

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

Granulometria e forma física da ração para frangos de corte

Eveline Caetano de Andrade

MINAS GERAIS
BELO HORIZONTE
2014

EVELINE CAETANO DE ANDRADE

Granulometria e forma física da ração para frangos de corte

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

Área de concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Nelson Carneiro Baião

BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais.
Vocês são meu porto seguro!

AGRADECIMENTOS

À Deus e Nossa Senhora Aparecida, por me permitir conquistar cada etapa com tranquilidade e sempre guiando meus caminhos;

Aos meus pais, minhas referências. O fato de estarem sempre comigo me faz prosseguir com muito mais segurança e alegria. Amo vocês!

À minha irmã Francine, que sempre foi meu exemplo e meu norte. Mesmo sem saber guia meus passos e é minha inspiração! E ao meu *brother* Ruan, que sempre me aconselha e está presente.

Ao meu namorado André, que fez dessa caminhada mais leve e seu apoio incondicional não me deixou fraquejar nem um momento sequer!

Ao Professor Baião, que me apoiou muito no momento de difícil decisão sendo realmente meu orientador não somente acadêmico, mas da vida! Obrigada pela paciência, compreensão e ensinamentos que vou levar para a vida toda!

Ao Professor Léo Lara, à Fazenda da Escola e aos amigos da Avicultura! Obrigada por todo suporte que vocês me deram. Sem vocês este trabalho não poderia ter sido concretizado.

À Julia, por me acalmar nos momentos de ansiedade e ter me auxiliado muito!

À Pif Paf e toda a equipe (Jairo, Rodrigo, Ricardo, Gladstone, Leonardo Ruiz e Maurício) pela confiança, estrutura e apoio!

Vocês foram fundamentais para que este trabalho pudesse acontecer! Apesar de curta, a minha passagem pela Escola de Veterinária da UFMG me trouxe excelentes lembranças, amigos e um aprendizado enorme. Muito obrigada! Contem comigo para o que precisarem!

SUMÁRIO

RESUMO	06
ABSTRACT	07
1. INTRODUÇÃO.....	08
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	09
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4. COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
6. CONCLUSÕES.....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
8. ANEXO.....	60

RESUMO

Foram conduzidas duas fases experimentais com o objetivo de avaliar os efeitos da granulometria do milho e forma física da ração sobre o desempenho e custo de produção em frangos de corte (fase experimental I) e sobre o peso relativo de órgãos digestivos (fase experimental II). Foram utilizados 936 pintos de corte machos e 1008 fêmeas para a fase I e 312 machos e 312 fêmeas para a fase II. As aves utilizadas foram Cobb®. As aves foram criadas nos períodos de um a 45 e de um a 35 dias de idade nas fases I e II, respectivamente. Os tratamentos para ambos os experimentos foram: ração farelada e peletizada (moídas em peneiras de 3,8 mm e 7,0 mm). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2 x 2 (duas granulometrias x duas formas físicas), com seis repetições de 39 aves cada para os machos e seis repetições de 42 aves cada para as fêmeas por tratamento para a fase experimental I, e seis repetições por tratamento, para a fase experimental II. Na fase experimental I, a forma física peletizada produzida com moagem 3,8mm apresentou melhor PDI ($p \leq 0,05$) somente para a fase de um a 45 dias. Aves alimentadas com ração peletizada apresentaram maior consumo de ração, ganho de peso e melhor conversão alimentar que àquelas que receberam ração farelada para todas as fases de criação de fêmeas e para as fases inicial e crescimento dos machos ($p \leq 0,05$). Não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) entre o tipo de processamento e o grau de moagem para consumo de ração dos machos na fase de um a 45 dias. Não houve influência da forma física e granulometria sobre a viabilidade das aves em nenhuma fase de criação ($p > 0,05$). Para a fase experimental II, as aves alimentadas com ração peletizada apresentaram maior percentual de gordura abdominal e menor peso relativo da moela ($p \leq 0,05$) em relação ao peso vivo do que as aves que receberam a farelada. Palavras chave: frango de corte, pelete, desempenho.

ABSTRACT

Two experimental phases were conducted to evaluate the effects of corn particle size and diet physical form on the performance and production cost in broilers (Phase I) and the relative weight of organs (Phase II). A number of 936 male chickens and 1008 females were used in the first experimental phase and 312 male chickens and 312 female chickens in phase II. The broilers used was Cobb® from 1 to 45 days old (I) and from 1 to 35 days old (II). Treatments consisted of two mash and two pelleted diets (ground corn through sieve 3.8 mm and 7.0 mm). Similar treatments were used for both experimental phases. The experimental design was completely randomized in a 2 x 2 factorial design (two particle sizes x two physical forms), with six replicates of 39 birds each for males and six replicates of 42 birds each per treatment for females for phase I, and six replicates for II. In experimental phase I, PDI from pelleted physical form that was produced with 3,8mm grinding showed better results ($p \leq 0.05$) than other treatments just for the males from 1 to 45 days of age. Birds fed by pelleted diets had greater feed intake, weight gain and better feed conversion than those fed mash diet for all females stages of raising and for males, just on phase from 1 to 23 and 1 to 41 days ($p \leq 0.05$). No significant difference ($p > 0.05$) was observed between the type of processing and the grinding for males feed intake from 1 to 45 days stage. There was no influence of the physical form and particle size on the feasibility of birds in any phase ($p > 0.05$). For the second experimental phase birds fed by pelleted diets had higher abdominal fat than birds fed by mash, therefore they presented lower gizzard relative weight ($p \leq 0.05$).

1. INTRODUÇÃO

A ração peletizada é a mais utilizada para frangos de corte no Brasil (TAVERNARI et al., 2013) e a peletização é o processo mais utilizado para melhorar a qualidade de rações para frangos de corte dentre os processamentos térmicos de ração (MASSUQUETTO, 2014).

Uma abrangente literatura correlaciona o uso da peletização com benefícios na produção de frangos de corte. Porém, para a obtenção de bons resultados de desempenho proporcionados por esta ração é fundamental que se tenha um pélete de boa qualidade. Tavernari *et al.* (2013) afirmam que o processo de peletização de rações requer um cuidado especial porque, uma vez comprometido, poderá haver consumo excessivo de energia elétrica e resultar em uma ração de qualidade inferior, não obtendo os benefícios esperados.

O custo com energia elétrica associado à peletização pode ser visto como um dos mais altos custos do processo de fabricação de ração. Reduzir os custos com eletricidade pode levar a uma maior rentabilidade do processo de fabricação de ração (NEL, 2010).

A granulometria dos ingredientes está diretamente relacionada a qualidade de pélete. A literatura relata que quanto menor a granulometria dos alimentos, melhor o pélete e maior o custo da moagem da ração. Desta forma, para reduzir os custos de fabricação da ração é necessário que seja definida também uma granulometria que permita desempenho adequado das aves, associada à redução no consumo de energia elétrica e ao aumento no rendimento de moagem do ingrediente para que o processo compense financeiramente.

Diante do exposto, os objetivos do presente trabalho foram avaliar a influência da granulometria do milho e da forma física da ração sobre: o desempenho sobre o custo de produção de frangos de corte machos e fêmeas de um a 45 dias de idade, assim como o percentual de peso da moela, gordura abdominal e intestinos em relação ao peso vivo, de um a 35 dias de idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Processamento de ração

Os processamentos das rações incluem desde os processos mais simples como a pesagem, moagem, mistura, incorporação de líquidos até os mais complexos como peletização, extrusão e expansão (LARBIER e LECLERCQ, 1994).

Através do processamento, busca-se o aumento da densidade do alimento e a alteração no tamanho das partículas (O'CONNOR, 1987). Os métodos de processamento ainda podem alterar o conteúdo de umidade, palatabilidade, nutrientes, fatores antinutricionais e reduzir a contaminação por microrganismos como fungos e bactérias (ESMINGER, 1985).

O processamento de alimentos é constituído por um conjunto de operações necessárias para extrair o maior potencial nutritivo de um alimento, alterando a estrutura de seu estado natural. Tendo em vista que o custo da alimentação influencia diretamente o custo da produção de frango de corte, buscando o máximo benefício, é importante que se tenha alimentos bem processados (BELLAVÉR et al, 2000).

Como principais objetivos do processamento, McKinney e Teeter (2002) e Fagundes (2005) evidenciaram a preservação da qualidade do alimento o maior tempo possível e a melhora na disponibilidade dos nutrientes para o aproveitamento pelos animais.

Segundo Klein (2009) a genética e a nutrição, assim como outras áreas da produção animal têm contribuído para melhorar a eficiência produtiva. A tecnologia de processamento de rações tem avançado bastante visando reduzir os desperdícios e maximizar o uso dos recursos para garantir a segurança do alimento e a possibilidade da rastreabilidade completa de seus processos com uma maior precisão.

2.2. Moagem

A moagem é o processo de redução do tamanho de partículas, podendo ser conjunta (todos os alimentos juntos) ou separada (um alimento por vez). Atualmente, a moagem conjunta é a mais utilizada no Brasil devido ao baixo investimento de implantação, uma vez que requer menor quantidade de silos e elementos de transporte. Como principais vantagens são relatadas a homogeneidade das partículas dos ingredientes e da mistura (MARTIN, 1983; WALDROUP, 1997; BIAGI 1998).

A moagem é um sistema composto basicamente por: alimentador, filtro, moinho de martelo ou de rolo, entrada de ar, diafragma de ruptura com dispositivo de

desligamento, duto de alívio de explosão, dispositivo de fechamento rápido, exaustor, rosca extratora e clapeta de vedação. O moinho de martelo vem sendo o mais utilizado devido ao baixo custo de implantação e manutenção, além de permitir o processamento de grande variedade de ingredientes (fibrosos e friáveis) e por possibilitar moagens mais finas (<600 mm) em relação ao moinho de rolos (MARTIN, 1983; WALDROUP, 1997; BIAGI, 1998).

Dentre os ingredientes utilizados nas formulações de rações para aves, o milho tem participado normalmente com 70 a 80% da composição total da ração (ZANOTTO *et al.*, 1996). Portanto, a moagem do milho representa um gasto energético significativo no processo de produção. Segundo Reece *et al.* (1985), este seria o segundo maior custo com energia elétrica de uma fábrica de ração depois do processo de peletização.

2.3. Granulometria

O termo granulometria é usado para caracterizar o tamanho dos grânulos de um produto moído. Sua importância está no fato de que o tamanho das partículas, assim como a sua uniformidade, irão influenciar o desempenho das aves (AXE, 1995).

Diversos autores estudaram a preferência das aves por determinado tamanho de partícula, influenciada pelo formato e abertura do bico. As aves distinguem as partículas através de mecanorreceptores presentes na boca. A literatura tem demonstrado predileção das aves por partículas grandes, a qual aumenta com a idade (GENTLE, 1979; SCHIFFMAN, 1968; PORTELLA *et al.*, 1988; NIR *et al.*, 1994a).

A granulometria é avaliada pelo diâmetro geométrico médio (DGM), em milímetros ou microns (ZANOTTO *et al.*, 1999); assim como a amplitude de dispersão do tamanho das partículas é estimada pelo desvio padrão geométrico (DPG) (ZANOTTO e BELLAVER, 1996).

De acordo com a peneira do moinho, a granulometria pode variar de muito fina a muito grossa, mas esta forma de classificação pode ser considerada falha por não permitir a identificação da peneira ou granulometria (WALDROUP, 1997). Fatores como a abertura dos furos da peneira, área de abertura da mesma, potência do motor, número e distância entre os martelos e a peneira, vazão de moagem, teor de umidade dos grãos e desgaste do moinho podem alterar a granulometria final dada pelo DGM e DPG (MARTIN, 1988; ZANOTTO e MONTICELLI, 1998).

Brum *et al.* (1998) consideram que quando a granulometria do milho apresenta DGM variando entre 500 e 1000 µm moídos em moinho de martelo, seu valor nutritivo não varia. Mas, de acordo com Pozza *et al.* (2005), estes valores variam entre 300 a 1200 µm. Porém, os nutrientes podem não ser bem aproveitados pelas aves caso a

granulometria do milho seja excessivamente fina ou grossa, o que dependerá da forma física da ração (farelada, triturada ou peletizada) (BRUM *et al.*, 1998).

Segundo Biagi (1998), Aguilar (2004) e Hetland *et al.* (2004), a digestão e absorção dos nutrientes são favorecidas pelo menor tamanho das partículas do alimento devido a maior ação enzimática, proporcionada pela maior facilidade de contato destas com os componentes nutricionais. Entretanto, segundo Lentle (2005) os alimentos moídos em partículas médias e finas se acomodam ou se distribuem melhor no interior da moela (as partículas menores ocupam os espaços entre as partículas médias e grandes), resultando em menor área de superfície disponível para atuação das enzimas (WISE, 1952; DERESIEWICZ, 1958 citados por AMERAH *et al.*, 2007). Portanto, um aumento na proporção de partículas grosseiras nas rações, resultaria em grande quantidade destas na moela, aumentando a eficiência digestiva como resultado de maior área disponível para permeabilidade das enzimas digestivas. Porém, partículas maiores que 1000 ou 1500 micras se tornam pontos de fraturas no péletes (FRANKE e REY, 2006; MENDEZ e SANTOMA, 2008), podendo comprometer os resultados de desempenho zootécnico dos frangos de corte.

