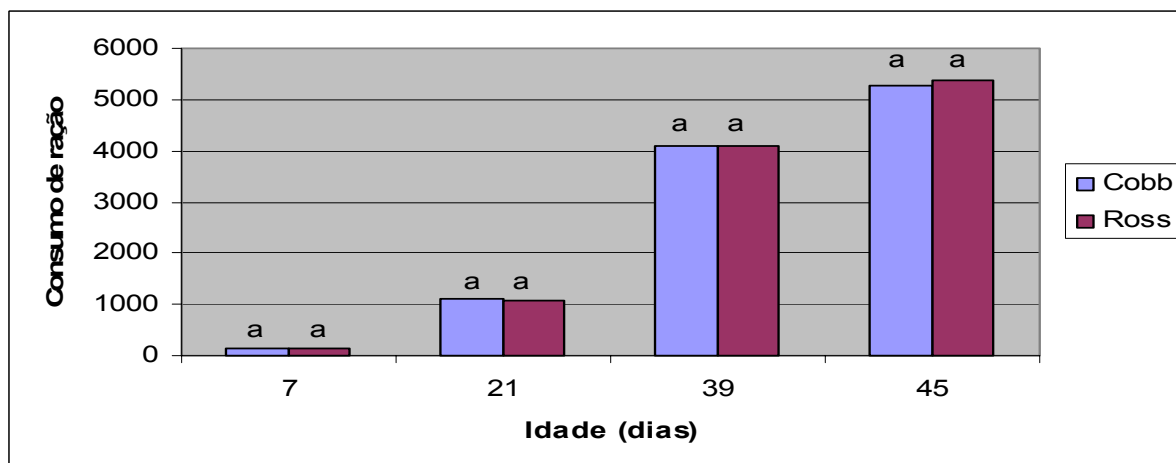
Ração	Linhagens		Médias	CV (%)
	Cobb	Ross		
Farelada	5228	5377	5303 B	
Peletizada	5492	5507	5500 A	1.89
Peletizada controlada	5120	5216	5169 C	
Médias	5280 a	5367 a		

Letras desiguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem, entre si pelo SNK ( $p \leq 0,05$ )



Letras desiguais maiúsculas na coluna diferem, entre si pelo SNK ( $p < 0,05$ )

FIGURA 1 – CONSUMO DE RAÇÃO DE ACORDO COM A FORMA FÍSICA DAS RAÇÕES



Letras desiguais minúsculas na coluna diferem entre si pelo SNK ( $p < 0,05$ )

FIGURA 2 – CONSUMO DE RAÇÃO DE ACORDO COM AS LINHAGENS UM A SETE, DE UM A 21, DE UM A 39 E DE UM A 45 DIAS DE IDADE

### 4.3.2 Ganho de peso

Os resultados de ganho de peso dos frangos de um a 45 dias de idade são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Ganho de peso (g) dos frangos de um a 45 dias de idade, de acordo com os tratamentos

Ração	Linhagem		Médias	CV (%)
	Cobb	Ross		
Farelada	3195 a B	3247 a B	3221	
Peletizada	3408 a A	3331 b A	3370	1,51
Peletizada controlada	3249 a B	3218 a B	3233	
Médias	3284	3265		

Letras desiguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo SNK ( $p < 0,05$ )

Para os dados de ganho de peso foi observada uma interação entre ração e linhagem (Tabela 3). Os frangos da linhagem Cobb, quando alimentados com a ração peletizada, apresentaram maior ganho de peso em relação aos frangos da linhagem Ross, não havendo diferenças entre linhagens com as demais rações. Este resultado pode ser explicado em função de melhor aproveitamento da ração peletizada pela linhagem Cobb quando comparado com a linhagem Ross. Este melhor aproveitamento da ração peletizada pela linhagem Cobb pode ser devido a menor exigência de energia para manutenção em função de características da linhagem em questão o que levaria a maior aproveitamento da energia para fins produtivos. Entretanto, Gonzáles et al. (1998b) encontraram maiores ganhos de peso na linhagem Ross alimentada com ração peletizada quando comparada com a linhagem Cobb.

