

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA**

**Ana Paula Liboreiro Brustolini**

**Avaliação do tamanho de partícula e forma física da ração sobre o  
desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados em  
crescimento e terminação.**

**Belo Horizonte  
2014**

**Ana Paula Liboreiro Brustolini**

**Avaliação do tamanho de partícula e forma física da ração sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados em crescimento e terminação.**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.**

**Área: Produção Animal  
Orientador: Dalton de Oliveira Fontes**

Dissertação defendida e aprovada em 22/01/2014 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:

---

Prof. Dalton de Oliveira Fontes  
(Orientador)

---

Prof. Leonardo José Camargos Lara

---

Prof. Francisco Carlos de Oliveira

“Tenha fé em si mesmo, porque Deus está dentro de você. Portanto, ter fé em si mesmo é ter fé em Deus. Tenha confiança em suas capacidades e caminhe sem temer os obstáculos. Você pode vencer. Você vai vencer. Corresponda à confiança que Deus depositou em você quando lhe entregou as capacidades de que dispõe, para que você as desenvolvesse pusesse em prática.”

Carlos Torres Pastorino

DECICATÓRIA à minha família, em especial, à  
minha mãe.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, sobre todas as coisas, por perseverar comigo em todas as minhas batalhas, por nunca me abandonar, por renovar minha fé à cada minuto e assim fazer com que eu consiga superar os meus limites e levantar das minhas quedas. Por sua infinita bondade e amor, e, principalmente por ter colocado pessoas maravilhosas em minha vida, sem elas nada seria possível.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária pela oportunidade de cursar o mestrado e aos Professores e funcionários desta instituição.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

À Vaccinar<sup>®</sup> Nutrição Animal pelo financiamento do projeto de pesquisa. Ao Gabriel Salum, Luísa Pinto, Pedro Gibim, Fábio, e Gilmar que não mediram esforços para que tudo pudesse ocorrer da melhor maneira possível. À todos os funcionários da Granja São Francisco e da Fábrica de Ração da unidade da Vaccinar de Martinho Campos, por terem mudado as rotinas de trabalho para dar suporte às atividades do projeto.

À Fazenda Experimental Professor Hélio Barbosa, da Escola de Veterinária, UFMG, pela permissão do uso de suas instalações e animais durante a execução do presente projeto e à TODOS os seus funcionários, em especial aos funcionários da Fábrica de Ração, Renato e Carol.

Ao Juliano e a todos os funcionários do frigorífico FRILARA.

Ao Orientador Dalton Fontes, pela oportunidade de ser sua orientada, pela amizade e confiança.

À minha família: minha mãe pelo apoio incondicional, pelas “loucuras” para que minha mudança fosse possível, por estar presente nos momentos ruins e fazê-los melhor, por toda a sorte que ela coloca em minha vida; Ao meu pai pelo apoio financeiro; À minha irmã Isabella por me ajudar a cuidar do que deixei em minha cidade natal e à Ana Carla por tornar minha vida cheia de histórias alegres e momentos inesquecíveis.

Ao Edison, por muitas vezes ter sido meu confidente, amigo, “piscicólogo”, por escolher as palavras certas sempre que eu precisei e pela cumplicidade que nos acompanha desde o começo.

Às amigas Maria Angélica Chamon e à Tia Mirrô, pelas palavras e vibrações positivas, por me acolherem em BH e por terem cuidado tão bem de mim quando eu precisei.

À família postiça que torna minha vida muito mais animada: Maura e Larissa, à Bá Ana pelas orações.

Aos amigos das “codornas” Fabiana Ferreira, Flaviana Miranda, Sirlene Lázaro, Rodrigo Godinho, Thiago Passafaro, Alex Serafim, Tatiana Vidal, Muller, Vera, Gabi e Helena, juntos nos momentos árduos de trabalho e nas alegrias. À equipe Fontes, Isabela Fernandes, Bruno Oliver, Andressa Formigoni, Clarice Silva, Maíne Xavier, Andressa Nunes e Bruno Amaral e aos estagiários Guilherme Valente, Filipe Pereira, André Fernandes, Débora Karine, Lorena Mostl, Tati Fiúza, Carol Resende, obrigado por participarem dos meus experimentos, sem o trabalho em equipe nada seria possível.

Às “sócias”, Hemilly e Natália, por tornarem a minha estadia na fazenda maravilhosa e por todo o companheirismo.

Aos meus avós e Tio Bidu *in memoriam*, pelo exemplo de vida e inspiração.

À todos aqueles que de maneira direta ou indireta participaram desta vitória!

---

## SUMÁRIO

---

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	11
RESUMO .....	12
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1. Moagem e granulometria.....	16
2.1.1. Moagem.....	17
2.1.2. Granulometria.....	17
2.1.2.1. Granulometria e digestibilidade .....	19
2.1.2.2. Granulometria e desempenho .....	22
2.2. Peletização.....	24
2.2. 1. Efeito do tamanho de partícula na peletização.....	26
2.2.2. Peletização e digestibilidade.....	27
2.2.3. Peletização e desempenho.....	27
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
3.1. Experimento I .....	30
3.1.1. Local e instalações.....	30
3.1.2. Animais, dieta e manejo alimentar.....	30
3.1.3. Delineamento experimental.....	32
3.1.4. Avaliação de diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico.....	32
3.1.5. Avaliação de carcaça “ <i>in vivo</i> ”.....	33
3.1.6. Análise estatística.....	33
3.2. Experimento II.....	33
3.2.1. Local e instalações.....	33
3.2.2. Animais, dietas e manejo alimentar.....	34
3.2.3. Delineamento experimental.....	36
3.2.4. Cálculo da porcentagem de finos e índice de durabilidade do pelete (PDI).....	36
3.2.5. Avaliação de carcaça “ <i>in vivo</i> ”.....	36
3.2.6. Análises estatística.....	37
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
4.1. Experimento I.....	37
4.1.1. Avaliação de diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG).....	37
4.1.2. Desempenho.....	38
4.1.3. Características carcaça <i>in vivo</i> .....	40
4.2. Experimento II.....	41
4.2.1. Análise de porcentagem de finos e índice de durabilidade do pelete(PDI).....	41
4.2.2. Desempenho.....	42



4.2.3. Características carcaça <i>in vivo</i> .....	44
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	45
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	45

---

**LISTA DE TABELAS**

---

		<b>Página</b>
Tabela 1	Tamanho das partículas do milho de acordo com as peneiras.....	18
Tabela 2	Tempo de passagem do alimento pelo trato digestivo de suínos em função do diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas.....	20
Tabela 3	Melhoria média da digestibilidade dos nutrientes para cada redução de 100µm no tamanho de partícula a partir de 1000µm até 400µm	22
Tabela 4	Efeito do diâmetro geométrico médio (DGM) sobre ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) no desempenho de suínos em crescimento e terminação.....	23
Tabela 5	Recomendação do tamanho de partícula do milho na ração para suínos em terminação segundo vários autores.....	24
Tabela 6	Efeito do diâmetro geométrico médio (DGM) e forma física da ração no ganho médio diário (GMD), consumo médio diário (CMD) e conversão alimentar (CA) de suínos em terminação.....	28
Tabela 7	Efeito da forma física da ração sobre o ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de suínos na fase de terminação.....	29
Tabela 8	Composição centesimal das dietas experimentais para suínos machos castrados nas diferentes fases de crescimento e terminação.....	31
Tabela 9	Composição centesimal das dietas experimentais para suínos machos castrados nas diferentes fases de crescimento e terminação.....	35
Tabela 10	Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) das rações experimentais.....	37
Tabela 11	Peso aos 64 dias (P64), peso aos 84 dias (P84), peso aos 135 dias (P135), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) de suínos alimentados com rações contendo diferentes tamanhos de partícula.....	38
Tabela 12	Espessura de toucinho (ET) no ponto P1 e no ponto P2, profundidade de lombo (PL) e porcentagem de carne magra (PCM) mensuradas <i>in vivo</i> .....	40
Tabela 13	Porcentagem de finos e índice de durabilidade dos peletes (PDI) das rações experimentais.....	41
Tabela 14	Peso aos 64 dias (P64), peso aos 104 dias (P104), peso aos 135 dias (P135), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar de suínos alimentados	42

com rações contendo diferentes formas físicas.....

Tabela 15	Espessura de toucinho (ET) no ponto P1 e no ponto P2, profundidade de lombo (PL) e porcentagem de carne magra (PCM) mensuradas <i>in vivo</i> de suínos alimentados com rações contendo diferentes formas físicas.....	44
-----------	--	----

---

## LISTA DE FIGURAS

---

		<b>Página</b>
Figura 1	Área superficial do milho de acordo com a redução no tamanho de partícula.....	19
Figura 2	Influência do tamanho de partícula sobre a digestibilidade de energia bruta na dieta de suínos.....	21

# **AVALIAÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA E FORMA FÍSICA DA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