Partículas muito finas (com DGM abaixo de 400 μm), em rações fareladas ou trituradas podem gerar problemas respiratórios e redução de consumo nos frangos, devido a maior presença de pó gerando incrustações no bico e rápida passagem pelo trato gastrointestinal (BRUM *et al.*, 1998).

Segundo Young (1962), produtos finos têm pouca influência na capacidade de peletização e no custo energético da peletizadora, sendo esta influência maior para a qualidade do pélete. Em 1998, Biagi sugeriu que deve ser questionada a necessidade de se ter partículas menores para o processo de peletização, uma vez que o custo da energia no processo de moagem aumenta com a diminuição das partículas.

De acordo com Esminger (1985) as partículas muito finas podem favorecer a peletização, mas diminuem a seletividade quando na forma farelada, melhoram a palatabilidade e podem levar a menor estimulação e crescimento de vilosidades intestinais (BELLAVAR, 2000). Dozier III (2001) sugere como ótimo tamanho de partículas para uma boa qualidade de pélete em rações de frangos de corte, a base de milho e soja, entre 650 a 700 microns. Por outro lado, Amerah *et al.* (2007) sugere entre 600 a 900 microns.

As recomendações sobre tamanho ótimo de partículas têm sido contraditórias na literatura. Isto porque diversos fatores como: forma física da ração, complexidade da dieta, tipo de grão, dureza de endosperma, método de moagem, qualidade de pélete e qualidade de mistura podem influenciar a utilização dos nutrientes pelos animais,

melhorando desempenho, além de aumentar a eficiência de produção (AMERAH et al. 2007).

2.4. Peneiras

As características das peneiras como espessura, diâmetro do furo e área aberta estão diretamente relacionadas com a eficiência de moagem. A área aberta relaciona-se com a capacidade de produção e menor consumo de energia elétrica. Quanto maior a área aberta, mais rapidamente as partículas com tamanho adequado deixarão a câmara de moagem, porém, quanto maior a área aberta, maior a fragilidade da peneira (ZANOTTO *et al.* 1998a).

2.5. Granulometria e custos

Visando reduzir custos de produção de rações é de fundamental importância que se utilize a granulometria que permita desempenho adequado dos frangos, proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes, associada a uma redução no consumo de energia elétrica e ao aumento no rendimento de moagem do ingrediente (BRUM et al., 1998; ZANOTTO et al. 1998a). Segundo estes autores, o aumento no DGM das partículas de 515 para 905 microns (μm), promove aumento de 166% no rendimento da moagem e redução de 62% no consumo de energia elétrica.

Aumentando o diâmetro dos furos das peneiras do moinho de martelo de 4,76 para 6,35 μm , Reece et al. (1986) obtiveram uma economia de energia elétrica de 27%. Mas, essa relação entre os diâmetros dos furos das peneiras e o consumo de energia elétrica não é linear. Wondra et al. (1995), durante a moagem do milho com moinho de martelos, verificaram que a substituição de peneiras de DGM de 600 μm por outra cujo DGM foi 400 μm consumiu o dobro da energia elétrica necessária para reduzir o tamanho da partícula de 1.000 para 600 μm .

Do ponto de vista de produção de rações, a economia com a energia elétrica e o rendimento de produção (toneladas/hora) de moagem aumenta à medida que aumenta o tamanho das partículas dos ingredientes (BELLAYER, 2000). Por outro lado, quando muito grossa, podem ocorrer problemas devido à seletividade de partículas por preferência das aves, podendo gerar desequilíbrio nutricional (BRUM *et al.*, 1998).

Dozier III (2001) considera que para fabricar rações para frangos de corte é necessário que se conduza testes em cada fábrica individualmente para determinar o tamanho ótimo de partículas específico para menor gasto energético, assim como atingir as expectativas em qualidade de pélete.

Pozza *et al.*(2005) avaliaram a moagem, granulometria do milho e consumo de energia no processamento em diferentes moinhos de martelo. Observaram que o consumo de energia elétrica na moagem variou de 6,13 a 20,03 kWh t⁻¹ de acordo com a peneira que usaram. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por HEALEY *et al.* (1994) que foi de 5,3 a 24,5kWh t-1. Pozza *et al.* (2005) concluíram que a variação da taxa de moagem e consumo de energia elétrica pode ser devido às diferenças entre as características dos moinhos, do desgaste devido ao uso e da potência dos motores que equipam os moinhos.

2.6. Granulometria e peso relativo da moela e intestinos

Segundo Amerah *et al.* (2007) o desenvolvimento do trato gastrointestinal em frangos de corte, especialmente da moela, é influenciado pelo tamanho das partículas dos alimentos.

A moela é o órgão muscular triturador/misturador capaz de aplicar uma pressão que pode exceder 585 kg/cm² (CABRERA, 1994). Quando as aves recebem ração com granulometria excessivamente fina, pode haver um subdesenvolvimento da moela e o proventrículo pode encontrar-se aumentado (TAYLOR e JONES, 2004). Sob estas condições, a moela exerce uma função de trânsito ao invés de órgão triturador (CUMMING, 1994). Partículas grosseiras, ao contrário, podem reduzir a velocidade de passagem da digesta (NIR *et al.*, 1994b) ocorrendo maior tempo de exposição dos nutrientes às enzimas digestivas e, conseqüentemente, melhora na digestibilidade e utilização de energia pelas aves (CARRE, 2000 citado por AMERAH *et al.*, 2007).

A moela bem desenvolvida melhora a motilidade intestinal (FERKET, 2000) e, por consequência, eleva os níveis de colecistoquinina (SVIHUS *et al.*, 2004) estimulando todo o trato gastrointestinal.

NIR *et al.* (1994b) observaram, em pintos de corte com sete dias de idade, maior peso da moela para aves alimentadas com rações com granulometria grossa (25% maior) e média (41% maior) em relação àquelas alimentadas com granulometria fina. Notaram também hipertrofia do intestino delgado nas aves que receberam ração farelada fina. Resultados semelhantes foram encontrados por Nir *et al.* (1995), que observaram menor peso relativo do duodeno nas aves alimentadas com partículas grosseiras comparadas àquelas que receberam dieta com granulometria fina. Segundo Amerah *et al.*(2007), o menor peso do duodeno associado com as partículas grosseiras não tem uma explicação clara.

2.7. Formas físicas da ração

As formas físicas de rações utilizadas na indústria avícola são: fareladas, peletizadas, extrusadas, expandidas e trituradas. A ração farelada é constituída pela moagem dos alimentos seguida da mistura dos mesmos. Esta pode ser usada diretamente para consumo pelas aves ou utilizada para os outros processamentos (O'CONNOR, 1987).

A ração peletizada é obtida prensando a ração farelada sob alta temperatura, resultando em pré-cozimento e posteriormente, moldada em pequenos cilindros ou péletes. A extrusada é a farelada submetida à alta temperatura, umidade e pressão, em curto espaço de tempo (O'CONNOR, 1987). As rações trituradas correspondem as peletizadas ou extrusadas após a passagem por um triturador, resultando em partículas menores que os péletes e maiores que as fareladas.

2.8. Peletização

A peletização é o processo mais utilizado para melhorar a qualidade de rações para frangos de corte dentre os processamentos térmicos (MASSUQUETTO, 2014).

Klein (2009) define este processo como a adição de vapor e a prensagem da ração farelada transformando-a em granulada, por alterações físico-químicas sob temperatura, umidade, pressão e tempo determinados, resultando em melhora da digestibilidade dos nutrientes, através de um pré cozimento atuando sobre a parede celular dos vegetais, proporcionando a gelatinização do amido, amolecendo as fibras e facilitando a ação de enzimas digestivas.

O processo de peletização inicia-se com a rosca alimentadora, que abastece o condicionador com os ingredientes após serem moídos e misturados. Dentro do condicionador, a mistura recebe vapor entre 70 e 90°C, com a função de facilitar a compactação. É muito importante que se tenha o controle exato deste equipamento (tempo e temperatura), para que as reações desejadas como a gelatinização do amido e a obtenção de boa qualidade de pélete ocorram de forma eficaz. Segundo Lauriston (1996), a temperatura de gelatinização varia entre os ingredientes sendo que o amido do milho e sorgo gelatinizariam entre 70 e 75°C, diferente do que ocorre com o trigo, cuja temperatura estaria entre 52 e 54°C. O tempo no condicionador pode variar de nove a 180 segundos, variando de acordo com a fórmula a ser peletizada. Após a passagem pelo condicionador, opcionalmente, pode-se ter o retentor, que tem a função de aumentar o tempo de retenção da ração com a finalidade de redução de microrganismos presentes.

Em seguida, a ração úmida e quente é direcionada para a matriz da peletizadora, onde é prensada por rolos compressores através dos orifícios do anel, formando os

péletes, que são cortados com o comprimento desejado. Na saída da peletizadora, os péletes estão com uma temperatura entre 75 e 93°C, devido a ação do condicionador e da fricção do anel com a mistura.

O passo seguinte é o resfriador, que tem como função reduzir a temperatura da ração para 2 a 8°C acima da temperatura ambiente e a umidade para 12 a 14%, permitindo a armazenagem sem alterar a qualidade da ração, dos péletes e problemas sanitários (FRANCISCO, 2007; LARA, 2011; MASSUQUETTO, 2014).

O objetivo da peletização é diminuir a seletividade dos alimentos por parte dos animais, aumentar a palatabilidade, reduzir a quantidade de pó e finos, aumentar a densidade, evitar a segregação de nutrientes durante o transporte reduzindo, assim, o desperdício, facilitar o manuseio, reduzir espaço de estocagem assim como o custo de transporte e permitir que a ração flua melhor nos comedouros. Além destes fatores o uso de calor e pressão, melhora o valor nutricional de alguns alimentos e permite obter uma melhor qualidade sanitária devido à elevação de temperatura durante o processo de adição de vapor assim como o efeito mecânico de fricção durante o processamento (BELLAYER, 2000; PENZ, 2002; GIULIANI *et al*, 2008).

Apesar dos benefícios proporcionados, a peletização representa alto custo de implantação, maior custo de manutenção (rolo e matriz), e principalmente o maior consumo de energia elétrica resultando em aumento de cerca de 2% no custo da ração (BIAGI, 1990; MEINERZ *et al.*, 2001). Em contrapartida, segundo Massuquetto (2014), em relação ao custo de formulação, o custo do processo é baixo e várias empresas após realizarem trabalhos de pesquisa afirmam ter boa relação custo/benefício e bons resultados a campo.

Segundo Tavernari *et al.* (2013), o processo de peletização de rações requer um cuidado especial porque, uma vez comprometido (sobretudo nos fatores tempo, temperatura e pressão), poderá haver consumo excessivo de energia elétrica e resultar em uma ração de qualidade inferior, não obtendo os benefícios esperados. Custos de energia elétrica relacionados à peletização podem ser influenciados desde a formulação da ração até o condicionamento (tempo, temperatura), dentre outros fatores que irão afetar o gasto com energia. Reduzir os custos com eletricidade pode levar, diretamente, a maior rentabilidade (NEL, 2010).

Segundo Esminger (1985), uma desvantagem do processo pode estar relacionada a redução dos níveis de vitaminas, caso estas sejam fabricadas sem proteção encapsulada para suportarem o aquecimento ou se a quantidade de antioxidantes na dieta seja inadequada a fim de prevenir a oxidação acelerada das vitaminas na presença de alta umidade e temperatura. O processo quando inadequado pode causar alterações indesejáveis na estrutura dos ingredientes utilizados como reações de complexação entre

proteínas e carboidratos e redução da estabilidade de enzimas adicionadas na dieta (CAMPBELL e BEDFORD, 1992; CRESWELL e BEDFORD, 2006).

Ainda como ponto negativo, Nir *et al.* (1995) e Zohair *et al.* (2012) afirmam que a peletização constitui um fator predisponente para ascite em frangos de corte, principalmente nos machos. O que seria justificado pelo tempo de consumo reduzido, associado a maior quantidade da ração ingerida e, conseqüentemente, maior ganho de peso, aumentando a demanda de oxigênio deixando o frango mais susceptível a doenças metabólicas.

2.9. Peletização e contaminação por microrganismos

De acordo com Jones (1979), McCaps *et al.* (1989), Nilipour (1993) e Giuliani *et al.* (2008), a peletização reduz a contaminação das rações por microrganismos, reduzindo, conseqüentemente, o risco de infecções por *Salmonella sp* e *E.coli*.

Entretanto, Huang *et al.* (2006) observaram maior incidência de *Salmonella sp* na moela e no ceco de frangos alimentados com rações peletizadas em comparação àqueles que receberam rações fareladas. Aves que receberam ração peletizada apresentaram pH da moela aumentado, sendo esta uma condição favorável à proliferação das bactérias que foram encontradas em maior quantidade no duodeno e parte distal do intestino destas aves.

2.10. Peletização e desempenho no frango de corte

De forma geral, é reconhecido que a peletização melhora o desempenho dos frangos, aumentando ganho de peso, conversão alimentar e reduzindo custos. Sabe-se também que esta melhora se deve à forma física da ração assim como à qualidade de pélete (BOTURA, 1997; KOCH, 2008).