As aves que tiveram seu consumo de ração peletizada controlado apresentaram menor consumo de ração (Tabela 2) em relação aquelas dos demais tratamentos ( $p < 0,05$ ). Entretanto, estas aves apresentaram ganho de peso semelhante aos frangos que consumiram ração farelada (Tabela 3). Esta resposta pode ser explicada em função, principalmente, da melhora na digestibilidade dos nutrientes de rações submetidas à peletização, como verificado em relação à digestibilidade do extrato etéreo (Experimento I) e também em função de um melhor aproveitamento dos nutrientes das aves submetidas à restrição alimentar (Bayley et al., 1968; Lippens et al., 2002; Urdaneta-Rincon e Leeson, 2002). Segundo Leeson e Summers (2001) na realimentação, após um período de restrição, as aves aumentam a capacidade de absorção de aminoácidos em função do aumento do número de transportadores de membrana. Resultados semelhantes foram

encontrados por Bayley et al. (1968) e Meinerz et al. (2001).

### 4.3.3 Conversão alimentar

Os dados de conversão alimentar dos frangos de um a 45 dias de idade são apresentados na tabela 4.

Foi observado efeito da forma física na conversão alimentar onde aves alimentadas com ração farelada apresentaram pior conversão alimentar ( $p \leq 0,05$ ) quando comparadas com aves alimentadas com ração peletizada controlada. Este resultado pode ser devido à melhor digestibilidade do extrato etéreo (Experimento I) obtida nas aves alimentadas com ração peletizada controlada, em comparação com aves alimentadas com rações fareladas, além de possível adaptação fisiológica das aves submetidas à restrição alimentar, que melhoram o aproveitamento do alimento quando alimentadas sob restrição por meio de redução das exigências de manutenção, ou seja, diminuição na taxa de metabolismo basal (Lippens et al., 2002; Urdaneta-Rincon e Leeson, 2002). Resultados semelhantes foram observados por Meinerz et al. (2001), que encontraram melhor conversão alimentar para os frangos alimentados com ração peletizada restrita quando comparada com aqueles alimentados com ração farelada à vontade.

Os frangos alimentados com ração peletizada à vontade apresentaram pior conversão alimentar, quando comparados com frangos alimentados com ração peletizada controlada. Esta melhor conversão das aves alimentadas sob restrição pode ser explicada em função da possível adaptação discutida no parágrafo anterior em relação ao melhor aproveitamento dos nutrientes.

Tabela 4 – Conversão alimentar de um a 45 dias de idade, de acordo com os tratamentos

Ração	Linhagem		Médias	CV (%)
	Cobb	Ross		
Farelada	1.64	1.66	1.65 B	
Peletizada	1.61	1.65	1.63 B	1.55
Peletizada controlada	1.58	1.62	1.60 A	
Médias	1,61 a	1,64 a		

Letras desiguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo SNK ( $p < 0,05$ )

A conversão alimentar dos frangos alimentados com ração farelada e peletizada à vontade não apresentaram diferenças significativas entre si ( $p > 0,05$ ). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Ávila et al. (1995) e López (2004), que não encontraram diferença na conversão alimentar entre aves alimentadas com ração farelada e peletizada.

Não foram observados efeitos de linhagem sobre a conversão alimentar, o que está de acordo com Murakami et al. (1995) e Stringhini et al. (2003).

#### 4.3.4 Viabilidade

Os resultados de viabilidade dos frangos de um a 45 dias de idade são apresentados na tabela 5.

Houve interação entre ração e linhagem em relação à viabilidade das aves (Tabela 5). Avaliando-se a linhagem Cobb, as aves que consumiram a ração peletizada à vontade apresentaram pior viabilidade ( $p < 0,05$ ) quando comparadas com as aves dos demais tratamentos.