## **RESUMO**

Objetivando-se determinar o tamanho de partícula e forma física da ração que proporcionem o melhor desempenho e características de carcaça para suínos machos castrados em crescimento e terminação foram realizados dois experimentos: experimento I para determinar o melhor tamanho de partícula da ração e o experimento II para determinar a melhor forma física da ração. Em cada experimento foram utilizados 48 suínos machos castrados de linhagem comercial com idade inicial de 64 dias e idade final de 135 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, seis repetições e dois animais compondo a unidade experimental em cada experimento. Os quatro tratamentos do experimento I foram compostos por rações fareladas contendo tamanho de partícula igual a 434 $\mu$ m; 614  $\mu$ m; 627  $\mu$ m e 888  $\mu$ m. Os quatro tratamentos do experimento II foram compostos por: ração farelada fina; ração farelada grossa; ração peletizada fina e ração peletizada grossa. Os períodos avaliados, em ambos os experimentos, foram: fase 1 (fase de crescimento, dos 64 aos 104 dias) e fase 2 (fase de crescimento-terminação, dos 64 aos 135 dias). As dietas utilizadas nos experimentos foram isoenergéticas e isoprotéicas, formuladas para atender as exigências nutricionais dos animais em cada fase. No experimento I houve efeito linear ( $p < 0,10$ ) para CA dos animais em ambas as fases avaliadas, o tamanho de partícula da ração igual a 434  $\mu$ m melhorou a conversão alimentar dos animais em 4% na fase 1 e 8,5% na fase 2; houve efeito linear ( $p < 0,10$ ) para profundidade de lombo de acordo com o tamanho de partícula da ração na fase 1 e efeito quadrático ( $p < 0,10$ ) na fase 2, sendo que o tamanho de partícula igual a 434  $\mu$ m proporcionou os melhores valores para este dado. No experimento II houve aumento ( $p < 0,10$ ) de 5,0% do peso final dos animais e 6,8% de aumento ( $p < 0,10$ ) no ganho de peso médio diário com o uso da ração peletizada fina na fase 1, nesta mesma fase a ração peletizada, independente de ser grossa ou fina proporcionou

11,0% de melhoria ( $p < 0,10$ ) na conversão alimentar, a espessura de toucinho foi maior ( $p < 0,10$ ) para animais arraçoados com a ração farelada e a profundidade de lombo foi maior ( $p < 0,10$ ) para os animais arraçoados com ração farelada grossa comparada aos outros tratamentos; na fase 2 o peso final dos animais aumentou ( $p < 0,10$ ) 5,0% e o ganho de peso médio dos animais aumentou ( $p < 0,10$ ) em 8,5% com o uso da ração peletizada fina, o uso da ração peletizada, independente de ser fina ou grossa diminuiu ( $p < 0,10$ ) o consumo médio diário dos animais em 11,0% e melhorou ( $p < 0,10$ ) a conversão alimentar dos animais em 14,0%. Baseando-se neste experimento, o tamanho de partícula ideal para suínos em crescimento e terminação é de 434  $\mu\text{m}$  e a melhor forma física da ração é a peletizada.

**Palavras chave:** crescimento, granulometria, peletização, suínos, terminação

## ABSTRACT

Aiming to determine the particle size and physical form of the diet to provide the best performance and carcass characteristics of barrows growing and finishing two experiments were conducted: the first experiment to determine the optimal particle size of the feed and the second trial for determine the best physical form of ration. In each experiment, 48 barrows commercial strain with initial age of 64 days and final age of 135 days were used. The experimental design was completely randomized with four treatments and six replicates of two animals composing the experimental unit in each experiment. The four treatments of experiment I were composed of mash diets particle size equal to 434 $\mu\text{m}$ ; 614  $\mu\text{m}$ ; 627  $\mu\text{m}$  and 888 micrometers. The four treatments of experiment II were composed of: fine mash diet, coarse mash diet, fine pelleted feed and coarse pelleted feed. Observation periods in both experiments, were: phase 1 (phase of growth, of 64 to 104 days) and phase 2 (phase grower-finisher, of 64 to 135 days). The diets used in the experiments were isocaloric and isonitrogenous, formulated to meet the nutritional requirements of animals at each stage. In the first experiment there was a linear effect ( $p < 0,10$ ) for feed conversion were evaluated in both phases, the particle size of the feed equal to 434  $\mu\text{m}$  improved feed conversion were 4,0% in phase 1 and 8.5 % in phase 2, there was a linear effect ( $p < 0,10$ ) for loin depth according to the particle size of the feed for stage 1 and made quadratic ( $p < 0,10$ ) in phase 2,

where the size of particle equal to 434  $\mu\text{m}$  gave the best values for this data. In experiment II increased ( $p < 0,10$ ) 5,0% of the final weight of animals and 6,8% increase ( $p < 0,10$ ) in average daily weight gain with the use of pelleted feed in thin phase 1, at the same stage the pelleted diet, whether it be coarse or fine provided 11,0% improvement ( $p < 0,10$ ) feed conversion, backfat thickness was greater ( $p < 0,10$ ) for hand fed animals with mash diet and depth of rib was greater ( $p < 0,10$ ) for the animals hand fed with coarse mash diet compared to the other treatments, in phase 2 the final weight increased ( $p < 0,10$ ) by 5,0% and the average weight gain of the animals increased ( $p < 0,10$ ) by 8,5% with the use of thin pelleted feed, pelleted feed, whether it be thin or thick decreased ( $p < 0,10$ ) consumption average daily animal and improved in 11,0% ( $p < 0,10$ ) feed conversion of animals by 14,0%. Based on this experiment, the optimum particle size for growing and finishing pigs is 434  $\mu\text{m}$  and the best physical form of ration is pelleted.

**Keywords:** growth, particle size, pelleting, pigs, termination

## 1. INTRODUÇÃO

Na atividade suinícola a alimentação dos animais representa em média 75% dos custos de produção, este dado é muito importante, especialmente na fase de crescimento e terminação, período representado pelo maior consumo de ração.

O consumo de ração no último mês da terminação representa 29% do total considerando-se um suíno de 120Kg e 170 dias de idade (Meincke, 2012), logo, técnicas que aprimorem o preparo da ração visando sua melhor utilização pelos animais são grandes aliadas para otimização da produção.

A ração de suínos em crescimento e terminação é composta basicamente por milho e soja, nos últimos anos a variação do preço destes cereais, principalmente a variação no preço da soja têm reforçado a importância de se utilizar estes ingredientes com o máximo de eficiência.

O processamento das rações é uma importante ferramenta para otimizar o uso dos ingredientes, objetiva-se com o processamento modificar as características físicas e nutricionais da ração afim de melhorar a sua eficiência de utilização pelos animais e suas características de transporte e armazenamento.

O processo de moagem e redução do tamanho de partícula da ração é o método mais econômico e mais importante relativa ao processamento. Independente de qual seja a forma física da ração os ingredientes passarão previamente pela moagem.

Reduzindo-se o tamanho de partícula e mantendo a sua uniformidade, obtém-se a maior superfície de contato do ingrediente, o que facilita tanto a sua mistura na fábrica de ração, quanto à sua utilização pelo animal através da maior exposição dos alimentos às enzimas digestivas, proporcionando maior digestibilidade dos nutrientes. Além disto, quando o tamanho de partícula da ração é reduzido na moagem consegue-se melhorar as características adesivas dos ingredientes que serão submetidos aos processamentos térmicos.

Porém quanto menor o tamanho de partícula maiores gastos de energia elétrica para a confecção de ração, o que aumenta os custos de produção da mesma. Adicionado a este fator, a redução no tamanho de partículas em dietas para suínos trás consigo problemas de ulcerações na região gástrica e esofágica, o que pode acarretar em perda de desempenho e morte, principalmente em suínos submetidos à estresse e de linhagens mais susceptíveis à



estas doenças. A escolha do tamanho ideal de partícula da dieta deve ser tomada com base na avaliação dos prós e contras, de acordo com as modificações que ocorrem no sistema.

Dentre os processamentos térmicos, a peletização é o menos dispendioso em termos econômicos. Com a peletização a ração sofre um “pré-cozimento” que atua sobre as paredes celulares e desta forma proporciona a gelatinização parcial do amido, o que melhora a digestibilidade da dieta. Além disto, este tipo de processamento melhora a palatabilidade da ração, evita a seleção de ingredientes pelos animais, aumenta a densidade da ração diminuindo os custos com armazenamento e transporte, reduz o número de microorganismos no produto aumentando assim o seu tempo de prateleira.

É preciso identificar tanto economicamente quanto possivelmente, o tamanho de partícula e/ou forma física da dieta que proporcione uma boa aceitação pelos animais, que apresente a melhor digestibilidade dos nutrientes e que produza o máximo de desempenho animal preservando a saúde do mesmo.

Objetivou-se com este trabalho determinar o tamanho de partícula e forma física da ração que proporcione o melhor desempenho e as melhores características de carcaça para suínos machos castrados em crescimento e terminação.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Moagem e granulometria**

Processar um alimento significa o conjunto de operações necessárias para melhorar o perfil nutricional do mesmo. Em termos práticos, envolve mudar a estrutura de um ingrediente em seu estado natural para obter retornos líquidos desta mudança quando em uso pelo animal (Bellaver e Nones, 2000). O Sucesso no processamento dos alimentos resultará em otimização da utilização do mesmo.

O processamento pode ser físico e ou químico, entre as diferentes formas de processamentos encontram-se: a redução do tamanho de partículas, aglomeração, mistura, tratamento por calor, pressão, mudanças na estrutura do amido, proteína e gorduras.

Os propósitos do processamento são: alterar o tamanho das partículas; alterar o conteúdo de umidade; alterar a densidade do alimento; modificar a palatabilidade; modificar o conteúdo de nutrientes; alterar a digestibilidade dos nutrientes, remover substâncias

antinutricionais para manutenção da qualidade dos ingredientes, reduzindo a contaminação com fungos, salmonelas e outros microrganismos (Esminger, 1985).

### 2.1.1. Moagem

A moagem consiste na redução do tamanho de partícula, é o primeiro processo na produção de ração, independente de sua forma física, por isso deve ser um fator considerado de extrema importância na qualidade e sucesso da fabricação de ração. Os equipamentos mais utilizados, pelas indústrias de fabricação de rações para a redução de tamanho de partícula são os moinhos de martelo e de rolo.

O moinho de martelos tem sido preferencialmente utilizado, uma vez que possibilita o processamento de uma maior variedade de ingredientes (fibrosos) e permite a produção de moagens mais finas ( $< 600\mu\text{m}$ ) em relação ao moinho de rolos (Martin, 1988).

A redução do tamanho de partícula é um processo de duas etapas, envolvendo ruptura do revestimento externo da semente e a exposição do endosperma. Na seqüência, a redução de tamanho aumenta o número de partículas e a área superficial por unidade de volume (Goodband et al., 2002).