Segundo Jensen *et al.* (1962) e Nir *et al.* (1994), o tempo de ingestão da mesma quantidade de ração peletizada para frangos de corte quando comparado com a farelada é um terço menor. Isso resulta em maior energia disponível para ganho de peso, uma vez que há menor gasto energético para a alimentação, beneficiando o desempenho das aves. Skinner-Noblet *et al.* (2005) concordam com os autores acima e ainda afirmam que esta mudança de comportamento apresentada pelas aves com relação ao consumo pode depender da linhagem do frango.

Yo *et al.* (1997), avaliando o efeito da troca repentina da forma física de um concentrado proteico para aves de 14 dias de idade, com livre escolha para balanceamento da dieta, observaram que o padrão de consumo das aves sofre interferência da forma física da ração. Após a substituição da ração farelada pela

peletizada as aves diminuíram o consumo durante as primeiras 24 horas. Porém, após três dias de adaptação, este consumo foi equilibrado.

Os efeitos da forma física da ração (peletizada e farelada) sobre o desempenho de frangos de corte foram avaliados por Choi *et al.* (1986); Bertechini *et al.* (1991); Bertechini *et al.* (1991b); Ávila *et al.* (1995); Lopez e Baião (2004), que observaram que aves alimentadas com rações peletizadas obtiveram maiores ganhos de peso e consumo de ração, sem afetar a conversão alimentar.

Para Hamilton e Proudfoot (1995); Vargas *et al.* (2000); Lecznieski *et al.* (2001); Lopez, *et al.* (2007); Abdollahi (2011); Corzo *et al.* (2011) e Zohair *et al.* (2012) os frangos de corte alimentados com rações peletizadas apresentaram melhor desempenho em função do aumento no consumo de ração, ganho de peso e da melhoria da conversão alimentar.

Estudando os efeitos da forma física da ração sobre o desenvolvimento dos órgãos digestivo de frangos de corte, Choi *et al.* (1986); Nir *et al.* (1995) e Engberg *et al.* (2002) notaram que as aves alimentadas com ração peletizada apresentaram redução no peso relativo da moela e do intestino. Bennet *et al.* (2002) também observaram redução na porcentagem de moela em relação ao peso vivo das aves alimentadas com rações peletizadas em relação àquelas que receberam rações fareladas. Entretanto, Dahlke *et al.* (2003) observaram que a forma física da ração não interferiu no peso da moela.

Segundo Bertechini *et al.* (1991), Bertechini *et al.* (1991b), Ávila *et al.* (1995) a forma física da ração não tem influência sobre a porcentagem de gordura abdominal. Mas, Nir *et al.* (1994) observaram que, independente do consumo, os aves que receberam ração peletizada aumentaram a deposição de gordura abdominal.

De acordo com Ávila *et al.* (1995); Lecznieski *et al.* (2001) e Bennet *et al.* (2002), os frangos de corte alimentados com rações peletizadas/trituradas têm maior taxa de mortalidade do que aqueles alimentados com rações fareladas. Por outro lado, Lopez e Baião (2004) e Lopez *et al.* (2007) não observaram influência da forma física da ração sobre a viabilidade.

2.11. Qualidade do pélete

A qualidade de pélete refere-se à durabilidade, a integridade física do pélete final após manuseio e transporte com a mínima geração de finos e péletes quebrados (DOZIER III, 2001).

A desintegração do pélete está relacionada ao atrito ou abrasão, fragmentação e lasqueamento (ZUNIGA, 2012). Para considerar péletes de boa qualidade é necessário que estes resistam a forças de desintegração (compressões, atritos e impactos) as quais os péletes são submetidos nos sistemas de armazenamento e transporte dentro da fábrica e ao longo do trajeto da fábrica ao comedouro (CAVALCANTI e BEHNKE, 2005; MINA BOAC *et al.*, 2006).

Para quantificar a qualidade do pélete, o índice utilizado é o de durabilidade (PDI). O percentual de péletes íntegros é o PDI e sua determinação é feita por meio de um teste simples no qual o alimento peletizado é sacudido em um equipamento (durabilímetro) por tempo definido que simula o transporte e o manuseio da ração. Quando as rações têm alto PDI significa que os péletes podem manter-se mais íntegros até o momento da ingestão pelos frangos (BEYER, 2000). Segundo Dozier III (2001) o PDI ideal para frangos de corte seria 80%.

De acordo com Nir (1998) e Dozier III (2001), a característica da peletizadora, o tamanho da partícula, a temperatura da peletização, a umidade, a injeção de vapor além da formulação da ração afetam a qualidade do pélete. Outro fator que interfere na qualidade do pélete é o manuseio da ração, do transporte até a entrega na granja, pois sua rosca transportadora pode quebrar os péletes no momento do descarregamento (KLEIN, 1999; MCKINNEY e TEETER, 2002).

Todo o sistema de fabricação desde a formulação da ração, até os equipamentos utilizados no processamento, como silos de alimentação da peletizadora, moinho, anel peletizador, rolos de peletização, correias de transporte, peneira vibradora e condicionador influenciam na qualidade do pélete (GILL, 1993, BELLAVAR, 2000, FAIRFIELD, 2003).

Com relação ao desempenho das aves, Maiorka (1998) afirma que, em uma fábrica de ração, pode-se considerar normal encontrar 10 a 15% de finos na ração. À medida que esse percentual aumenta, a ração assemelha-se a forma farelada, comprometendo a melhora nos resultados de desempenho proporcionados pela ração peletizada.

Segundo McKinney e Teeter (2002), rações com no mínimo 40% de íntegros já apresentam os benefícios proporcionados pela peletização como maior ganho de peso e melhor conversão alimentar que rações fareladas. Entretanto, Corzo (2011) considera que aves alimentadas com rações com 64% de péletes íntegros apresentam melhores resultados que àquelas alimentadas contendo apenas 32% íntegros. Aves que receberam ração com 32% dos péletes íntegros apresentaram ainda melhores resultados que as que receberam ração farelada.

2.12. Peletização e granulometria sobre o desempenho e desenvolvimento de órgãos digestivos

Avaliando os efeitos da forma física da ração e da granulometria sobre a morfologia intestinal de frangos de corte, Dahlke *et al.* (2003) observaram que a forma física não interferiu no peso da moela. Mas, o aumento do tamanho da partícula provocou um aumento linear no tamanho da moela.

Segundo Lopez e Baião (2004), o uso de rações peletizadas para frangos proporcionam maior peso corporal e consumo de ração, sem afetar a conversão alimentar e viabilidade das aves. Além disso, os frangos alimentados com péletes, com granulometria grossa, obtiveram maior proporção de intestinos e menor proporção de moela em relação ao peso corporal. Estes resultados foram justificados pela maior taxa de passagem das rações peletizadas, resultando em menor volume de alimento na moela e menor atividade muscular. A forma física da ração não influenciou o rendimento de carcaça.

Opalinsk *et al.* (2005), avaliando os efeitos da forma física (peletizada/triturada e farelada) e da granulometria (653, 720 e 822 micrômetros) sobre o desempenho e porcentagem dos órgãos digestivos de frangos de corte aos sete dias de idade, observaram maior consumo de ração e ganho de peso nos frangos alimentados com rações peletizadas. Os autores verificaram ainda efeito da granulometria sobre a conversão alimentar. Sendo que os pintos alimentados com a ração cuja granulometria foi de 720 micrômetros apresentaram melhor conversão que aqueles alimentados com 653 micrômetros e os frangos alimentados com rações peletizada e granulometria de 822 obtiveram maior peso percentual de duodeno, em relação aos demais tratamentos. Resultados semelhantes foram observados por Amornthewaphat *et al.* (2005). Estes autores justificaram estes benefícios pelo menor desperdício, menor seletividade dos ingredientes e maior consumo de ração proporcionado pela ração peletizada.

Comparando os efeitos da forma física (farelada, granulada e expandida-granulada) sobre o desempenho de frangos de corte de um a 42 dias de idade, López *et al.* (2007) observaram melhora no desempenho das aves alimentadas com as rações processadas termicamente. Provavelmente, devido ao aumento no consumo assim como no melhor aproveitamento da ração, resultando em melhor conversão alimentar e ganho de peso com o processamento das rações sem influenciar na viabilidade das aves.

Avaliando os efeitos da forma física da ração sobre o desempenho e rendimento de cortes em frangos de corte de um a 45 dias de idade, Lara *et al.* (2008) observaram que aves alimentadas com as rações peletizadas apresentaram melhora no ganho de peso, sem influenciar no rendimento dos cortes da carcaça, quando comparada aquelas que receberam rações fareladas. Apenas a porcentagem de moela teve influência da

forma física, sendo menor o percentual de peso relativo do órgão nas aves que consumiram ração peletizada, devido a menor velocidade de passagem da ração farelada em relação à peletizada, como já justificado anteriormente.

Estudando os efeitos da forma física da ração sobre o desempenho, a utilização dos nutrientes das rações e o desenvolvimento do trato digestório de pintos de corte na primeira semana de vida, Freitas *et al.* (2008) observaram que os órgãos do trato digestivo das aves, com exceção da moela, não sofreram influência da forma física da ração. Além disso, os pintos que receberam rações fareladas obtiveram menor ganho de peso, consumo de ração e pior conversão alimentar que àquelas alimentadas com rações peletizadas. Estes autores concluíram, portanto, que rações pré iniciais na forma peletizada ou triturada possibilitam melhor aproveitamento dos nutrientes e melhor desempenho que as fareladas.

Souza *et al.* (2008), avaliando os efeitos da forma física da ração (farelada e peletizada) sobre o desempenho, de um a 21 dias, e as características de carcaça de frangos de corte observaram que o ganho de peso e o rendimento de carcaça foram superiores nas aves que receberam ração peletizada.

A metabolizabilidade de nutrientes, o desempenho zootécnico e o rendimento de carcaça em frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas em vários períodos (de um a sete, a 21 a 35 e a 42 dias de idade), foram estudados por Meurer (2009). Os resultados de desempenho zootécnico foram superiores para as aves alimentadas com rações peletizadas. O autor concluiu ainda que o fornecimento de rações peletizadas de um a 42 dias de idade aumenta a quantidade de gordura abdominal em frangos de corte.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas duas fases experimentais. Na fase I, foram realizados dois experimentos para avaliar os efeitos da granulometria e da forma física da ração sobre o desempenho e custos de produção de frangos de corte fêmeas (experimento I) e machos (experimento II). Na fase experimental II, foram avaliados os efeitos das rações utilizadas na fase I sobre o percentual de peso relativo da moela, intestinos e gordura abdominal sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas e machos. Sendo a execução dos experimentos simultânea.

3.1. Fase experimental I

Efeitos da granulometria e forma física da ração sobre o desempenho e custos de produção de frangos de corte machos e fêmeas.

3.1.1. Local e instalações

Os experimentos foram realizados simultaneamente no galpão experimental da empresa Rio Branco Alimentos, localizado no município de Rio Pomba – MG.

3.1.2. Aves e Manejo

Foram utilizados 936 pintos de corte machos Cobb® e 1008 pintos fêmeas da linhagem Cobb®, no período de um a 45 dias de idade, os quais foram alojados em um galpão convencional, dividido em 48 boxes. Em 24 boxes, as fêmeas foram alojadas com a densidade de 14 aves/m² (42 aves por boxe). Os machos também foram divididos em 24 boxes, porém, na densidade de 13 aves/m² (39 aves por boxe). Água e ração foram oferecidas à vontade. O material da cama foi cepilho de madeira. Durante os primeiros 14 dias de idade os pintos foram aquecidos com uma lâmpada infravermelha (250 Watts) por boxe. De um a sete dias de alojamento, foi utilizado um bebedouro do tipo copo de pressão por boxe e posteriormente, quatro bebedouros do tipo nipple para cada boxe. Do alojamento aos 14 dias de idade foi utilizado um comedouro tubular tipo infantil para cada boxe e, posteriormente, um comedouro do tipo tubular por boxe. As aves foram vacinadas contra doença de Marek no incubatório de origem e aos 18 dias de idade contra doença de Gumboro via água de bebida.

O programa de luz utilizado foi: de um a 14 dias, 24 horas de luz por dia e a partir do 15º dia de idade até o final do experimento o período de luminosidade diária foi de 17 horas (natural e artificial).

As demais práticas de manejo (regulagem de comedouro e bebedouro, intervalo de limpeza, manutenção do galpão de forma geral) foram as mesmas adotadas pela empresa.

3.1.3. Tratamentos

Os tratamentos foram definidos pela granulometria e forma física das rações, sendo:

- A - ração farelada moída em peneira 3,8 mm,
- B - ração farelada moída em peneira 7,0 mm,
- C - ração peletizada moída em peneira 3,8 mm e
- D - ração peletizada moída em peneira 7,0 mm.

3.1.4. Rações

Foram utilizados três tipos de ração, de acordo com a fase de criação, ou seja: de um a 23 dias de idade, de 24 a 40 dias de idade e de 41° ao 45° dia. As rações foram isonutritivas para fase de criação. A composição percentual das mesmas com seus respectivos valores nutricionais calculados são apresentados na tabela 01. Os valores nutricionais foram calculados com base na composição dos alimentos de acordo com a matriz nutricional da Empresa Rio Branco Alimentos e processadas nas dependências da empresa.