A viabilidade dos frangos da linhagem Ross não foi influenciada pela forma física da ração ( $p > 0,05$ ). Estes resultados podem ser explicados, provavelmente, pela menor atividade das aves alimentadas com rações peletizadas, principalmente, por apresentarem menor tempo de consumo, o que levaria a aumento da energia produtiva somado a maior consumo e maior ganho de peso, maior demanda de oxigênio e, conseqüentemente, maior incidência de doenças metabólicas (Jensen et al., 1962; Nir et al., 1994a; Nir et al., 1995). Estes resultados foram semelhantes aos observados por Nir et al. (1995), Leeson et al. (1999) e Roll et al. (1999). Em relação à linhagem estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Gonzáles et al. (1998b). Entretanto, Amornthewaphat et al. (2005) observaram maior mortalidade em aves da linhagem Ross que consumiram rações peletizadas em relação a aves que consumiram rações fareladas.

Os resultados deste experimento evidenciaram uma maior susceptibilidade dos frangos Cobb aos problemas metabólicos (ascite e morte súbita), principais causas da mortalidade ocorrida neste experimento.

Tabela 5 – Viabilidade dos frangos de um a 45 dias de idade, de acordo com os tratamentos

Ração	Linhagem		Médias	CV (%)
	Cobb	Ross		
Farelada	96,3 a A	96,6 a A	96,5	
Peletizada	84,7 b B	97,7 a A	91,2	4,03
Peletizada controlada	94,9 a A	93,8 a A	94,3	
Médias	91,9	96,0		

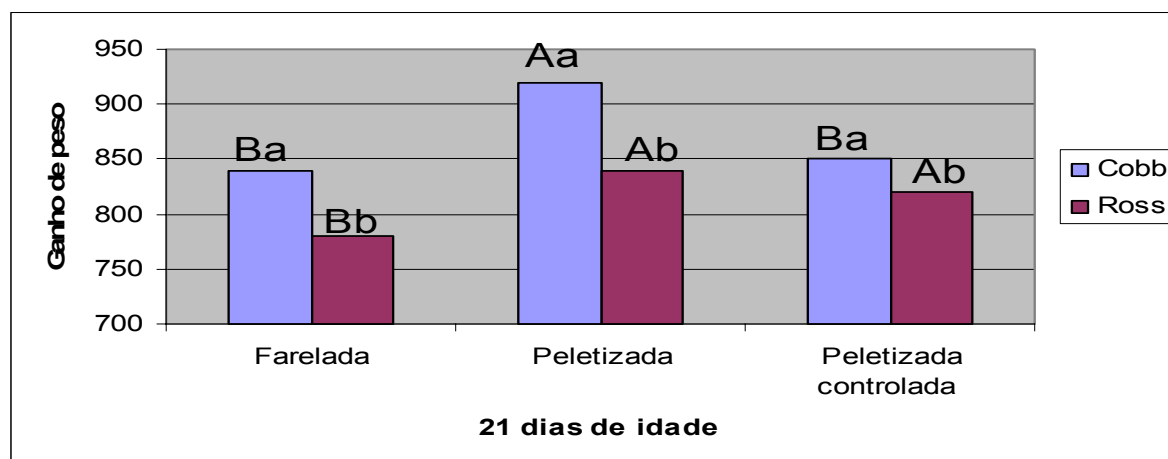
Letras desiguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo SNK ( $p < 0,05$ )

Provavelmente, este fato esteja relacionado às diferenças nas curvas de crescimento das duas linhagens. Aos 21 dias de idade as aves da linhagem Cobb, independente da forma física da ração, já apresentavam maiores ganhos de peso que as aves da linhagem Ross (Figura 3).

Estes resultados estão de acordo com os relatados por Marcatto et al. (2006), que observaram maior precocidade na taxa de crescimento de frangos da linhagem Cobb quando comparados com a linhagem Ross. Importante ressaltar que as aves da linhagem Cobb submetidas à restrição alimentar tiveram maior viabilidade quando



comparadas com as aves da mesma linhagem alimentadas com ração peletizada à vontade.



Letras desiguais, minúsculas comparando linhagens e maiúsculas comparando formas físicas, diferem entre si pelo SNK( $p < 0,05$ )

FIGURA 3 – GANHO DE PESO DE UM A 21 DIAS DE IDADE DE ACORDO COM A RAÇÃO E A LINHAGEM

#### 4.3.5 Rendimentos de abate

Os resultados de rendimento de cortes e de pesos de órgãos digestivos estão apresentados na tabela 6. Para estas variáveis não houve interação entre a forma física das rações e as linhagens.