O aumento desta área de exposição permite maior ação de enzimas digestivas e acesso aos componentes nutricionais. A redução do tamanho de partícula além de modificar as características físicas pode melhorar os processos de mistura, peletização, manuseio e transporte (Biagi, 1998).

Porém, considerando-se os custos de produção, reduzir o tamanho de partícula significa aumentar o gasto de energia elétrica para moagem e reduzir a taxa de moagem, especialmente quando o tamanho de partícula diminui de 600 para  $400\mu\text{m}$  (Wondra et al., 1995).

Seguindo-se a moagem está o peneiramento, o qual determinará o tamanho das partículas dos ingredientes utilizados para a fabricação de ração. O grau de moagem após o peneiramento é caracterizado de acordo com o tamanho de partículas em geral expresso em diâmetro geométrico médio (DGM), o qual se correlaciona de forma positiva com o tamanho de partículas (Pozza et al., 2005).

### 2.1.2. Granulometria

Por definição, granulometria é um método de análise que visa classificar as partículas de uma amostra pelos seus respectivos tamanhos e mensurar as frações correspondentes a cada tamanho. Na prática, o termo granulometria é usado para caracterizar o tamanho dos grânulos

de um produto moído, dado pelo Diâmetro Geométrico Médio (DGM) de suas partículas (Zanotto et al., 1999). Muitas vezes, o termo granulometria é confundido com tamanho de partícula em si.

Nas primeiras pesquisas realizadas para avaliar o efeito do tamanho de partícula sobre digestibilidade e desempenho animal, os termos usados eram: partículas finas, médias e grossas. Porém estes termos não são apropriados para comparações significativas de dados.

Para superar estas limitações, a sociedade americana de engenheiros agrícolas (ASAE) em 1983 desenvolveu métodos para descrever tamanhos de partícula mais especificamente. O tamanho médio da partícula é determinado como diâmetro geométrico médio (DGM) expresso em mm ou  $\mu\text{m}$ , e o intervalo de variação está escrito pelo desvio geométrico padrão (DPG), um maior DPG representa menor uniformidade (Amerah et al., 2007).

Uma mistura uniforme da ração parte do princípio que o tamanho das partículas dos alimentos tenha distribuição normal com pouca variabilidade (Bellaver e Nones, 2000), por isso tanto o DGM quanto o DPG são importantes no momento da mensuração do tamanho de partícula.

A granulometria do milho moído em moinho de martelos é influenciada por vários fatores, dentre eles: o número de martelos, a distância entre o martelo e a peneira, a vazão de moagem, diâmetro dos furos das peneiras, a área da abertura da peneira, a potência do motor, o teor de umidade do grão e o desgaste do moinho (Martin, 1988).

TABELA 1. Tamanho das partículas do milho de acordo com as peneiras

<b>Peneira (mm)</b>	<b>Tamanho partícula (micrômetros)</b>
1,59	400-500
2,38	500-600
3,18	600-800
4,75	1000-1200

Fonte: Adaptado de Lenser (1985)

O DGM pode variar de aproximadamente, 400 micrômetros (muito fina) até 1.200 micrômetros (grossa), dependendo, principalmente, do diâmetro dos furos da peneira utilizadas no moinho Essa variação no DGM pode influenciar alguns aspectos importantes na produção de suínos, tais como: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e a ocorrência de úlcera gástrica em suínos (Zanotto et al., 1999).

### 2.1.2.1. Granulometria e digestibilidade

O tamanho da partícula pode influenciar o consumo de alimento e a digestão dos ingredientes no trato gastrointestinal pela alteração das características do aparelho digestivo e pelas alterações nas secreções digestivas (Junior e Magro, 1998).

A eficiência de digestão é influenciada, entre outros fatores, pela intensidade do contato entre o alimento e as secreções digestivas. Neste sentido a superfície de exposição e o tempo de passagem do alimento, podem determinar variações nos valores de digestibilidade (Zanotto e Monticelli, 1998).

Quanto menor o tamanho de partícula do ingrediente, maior será a sua superfície de contato, logo maior área estará exposta para a ação das enzimas digestivas, conseqüentemente, maior será a digestibilidade deste ingrediente.

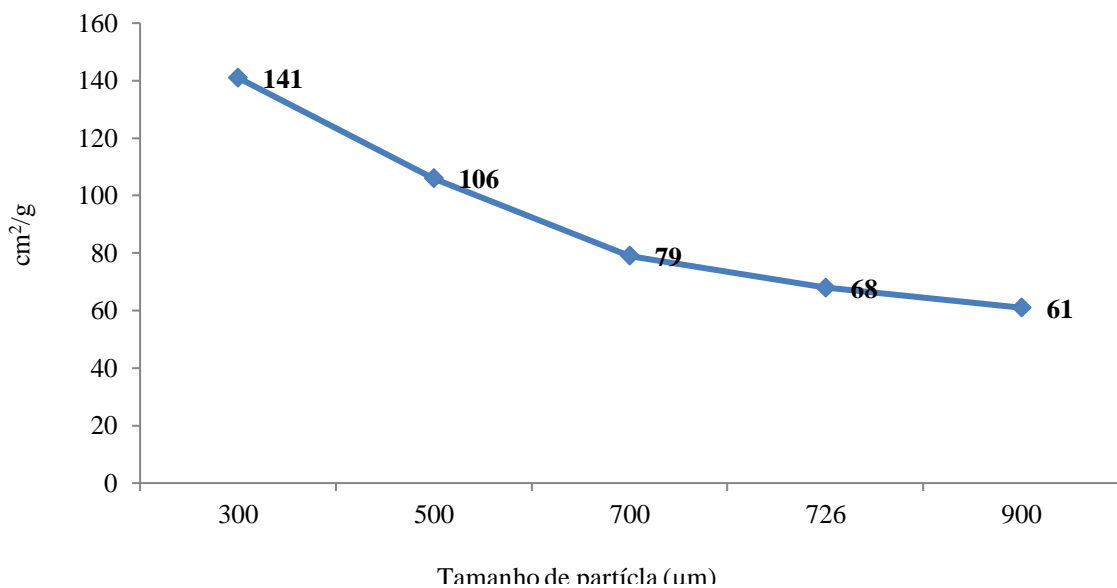


FIGURA 1. Área superficial do milho de acordo com a redução no tamanho de partícula

**Fonte:** Adaptado de Healy et al. (1994).

Rações com partícula muito fina podem aumentar o consumo de água e facilitar a formação de um bolo alimentar mais fluído com pouca estratificação no estômago e com pH mais ácido (Hedde et al., 1985). Esta fluidez reduz a taxa de esvaziamento gástrico e permite um maior tempo de contato do bolo alimentar com o epitélio. Sob tais condições, a secreção ácida gástrica é estimulada e, conseqüentemente, o desenvolvimento de paraqueratose, erosões e úlceras (Hedde et al., 1985).

Porém o aumento de ulcerações gástricas pode não comprometer o desempenho de suínos em crescimento e terminação, exceto em situações de estresse e para alguns genótipos, além disto, a saúde gastrointestinal pode ser melhorada através da redução da variação no tamanho de partículas em dietas à base de milho (Barneveld and Hewitt, 2003).

O tempo de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal de suínos dos 50 aos 70Kg de é pouco afetado pelo tamanho superficial de partícula, desta forma as possíveis alterações nos valores de digestibilidade dos nutrientes, em função da granulometria seriam melhor explicadas pela variação que ocorre na superfície de exposição do alimento às secreções digestivas, do que pelo tempo de permanência do alimento no TGI (Zanotto e Monticelli, 1998). A melhoria da digestibilidade do milho como conseqüência da redução do tamanho de partícula, tem se refletido positivamente na digestibilidade das dietas fareladas (Zanotto et al., 1995).

TABELA 2. Tempo de passagem do alimento pelo trato digestivo de suínos em função do diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas

	DGM ( $\mu\text{m}$ )				Média
	509	645	799	1026	
<b>Tempo (h)</b>	41,35	39,34	37,31	43,21	40,47

Fonte: Zanotto et al. ( 1998).

A redução do DGM das partículas de 1054 para 502  $\mu\text{m}$  (moinho de martelos, peneiras de 10,0 a 2,5 mm) aumenta de forma linear os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e dos valores de energia digestível e metabolizável do milho (Zanotto et al., 1996).

Albar et al. (2000) avaliaram dietas a base de cevada, trigo, milho, ervilha+trigo. Para as dietas a base de milho, os autores observaram melhoria de 0,61% no coeficiente de digestibilidade de energia e 0,56% no coeficiente de digestibilidade do nitrogênio a cada redução em 100 $\mu\text{m}$ . Dietas a base de trigo e ervilha obtiveram melhores respostas do que as dietas a base de milho (melhora de 1,22% a cada redução em 100  $\mu\text{m}$ ).