O moinho utilizado foi de martelo e com moagem conjunta com velocidade de 1720 rpm; potência de 250 CV e capacidade de moagem de 50 toneladas por hora. As rações do tipo inicial dos tratamentos C e D foram trituradas após a peletização.

A peletizadora utilizada foi a Van Aarsen International® 13V tipo C900 com capacidade de 30-33 toneladas/hora que foi implementada em 2006 pela empresa. Periodicamente é feita a manutenção preventiva do equipamento.

Tabelas 01: Composição percentual das rações com os respectivos valores nutricionais calculados de acordo com a fase de criação.

INGREDIENTES	1 - 23 dias	24 - 41 dias	41 - 45 dias
Gérmen de milho	-	1,32%	1,50%
Gordura de aves	1,31%	1,30%	1,20%
Farinha de carne e osso 40%	1,82%	1,12%	0,85%
Sal comum	0,34%	0,31%	0,31%
Calcário 38%	0,64%	0,69%	0,69%
Premix vitamínico	0,03%	0,02%	0,02%
Premix mineral	0,05%	0,05%	0,03%
Farelo soja	29,53%	21,66%	20,28%
Milho	62,43%	66,99%	68,72%
Farinha de penas	-	2,50%	2,50%
Farinha de vísceras	3,00%	3,10%	3,10%
Fitase	0,01%	0,01%	0,01%
DL-Metionina 98%	0,28%	0,26%	0,24%
Biolys	0,32%	0,44%	0,43%
Treonina 98%	0,12%	0,11%	0,10%
Colina 60%	0,05%	0,04%	0,02%
Surmax® 200	0,005%	0,005%	0,005%
Coxistac ®12%	-	0,06%	-
NUTRIENTES	1 – 23 dias	24 – 41 dias	41 a 45 dias
Proteína bruta %	21,5	20,21	19,57
Matéria Seca %	88,39	88,44	88,46
Cálcio %	0,88	0,79	0,75
Fósforo disponível %	0,43	0,38	0,36
Energia metabolizável kcal/kg	3.050	3.150	3.170
Lisina digestível %	1,16	1,06	1,02
Metionina digestível %	0,57	0,52	0,49
Cistina digestível %	0,28	0,29	0,28
Metionina+cistina total %	0,97	0,94	0,905
Metionina+cistina % digestível	0,85	0,81	0,78
Treonina digestível %	0,79	0,72	0,69
Colina sintética mg/kg	300	240	120
Triptofano digestível Ave %	0,21	0,18	0,17
Sódio %	0,19	0,18	0,18

3.1.5. Avaliação das rações

Após a produção das rações foram avaliados os diâmetros geométricos médios (DGM) de acordo com a metodologia descrita por Zanotto e Bellaver (1996) e os índices de durabilidade dos péletes (PDI).

Foram feitas seis batidas de ração de cada tratamento. De cada batida foram tomadas amostras em diferentes pontos após o resfriador. Estas amostras constituíram um pool do qual foram avaliados o DGM e o PDI, portanto foram realizadas seis avaliações por tratamento.

Para determinar o PDI, foi peneirada a amostra da ração peletizada na peneira Tyler 8. Após este processo, foi pesada 500 gramas da amostra peneirada e colocada no compartimento do durabilímetro. O aparelho permaneceu ligado durante 10 minutos numa rotação de 50 a 55 rpm. A amostra, então, foi retirada e peneirada novamente na peneira Tyler 8. A parte retida na peneira foi pesada novamente, para a determinação do percentual sobre 500g que não geraram finos, sendo este o valor do PDI.

3.1.6. Avaliação do desempenho

3.1.6.1. Ganho de peso

Imediatamente antes do alojamento, de acordo com os tratamentos, todos os pintos correspondentes a cada repetição foram pesados em grupos de 39 para os machos e de 42, para fêmeas. Também foram pesadas aos 23, 41 e 45 dias de idade, quando foi encerrado o experimento. Para os cálculos de ganho de peso das aves foi descontado o peso dos pintos no dia do alojamento.

3.1.6.2. Consumo de ração

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida na semana, subtraindo-se a sobra ao 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.

3.1.6.3. Conversão alimentar

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

3.1.6.4. Taxa de viabilidade

O número de aves mortas foi registrado diariamente para o cálculo da porcentagem de mortalidade. A partir dessa taxa, calculou-se a porcentagem de viabilidade.

$$\text{Viabilidade} = 100 - (\% \text{ de mortalidade})$$

3.1.6.5. Avaliação de custo da ração por quilograma de peso vivo (kg/kg PV) e consumo energético do moinho

3.1.6.6. Custo da ração

Para a avaliação de custo foi considerado somente o custo da ração/kg de frango vivo. Este foi obtido multiplicando a quantidade de ração consumida pelo custo da mesma dividido pelo peso vivo dos frangos. Para o cálculo do preço das rações foi considerado o custo das matérias primas mais o custo da fabricação.

Os valores das matérias primas utilizadas na formulação das rações foram fornecidos pela empresa Rio Branco Alimentos e o valor utilizado para o cálculo do custo foi a média encontrada entre as três fases de criação (R\$725,00/ton).

$$\text{Custo da ração (kg/kg PV)} = \frac{\text{consumo de ração (kg)} \times \text{custo da ração (R\$/kg)}}{\text{peso médio (kg)}}$$

3.1.6.7. Consumo em kWh do moinho para as diferentes granulometrias

Durante a fabricação da ração inicial foram realizadas medições utilizando o analisador de energia RE 4000 obtendo assim os dados relativos à tensões, potência ativa e potência aparente do moinho.

O equipamento foi instalado e manuseado pelo técnico responsável da empresa, que forneceu relatório com as leituras.

O consumo em kWh do moinho foi calculado da seguinte forma:

Consumo kWh = potência absorvida pelo moinho (kW) x tempo gasto para moagem de 7 batidas (h)

3.1.7. Delineamento experimental

O delineamento experimental para as análises das rações (DGM e PDI) foi inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 2 x 2 (duas granulometrias x duas formas

físicas), com seis repetições por tratamento. Sendo cada repetição constituída de um *pool* de amostras coletadas em diferentes pontos após o resfriador.

Somente o DGM da ração inicial violou os princípios de normalidade e homocedasticidade sendo analisado pelo teste de MANN-WHITNEY, utilizando o Instat. As outras variáveis analisadas respeitaram os princípios de normalidade e homocedasticidade e foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre as médias foram analisadas pelos testes F e Tukey utilizando-se o SAEG UFV.

3.2.Fase experimental II

Na fase experimental II foram avaliados os efeitos das rações utilizadas na fase I sobre o percentual de peso relativo da moela, intestinos e gordura abdominal em relação ao peso vivo de frangos de corte machos e fêmeas.

3.2.1. Local e instalações

As avaliações dos órgãos foram realizadas no Laboratório de Metabolismo Animal (LAMA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada no município de Belo Horizonte - MG.

3.2.2. Aves e Manejo

Foram utilizados 312 pintos machos e 312 pintos fêmeas Cobb®, no período de um a 35 dias de idade. Estes foram alojados em um galpão equipado com 48 gaiolas metálicas de 1m² cada separados por sexo, sendo seis repetições por tratamento (peletizada moída em peneira 3,8mm, peletizada moída em peneira 7,0 mm, farelada moída em peneira 3,8 mm e farelada moída em peneira 7,0 mm), com 13 aves cada gaiola. Estas gaiolas foram equipadas com bebedouro tipo nipple e comedouro tipo calha. Água e ração foram oferecidas à vontade.

Os pintos tiveram a mesma descendência daqueles utilizados na fase experimental I e, durante os primeiros 14 dias de idade, foram aquecidos com uma lâmpada incandescente (150 Watts) por gaiola. As aves foram vacinadas contra doença de Marek no incubatório de origem e aos 18 dias contra doença de Gumboro via água de bebida.

O programa de luz utilizado foi o mesmo da fase experimental I.

3.2.3. Tratamentos

Os tratamentos foram os mesmos utilizados da fase experimental I.

3.2.4. Rações

As rações foram as mesmas usadas da fase experimental I.

3.2.5. Avaliações de órgãos – moela e intestinos

Para avaliação do peso de órgãos foram abatidas duas aves por repetição. As aves foram pesadas imediatamente após o abate, pesando-se, em seguida, intestinos (sem pâncreas). Após ser feita a média da resposta das duas aves escolhidas ao acaso, por gaiola, calculou-se o peso relativo do órgão.

$$\text{Peso do órgão representativo da repetição} = \frac{\text{ave 1} + \text{ave 2}}{2}$$

$$\text{Peso relativo do órgão} = \frac{\text{peso do órgão}}{\text{peso da ave}} \times 100$$

As carcaças foram resfriadas em câmara fria 14°C negativos por um período de 150 minutos para a retirada e pesagem da gordura abdominal assim como da moela sem gordura. Calculou-se a média da resposta das duas aves abatidas para obter se o peso relativo do órgão e da gordura abdominal.

3.2.6. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2 x 2 (duas granulometrias x duas formas físicas), com seis repetições. Sendo considerada uma repetição a média da resposta de duas aves tomadas ao acaso por gaiola. Os resultados que respeitaram os princípios de normalidade e homocedasticidade foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre as médias foram analisadas pelos testes F, Tukey. As variáveis que não respeitaram estes princípios, foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis, utilizando-se o SAEG UFV.

4. COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL

A metodologia utilizada neste experimento foi aprovada pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais sob protocolo de número 323 / 2013.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Avaliação das rações

Nas tabelas 02 e 03 são apresentados os valores obtidos de DGM e PDI, de todas as rações, de acordo com as fases de criação.

Tabela 02. DGM de acordo com a granulometria para as fases: um a 23 dias, 24 a 40 dias e 41 a 45 dias

GRANULOMETRIA	DGM		
	1 – 23 dias**	24 – 40 dias*	41 – 45 dias*
3,8mm	868,8b	890,5b	904,1b
7,0mm	1029,4a	1058,1a	1090,3a
CV (%)	1,7	3,1	3,1

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste F* e Mann-Whitney** ($p \leq 0,05$).

Tabela 03. PDI de acordo com a granulometria para as fases: um a 23 dias, 24 a 40 dias e 41 a 45 dias

PROCESSAMENTO	PDI		
	1 – 23 dias	24 – 40 dias	41 – 45 dias
3,8mm	70,4a	77,9a	80,0a
7,0mm	76,8a	75,9a	75,1b
CV(%)	14,1	3,7	2,4

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Houve diferença significativa entre as granulometrias ($p \leq 0,05$), sendo o DGM da ração moída em peneira de 7,0mm maior que aquela moída em peneira de 3,8mm em todas as fases de criação. Não houve diferença entre os PDIs das rações peletizadas moídas em peneira 3,8mm e 7,0mm ($p \leq 0,05$) nas fases de um a 23 dias e de 24 a 40 dias e observou-se melhor qualidade de pélete na ração peletizada 3,8mm do que na peletizada 7,0mm apenas para a fase de 41 a 45.

Estes resultados podem ter sido decorrentes de alterações durante alguma etapa do processo de fabricação como a variabilidade dos ingredientes ou durante a peletização de fato (temperatura, umidade, pressão), que influenciam diretamente a qualidade de pélete como afirmado por Biagi (1998).

A afirmação de que o tamanho da partícula dos grãos pode influenciar a integridade ou durabilidade dos péletes (BIAGI, 1998 e WALDROUP, 1997) se aplicou apenas para a fase de 41 a 45 dias, na qual o PDI foi significativamente maior ($p \leq 0,05$),

demonstrando melhor qualidade de pélete para rações peletizadas moídas na peneira 3,8mm do que a de 7,0mm.

O percentual de péletes íntegros para todos os tratamentos pode ser considerado satisfatório de acordo com McKinney e Teeter (2002), os quais observaram que rações com no mínimo 40% de íntegros já apresentam os benefícios proporcionados pela peletização. Porém, está abaixo do recomendado por Dozier III (2001), que o PDI ideal para frangos de corte seria de 80%. Portanto, apenas a ração peletizada fina na fase de 41 a 45 dias alcançou este índice.

5.2. Fase experimental I

5.2.1. Experimento I - Desempenho de fêmeas

As tabelas 04, 05, 06 e 07 apresentam o desempenho das fêmeas na fase de um a 23 dias.

Tabela 04. Consumo de ração (g) de um a 23 dias de idade das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM	
	3,8mm	7,0mm
Peletizada	1564,8Aa	1525,6Ab
Farelada	1466,3Bb	1502,5Aa

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV= 1,933%

Ocorreu interação ($p \leq 0,05$) entre o tipo de processamento e o grau de moagem para o consumo de ração das fêmeas de um a 23 dias (tabela 04). As aves alimentadas com ração peletizada moída em peneira de 3,8 mm apresentaram maior consumo de ração ($p \leq 0,05$) do que aquelas alimentadas com a farelada moída na mesma peneira e a peletizada 7,0 mm. Para a moagem 7,0 mm, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os processamentos. Estes resultados concordam com Miranda (2011), que também não verificou diferenças de consumo entre as aves que consumiram rações com as diferentes granulometrias avaliadas para rações peletizadas (fina menor que 1,0 mm; média 2,5 mm e grossa 6,0 mm).