Os rendimentos de peito e de coxa+sobrecoxa e as porcentagens de coração e de gordura abdominal

não foram influenciados pelas formas físicas das rações ( $p > 0,05$ ). Resultados semelhantes foram encontrados por Bertechini et al. (1991b), Murakami et al. (1995), Roll et al. (1999) e Stringhini et al. (2003). Entretanto, Meinerz et al. (2001) e Leeson et al. (1999) observaram maior acúmulo de gordura abdominal em aves alimentadas com rações peletizadas em comparação com aves alimentadas com rações fareladas.

Tabela 6 – Rendimento de cortes e porcentagens de órgãos digestivos de acordo com os tratamentos

Tratamentos	RP (%)	RCO (%)	COR (%)	GA (%)	MOE (%)	INT (%)
Farelada	35,4 a	29,0 a	0,50 a	1,61 a	1,33 a	3,73 b
Peletizada	35,9 a	28,8 a	0,52 a	1,53 a	1,13 b	3,75 b
Peletizada controlada	36,0 a	28,5 a	0,50 a	1,52 a	1,12 b	4,10 a
Cobb	35,8 a	28,6 a	0,51 a	1,61 a	1,22 a	3,80 a
Ross	35,6 a	28,9 a	0,51 a	1,51 a	1,17 a	3,91 a
CV %	4,31	5,14	12,3	28,8	13,0	12,4

Letras desiguais, por forma física ou linhagem na coluna, diferem entre si pelo SNK ( $p < 0,05$ )

Os frangos que receberam rações fareladas apresentaram maior porcentagem de moela ( $p < 0,05$ ) quando comparados com frangos que receberam ração peletizada controlada, evidenciando o efeito da forma física sobre esta variável.

Os frangos que receberam as rações peletizadas à vontade apresentaram menor porcentagem de moela ( $p < 0,05$ ) quando comparadas com os frangos que receberam ração farelada. Este fato pode ser atribuído a menor velocidade de passagem das rações fareladas quando comparado com rações peletizadas o que provocaria maior volume de alimento no trato gastrointestinal,

maior estimulação mecânica e, conseqüentemente, maior atividade dos músculos da moela (López, 1999). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Choi et al. (1986), Meinerz et al. (2001) e Huang et al. (2006).

Os frangos alimentados com a ração peletizada controlada apresentaram maior porcentagem de intestinos do que as aves alimentadas com as rações farelada, mostrando efeito da forma física da ração sobre esta variável.

As aves alimentadas com ração peletizada à vontade apresentaram menor porcentagem de intestinos quando comparada com aves alimentadas com ração peletizada controlada. Esta resposta pode ter sido causada em função de menor peso das aves alimentadas com ração peletizada controlada.

Os frangos alimentados com ração peletizada à vontade apresentaram porcentagens de intestinos semelhantes às aves alimentadas com ração farelada. De acordo com Meinerz et al. (2001) os frangos alimentados com rações peletizadas têm maior porcentagem de intestino do que aqueles alimentados com rações fareladas. As rações peletizadas favorecem o aumento inicial do número de vilosidades duodenais quando comparada com rações fareladas (Dahlke et al., 2003), aumento este que pode não refletir em aumento de peso dos intestinos.

A linhagem não influenciou nenhuma das variáveis de abate avaliadas. Stringhini et al. (2003) e Murakami et al. (1995) também não observaram diferenças no rendimento de cortes entre as linhagens avaliadas. Verifica-se na literatura que os efeitos das linhagens sobre os rendimentos de abate não são consistentes, pois nem sempre as comparações são feitas com as mesmas linhagens e nas mesmas idades.

Os resultados do experimento II evidenciaram os benefícios da peletização sobre o desempenho de frangos de corte, quando comparados com rações fareladas, que podem ser resumidos em maiores ganhos de peso em função de um maior consumo, reflexo de melhor palatabilidade e preferência das aves, facilidade de apreensão que leva a menor movimentação e menos tempo gasto com alimentação, além de melhor digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, melhor aproveitamento da energia.