1

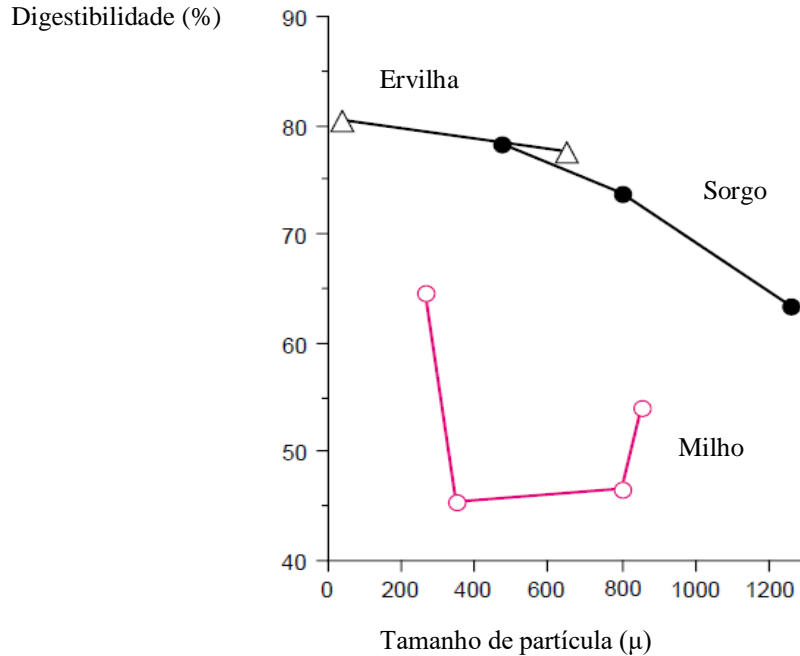


FIGURA 2. Influência do tamanho de partícula sobre a digestibilidade de energia bruta na dieta de suínos

Fonte: Adaptado de Guillou e Landeau (2000)

A redução do tamanho de partícula de 1000 para 400µm aumenta a digestibilidade da matéria seca e nitrogênio em aproximadamente seis e cinco unidades percentuais respectivamente. A redução de 1000 para 700 µm diminui 20% a excreção fecal de matéria seca e 24% a excreção de nitrogênio em suínos em crescimento e terminação (Wondra et al.,1995).

Avaliando valores de DGM entre 1026 e 509 µm, Zanotto et al. (1995) observaram que os melhores valores para coeficiente de digestibilidade de matéria seca, proteína e valores de energia digestível e energia metabólica foram obtidos quando os valores de DGM estavam entre 509 a 645µm concluíram que o aumento da granulometria do milho a partir de 700µm piora linearmente a sua digestibilidade. Segundo os mesmos autores a digestibilidade das rações pode ser melhorada cerca de 6% com a redução da partícula do milho.

Redução no tamanho de partícula de trigo, cevada, sorgo e milho abaixo de 700 µm pode melhorar a eficiência da utilização de nitrogênio. Existe uma pequena

diferença nutricional nos grãos de cereais moídos entre 700 e 1500  $\mu\text{m}$ . Partículas finas, abaixo de 400  $\mu\text{m}$  diminuem a eficiência de utilização do nitrogênio e utilização de energia em suínos (Wondra et al., 1996). Baseado na energia de moagem, desempenho, morfologia do estômago, digestibilidade e excreção de nutrientes, um tamanho de partícula igual a 600  $\mu\text{m}$  é aceitável para ser utilizada no preparo de rações para suínos em crescimento e terminação (Barneveld and Hewitt, 2003).

TABELA 3. Melhoria média da digestibilidade dos nutrientes para cada redução de 100 $\mu\text{m}$  no tamanho de partícula a partir de 1000 $\mu\text{m}$  até 400 $\mu\text{m}$

<b>Autor</b>	<b>Média de melhora na digestibilidade dos nutrientes (%)</b>
Wondra et al., 1995	2,00%
Zanotto et al., 1995	1,00%
Albar et al., 2000	0,60%

#### 2.1.2.2. Granulometria e desempenho

Existem vários estudos (Wondra et al., 1995; Zanotto et al., 1995; Guillou e Landeau, 2000) comprovando que a granulometria do ingrediente da dieta influencia a sua digestibilidade, logo o desempenho de suínos consumindo dietas com diferentes granulometrias também é modificado.

Estudos realizados por Seerley et al. (1962) para avaliar dietas à base de trigo em grão com diferentes granulometrias mostraram que suínos em crescimento alimentados com tamanho de partícula do trigo de 860  $\mu\text{m}$  foram 8% mais eficientes do aqueles alimentados com dietas contendo 1710  $\mu\text{m}$ , porém o GMD não foi afetado. Na fase de terminação os animais alimentados com dietas contendo partícula de trigo igual a 860  $\mu\text{m}$  foram 6% mais eficientes do que aqueles alimentados com dietas com grãos de trigo à 1710  $\mu\text{m}$ .

Avaliando partículas de milho com os valores de granulometria iguais a 1000, 800, 600 e 400  $\mu\text{m}$  sobre o desempenho de suínos em terminação, Wondra et al. (1995) demonstraram que o consumo de ração não foi afetado pelas diferentes granulometrias, porém houve melhora de forma linear na conversão alimentar à medida que a granulometria do milho decresce.

Zanotto et al. (1996) observaram que a redução no DGM das partículas do milho de 1026 para 509  $\mu\text{m}$ , diminuiu linearmente o consumo de ração, melhorou a conversão alimentar, sem afetar o ganho de peso. De 28 aos 60Kg o consumo de ração (CR) e a

conversão alimentar (CA) entre os suínos que receberam as dietas que continham milho com DGM de 799 e 1026  $\mu\text{m}$ , foram maiores em 8,7 e 5,8% respectivamente, em relação aos suínos que receberam dietas com DGM de 509 e 645  $\mu\text{m}$ . Dos de 28 aos 100Kg, estas diferenças foram de 11,5 e 9,0%. As recomendações de DGM segundo os autores para as fases de crescimento e terminação é de 500 a 650 $\mu\text{m}$ .

Goodband e Hines (1997) avaliaram o efeito da redução do tamanho de partícula da cevada de 1146 $\mu\text{m}$  para 714  $\mu\text{m}$  no desempenho de suínos em terminação e concluíram que o consumo médio diário de ração não variou entre os tratamentos, porém o GMD e a eficiência alimentar são melhorados em 13,4% e 6,7% respectivamente com a redução do tamanho de partícula de 1146 para 714  $\mu\text{m}$ .

TABELA 4. Efeito do diâmetro geométrico médio (DGM) sobre ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) no desempenho de suínos em crescimento e terminação

<b>DGM (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>714</b>	<b>902</b>	<b>1126</b>		
GMD (Kg)	0,89	0,92	0,81	Goodband and Hienes, 1987	
CA (Kg/Kg)	3,32	3,56	3,65		
<b>DGM (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>	<b>1000</b>	
GMD (Kg)	0,98	0,95	0,94	0,96	Wondra et al., 1995
CA (Kg/Kg)	3,22	3,43	3,41	3,39	
<b>DGM (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>505</b>	<b>645</b>	<b>799</b>	<b>1026</b>	
GMD (Kg)	0,86	0,84	0,86	0,87	Zanotto et al., 1995
CA (Kg/Kg)	3,02	3,05	3,28	3,35	
<b>DGM (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>406</b>	<b>614</b>	<b>628</b>	<b>1288</b>	
GMD (Kg)	0,91	0,90	0,89	0,88	Mavromichalis et al., 2000
CA (Kg/Kg)	3,12	3,23	3,44	3,57	

Fonte: adaptado de Stark (2012)

Os autores citados (Wondra et al., 1995; Zanotto et al., 1995; Goodband e Hienes 1997; Mavromichalis et al., 2000) não concordam sobre o efeito da redução no tamanho de partícula no ganho médio diário e consumo médio diário de ração, porém concordam que existe melhora na conversão alimentar. Este índice zootécnico é de extrema importância na atividade suinícola, animais com melhor conversão alimentar são mais eficientes em ganhar peso, o que representa economia no consumo de ração pelos mesmos.

O fornecimento de ração contendo milho com DGM de 509 ou 645 micrômetros, proporciona uma economia compreendida entre 20 e 27 kg de ração/suíno, para mesmos peso e idade de abate, comparado ao fornecimento de ração contendo milho com DGM de 799 a 1.026 micrômetros. O uso de milho com DGM das partículas compreendido entre 500 e 650 micrômetros, proporciona uma economia mínima de 20 kg de ração por suíno terminado (Zanotto et al., 1999).



Para cada aumento em 100  $\mu\text{m}$  no tamanho de partícula da ração, a partir de 700  $\mu\text{m}$ , existe declínio na eficiência alimentar variando de 1,2% a 1,4%, o que custa ao produtor 3,5Kg a 4,5Kg a mais de ração para terminar um suíno (Richert, 2012).

Gonçalves (2013) analisou dados de diversas pesquisas sobre o efeito da granulometria da ração sobre os dados de desempenho e concluiu que existe uma melhoria em, aproximadamente, 1% na CA para redução de cada 100 micra para genéticas modernas. Isto significa que uma redução de 900 para 500 micra economizará 4% de ração por suíno, ou seja, um volume de ração de, aproximadamente, 10 kg por cada suíno em fase de terminação.

TABELA 5. Recomendação do tamanho de partícula do milho na ração para suínos em terminação segundo vários autores

Tamanho de partícula, $\mu\text{m}$	Fonte
509 a 650	Zanotto et al 1999
700	Whitney, ...
600	Wondra et al., 1995

## 2.2. Peletização

O tratamento térmico de rações tem como principal objetivo melhorar a eficiência alimentar através de alterações físico-químicas e a redução de microorganismos. Nele são considerados quatro fatores: tempo, temperatura, umidade e pressão. Existem basicamente quatro tipos de tratamento térmico sendo pesquisados e em uso na indústria de rações atualmente, são eles: a peletização, a expansão, a extrusão e o termo-condicionamento puro e simples (Klein, 2009).

Peletização pode ser definida como a transformação da ração farelada em granulada através de um processo físico-químico adicionando-se vapor à ração farelada submetendo-a aos fatores temperatura, umidade e pressão por um tempo determinado (Klein, 2009). Este processamento tem sido utilizado para: facilitar o manuseio; eliminar partículas finas, pó e aumentar a palatabilidade; diminuir a desmistura e seleção pelos animais; aumentar a densidade e diminuir o custo de transporte; reduzir o espaço de estocagem; melhorar o valor nutricional de certos alimentos com o uso de calor e pressão (Bellaver e Nones, 2000). Os fatores que influenciam na qualidade do pelete são: variabilidade dos ingredientes, formulação da ração, consumo de energia e os processamentos de moagem e mistura (Biagi, 1998).