Para aves que se alimentaram com ração farelada moída em peneira 7,0 mm, o consumo de ração ($p \leq 0,05$) foi maior do que as que receberam farelada na peneira de 3,8 mm, podendo ser justificado pela preferência das aves por partículas maiores e facilidade de apreensão (GENTLE, 1979; SCHIFFMAN, 1968; PORTELLA *et al.*, 1988; NIR *et al.*, 1994), além de proporcionar trânsito mais lento e melhor absorção. Para a fase até 23 dias, se a ração for farelada, de acordo com os resultados do presente

trabalho, obtêm-se melhores resultados com a ração moída em peneira de 7,0mm. Para a peletizada, o consumo foi favorecido, sem influência da granulometria.

Tabela 05. Ganho de peso (g) das fêmeas de um a 23 dias de idade em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM	
	3,8mm	7,0mm
Peletizada	1002,8Aa	969,8Aa
Farelada	919,7Ba	948,2Aa

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV= 2,903%

Para a fase de um a 23 dias das fêmeas houve interação ($p \leq 0,05$) entre o tipo de processamento e o grau de moagem para ganho de peso (tabela 05). Aves que receberam ração peletizada moída em peneira de 3,8mm apresentaram maior ganho de peso ($p \leq 0,05$) que aquelas alimentadas com ração farelada na mesma granulometria. Este fato poderia ser explicado pela preferência das aves por partículas maiores e facilidade de apreensão que a ração peletizada proporciona (GENTLE, 1979; SCHIFFMAN, 1968; PORTELLA *et al.*, 1988; NIR *et al.*, 1994). Na forma farelada, os micronutrientes se dissipam com facilidade, podendo gerar desequilíbrio nutricional resultando em menor ganho de peso (BRUM *et al.*, 1998; BELLAVAR, 2000). Resultados semelhantes foram descritos por Zanotto *et al.* (1996), Souza *et al.* (2008) e Oliveira *et al.* (2011) em pesquisas com frangos de corte de um a 21 dias de idade e são reconhecidos pela literatura como parte dos benefícios da peletização (BOTURA, 1997; KOCH, 2008).

O grau de moagem não interferiu no resultado de ganho de peso das aves que receberam tanto a ração peletizada quanto a farelada ($p > 0,05$), apesar do DGM inicial (tabela 02) ser maior ($p \leq 0,05$) para a moagem 7,0mm quando comparada à 3,8mm. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Amerah *et al.* (2007) que trabalharam com rações fareladas e peletizadas com duas granulometrias (839 μ m e 1164 μ m) e por Amerah *et al.* (2008), que utilizaram duas peneiras para a moagem do milho (um e 7mm) e não verificaram efeitos entre as granulometrias, em ambos experimentos, sobre o ganho de peso. O que poderia justificar a semelhança entre o ganho de peso entre aves que receberam ração peletizada moída em peneiras 3,8mm e 7,0mm seria a semelhança entre o PDI (tabela 03) das mesmas, indicando não haver qualidade de pélete superior entre elas, que seria necessária para obter melhor resultado.

Tabela 06. Conversão alimentar (kg/kg) de um a 23 dias de idade das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,56	1,57	1,57
Farelada	1,59	1,59	1,59
Médias	1,58	1,58	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p>0,05$). CV= 2,9%

Não foi observada interação nem diferença significativa entre o tipo de processamento e o grau de moagem ($p>0,05$) para conversão alimentar na fase de um a 23 dias das fêmeas (tabela 06). Estes resultados concordam com os encontrados por Amerah et al. (2007b) e Miranda (2011), os quais não observaram efeitos da granulometria das rações peletizadas sobre a conversão alimentar de frangos de corte de um a 21 dias de idade. A ausência de diferença significativa para conversão alimentar poderia ser justificada pela ideia de que o principal efeito da peletização seria facilitar a apreensão do alimento pelas aves, acarretando aumento no consumo de ração e ganho de peso como observado para esta fase. Em experimento realizado por Meinerz *et al.* (2001), quando o consumo das rações fareladas e peletizadas foi semelhante, as diferenças em desempenho nas aves desapareceram, concluindo que o maior ganho de peso das aves que foram alimentadas com dietas peletizadas foi devido exclusivamente ao maior consumo de ração.

Tabela 07. Viabilidade (%) de um a 23 dias de idade dos frangos (fêmeas) em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	98,8	98,8	98,8
Farelada	98,8	99,2	99,0
Médias	98,8	99,0	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste Kruskal-Wallis ($p>0,05$).

Não houve efeito dos tratamentos para a taxa de viabilidade das fêmeas de um a 23 dias (tabela 07), os resultados não foram influenciados pela moagem e forma física das rações.

Estes resultados concordam com Lopez e Baião (2004); Lopez *et al.* (2007) que não observaram influência da granulometria e moagem sobre a viabilidade das aves. Mas, de acordo com Ávila *et al.* (1995); Lecznieski *et al.* (2001) e Bennet *et al.* (2002), há maior mortalidade em frangos de corte alimentados com rações peletizadas/trituradas do que àqueles alimentados com rações farelada em todas as fases de criação.

Os resultados de desempenho das fêmeas de um a 41 dias de idade são apresentados nas tabelas 08, 09, 10 e 11.

Tabela 08. Consumo de ração (g) de um a 41 dias de idade dos frangos (fêmeas) em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM	
	3,8mm	7,0mm
Peletizada	3955,0Aa	3870,1Ab
Farelada	3801,5Ba	3843,4Aa

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV= 1,5%

Houve interação entre a forma física da ração e o grau de moagem para consumo de ração de um a 41 dias (tabela 08). Para o consumo de ração durante a fase de 24 a 40 dias, aves que receberam ração peletizada moída em peneira 3,8mm apresentaram maior consumo ($p \leq 0,05$) do que aquelas alimentadas com a farelada moída em peneira 3,8mm e a peletizada moída em peneira 7,0mm. Porém, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os processamentos quando foi utilizada a moagem 7,0mm. A granulometria não interferiu no consumo de ração e, conseqüentemente não interferiu no ganho de peso das aves que receberam a ração na forma farelada. Diante destes resultados, para esta fase, não foi observada preferência das aves pelo tamanho das partículas. Este resultado difere do encontrado para a fase de um a 23 dias do presente experimento e do encontrado por Portella *et al.* (1988), no qual as aves teriam preferência por partículas grossas em detrimento de partículas finas.

Estes resultados podem indicar que para a produção de ração farelada a granulometria grosseira é a melhor escolha uma vez que o custo da energia no processo de moagem aumenta com a diminuição das partículas (BIAGI, 1998).

Tabela 09. Ganho de peso (g) de um a 41 dias de idade das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	2263,7	2258,8	2261,2A
Farelada	2172,4	2201,3	2186,9B
Médias	2218,0a	2230,0a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 1,6%

De um a 41 dias de idade, para as fêmeas (tabela 09), não houve interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem para ganho de peso ($p > 0,05$).

Somente o processamento influenciou o ganho de peso de um a 41 dias de idade, sendo o maior ganho de peso ($p \leq 0,05$) observado nas aves alimentadas com ração peletizada quando comparado àquelas que receberam ração farelada. A moagem não influenciou ($p > 0,05$) o ganho de peso das aves, sendo este semelhante entre os grupos alimentados com ração submetida à moagem em peneira 7,0mm ou 3,8mm. Este resultado foi observado apesar do DGM da moagem 7,00mm ter sido maior ($p \leq 0,05$) que aquele encontrado na moagem 3,8mm.

Os resultados observados no presente trabalho concordam com Lecznieski *et al.* (2001) e Lara *et al.* (2008) que verificaram melhor ganho de peso em aves alimentadas com ração peletizada em comparação àquelas que receberam ração farelada e com Miranda *et al.* (2011) que não observaram efeito ($P > 0,05$) da granulometria sobre o ganho de peso.

Tabela 10. Conversão alimentar (kg/kg) de um a 41 dias de idade das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,75	1,71	1,73A
Farelada	1,75	1,75	1,75B
Médias	1,75b	1,73a	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 1,2%

Não foi observada interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem ($p > 0,05$) quanto à conversão alimentar nesta fase (tabela 10). A forma física peletizada resultou em melhor conversão alimentar ($p \leq 0,05$) que a farelada, independente do grau de moagem. A conversão alimentar obtida com a ração moída em peneira 7,0mm foi melhor ($p \leq 0,05$) do que a obtida com a moída em peneira 3,8mm, independente do processamento. Estes resultados diferem de López e Baião (2004) e Miranda *et al.* (2011) que não observaram efeito da granulometria dos ingredientes e da forma física da ração sobre a conversão alimentar dos frangos de corte de um a 47 e de um a 42 dias de idade, respectivamente.

Tabela 11. Viabilidade (%) de um a 41 dias de idade das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	98,4	97,2	97,8
Farelada	98,8	99,2	99,0
Médias	98,6	98,2	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste Kruskal-Wallis ($p > 0,05$).

Para a viabilidade das fêmeas (tabela 11), os resultados não tiveram influência da forma física nem da moagem, sendo semelhantes entre si ($p>0,05$).

O desempenho das fêmeas de um a 45 dias de idade são apresentados nas tabelas 12, 13, 14 e 15.

Tabela 12. Consumo de ração (g) de um a 45 dias de idade das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM	
	3,8mm	7,0mm
Peletizada	4595,7Aa	4482,0Ab
Farelada	4445,3Ba	4481,2Aa

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p\leq 0,05$). CV= 1,9%

De um a 45 dias de idade (tabela 12), foi observada interação entre os tratamentos, sendo que aves que receberam ração peletizada moída em peneira de 3,8mm também apresentaram melhores resultados ($p\leq 0,05$) que a farelada moída em peneira de 3,8mm e a peletizada moída em peneira de 7,0mm, porém, não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os processamentos para a moagem de 7,0mm e nem para as moagens quando a ração foi farelada.

Tabela 13. Ganho de peso (g) de um a 45 dias das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	2553,1	2532,4	2542,8A
Farelada	2460,0	2476,0	2468,0B
Médias	2506,6a	2504,2a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p\leq 0,05$). CV= 2,1%

De um a 45 dias de idade, para as fêmeas (tabela 13), não houve interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem para ganho de peso ($p>0,05$). Aves que receberam a ração peletizada tiveram maior ganho de peso que àquelas que foram alimentadas com rações fareladas. Este resultado pode ser explicado pela ração peletizada favorecer o consumo, assim como reduzir a taxa de passagem aumentando a absorção pelas aves. Observação semelhante foi feita por Lara (2007), na qual aves alimentadas com ração peletizada também apresentaram maior ganho de peso de um a 45 dias que àquelas que receberam ração farelada.

Para as rações peletizadas fornecidas durante a fase de um a 45 dias, a diferença significativa ($p \leq 0,05$) observada entre os resultados de PDI (tabela 03) indica melhor qualidade de pélite para a ração moída em peneira 3,8mm. Apesar desta observação, a melhoria não foi suficiente para influenciar no ganho de peso das aves. Isto pode estar relacionado com as observações feitas por McKinney e Teeter (2002), nas quais rações com no mínimo 40% de íntegros já apresentam os benefícios proporcionados pela peletização. Estes resultados divergem de Cutlip *et al.* (2008), que relataram que mesmo pequenas melhorias na qualidade dos péletes podem influenciar positivamente o desempenho de frangos de corte.

Tabela 14. Conversão alimentar (kg/kg) de um a 45 dias de idade das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,80	1,77	1,79A
Farelada	1,81	1,81	1,81B
Médias	1,80a	1,79a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 1,4%

Não houve interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem ($p > 0,05$) para a conversão alimentar de um a 45 dias de idade (tabela 14). Aves que consumiram ração na forma física peletizada obtiveram melhor conversão alimentar ($p \leq 0,05$) do que aquelas que receberam ração farelada. A conversão alimentar das aves que consumiram as rações de ambas granulometrias foi semelhante. Este resultado difere parcialmente de López e Baião (2004) e Miranda *et al.* (2011), que não observaram efeito da granulometria dos ingredientes e da forma física da ração sobre a conversão alimentar dos frangos de corte de um a 47 e de um a 42 dias de idade, respectivamente.

Tabela 15. Viabilidade (%) de um a 45 dias de idade das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	98,0	96,0	97,0
Farelada	98,4	99,2	98,8
Médias	98,2	97,6	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p > 0,05$). CV= 2,5%

Para a viabilidade de fêmeas (tabela 15), os resultados não tiveram influência da forma física nem da moagem, sendo semelhantes entre si ($p > 0,05$).

5.2.2. Desempenho de machos

Os resultados de desempenho dos machos na fase de um a 23 dias de idade estão apresentados nas tabelas 16, 17, 18 e 19.