#### 4.4 CONCLUSÕES

A peletização favorece o ganho de peso dos frangos, independente da linhagem.

A linhagem Cobb alimentada com ração peletizada apresenta maior ganho de peso e menor viabilidade.

A linhagem Ross apresenta maior viabilidade quando alimentados com ração peletizada à vontade.

A ração peletizada controlada, apesar da redução no ganho de peso, melhora a viabilidade da linhagem Cobb.

A restrição alimentar favorece a conversão alimentar das aves.

A linhagem não influenciou as variáveis de rendimento de cortes e porcentagens de órgãos digestivos avaliados.

#### 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amornthewaphat, N.; Lerdsuwan, S.; Attamangkune, S. Effect of extrusion of corn and feed form on feed quality and growth performance of poultry in a tropical environment. *Poultry Science*, v.84. p. 1640-1647, 2005.
- Ávila, V.S.; Rosa, P.S.; Guidoni, A.L.; Roll, V.F.B.; Brum, P.A.R. Desempenho de frangos de corte machos criados no verão até 46 dias de idade, com rações de formas física diferente. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Campinas, SP. *Anais...* Campinas: 1995. p. 213-214.
- Bayley, H.S.; Summers, J.D.; Slinger, J. The effect of steam pelleting feed ingredients on chick performance: effect on phosphorus availability, metabolizable energy value and carcass composition. *Poultry Science*, v.47. p. 1140-1148, 1968.
- Benett, C.D.; Classen, H.L.; Riddell, C. Feeding broiler chickens wheat and barley diets containing whole, ground and pelleted grain. *Poultry Science*, v.81. p. 995-1003, 2002.
- Bertechini, A.G.; Rostagno, H.R.; Fonseca, J.B.; Oliveira, A.I.G. Efeitos da forma física e nível de energia da ração sobre o desempenho e carcaça de frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 20. p. 229-239, 1991.a
- Bertechini, A.G.; Rostagno, H.R.; Fonseca, J.B.; Oliveira, A.I.G. Efeitos da temperatura ambiente e nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 20. p. 257-265, 1991.b
- Briggs, J.L.; Maier, D.E.; Watkins, B.A.; Behnke, K.C. Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. *Poultry Science*, v.78. p. 1464-1471, 1999.
- Choi, J.H.; So, B.S.; Ryu, K.S.; Kang, S L. Effects of pelleted or crumbled diets on the performance and the development of the digestive organs of broiler. *Poultry Science*, v.65. p. 594-597, 1986.
- Dahlke, F.; Ribeiro, A.M.L.; Kessler, A.M.; Lima, A.R.; Maiorka, A. Effects of corn particle size and physical form of the diets on the gastrointestinal structures of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.5. p. 62-67, 2003.
- Engberg, R.M.; Hedemann, M.S.; Jensen, B.B. The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. *British Poultry Science*, v. 43. p. 569-579, 2002.
- Gonzales, E.; Junqueira, O.M.; Macari, M.; Filho, R.L.A.; Garcia, E.A. Uso da restrição alimentar quantitativa para diminuir a mortalidade de frangos de corte machos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27. p.129-136, 1998.
- Gonzales, E.; Buyse, J.; Takita, T.S.; et al. Metabolic disturbances in male broilers of different strains. 1. Performance, Mortality and Right Ventricular Hypertrophy. *Poultry Science*, v. 7. p. 1646-1653, 1998.
- Havenstein, G.B.; Ferket, P.R.; Qureshi, M.A. Growth, livability and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*, v. 82, p. 1500-1508, 2003.
- Huang, D.S.; Li, D.F.; Xing, J.J.; Ma, Y.X.; Li, Z.J.; Lv, S.Q. Effects of Feed Particle Size and Feed Form on Survival of *Salmonella typhimurium* in the Alimentary Tract and Cecal *S. Typhimurium* Reduction in Growing Broilers. *Poultry Science*, v. 85. p. 831-836, 2006.
- Hussar, N.; Robblee, A.R. Effects of pelleting on the utilization of feed by the growing chicken. *Poultry Science*, v. 41. p. 1489-1493, 1962.
- Jensen, L.S.; Merrill, L.; Reddy, C.V.; McGinnis, J. Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poultry Science*, v. 41. p. 1414-1419, 1962.
- Lara, J.C.L.; Baião, N.C.; Aguilar, C.A.L.; Cançado, S.V.; Fiúza, M.A.; Ribeiro, B.R.C. Efeito das fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia*, v. 57. p. 793-798, 2005.
- Leeson, S.; Caston, L.J.; Summers, J.D. Performance of male broilers to 70 days when fed diets of varying nutrient density as mash or pellets. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 8. p. 452-464, 1999.
- Leeson, S.; Summers, J.D. *Nutrition of the chicken*. 4 ed. Ontario:University Books, 2001. 413p.