As dietas de suínos possuem quantidades representativas de amido, uma vez que o milho é o ingrediente mais utilizado na formulação da ração. Por isso precisam de altas temperaturas e umidade na peletização para gelatinizar o amido do grão. A gelatinização é um fator que favorece a peletização, além de melhorar a digestibilidade da dieta.

Para que a gelatinização ocorra, a temperatura para dietas com grandes quantidades de grãos, deve ser no mínimo 82°C e conter 18% de umidade, havendo variações de acordo com os equipamentos. Dietas contendo açúcares e produtos lácteos, como as dietas iniciais para suínos, devem ser peletizadas com menor temperatura (60°C) porque acima dessa temperatura ocorre reação de Maillard (caramelização) (Falk, 1985).

Para Klein (1999), deve-se ter cuidado com: o vapor, que deve ser saturado (95 a 100%, mas livre de gotículas de água) ou levemente superaquecido; o tempo de condicionamento, que é um tema polêmico, pois, a literatura recomenda desde 9 segundos até 3 minutos. Outro ponto que importante é o resfriamento dos peletes, a umidade e o calor do pelete no resfriamento devem migrar do centro do pelete para a superfície (Bliss, 1997). Na saída do resfriador não devemos expedir peletes com temperaturas acima de 10°C da temperatura ambiente, se isso acontecer a ração deve ser reprocessada (Klein, 1999).

Rações peletizadas melhoram sua densidade, diminuem desperdício de alimento e melhoram potencialmente a digestibilidade dos ingredientes. Porém aumenta do uso de energia, o que aumenta os custos de alimentação, entretanto, estes custos podem proporcionar maior retorno econômico pela melhoria da eficiência alimentar (De Jong et al., 2012).

As desvantagens da peletização são: aumento de custos, aproximadamente 4 a 6 dólares por tonelada de ração em fábricas grandes podendo ser maiores em fábricas pequenas. Problemas de ulcerações no trato digestivo em linhagens mais susceptíveis à estas doenças (Miller, 2012).

Dentre os fatores que influenciam a qualidade do pelete 20% são inerentes à formulação da dieta, 20% relacionados ao tamanho de partículas, 15% ligados ao condicionamento e 5% relacionados ao arrefecimento e secagem, ou seja, 60% da qualidade do pelete é determinada antes da sua entrada no condicionador (Behnke, 1996).

As melhorias no desempenho dos suínos que consomem ração peletizada comparado aos suínos que consomem ração farelada, segundo Behnke et al. (1994),

estão atribuídas à: diminuição do desperdício, diminuição da segregação dos nutrientes, menor tempo e energia gastos para apreensão do alimento, distribuição de organismos patogênicos, modificação térmica do amido e proteínas e melhoria da palatabilidade. Porém, peletes de má qualidade, ou seja, com grande quantidade de finos diminuem ou anulam os benefícios da peletização.

Entende-se por finos como sendo a porção da ração peletizada que está desagregada de sua estrutura inicial, em qualquer estágio da peletização, do transporte ou da manipulação da ração na granja, formando partículas de dimensões menores que os peletes (Penz Jr, 2001 citado por Schmidt, 2006).

### 2.2.1. Efeito do tamanho de partícula na peletização

O tamanho ideal para o tamanho de partícula na peletização ainda é um tema controverso. No entanto, existe um consenso de que, para realizar este processo o tamanho de partícula deve ser menor (entre 500 e 700 micros) pois, quanto menor o tamanho da partícula maior será a superfície de contato e conseqüentemente maior será a ação do vapor sobre as mesmas, melhorando a eficácia do tratamento térmico (Klein, 1999).

O menor tamanho de partícula dos ingredientes aumenta a área superficial do mesmo em relação ao volume. As partículas menores terão um maior número de pontos de contato dentro da matriz do pelete do que partículas com dimensões maiores (Behnke, 1996). Essa hipótese por vezes é questionada, principalmente quando a qualidade dos peletes não é muito boa, não tendo muita resistência e assim aumentando, durante a sua manipulação, o percentual de finos (Klein, 1999).

Briggs (1999) mostra não ter encontrado diferenças significativas no índice de durabilidade do pelete com diferentes gruas de moagem (1000, 794, 551 $\mu$ m) em rações a base de milho e farelo de soja. Já em rações à base de trigo e farelo de soja os melhores números de índice de durabilidade dos peletes foi na moagem em 794 e 551mm, o que sugere que o tamanho ideal de partícula para a peletização também depende dos ingredientes da dieta. Porém a moagem mais fina acarretou perda na eficiência de peletização em até 12% (Lara, 2009).

Outro ponto importante a ser apresentado é o efeito de redução no tamanho de partícula que a própria peletizadora possui. Amerah et al. (2007) mostraram efeitos de redução no tamanho de partícula na peletização, principalmente nas partículas maiores que 1mm, mostrando que a peletizadora uniformizou o tamanho de partícula na

moagem de trigo com diâmetros de peneira de 3mm e 7mm. Comparando a granulometria fina (peneira de 1mm) e grossa (peneira de 7mm) o impacto de moagem da peletizadora ocorre em granulometrias mais grossas.

### 2.2.2. Peletização e digestibilidade

Acredita-se que a grande melhoria da digestibilidade em função da peletização da ração para suínos se deve à gelatinização do amido. A gelatinização do amido pode ser definida como a destruição irreversível da condição cristalina do grão de amido, a qual facilita a digestão enzimática (Greenwood, 1970). Este processo aumenta a velocidade enzimática das amilases, que são as responsáveis pela hidrólise da molécula de amido em carboidratos mais simples e solúveis, fazendo com que seja absorvida maior quantidade de água, aumentando o coeficiente de digestibilidade do ingrediente (Van, 1994).

Segundo Germany (1992) os tratamentos que envolvem umidade, calor e pressão causam o rompimento da matriz protéica que recobre o grânulo de amido e aumentam sua eficiência de utilização. Estes tratamentos provocam um maior grau de processamento do amido.

A peletização da dieta melhora de forma linear a digestibilidade da matéria seca (MS), do nitrogênio (N) e energia bruta (EB) de aproximadamente 5 para 8% (Wondra et al., 1995). Segundo Baird (1973) a peletização da ração afeta significativamente a digestibilidade aparente da MS, proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) e, a dieta farelada, possui maior retenção de nitrogênio do que a dieta peletizada. De Jong et al. (2012) demonstraram que a peletização da dieta melhorou eficiência calórica com base na energia metabólica (EM) e energia líquida (EL).

A maioria dos autores (Baird, 1973; Healy et al., 1994; Wondra et al., 1995) concordam que o uso da ração peletizada reduz a excreção de nitrogênio, isto significa menos poluição ambiental com as dejeções.

### 2.2.3. Peletização e desempenho

Vários autores (Baird, 1973; Wondra et al., 1995; De Jong et al., 2012) concordam que o uso de dietas peletizadas melhora o desempenho de suínos em terminação comparado ao uso de dietas fareladas. Acredita-se que os principais motivos que justifiquem a melhora do desempenho sejam a redução do desperdício de ração e concentração da densidade de energia dentro do pelete.

Baird (1973) observou melhora significativa no ganho de peso (GP) para 4,6% e redução no consumo de ração médio diário (CRMD) de 3,6% quando a dieta é peletizada, resultando em melhora na conversão alimentar (CA) em 7,8%. Hanke et al. (1972) e Skoch et al. (1983) não encontraram o efeito da peletização sobre o ganho de peso médio diário (GPMD), mas também concordam que, quando suínos em terminação são alimentados com dietas peletizadas existe melhora na CA.

Behnke e Hancock (1993) afirmaram que o ganho de peso médio diário (GPMD) tende a ser maior para suínos alimentados com dietas peletizadas, concordando com Wondra et al. (1992) que encontraram um aumento de 3% no GPMD de animais alimentados com dietas peletizadas comparado à animais alimentados com dietas fareladas. Além disto, existe uma melhora em 14% da CA para suínos alimentados com dieta peletizada (Behnke e Hancock, 1993).

A variação no tamanho das partículas do milho de 1000, 800, 600 e 400  $\mu\text{m}$  (moinho de martelos) em dietas peletizadas, foi avaliado por Wondra et al (1995) que observaram efeitos lineares da redução no tamanho das partículas, diminuindo o consumo de ração e melhorando a eficiência alimentar em 8%, estes mesmos autores observaram que a peletização das dietas, independente do tamanho das partículas do milho tendeu a melhorar o consumo de ração médio diário (CRMD), o ganho de peso médio diário (GPMD) em 5% e a eficiência alimentar em 7%.

TABELA 6. Efeito do diâmetro geométrico médio (DGM) e forma física da ração no ganho médio diário (GMD), consumo médio diário (CMD) e conversão alimentar (CA) de suínos em terminação

DGM ( $\mu$ )	400		600		800		1000	
Forma Física	Farelad a	Peletizad a	Farelad a	Peletizad a	Farelad a	Peletizad a	Farelad a	Peletizad a
GMD (Kg)	0,98	0,99	0,95	1,02	0,94	1,01	0,96	0,99
CMD (Kg)	3,31	2,98	3,26	3,2	3,21	3,18	3,25	3,29
CA (Kg/Kg)	3,22	3,01	3,43	3,13	3,41	3,15	3,39	3,32

Fonte: Adaptado de Wondra et al. (1995)

De Jong et al. (2012) avaliaram o tamanho de partícula do milho, moagem da dieta completa e forma física da ração (farelada x peletizada) para suínos em crescimento-terminação. No dia 0 a 111 a diminuição de partícula do milho de 650 para 320  $\mu\text{m}$  melhorou a eficiência de ganho, custo de alimentação por quilo de ganho e a renda sobre o custo de alimentação. Suínos alimentados com dietas completamente moídas e posteriormente peletizadas obtiveram maior GPMD, menor CRMD, melhor

CA e maior PF do que os animais alimentados com a mesma dieta porém na forma farelada.