Tabela 16. Consumo de ração (g) de um a 23 dias dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1708	1698,5	1703,2A
Farelada	1615,3	1658,3	1636,8B
Médias	1661,7a	1678,4a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 3,6%

Para a variável consumo de ração dos machos, não foi observada interação ($p > 0,05$) entre o tipo de processamento e o grau de moagem na fase de um a 23 dias (tabela 16). Aves que se alimentaram com ração peletizada obtiveram maior consumo de ração ($p \leq 0,05$) que aquelas alimentadas com farelada, independentemente da granulometria. O consumo de ração foi semelhante ($p > 0,05$) entre aves que receberam as rações produzidas com as moagens em peneira 3,8mm ou 7,0mm. Dahlke *et al.* (2001) verificaram que a facilidade de apreensão é a maior causa do aumento no consumo de ração e ganho de peso das aves que se alimentam de ração peletizada em relação à ração farelada.

Tabela 17. Ganho de peso (g) de um a 23 dias dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1108,5	1104,9	1106,7A
Farelada	1041,0	1073,6	1057,3B
Médias	1074,8a	1089,2a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 4,4%

Para a fase de um a 23 dias dos machos (tabela 17), não houve interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem para ganho de peso ($p > 0,05$). Os machos alimentados com ração peletizada apresentaram maior ($p \leq 0,05$) ganho de peso do que os que receberam ração farelada. Independente da forma física, os ganhos de peso dos machos que receberam as rações moídas em peneira de 3,8mm e 7,0mm foram semelhantes ($p > 0,05$), devido à preferência das aves por partículas maiores e facilidade

de apreensão que a ração peletizada proporciona (GENTLE, 1979; SCHIFFMAN, 1968; PORTELLA *et al.*, 1988; NIR *et al.*, 1994).

O grau de moagem (peneira de 3,8mm ou 7,0mm) também não interferiu no resultado de ganho de peso de um a 23 dias ($p>0,05$) apesar do DGM inicial (tabela 02) ser maior ($p\leq 0,05$) para a moagem 7,0mm quando comparada à moagem 3,8mm. O que poderia justificar a semelhança entre o ganho de peso entre as aves que receberam ração peletizada 3,8mm e 7,0mm seria a semelhança entre o PDI (tabela 03) das mesmas. Este fato indica não haver qualidade de pélete superior entre elas, que seria necessária para obter melhor resultado.

Tabela 18. Conversão alimentar (kg/kg) de um a 23 dias dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,54	1,54	1,54
Farelada	1,55	1,55	1,55
Médias	1,55	1,54	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p>0,05$). CV= 1,7%

Não houve interação ($p>0,05$) entre a forma física da ração e o grau de moagem sobre a conversão alimentar e os mesmos não influenciaram ($p>0,05$) esta resposta. Para a fase de um a 23 dias (tabela 18), não foi observada diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos. Considerando que o principal efeito da peletização é facilitar a apreensão do alimento pelas aves, acarretando aumento no consumo de ração e ganho de peso como observado para esta fase.

Tabela 19. Viabilidade (%) de um a 23 dias dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	100,0	99,2	99,6
Farelada	99,2	99,2	99,2
Médias	99,6	99,2	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste Kruskal-Wallis ($p>0,05$).

Para a viabilidade dos machos (tabela 19), os resultados não tiveram influência da forma física nem da moagem, sendo semelhantes entre si ($p>0,05$).

Estes resultados concordam com Lopez e Baião (2004); Lopez *et al.* (2007), que não observaram influência da forma física nem da moagem sobre a viabilidade.

Entretanto, diferem dos resultados observados por Ávila *et al.* (1995); Lecznieski *et al.* (2001); Bennet *et al.* (2002), que observaram maior mortalidade em frangos de corte alimentados com rações peletizadas/trituradas do que aqueles alimentados com rações farelada para todas as fases de criação.

Nas tabelas 20, 21, 22 e 23 se encontram os resultados de desempenho dos machos de um a 41 dias de idade.

Tabela 20. Consumo de ração (g) de um a 41 dias dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	4473,0	4448,8	4460,9A
Farelada	4343,7	4396,0	4369,9B
Médias	4408,4a	4422,4a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 1,7%

Para a variável consumo de ração dos machos, não foi observada interação ($p > 0,05$) entre a forma física da ração e o grau de moagem de um a 41 dias de idade (tabela 20). Machos alimentados com ração peletizada apresentaram maior ($p \leq 0,05$) consumo de ração do que os alimentados com ração farelada. A granulometria não influenciou esta resposta, sendo o consumo de ração semelhante ($p > 0,05$) entre os frangos que receberam as rações processadas com as moagens 3,8mm e 7,0mm. Assim como na fase de um a 23 dias, maiores ganhos de peso e consumo de ração estão associados à maior facilidade de apreensão do alimento pelas aves nas rações peletizadas.

Tabela 21. Ganho de peso (g) de um a 41 dias de idade dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	2700,2	2667,1	2683,7A
Farelada	2580,0	2616,3	2598,2B
Médias	2640,1a	2641,7a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 1,7%

Não houve interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem para ganho de peso ($p > 0,05$) (tabela 21). Os machos alimentados com ração peletizada apresentaram maior ($p \leq 0,05$) ganho de peso do que os alimentados com ração farelada. A granulometria não influenciou esta resposta, sendo o ganho de peso semelhante

($p > 0,05$) entre os frangos que receberam as rações fabricadas com as moagens 3,8mm e 7,0mm.

Tabela 22. Conversão alimentar (kg/kg) de um a 41 dias de idade dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,66	1,67	1,66A
Farelada	1,68	1,68	1,68B
Médias	1,67a	1,67a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 1,1%

Não houve interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem sobre a conversão alimentar (tabela 22). Aves que consumiram rações peletizadas resultaram em melhor conversão alimentar ($p \leq 0,05$) que àquelas que consumiram as fareladas, sem influência do grau de moagem. O grau de moagem não resultou em diferença significativa ($p > 0,05$) para a conversão alimentar na fase de um a 41 dias. Estes resultados concordam com os de López e Baião (2004) e Miranda *et al.* (2011) que não observaram efeito ($p > 0,05$) da granulometria dos ingredientes e da forma física da ração sobre a conversão alimentar dos frangos de corte aos 47 e 42 dias de idade, respectivamente.

Tabela 23. Viabilidade (%) de um a 41 dias de idade dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	97,0	96,2	96,6
Farelada	97,9	97,4	97,7
Médias	97,4	96,8	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p > 0,05$). CV= 2,3%

Para a viabilidade dos machos na fase de um a 41 dias (tabela 23), os resultados não tiveram influência da forma física nem da moagem, sendo semelhantes entre si ($p > 0,05$) com média de 96,76%.

As tabelas 24, 25, 26 e 27 apresentam o desempenho dos machos de um a 45 dias de idade.

Tabela 24. Consumo de ração (g) de um a 45 dias de idade dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	5143,8	5111	5127,3
Farelada	5122,6	5113,6	5118,1
Médias	5133,2	5112,3	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p>0,05$). CV= 2,4%

Não houve interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem para consumo de ração ($p>0,05$) nem foi observada diferença significativa ($p>0,05$) desta variável entre os tratamentos (tabela 24).

A granulometria não interferiu no consumo de ração. Diante destes resultados, para esta fase, não foi observada preferência das aves pelo tamanho das partículas nem forma física da ração. Este resultado difere do observado por Portella *et al.* (1988), no qual as aves teriam preferência por partículas grossas em detrimento de partículas finas.

Tabela 25. Ganho de peso (g) de um a 45 dias de idade dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	2978,4	2976,2	2977,3
Farelada	2942,0	2941,3	2941,6
Médias	2960,2	2958,7	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p>0,05$). CV= 2,5%

Para a fase de um a 45 dias (tabela 25) dos machos, não foi observada interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem para ganho de peso ($p>0,05$) e não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$). Observação semelhante foi feita por Lara (2007), na qual as aves alimentadas com ração peletizada apresentaram maior ganho de peso de um a 45 dias que àquelas que receberam ração farelada.

Para os machos, a diferença significativa ($p\leq 0,05$) observada entre os resultados de PDI (tabela 03) indicando uma melhor qualidade de pélete para a ração com granulometria moída em peneira 3,8mm também não foi suficiente para influenciar o ganho de peso das aves.

Isto pode estar relacionado com as observações feitas por McKinney e Teeter (2002), nas quais rações com no mínimo 40% de íntegros já apresentam os benefícios proporcionados pela peletização. Estes resultados divergem de Cutlip *et al.* (2008) que

relataram que mesmo pequenas melhorias na qualidade dos péletes podem influenciar positivamente o desempenho de frangos de corte.

Tabela 26. Conversão alimentar (kg/kg) de um a 45 dias de idade dos machos em fun o do tipo de processamento e grau de moagem da ra o

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,73	1,72	1,72
Farelada	1,74	1,74	1,74
Médias	1,73	1,73	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p>0,05$). CV= 1,9%

Para os resultados da conversão alimentar dos machos não houve intera o ($p>0,05$) entre o tipo de processamento e o grau de moagem. Para a fase de um a 45 dias (tabela 26), não foi observada diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos. Este resultado concorda com López e Baião (2004) e Miranda et al. (2011), que não observaram efeito ($P>0,05$) da granulometria dos ingredientes e da forma física da ra o sobre a conversão alimentar dos frangos de corte de um a 47 e 42 dias de idade, respectivamente.

Tabela 27. Viabilidade (%) de um a 45 dias dos frangos de idade (machos) em fun o do tipo de processamento e grau de moagem da ra o

FORMA FÍSICA	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	96,6	95,3	95,9
Farelada	97,9	95,8	96,8
Médias	97,2	95,5	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p>0,05$). CV= 3%

Para a viabilidade dos machos da fase de um a 45 dias (tabela 27), os resultados não tiveram influência da forma física nem da moagem, sendo semelhantes entre si ($p>0,05$).

5.2.3. Avalia o de custo da ra o por quilograma de peso vivo e consumo energético do moinho

5.2.3.1 Custo da ra o

As Tabelas 28 e 29 apresentam os resultados referentes a custo da ra o por quilograma de peso vivo (PV) para fêmeas e machos

Tabela 28. Custo da ração (R\$) por quilograma de frango vivo (kgPV) (fêmeas)

PROCESSAMENTO	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,28	1,26	1,27A
Farelada	1,29	1,29	1,29B
Médias	1,29a	1,28a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 1,3%

Não houve interação ($p > 0,05$) entre a forma física da ração e o grau de moagem para o custo da ração em quilogramas por quilograma de peso vivo (kgPV). Para o custo da ração por quilograma de peso vivo para as fêmeas (tabela 28) o menor custo observado foi para a ração peletizada ($p \leq 0,05$) comparada à farelada, independentemente da moagem. O custo foi semelhante entre as moagens em peneira 3,8mm e 7,0mm.

Tabela 29. Custo da ração (R\$) por quilograma de frango vivo (kgPV) (machos)

PROCESSAMENTO	MOAGEM		Médias
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,24	1,23	1,23
Farelada	1,25	1,24	1,24
Médias	1,24	1,24	

Médias não seguidas de letras distintas, são semelhantes entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 1,9%

Para os machos, não houve diferença significativa e nem interação entre a forma física da ração e o grau de moagem sobre o custo da ração por quilograma de peso vivo (tabela 29).

O resultado encontrado no presente experimento foi semelhante (custo R\$/ton) ao observado por Miranda (2011), que também não encontrou diferença significativa para as granulometrias grossa e média (2,5 mm e 6,0 mm).

5.3. Fase experimental II

5.3.1. Peso de órgãos digestivos

As tabelas de 31 a 36 apresentam peso de aves e porcentagem do peso de moela e gordura abdominal em relação ao peso vivo de fêmeas e machos de aos 35 dias de idade.

Não foi observada interação entre o tipo de processamento e o grau de moagem para as seguintes variáveis analisadas ($p>0,05$): peso da ave (tabela 31 e 32), porcentagem do peso da moela em relação ao peso vivo (tabela 33 e 34), porcentagem do peso da gordura abdominal em relação ao peso vivo (tabela 35 e 36) e porcentagem do peso dos intestinos em relação ao peso vivo (tabela 37 e 38).

Tabela 30. Peso das fêmeas (g) em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração de um aos 35 dias de idade.

FORMA FÍSICA	MOAGEM		MÉDIAS
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1960	1900	1930A
Farelada	1820	1840	1830B
Média	1890a	1870a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p\leq 0,05$). CV = 7%

Tabela 31. Peso dos machos (g) em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração de um aos 35 dias de idade

FORMA FÍSICA	MOAGEM		MÉDIAS
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	2350	2340	2345A
Farelada	2070	2180	2130B
Média	2220a	2270a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p\leq 0,05$). CV = 5,5%

Tabela 32. Porcentagem do peso da moela em relação ao peso vivo das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração aos 35 dias de idade

FORMA FÍSICA	MOAGEM		MÉDIAS
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,42	1,39	1,40B
Farelada	1,51	1,58	1,54A
Média	1,46a	1,48a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p\leq 0,05$). CV = 11,3%

Tabela 33. Porcentagem do peso da moela em relação ao peso vivo dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração aos 35 dias de idade

FORMA FÍSICA	MOAGEM		MÉDIAS
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,17	1,31	1,24B
Farelada	1,39	1,43	1,41A
Média	1,27a	1,37a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV = 11,6%

A ração peletizada resultou em menor percentual (tabelas 32 e 33) o peso da moela sem gordura em relação ao peso vivo das fêmeas e machos quando comparada àquelas que receberam as rações fareladas. As moagens, 3,8mm ou 7,0mm, não influenciaram ($p > 0,05$) estas respostas para ambos os sexos.