- Lippens, M.; Room G.; De Groote, G.; Decuyper, E. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens.1. Effects on performance characteristics, mortality and meat quality. *British Poultry Science*, v. 41, p. 343-354, 2000.
- Lippens, M.; Huyghebaert, G.; De Groote, G. The efficiency of nitrogen retention during compensatory growth of food-restricted broilers. *British Poultry Science*, v. 43, p. 669-676, 2002.
- López, C.A.A. *Efeitos dos métodos de moagem e da forma física da ração sobre o desempenho, digestibilidade e composição da carcaça de frangos de corte*. 1999. 43f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- López, C.A.A., Baião, N.C. Efeitos da moagem dos ingredientes e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol.54. p.189-195, 2002.
- López, C.A.A. Efeitos da forma física e da granulometria da ração sobre a digestibilidade, desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. 2004. 50f. Tese (Doutorado). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- Marcato, S.M.; Sakomura, N.K.; Barbosa, N.A.A.; Santos, F.; Mendonça, M.O.; Fernandes, J.B.K. Curvas de crescimento e da deposição de nutrientes corporais de duas linhagens de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, supl.8. p. 167, 2006. a
- McKinney, L.J.; Teeter, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poultry Science*, v. 83, 1165-1174, 2004.
- Meinerz, C.; Ribeiro, A.M.L.; Penz Jr. A.M.; Kessler, A.M. Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, p. 2026-2032, 2001.
- Murakami, A.E.; Nerilo, N.; Furlan, A.C.; Scapinello, C.; Barbosa, M.J.B.; Cardos, A. Desempenho, rendimento de carcaça, cortes e desossa de três linhagens comerciais de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Campinas, SP. *Anais...* Campinas: 1995. p. 279-280.
- Nir, I.; Twina, Y.; Grossman, E.; Nitsan, Z. Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behaviour of meat-type chickens. *British Poultry Science*, v. 35. p. 589-602, 1994.a
- Nir, I.; Hillel, R.; Ptichi, I.; Shefet, G. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poultry Science*, v. 74, p. 771-783, 1995.
- Roll, V.F.B.; Avila, V.S; Rutz, F. et al. Efeito da forma física da ração em frangos de corte durante o verão. *Revista Brasileira de Agrociência*. v. 5, n, 1. p.54-59,1999.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa. UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.
- Sampaio, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. 2.ed., Belo Horizonte:FEPMVZ, 2002. 244p.
- Stringhini, J.H.; Laboissière, M.; Muramatsu, K.; Leandro, N.S.M.; Café, M.B. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.1. p.183-190, 2003.
- Urdaneta-Rincon, M.; Leeson, S. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. *Poultry Science*, v.81. p.679-688, 2002.
- Vargas, G.D.; Brum, P.A.R.; Fialho, F.B.; Rutz, F.; Bordin, R. Efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.7. p.42-45, 2001.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O processo de peletização se mostra, do ponto de vista de desempenho, altamente interessante para a produção de frangos de corte. Seus benefícios não se restringem ao aumento de consumo e alteração de comportamento das aves, mas abrange também melhora no aproveitamento dos nutrientes, principalmente no aproveitamento da energia.

Entretanto, essa melhora no desempenho, no caso da linhagem Cobb, deve ser avaliada com muito cuidado, pois, pode levar a um aumento na mortalidade por problemas metabólicos. Problemas estes que podem ser minimizados, por exemplo, com uma restrição alimentar.