Hancock (2012) relata que o tamanho de partícula da dieta na forma peletizada não afeta o desempenho de suínos em terminação discordando com Wondra et al. (1995) que observou melhora do desempenho dos animais à medida que a granulometria da ração decresce de 1000 para 400 micras.

Rações peletizadas para suínos em crescimento e terminação resultam em uma melhora de 3 a 5% no ganho médio diário e 7 a 10% na conversão alimentar (Miller, 2012). Porém é preciso atentar-se à qualidade dos peletes, peletes de má qualidade tendem à piorar estas variáveis. Miller (2012) demonstrou que suínos alimentados com dietas sem finos obtiveram 7% de melhora na CA comparados aos animais alimentados com dietas contendo 25% de finos.

TABELA 7. Efeito da forma física da ração sobre o ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de suínos na fase de terminação

	<b>Forma Física</b>	<b>GMD (Kg)</b>	<b>CA (Kg/Kg)</b>
Harris et al., 1979	Farelada	0,61	3,85
	Peletes de má qualidade	0,66	3,80
	Peletes de boa qualidade	0,66	3,30
Stark, 1994	Farelada	0,93	2,77
	Peletizada com 0% de finos	0,96	2,65
	Peletizada com 20% de finos	0,96	2,78
	Peletizada com 40% de finos	0,96	2,77
	Peletizada com 60% de finos	0,94	2,82
Wondra et al., 1995	Farelada	0,96	3,35
	Peletizada	1,00	3,16

Fonte: Adaptado de Stark (2012)

De Jong et al. (2012) observaram que a moagem da dieta completa diminui profundidade de lombo enquanto dietas peletizadas aumentam a profundidade de lombo. Porém, a maioria dos autores (Meade et al., 1966; Baird, 1973; Wondra et al., 1995) não observaram o efeito da peletização sobre as características de carcaça.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Experimento I: Efeito do tamanho de partícula da ração sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento e terminação**

##### 3.1.1. Local e instalações

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizado na fazenda experimental Professor Hélio Barbosa, no município de Igarapé, Minas Gerais, no período de 17 de julho à 21 de setembro de 2013.

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, não climatizado com 48 baias dispostas em 2 fileiras, com corredores laterais e totalmente vazadas. Foram utilizadas 24 baias, cada baia possuía 3,06 m<sup>2</sup> com piso semi-ripado, bebedouros tipo chupeta e comedouros semi-automáticos.

No centro do galpão foi instalado um termômetro, as mensurações de temperatura ocorreram em todo o período experimental, duas vezes ao dia em horários fixos: às 07hs00 e as 16hs00.

##### 3.1.2. Animais, dietas e manejo alimentar

Foram utilizados 48 suínos machos castrados oriundos do cruzamento entre as linhagens comerciais DanBred (fêmeas) e Topigs (machos) com peso inicial de 29,50 ± 2,5Kg, dos 64 aos 135 dias de idade.

As dietas experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja e suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos industriais para atender as exigências, sugeridas por Rostagno et al. (2011), isoenergéticas e isoprotéicas, de acordo com as fases: crescimento (64 aos 104 dias de idade) e terminação (104 aos 135 dias de idade).

As composições centesimais das dietas se encontram na Tabela 8. Todas as dietas foram produzidas na fábrica de ração da empresa Vaccinar, unidade de Martinho Campos, Minas Gerais.

Os tratamentos foram determinados de acordo com o grau de moagem da ração e sua forma física:

- T1 = ração moída em peneira de 1,2mm, na forma farelada com DGM = 434  $\mu\text{m}$ ;
- T2 = ração moída em peneira de 2,5mm, na forma farelada com DGM = 614  $\mu\text{m}$ ;
- T3 = ração moída em peneira de 3,0mm, na forma farelada com DGM = 627  $\mu\text{m}$ ;
- T4 = ração moída em peneira de 4,0mm, na forma farelada com DGM = 888  $\mu\text{m}$ .

Dieta e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. As quantidades de ração fornecida eram pesadas três vezes na semana e colocadas dentro depósito do cocho, a coleta de sobras era realizada duas vezes ao dia no período matutino e vespertino, peneiradas e pesadas uma vez por semana. No final de cada fase as rações remanescentes no cocho eram pesadas para cálculo das sobras e cálculo do consumo de ração. A limpeza das baias foi realizada uma vez por dia, no período matutino.

No início e ao final de cada fase os animais foram pesados individualmente para a determinação do ganho de peso total e diário, assim como para a determinação da conversão alimentar, como pode ser observado abaixo:

**Consumo médio diário (kg)** = total de ração (kg) fornecida no período – total de sobras (kg) do período

**Ganho de peso diário (kg)** =  $\frac{\text{peso final (kg)} - \text{peso inicial (kg)}}{\text{Total de dias do período}}$

**Conversão alimentar (kg/kg)** =  $\frac{\text{ganho de peso diário (kg)}}{\text{Consumo médio diário}}$

TABELA 8. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos machos castrados nas diferentes fases de crescimento e terminação.

Ingrediente	FASE			
	CRESCIMENTO 1 (64-84 dias)	CRESCIMENTO 2 (84-104 dias)	TERMINAÇÃO 1 (104-114 dias)	TERMINAÇÃO 2 (114-135 dias)
Milho grão	66,96	70,35	75,02	68,11
Soja Farelo	27,95	24,69	20,24	26,82
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00	1,00
Açúcar	1,00	1,00	1,00	1,00



Fosfato Bicálcico	1,23	1,14	0,90	1,13
Calcário Calcítico	0,59	0,57	0,53	0,60
Premix <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
Ractopamina <sup>2</sup>	-	-	-	0,01
Sal Comum	0,36	0,33	0,31	0,31
L-Lisina HCL	0,13	0,17	0,22	0,20
DL-Metionina	0,08	0,042	0,04	0,07
L-Treonina	-	0,008	0,04	0,05
L- Triptofano	-	-	-	-
Azomite <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>

**Valores nutricionais (%)<sup>4</sup>**

Proteína Bruta	18,3000	17,0700	15,5000	18,0000
Energia Metabolizável (Mcal/Kg)	3,2545	3,2676	3,2855	3,2655
Cálcio	0,0640	0,6000	0,5120	0,6160
Sódio	0,1800	0,1700	0,1600	0,1600
Fósforo Disponível	0,3200	0,3000	0,2500	0,3000
Fósforo total	0,5587	0,5323	0,4735	0,5367

1 Produto comercial Qualimix CT completo -Vaccinar®. Níveis de garantia (por kg do produto): ácido fólico: 60mg; ácido pantotênico: 2.000mg; B.H.T: 100mg; biotina: 10mg; cobalto: 92mg; cobre: 4.000mg; colina: 30g; ferro: 20g; iodo: 200mg; manganês: 14g; niacina: 4.440mg; selênio: 80mg; tilosina: 4.400mg; vitamina A: 1.050.000 U.I.; vitamina B1: 200mg; vitamina B12: 3.000mcg; vitamina B2: 900mg; vitamina B6: 200mg; vitamina D3: 200.000 U.I.; vitamina E: 2.400 U.I.; vitamina K3: 300 mg; zinco: 20g. 2. Produto comercial Paylean®, Elanco Saúde Animal.3. Adsorvente 4. Valores calculados segundo Rostagno et al. (2011).

### 3.1.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos, seis repetições, dois animais constituindo a unidade experimental.

### 3.1.4. Avaliação de diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG)

O diâmetro geométrico médio (DGM) e o desvio padrão geométrico (DPG) da ração foram calculados segundo a metodologia descrita por Zanotto e Bellaver (1996), e realizados pelo programa SoftGran 2.0, desenvolvido pela Embrapa Aves e Suínos .

Foram coletadas 500g de amostra, retirou-se desta amostra 200g que foram colocadas no agitador eletromagnético na potência máxima por 10 minutos. O agitador eletromagnético foi montado com as peneiras 5; 10; 16; 30; 50 e 100 da ABNT, as

peneiras foram pesadas antes e depois da agitação. O peso das peneiras foram inseridos no programa SoftGran para realização das mensurações de DGM e DPG.

### 3.1.5. Avaliação de carcaça“in vivo”

No final da fase de crescimento (104 dias de idade) e ao final do experimento (135 dias de idade) foram feitas as avaliações de carcaça *in vivo* do lado esquerdo do animal com auxílio de um aparelho ultrassom (Piglog105®). As medidas foram mensuradas e estimadas como descrito a seguir:

- Ponto P1(mm): medido entre as terceira e quarta últimas vértebras lombares e a 7 cm da linha de dorso. Neste ponto obteve-se o valor da espessura de toucinho;
- Ponto P2(mm): medido no terceiro espaço intercostal a partir da última costela e a 7 cm da linha de dorso. Neste ponto obteve-se o valor da espessura de toucinho e da profundidade de lombo;
- Porcentagem de carne magra: calculado pelo aparelho utilizando os valores medidos de espessura de toucinho (nos pontos 1 e 2) e a profundidade de lombo.

### 3.1.6 Análise estatística

Os dados de desempenho, avaliações de carcaça *in vivo* e avaliações de carcaça no frigorífico foram submetidos à análise de variância utilizando o pacote computacional Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG (UFV, 2000). Os dados foram comparados pelo teste SNK a 10% de probabilidade.

## **3.2. Experimento II: Efeito da forma física da ração sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento e terminação**

### 3.2.1. Local e instalações

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizado na fazenda experimental Professor Hélio Barbosa, no município de Igarapé, Minas Gerais, no período de 17 de julho à 21 de setembro de 2013.

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, não climatizado com 48 baias dispostas em 2 fileiras, com corredores laterais e totalmente vazadas. Foram utilizadas 24 baias, cada baia possuía 3,06 m<sup>2</sup> com piso semi-ripado, bebedouros tipo chupeta e comedouros semi-automáticos.