O menor percentual do peso relativo da moela em relação ao peso vivo da ave observado nas fêmeas e machos alimentados com ração peletizada pode ser justificado pela maior velocidade de passagem das rações peletizadas, resultando em menor volume de alimento na moela e menor atividade muscular da mesma. Bennet *et al.* (2002), Lopez e Baião (2004) e Lara *et al.* (2008) também obtiveram menor proporção de moela em relação ao peso corporal para frangos alimentados com péletes.

Os efeitos da forma física e da granulometria sobre o peso relativo da moela encontrados no presente trabalho discordam dos observados por Taylor e Jones (2004), que afirmaram que quando as aves recebem dieta com granulometria excessivamente fina, pode haver um subdesenvolvimento da moela. Discordam também de Dahlke *et al.* (2003), que observaram que o aumento do tamanho da partícula provocou um aumento linear no tamanho da moela e a forma física da ração não interferiu no peso da moela.

Tabela 34. Porcentagem do peso da gordura abdominal em relação ao peso vivo das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração aos 35 dias de idade

FORMA FÍSICA	MOAGEM		MÉDIAS
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	2,44	2,20	2,32A
Farelada	2,07	1,94	2,00B
Média	2,25a	2,07a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV=21,9%

Tabela 35. Porcentagem do peso da gordura abdominal em relação ao peso vivo dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração aos 35 dias de idade

FORMA FÍSICA	MOAGEM		MÉDIAS
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	1,84	2,06	1,95A
Farelada	1,79	1,65	1,72B
Média	1,82a	1,87a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV=18,2%

A ração peletizada resultou em maior ($p \leq 0,05$) percentual de gordura abdominal em relação ao peso vivo das fêmeas (tabelas 34 e 35) e dos machos quando comparada àquelas que consumiram as rações fareladas. Este resultado pode ser justificado pelo menor gasto energético dispendido para apreensão do alimento das aves alimentadas com péletes do que aquelas que receberam ração farelada. O processo de peletização proporciona um aumento do valor calórico do pélete (45 a 70kcal/ kg), que também pode justificar o maior percentual relativo de gordura observado. A moagem, 3,8mm ou 7,0mm, não influenciou ($p > 0,05$) estas respostas em fêmeas e machos. Os resultados estão de acordo com Meurer (2009), que afirma que o fornecimento de rações peletizadas de um a 42 dias de idade aumenta a quantidade de gordura abdominal em frangos de corte.

As porcentagens de peso dos intestinos em relação ao peso vivo de fêmea e machos se encontram nas tabelas 36 e 37.

Tabela 36. Porcentagem de peso dos intestinos em relação ao peso vivo das fêmeas em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração aos 35 dias de idade

FORMA FÍSICA	MOAGEM		MÉDIAS
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	4,32	3,96	4,14
Farelada	3,94	4,02	3,98
Média	4,13	3,99	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV = 12,6%

Tabela 37. Porcentagem de peso dos intestinos em relação ao peso vivo dos machos em função do tipo de processamento e grau de moagem da ração aos 35 dias de idade

FORMA FÍSICA	MOAGEM		MÉDIAS
	3,8mm	7,0mm	
Peletizada	3,79	3,54	3,67 ^a
Farelada	3,67	3,48	3,57 ^a
Média	3,73 ^a	3,51 ^b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV = 6,3%

Para machos e fêmeas não foi observado efeito ($p > 0,05$) da forma física da ração sobre a porcentagem de peso dos intestinos em relação ao peso vivo (tabelas 36 e 37), concordando com Freitas *et al.* (2008) que observaram que os intestinos das aves não sofreram influência da forma física da ração.

Para fêmeas, a moagem da ração não influenciou ($p > 0,05$) o percentual de peso relativo dos intestinos em relação ao peso vivo (tabela 36). Já em machos (tabela 37), houve efeito da granulometria sobre o peso relativo dos intestinos ($p \leq 0,05$), sendo que as aves que receberam a ração com granulometria moída em peneira 7,0mm apresentaram menor peso relativo de intestinos do que aquelas que receberam a granulometria moída em peneira 3,8mm.

Estes resultados discordam de Lopez e Baião (2004), que obtiveram maior proporção de intestinos em relação ao peso corporal nos frangos alimentados com péletes, com granulometria grossa. E concordam de Nir *et al.* (1995) que observaram menor peso relativo do duodeno nas aves alimentadas com partículas grosseiras comparadas àquelas que receberam dieta com granulometria fina e segundo Amerah *et al.* (2007), o menor peso do duodeno associado com as partículas grosseiras não teria explicação clara.

6. CONCLUSÕES

A forma física peletizada moída em peneira e 3,8mm, para machos e fêmeas, apresentou melhor PDI para fase de um a 45 dias. Houve diferença entre os PDIs das rações peletizadas moídas em peneira 3,8mm e 7,0mm nas fases de um a 23 e de um a 41 dias.

Para os frangos de corte macho, a ração peletizada proporcionou maior consumo e ganho de peso para as fases de um a 23 dias, sem causar efeito na conversão alimentar. Para a fase de um a 41 dias, esta forma física também apresentou maior consumo, ganho de peso e uma melhor conversão alimentar. De um a 45 dias, a forma física da ração e moagem não influenciaram nos resultados de desempenho dos frangos de corte machos. Não houve influência da forma física e granulometria sobre a viabilidade dos machos e também de fêmeas em nenhuma das fases de criação.

Para as fêmeas, nas fases de um a 23 dias, a forma física peletizada moída em peneira de 3,8mm provocou maior consumo de ração, sem haver diferença significativa com relação ao ganho de peso. Para a fase de um a 41 dias, a ração peletizada moída com peneira de 7,0mm resultou melhor conversão alimentar e menor consumo de ração. Para a fase de um a 45 dias, a forma física peletizada apresentou maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, sem haver influência da granulometria. A ração peletizada moída em peneira de 3,8 mm proporcionou maior consumo de ração.

As aves que receberam a dieta peletizada (machos e fêmeas) apresentaram maior no percentual de gordura abdominal. Como também esta forma física provocou redução no peso relativo da moela.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOLLAHI, M. R. *Influence of feed processing on the performance, nutrient utilisation and gut development of poultry and feed quality*. 2011, 195f. Thesis - Massey University, Palmerson North, New Zealand.

AGUILAR, C.A.L. *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 Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

AMERAH, A. M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R. G.; THOMAS, D. G. Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal*, v.63, n 3, p.439-455, 2007a.

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

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G.; THOMAS, D.G. Influence of feed particle size on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters fed wheat and corn based diets. *Poultry Science*, v.87, p.2320-2328, 2008.

AMORNTHAWAPHAT, 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, n.10, p.1640-1647, 2005.

AXE, D. Factors Affecting uniformity of a mix, *Animal Feed Science and Technology*, v.53, s.211-220, 1995.

ÁVILA, V.S.; ROSA, P.S.; GUIDONI, A.L. *et al. Desempenho de frangos de corte machos criados no verão até 46 dias de idade, com rações de formas física diferente*. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Campinas.. *Anais...* Campinas: Facta, 1995. p.213-214.

BELLAVER, C.; NONES, K. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. Em: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4, 2000. Goiânia-GO, p. 59-78.

BENNETT, C. D.; CLASSEN, H. L.; RIDDELL, C. Feeding broiler chickens wheat and barley diets containing whole, ground and pelleted grain. *Poultry Science*, v.81, n.7, p.995-1003, 2002.

BETERCHINI, A.G.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, P.R. Efeitos da forma física e valor de energia da ração sobre o desempenho e carcaça de frangos de corte. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa, v.20, p. 229-239, 1991.

BERTECHINI, A.G.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A. *et al.* Efeito da temperatura ambiente e nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa, v.20, p.218-228, 1991a.

BEYER R.S. The impact of feed milling and manufacturing procedures on nutrient availability and importance of quality control, 2002, disponível em http://www.adiveter.com/ftp_public/articulo1497.pdf. Acesso em: 08/06/2014.

BIAGI, J.D. Tecnologia da peletização da ração. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1990, Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.37-39.

BIAGI, J.D. Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de pelets e na economia da produção de rações (Revisão). In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia, SC. *Anais...* Concórdia, SC : EMBRAPA/CNPSA, 1998. p.57.

BOLTON, W. The digestibility of mash and pellets by chicks. *J. Agric. Sci*, v. 55, n. 1, p. 141-142, 1960.

BOTURA, A.P. *Efeito da forma física da ração e características de carcaça de frangos de corte fêmeas criados no período de inverno*. 1997, 71f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

BRUM, P. A. R.; ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L. *Granulometria do milho em rações fareladas e trituradas para frangos de corte: instrução técnica para o avicultor*. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998, p.2.

CABRERA, M.R. *Effects of sorghum genotype and particle size on milling characteristics and performance of finishing pigs, broiler chicks, and laying hens*. 1994. Thesis (Masters) - Kansas State University.

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

CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, v.72, 1992, p.449-466.

CAVALCANTI, W. B.; BEHNKE, K. C. Effect of composition of feed model systems on pellet quality: a mixture experimental approach. II. *Cereal Chem.* v.82, n.4, 2005, p.462-467.

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 broilers. *Poultry Science*, v.65, n.3, p.594-597, 1986.

CONTINI E.; TALAMINI J.D.;VIEIRA P.A. "Cenário mundial de commodities: frango, soja e milho." Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso. In: CONFERÊNCIA FACTA, Campinas, SP. *Anais...* Campinas: Facta, 2013. 1 CD-ROM.

CORZO, A.; MEJIA, L.; LOAR, I.I.R.E. Effect of pellet quality on various broiler production parameters. *Journal Applied of Poultry Research*. v.20, p.68-74, 2011.

CRESWELL, D.; BEDFORD, M. High pelleting temperatures reduces broiler performance. In: AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, *Anais...* p. 1-6, 2006.

CUMMING, R.B. Opportunities for whole grain feeding. Proceedings of the 9th European Poultry Conference, *World Poultry Science Association*, Glasgow, United Kingdom, v.2, p.219-222, 1994.

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

DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; LIMA, A.R. Tamanho da partícula do milho e forma física da ração e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de Corte. *Rev.Bras.Ciência Avícola*. Campinas, SP, v.3, n.3, p. 241-248, 2001.

DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M. *et al.* Effects of corn particle size and physical form of the diets on the gastrointestinal structures of broiler chickens. *Braz. J. Poult. Sci.*, v.5, p.62-67, 2003.

DOZIER III, W.A. Cost-effective pellet quality for meat birds. *Feed Management*. v.52, n.2, 2001.

ESMINGER, M.E. *Processin effects*. In. FEED MANUFACTURING TECHNOLOGY III. AFIA. 1985. Cap. 66, p.529-533.

FAGUNDES, M.H.R., *Efeito do sistema de fornecimento de alimentos e processamento do concentrado sobre a digestibilidade da dieta e resposta glicêmica plasmática, em equinos*, 2005. 71f. Dissertação (Mestrado) - USP, Pirassununga, SP.

FAIRFIELD, D. Pelleting for profit - part 1. *Feed and Feeding Digest*. v.54, n.6, p. 1 – 5, 2003

FAVERO, A. *Aspectos físicos da ração e suas implicações no desempenho, digestibilidade e desenvolvimento do trato gastrointestinal de perus*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009. 76p.f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

FERKET, P. Feeding whole grains to poultry improves gut health. *Feedstuffs USA*, v.71, pp. 12- 14, 2000.

FRANCISCO, J.L. *Fabricação de ração animal*. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007. 21p (Dossiê Técnico).

FRANKE, M.; REY, A. Improving péletes quality and efficiency. *Feed Tech*, v.10, n.3, p.78-79, 2006.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; DAHLKE, F. *et al.* Desempenho, eficiência de utilização de nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. *Rev. Bras.Zoot.*, v.37, n.1, p.73-78, 2008.

GADIANT, M. Effect of pelleting on nutritional quality of feed. Reprinted from *Proceedings on the Mariland Nutrition Conference for Feed Manufacturers* p. 73.79, 1986.

GENTLE, M.J. Sensory control of feed intake. In: BOORMAN K.N.; FREEMAN B.M. Eds. *Food intake regulation in poultry*. Edinburg: British Poultry Science Ltd, 1979. pp. 259-273.

GIULIANI S. A.; ISMAIL O. Entender el proceso de peletizado para lograr majores resultados. *Ind. Avícola*, v. 55, n.7, p. 18-23, 2008.

GILL, C. Chemistry for high quality pellets. Or, refining the role of binders. *Feed International*. March, p. 10-11, 1993.

GONZÁLEZ-ESQUERRA; 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.

GREENWOOD, M.W.; CRAMER, K.R.; CLARK, P.M. *et al.* 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.; CLARK, P.M. *et al.* 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.

HANDERSON, S.M.; PERRY, R.L. *Agricultural process engineering*. New York : John Wiley and Sons, 1955. 402p.

HEALY, B.J.; HANCOCK, J.D.; BRAMEL-COX, P.J. *et al.* *Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum grain for nursery pigs and broiler chicks*, Kansas. Kansas State University Swine Day, 1991. p. 66–72.