No centro do galpão foi instalado um termômetro, as mensurações de temperatura ocorreram em todo o período experimental, duas vezes ao dia em horários fixos: às 07hs00 e as 16hs00.

### 3.2.2. Animais, dietas e manejo alimentar

Foram utilizados 48 suínos machos castrados oriundos do cruzamento entre as linhagens comerciais DanBred (fêmeas) e Topigs (machos) com peso inicial de 29,50 ± 2,5Kg, dos 64 aos 135 dias de idade.

As dietas experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja e suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos industriais para atender as exigências, sugeridas por Rostagno et al. (2011) , isoenergéticas e isoprotéicas, de acordo com as fases: crescimento (64 aos 104 dias de idade) e terminação (104 aos 135 dias de idade).

As composições centesimais das dietas se encontram na tabela 9. Todas as dietas foram produzidas na fábrica de ração da empresa Vaccinar, unidade de Martinho Campos, Minas Gerais.

Os tratamentos foram determinados de acordo com o grau de moagem da ração e sua forma física:

- T1 = ração moída em peneira de 2,5mm, na forma farelada = farelada fina (FF);
- T2 = ração moída em peneira de 4,0mm, na forma farelada = farelada grossa (FG);
- T3 = ração moída em peneira de 2,5mm, na forma peletizada = peletizada fina (PF);
- T4 = ração moída em peneira de 4,0mm, na forma peletizada = peletizada grossa (PG).

Dieta e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. As quantidades de ração fornecida foram pesadas três vezes na semana e colocadas dentro depósito do cocho, a coleta de sobras era realizada duas vezes ao dia no período matutino e vespertino, peneiradas e pesadas uma vez por semana. No final de cada fase as rações remanescentes no cocho eram pesadas para cálculo das sobras e cálculo do consumo de ração. A limpeza das baias foi realizada uma vez por dia, no período matutino.

No início e ao final de cada fase os animais foram pesados individualmente para a determinação do ganho de peso total e diário, assim como para a determinação da conversão alimentar, como pode ser observado abaixo:

**Consumo médio diário (kg)** = total de ração (kg) fornecida no período – total de sobras (kg) do período

**Ganho de peso diário (kg)** =  $\frac{\text{peso final (kg)} - \text{peso inicial (kg)}}{\text{Total de dias do período}}$

**Conversão alimentar (kg/kg)** =  $\frac{\text{ganho de peso diário (kg)}}{\text{Consumo médio diário}}$

TABELA 9. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos machos castrados nas diferentes fases de crescimento e terminação

Ingrediente	FASE			
	CRESCIMENTO 1 (64 - 84 dias)	CRESCIMENTO 2(84 - 104 dias)	TERMINAÇÃO 1(104 -114dias)	TERMINAÇÃO 2(114 – 135dias)
Milho grão	66,96	70,35	75,02	68,11
Soja Farelo	27,95	24,69	20,24	26,82
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00	1,00
Açúcar	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato Bicálcico	1,23	1,14	0,90	1,13
Calcário Calcítico	0,59	0,57	0,53	0,60
Premix <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
Ractopamina <sup>2</sup>				0,01
Sal Comum	0,36	0,33	0,31	0,31
L-Lisina HCL	0,13	0,17	0,22	0,20
DL-Metionina	0,08	0,042	0,04	0,07
L-Treonina	-	0,008	0,04	0,05
L- Triptofano	-	-	-	-
Azomite <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>
	<b>Valores nutricionais (%)<sup>4</sup></b>			
Proteína Bruta	18,3000	17,0700	15,5000	18,0000
Energia Metabolizável (Mcal/Kg)	3,2545	3,2676	3,2855	3,2655
Cálcio	0,0640	0,6000	0,5120	0,6160

Sódio	0,1800	0,1700	0,1600	0,1600
Fósforo Disponível	0,3200	0,3000	0,2500	0,3000
Fósforo total	0,5587	0,5323	0,4735	0,5367

1 Produto comercial Qualimix CT completo -Vaccinar®. Níveis de garantia (por kg do produto): ácido fólico: 60mg; ácido pantotênico: 2.000mg; B.H.T: 100mg; biotina: 10mg; cobalto: 92mg; cobre: 4.000mg; colina: 30g; ferro: 20g; iodo: 200mg; manganês: 14g; niacina: 4.440mg; selênio: 80mg; tilosina: 4.400mg; vitamina A: 1.050.000 U.I.; vitamina B1: 200mg; vitamina B12: 3.000mcg; vitamina B2: 900mg; vitamina B6: 200mg; vitamina D3: 200.000 U.I.; vitamina E: 2.400 U.I.; vitamina K3: 300 mg; zinco: 20g. 2. Produto comercial Paylean®, Elanco Saúde Animal.3. Adsorvente 4. Valores calculados segundo Rostagno et al. (2011).

### 3.2.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos, seis repetições, dois animais constituindo a unidade experimental.

### 3.2.4. Cálculo da porcentagem de finos e índice de durabilidade do pelete (PDI)

Foram coletados 500g de amostra, desta quantidade retirou-se 250g que foi colocado no agitador eletromagnético durante 10 minutos na potência máxima montado com as peneiras ABNT 9; 14 e prato. A retenção do prato foi pesada e a porcentagem de finos foi calculada através da regra de três.

Para cálculo do PDI 600g de amostra foram colocados no agitador eletromagnético montado com a peneira ABNT 9, por um minuto. Retirou-se 500g da amostra que foram colocadas no aparelho de resistência giratória por 10 minutos adicionadas à quatro esferas de 51g. A amostra foi transferida para o agitador eletromagnético montado com as peneiras 9 e 14 da ABNT por 10 minutos. Pesou-se a retenção nas peneiras e no prato e o PDI foi obtido através da regra de três.

### 3.2.5. Avaliação de carcaça “*in vivo*”

No final da fase de crescimento (104 dias de idade) e ao final do experimento (135 dias de idade) foram feitas as avaliações de carcaça *in vivo* do lado esquerdo do animal com auxílio de um aparelho ultrassom (Piglog105®). As medidas foram mensuradas e estimadas como descrito a seguir:

- Ponto P1(mm): medido entre as terceira e quarta últimas vértebras lombares e a 7 cm da linha de dorso. Neste ponto obteve-se o valor da espessura de toucinho;

- Ponto P2(mm): medido no terceiro espaço intercostal a partir da última costela e a 7 cm da linha de dorso. Neste ponto obteve-se o valor da espessura de toucinho e da profundidade de lombo;

- Porcentagem de carne magra: calculado pelo aparelho utilizando os valores medidos de espessura de toucinho (nos pontos 1 e 2) e a profundidade de lombo.

### 3.2.6. Análise estatística

Os dados de desempenho, avaliações de carcaça *in vivo* e avaliações de carcaça no frigorífico foram submetidos à análise de variância utilizando o pacote computacional Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG (2000). Os dados foram comparados pelo teste SNK a 10% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Experimento I: Efeito do tamanho de partícula da ração sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento e terminação

#### 4.1.1. Avaliação do diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG)

Encontra-se a seguir, a tabela com os valores de DGM e DPG encontrados para as rações experimentais.

Tabela 10. Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) das rações experimentais

<b>Peneira (mm)</b>	<b>1,2</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>
DGM (µm)	444	614	627	888
DPG (%)	1,48	1,58	1,63	1,77

O diâmetro geométrico médio define o tamanho das partículas das rações experimentais e o desvio padrão geométrico representa a uniformidade no tamanho das partículas. Neste experimento os dados de DPG sugerem que a moagem dos ingredientes aconteceu de maneira uniforme, pois os valores encontrados são menores que 2%.

A granulometria deve ser caracterizada de acordo com o DGM que é correlacionado positivamente com o tamanho da partícula, e o DPG que correlaciona-se de forma negativa com a uniformidade (Zanotto e Monticelli, 1998). Quanto menor o DPG maior a uniformidade.

#### 4.1.2. Desempenho

A seguir encontra-se a tabela com os dados de desempenho.

Tabela 11. Peso aos 64 dias (P64), peso aos 104 dias (P104), peso aos 135 dias (P135), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) de suínos alimentados com rações contendo diferentes tamanhos de partícula.

<b>Fase 1: 64 aos 104 dias de idade</b>							
<b>DGM (µm)</b>	<b>434</b>	<b>614</b>	<b>627</b>	<b>888</b>	<b>Média</b>	<b>P valor</b>	<b>CV (%)</b>
<b>P 64 (kg)</b>	29,55	29,58	29,5	29,58	29,57	*	0,46
<b>P 104 (kg)</b>	67,55	66,54	65,75	65,75	66,38	*	4,32
<b>CRMD (kg)</b>	2,15	2,18	2,13	2,19	2,16	*	6,81
<b>GPMD (kg)</b>	0,95	0,92	0,91	0,90	0,92	*	7,85
<b>CA<sup>(1)</sup> (kg/kg)</b>	2,27	2,36	2,35	2,43	2,36	0,0085	5,78
<b>Fase 2: 64 aos 135 dias de idade</b>							
<b>DGM (µm)</b>	<b>434</b>	<b>614</b>	<b>627</b>	<b>888</b>	<b>Média</b>	<b>P valor</b>	<b>CV (%)</b>
<b>P 64 (kg)</b>	29,55	29,58	29,5	29,58	29,56	*	0,46
<b>P 135 (kg)</b>	104,4	104	101,85	102,38	103,16	*	5,08
<b>CRMD (kg)</b>	2,42	2,56	2,52	2,58	2,52	*	7,82
<b>GPMD (kg)</b>	1,07	1,06	1,03	1,04	1,05	*	7,16
<b>CA<sup>(2)</sup> (kg/kg)</b>	2,27	2,41	2,44	2,48	2,40	0,0070	4,73

(1)Efeito Linear (p= 0,0085)  $Y = 2,13137 + 0,0003415X$  ( $R^2 = 0,85$ )

(2)Efeito Linear (p= 0,007)  $Y = 2,09058 + 0,000482X$  ( $R^2 = 0,87$ )

\*p>0,10

Não houve diferença (p>0,10) no peso inicial dos animais, pois estes foram selecionados de acordo com o peso para o início do experimento, a fim de que a variação deste dado entre os animais fosse a mínima possível.