HERMMAN, T.; BEHNKE, K. Testing mixer performance. Feed manufacturing. Kansas: Kansas State University. 1994

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, v.60, p. 415-422, 2004.

HU, B., STARK C. R., BRAKE J. Evaluation of crumble and pellet quality on broiler performance and gizzard weight. *J. Anim. Vet. Adv.* v.11, p.2453-2458, 2012.

HUANG, D. S.; LI, D. F.; XING, J. J. *et al.* 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, n.5, p. 831-836, 2006.

JENSEN, L.S.; MERRIL, L.; REDDY, C.V.; MCGINNIS, J. Observation on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poultry Science*, v.41, p. 1414-1419, 1962.

JONES, T.F. Pelleting... Is it worth it? *Poultry Digesty*. p.454 a 456, August, 1979.

KERSTEN, J., ROHDE, H. NEF, E. Principles of Mixed Feed Production: components, processes, technology, AgriMedia, Bergen/Dumme, Germany, 336 p.f., ISBN: 3-86037-273-4, 2005.

KLEIN, A.A. *Peletização de rações: Aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas*. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: FACTA, 2009, p. 173-193.

KOCH, K.B. Pelleting: a review of the process and a new ingredient. 16th Annual ASA-IM SEA Feed Technology and Nutrition Workshop. 2008.

LAURISTON, R. Gelatinization temperatures for adjuncts, 1996. Disponível em: <http://www.brewery.org/brewery/library/GelTemps_RL0796.html>. Acessado em 15/06/2014.

LARA, L.J.C. *Efeitos do processamento da ração e da linhagem sobre os valores energéticos e desempenho de frangos de corte*, 2007. 52p.f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; ROCHA, J.S.R. *et al.* Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, v.60, n.4, p.970-978, 2008

LARA, M. A. Processo de produção de ração: moagem, mistura e peletização. 2011. Disponível em: <<http://www.nftalliance.com.br/artigos/ebooks/processo-de-produ-o-de-ra-o-moagem-mistura-e-peletiza-o>>. Acessado em: 15/06/2014.

LARBIER M.; LECLERQ B. *Nutrition and feeding of poultry: intake of food and water*. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.7-14.

LECZNIESKI, J.L.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; PENZ JR, A.M. Influência da forma física e do valor de energia da ração no desempenho e na composição de frangos de corte. *Arc. Latinoam. Prod. Anim.* v.9, n.1, p.6-11, 2001.

LEITE, J.L.B.; RODRIGUES P. B.; FIALHO E.T. *et al.* Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Ciênc. Agrotec.*, v. 32, n. 4, P. 1291 – 1298, 2008 .

LENTLE, R.G. The macrobiophysics of digestion: Implications for the poultry industry. IN: AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, v.17, p.163-170, 2005.

LOPEZ, C.A.A, BAIAO, 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. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.2, p. 214-221, 2004.

LOPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C. *et al.* Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

MAIORKA, A. *Efeito da forma física, níveis de energia em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis no desempenho e composição de carcaça de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade.* 1998.115p.f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

MARTIN, S. The effect of particle size on mixing and pelleting quality and production rates. In. 1ST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PARTICLE SIZE REDUCTION IN THE FEED INDUSTRY. pp.F1-F14. Manhattan, KS. USA. 1983.

MASSUQUETTO A. *Avaliação da forma física da dieta e do tempo de condicionamento no processo de peletização de dietas para frangos de corte.* 2014. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

McCAPES, R.H.; EKPERIGIN, H.E.; CAMERON, W.J. *et al.* Effect of a new pelleting process on the level of contamination of poultry mash by *Escherichia coli* and *Salmonella*. *Avian Disease.* v.33, p.103-111, 1989.

MARTIN, S. Particle size reduction. In: *NFIA – feed manufacturing short course.* Kansas : Kansas State University, 1988. 10p.

McCRACKEN, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In: MCNAB, J.M.; BROORMAN, K.W. *Poultry feedstuffs: Supply, composition and nutritive value.* Cabi Publishing, 2002. Cap: 16. p.301-316.

McKINNEY, L.; TEETER, R. *Caloric value of pelleting*. Publication of Cobb-Vantress, Inc, 2002. p. 1-5. (Comunicado técnico).

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. *Rev. Bra. Zoot.*, v.30, p.2026-2032, 2001.

MENDEZ, J.; R. I. E.; SANTOMÁ, G. *Feed manufacturing: the nutrition of the rabbit*. Cab International. 2008.

MEURER, R.F.P. *Avaliação de diferentes formas físicas de rações para frangos de corte*. 2009. 52f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

MINA-BOAC, J.; MAGHIRANG, R. G.; CASADA, M. E. Durability and breakage of feed pellets during repeated elevator handling. ASABE Annual International Meeting. ASABE. Portland, Oregon. 2006

MIRANDA, D. J. A.; LARA, L. J. C.; BAIAO, N. C. *et al.* Efeito da granulometria e do nível de energia sobre o desempenho de frangos de corte de 23 a 42 dias de idade. v.22, n.22, p.19-56. 2011. In: XXII Congresso Latino-Americano de Avicultura.

MIRANDA, D. J. A., *Efeito da granulometria do milho e do valor da energia metabolizável em rações peletizadas para frangos de corte*, 92 p.f., 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

MORAN Jr., E.T. Pelleting: affects feed and its consumption. *Poultry Science*, Champaign, v.5, p.30-31, 1987.

NEL, F. "Pellet profitability or profitable pellet? Part.1", 2010. *Feed Technology Specialist*. Anitox Corp.

NIR, I.; COHEN, R.; KAFRI, I. Determination of vitamin A stability in mash and pelleted feeds by a biological procedure. *Poultry Science*, v. 60, n. 5, p. 1022-1025, 1981.

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, n.4, p.589-602, 1994a.

NIR, I. G.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; NITSAN Z. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. *Poultry Science*, Champaign, v.73, p.781-791, 1994b.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I.; SHEFET, G. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poultry Science*, v.74, n.5, p.771-783, 1995.

NIR, I. Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. *Anais...* Campinas:CBNA, 1998, p. 49-68.

NILIPOUR, A. La peletización mejora el desempeño. *Indústria Avícola*. Illinois. p.42-46. Dezembro, 1993.

O'CONNOR, C. Product development services available from extruder manufactures. In: EXTRUSION TECHNOLOGY FOR THE FOOD INDUSTRY, 1987, New York. *Proceedings...* New York: Elsevier Applied Science, 1987. p.71-75

OLIVEIRA, A. A., GOMES, A. V. C., OLIVEIRA, G. R. *et al.* Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas. *R. Bras. Zootec*, v.40, n.11, p.2450-2455, 2011.

PENZ Jr., A.M. Recentes avanços na nutrição de frangos de corte. In: ENCONTRO TÉCNICO SOBRE AVICULTURA DE CORTE DA REGIÃO DE DESCALVADO, 2001, Descalvado. *Anais...* Descalvado: Associação dos Criadores de Frangos da Região de Descalvado, 2001, p.15-26.

PLAVNIK, I.; WAX, E.; SKLAN, D. e HURWITZ, S. The response of broiler chickens and turkey poults to steam-pelleted diets supplemented with fat or carbohydrates. *Poultry Science*, v. 76, n. 7, p. 1006-1013, 1997.

PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by laying hens. *Canadian Journal of Animal Science* v.68, p. 915-922, 1988.

POZZA, P.C.; POZZA, M.S.S.; RICHART, S. *et al.* Avaliação da moagem e granulometria do milho e consumo de energia no processamento em moinhos de martelos. *Ciência Rural*, v.35, n.1, p.235-238, 2005.

REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W. The effects of feed form, grinding method, energy level and gender on broiler performance in a moderate (21°C) environment. *Poultry Science*, v.64, p.1834-1839, 1985.

REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W. Effects of enviromental temperature and corn particle size on response of broiler to pelleted feed. *Poultry Science*, v.65, p.636-641, 1986.

SCHEIDELER, S.E. Poultry feeds: is pelleting cost effective. *Feed Management*, v.46, p.21-26, 195.

SCHIFFMAN, H.R. Texture preference in the domestic chick. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* v.66, p.540, 1968.

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, n.4, p.532-537, 2003.

SOUZA, R.M.; BERTECHINI, A.G.; SOUSA, R.V.; *et al.* Efeitos da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. *Rev. Ciência e Agrotecn.*, v.32, n.2, p.584-590, 2008.

SVIHUS, B.; JUVIK, E.; HETLAND, H.; KROGDAHL, A. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. *British Poultry Science* v.45, p.55-60, 2004b.

TAVERNARI F.C., LIMA G. J. M. M., MANZKE N. E.; *et al.* Resultados da Embrapa com peletização e uso de glicerina bruta. *Avicultura Industrial*, n. 10, p. 14-19, 2013.

TAYLOR, R.D.; JONES, G.P.D. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diet. 2. Gastrointestinal and digesta characteristics. *British Poultry Science*, v. 45, p.237-246, 2004.

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.

VARGAS G.D.; BRUM P.A.R.; FIALHO F.B.; *et al.* Efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte machos. *Rev. Bras. Agrociência*; v.7, n.1, p.42-45, 2000.

WALDROUP, P.W. Particle size reduction of cereal grains and its significance in poultry nutrition., American Soybean Association, Singapore, 1997, 14 p.

WONDRA, K.J.; HANCOCK, J.D.; BEHNKE, K.C. *et al.* Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. *Journal Animal Science*, v.73, p.757-763, 1995.

YOUNG, L.R. *Mechanical durability of feed pellets*. in: Thesis - Master Science. Kansas State University, KS, USA; 1962

YO, T.; SIEGEL, P.B.; GUERIN, H.; PICARD, M. Self-selection of dietary protein and energy by broilers grownd under a tropical climate: effects of feed particle size on de feed choice. *Poultry Science*, Champaig, v. 76, p. 1467-1473, 1997.

ZANOTTO D.L.; BELLAVER C. *Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso de rações de suínos e aves*. Concórdia: EMBRAPA / CNPSA, 1996.

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; ALBINO, L.F.T.; *et al.* *Efeito da granulometria sobre o conteúdo energético do milho para frangos de corte*. Concórdia: EMBRAPA/ CNPSA, 1998a.

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.R. *Granulometria do milho em rações para frangos de corte*. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1998b.

ZANOTTO, D.L.; MONTICELLI, C.J. Granulometria do milho em rações para suínos e aves: digestibilidade de nutrientes e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, Concórdia, SC, 1998. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA, 1998. p.26-47.

ZANOTTO, D. L.; SCHIMIDT, G. S.; GUIDONI, A. L.; *et al.* Efeito do tamanho de partículas de milho e do tipo de ração no comportamento de frangos de corte. *Rev. Bras. de Ciênc. Aví.*, Campinas, supl. 5, p. 106, 2003.

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.R. Granulometria do milho em rações fareladas para frangos de corte. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Porto Alegre, 1999. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999.

ZOHAIR, G. AM; AL-MAKTARI, G. A.; AMER, M. A. Comparative effect of mash and pellet feed on broiler performance and ascites at high altitude (Field Study) *Global Veterinaria*, v.9, p 154-159, 2012.

Consumo em kWh do moinho para as granulometrias

Na Tabela 30 estão apresentadas as informações do consumo de energia elétrica do moinho para fabricar as rações: inicial e de crescimento.

Tabela 30. Consumo de energia elétrica do moinho (kWh), tempo de moagem para sete batidas (28.000Kg) e potência absorvida pelo equipamento para a produção das rações da fase de um a 23 e de 24 a 40 dias

	GRANULOMETRIA	Tempo de moagem de sete batidas (min)	Potência absorvida (kW)	Consumo (kWh)
1 – 23 dias	3,8mm	50	156	129,48
	7,0mm	56	106	148
24 – 40 dias	3,8mm	54	136	124
	7,0mm	51	106	90,1

Diante do observado sobre o gasto energético do moinho (tabela 30), a granulometria 3,8mm proporcionaria uma economia de 12% quando comparada ao gasto para obter a granulometria 7,0mm no mesmo equipamento para a fase de um a 23 dias, porém, para a fase de 24 a 40 dias representaria um gasto de 38% maior que a granulometria moída em peneira 7,0mm.

Os resultados concordam parcialmente com o observado por Reece *et al.* (1986) que, aumentando o diâmetro dos furos das peneiras do moinho de martelo de 4,76 para 6,35 μm obtiveram uma economia de energia elétrica de 27%. Porém, esta relação entre os diâmetros dos furos das peneiras e o consumo de energia elétrica não é linear. Wondra *et al.* (1995), durante a moagem do milho com moinho de martelos, verificaram que a substituição de peneiras de DGM de 600 μm por outra cujo DGM foi 400 μm consumiu o dobro de energia elétrica do necessário para reduzir o tamanho da partícula de 1.000 para 600 μm .

O custo com energia elétrica sofre várias influências e encontramos uma literatura ampla com resultados extremos. As divergências nos resultados observados podem ser devido à interrupção na operação da fábrica de ração para a produção da ração experimental. Foi observado ainda interferência da partida do moinho, sendo que este teve que ser religado durante as medições. Pozza *et al.* (2005) concluíram que a variação do consumo de energia elétrica pode ser devido às diferenças entre as características dos moinhos, do desgaste devido ao uso e da potência dos motores que equipam os moinhos