Não houve diferença (p>0,10) no peso final dos animais (P84 e P135) com a redução do tamanho de partícula da ração, estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Wondra et al. (1995), Zanotto et al. (1995) e Mavromichalis

et al. (2000) que também não observaram influência do tamanho de partícula da ração farelada no peso final dos animais.

Não houve diferença ( $p>0,10$ ) para o CRMD entre os tratamentos, concordando com Wondra et al. (1995), entretanto Zanotto et al. (1995) observaram que à medida que o tamanho de partícula do milho decresce de 1026 para 509 micrômetros o CRMD diminui, sendo 8,7% menor dos 28 aos 60Kg e 11,5% menor dos 28 aos 100Kg. Zanotto et al. (1999) encontraram 0,294Kg de economia de ração por dia quando a partícula de milho está entre 500 e 600 micras, o que representa aproximadamente 25Kg de economia de ração por suíno terminado.

Gonçalves (2013) cita que a redução do tamanho de partícula da dieta de 900 para 500  $\mu\text{m}$  implica em 4% de economia de ração para a fase de terminação sendo utilizados 10Kg a menos de ração para terminar um suíno.

Não houve diferença estatística ( $p>0,10$ ) entre os tratamentos para GPMD, este resultado corrobora com o de vários autores (Goodband e Hienes, 1987; Zanotto et al., 1996; Albar et al., 2000; Mavromichalis et al., 2000; Wondra et al., 2005 De Jong et al., 2012).

Houve efeito linear do tamanho de partícula sobre a CA na fase 1 ( $p=0,085$ ) e na fase 2 ( $p=0,007$ ). A redução do tamanho de partícula da ração aumenta o número de partículas e área superficial por unidade de volume, o aumento desta área de exposição permite maior ação das enzimas digestivas e acesso aos componentes nutricionais (Biaggi, 1998), este poder ser o motivo pelo qual os animais que receberam o menor tamanho de partícula obtiveram melhor CA comparados aos animais que receberam o maior tamanho de partícula, ou seja, a melhor digestibilidade dos nutrientes proporcionou melhora na eficiência alimentar dos animais.

Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Lawrence et al., 1983; Cabrera et al., 1994; Wondra et al., 1995; Zanotto et al., 1995; De Jong et al., 2012.

À medida que o tamanho de partícula reduz de 888 $\mu\text{m}$  para 434 $\mu\text{m}$  é possível observar em média 4,0% de melhora na CA na fase 1 e 8,5% na fase 2. Zanotto et al. (1996) encontraram 5,8% de melhora na CA quando a granulometria do milho passa de 1026 para 509  $\mu\text{m}$  para suínos de 28 aos 60Kg.

Goodband e Hienes (1997) encontraram melhora de 2,25% na CA a cada redução em 100 micras no tamanho de partícula da ração farelada a partir de 700



micras, Wondra et al. (1995) que encontraram 1,5% e Zanotto et al. (1995) encontraram 1,8% .

#### 4.1.3. Características de carcaça *in vivo*

A tabela com as comparações realizadas para características de carcaça *in vivo* encontra-se a seguir:

Tabela 12. Espessura de toucinho (ET) no ponto P1 e no ponto P2, profundidade de lombo (PL) e porcentagem de carne magra (PCM) mensuradas *in vivo*

<b>Fase 1: 64 aos 104 dias de idade</b>							
<b>DGM (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>434</b>	<b>614</b>	<b>627</b>	<b>888</b>	<b>Média</b>	<b>P valor</b>	<b>CV (%)</b>
<b>ET (mm) P1</b>	11,00	10,08	10,70	9,92	10,38	*	14,74
<b>ET (mm) P2</b>	9,80	9,00	8,70	9,42	9,23	*	15,07
<b>PL (%) <sup>(1)</sup></b>	46,20	46,92	45,20	42,75	45,23	0,010	5,15
<b>PCM (%)</b>	59,73	60,78	60,48	60,61	60,43	*	2,43
<b>Fase 2: 64 aos 135 dias de idade</b>							
<b>DGM (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>434</b>	<b>614</b>	<b>627</b>	<b>888</b>	<b>Média</b>	<b>P valor</b>	<b>CV (%)</b>
<b>ET (mm) P1</b>	14,7	12,33	13,2	14,25	13,59	*	25,00
<b>ET (mm) P2</b>	12,1	11,17	11,7	12,42	11,84	*	17,01
<b>PL (%) <sup>(2)</sup></b>	52,3	55,27	56,3	52,58	54,10	0,031	6,11
<b>PCM (%)</b>	59,11	59,73	59,21	57,92	58,98	*	3,27

(1) Efeito linear ( $p=0,010$ )  $Y= 50,6124 - 0,0083X$  ( $R^2 = 0,75$ )

(2) Efeito quadrático ( $p= 0,031$ )  $Y = 21,6301 + 0,104352X - 0,00007956X^2$  ( $R^2 = 0,97$ )

\* ( $p>0,01$ )

Não foi detectada diferença ( $p>0,10$ ) na espessura de toucinho (ET) mensurada no ponto P1 em ambas as fases. Estes dados estão de acordo com os resultados encontrados por Wondra et al. (1995) e Mavromichalis et al. (2000). Não houve diferença ( $p>0,10$ ) em ambas as fases para ET medida no ponto P2. Estes resultados corroboram com os resultados encontrados por Wondra et al. (1995) e Mavromichalis et al. (2000).

Houve efeito linear ( $p= 0,010$ ) para profundidade de lombo na fase 1 e efeito quadrático ( $p = 0,031$ ) para profundidade de lombo na fase 2. Não ficaram evidentes as razões que expliquem estas diferenças. De Jong et al. (2012) observaram que à medida que o tamanho de partícula do milho passa de 650  $\mu\text{m}$  para 320  $\mu\text{m}$  a PL aumenta. Entretanto Mavromichalis et al. (2000), não observaram diferenças na profundidade de lombo de suínos dos 25 aos 100Kg de peso vivo alimentados com rações à base de trigo e cevada moídas em moinhos de martelo com peneiras de diâmetro iguais a 3 e 5mm.

Não foi encontrada diferença ( $p>0,10$ ) para a porcentagem de carne magra em ambas as fases. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Wondra et al. (1995) e Laurien et al. (1999) porém não corroboram com os resultados encontrados por Mavromichalis et al. (2000), estes autores encontraram melhora no PCM quando suínos de 63 aos 115Kg são alimentados com dietas à base de trigo com diâmetro igual a 600 $\mu$ m comparados àqueles animais alimentados com a mesma dieta com tamanho e partícula igual a 1300  $\mu$ m.

#### 4.2. Experimento II: Efeito da forma física da ração sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento e terminação

##### 4.2.1. Análise de porcentagem de finos e índice de durabilidade do pelete (PDI)

TABELA 13. Porcentagem de finos e índice de durabilidade (PDI) dos peletes das rações experimentais

<b>Peneira (mm)</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>
	Rações de Crescimento (64 aos 104 dias)	
Finos (%)	4,70	2,90
PDI (%)	58,30	73,20
	Rações de Terminação (104 aos 135 dias)	
Finos (%)	5,90	2,40
PDI (%)	48,86	73,40

A porcentagem de finos e resistência do pelete representam a qualidade do mesmo. Quanto menor a porcentagem de finos, e maior o PDI, melhor será a qualidade do pelete. Pode-se considerar, baseado nos dados de porcentagem de finos que os peletes das rações experimentais foram de qualidade, Behnke e Hancock (1993) observaram que suínos alimentados com dietas peletizadas com menos de 25% de finos obtiveram melhor CA do que animais arraçoados com ração contendo 25% de finos.

Bellaver e Nones (2000) observaram que quanto menor o diâmetro das partículas, maior será a superfície de contato, por consequência, maior será a ação do vapor e , assim, maior será a plastificação. Isto não ocorreu no presente experimento, uma vez que os peletes confeccionados com o maior tamanho de partícula obtiveram menor porcentagem de finos e maior PDI do que os peletes confeccionados com o menor tamanho de partícula.

## 4.2.2. Desempenho

A seguir encontra-se a tabela com os dados de desempenho:

Tabela 14. Peso aos 64 dias (P64), peso aos 104 dias (P104) peso aos 135 dias (P135), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) de suínos alimentados com rações contendo diferentes formas físicas

Fase 1: 64 aos 84 dias							
Tratamentos	Farelada Fina	Farelada Grossa	Peletizada Fina	Peletizada Grossa	Média	P valor	CV (%)
<b>P64 (kg)</b>	29,58	29,58	29,58	29,54	29,57	*	0,42
<b>P104 (kg)</b>	66,54 BC	65,75 C	70,79 A	68,50 B	67,89	0,0017	3,00
<b>CRMD (kg)</b>	2,17	2,19	2,15	2,12	2,16	*	5,94
<b>GPMD (kg)</b>	0,92 BC	0,90 C	1,03 A	0,97 B	0,96	0,0017	5,31
<b>CA (kg/kg)</b>	2,36 B	2,43 B	2,09 A	2,18 A	2,26	0,0010	6,00
Fase 2: 64 aos 135 dias							
Tratamentos	Farelada Fina	Farelada Grossa	Peletizada Fina	Peletizada Grossa	Média	P valor	CV (%)
<b>P64 (kg)</b>	29,58	29,58	29,58	29,54	29,57	*	0,41
<b>P135 (kg)</b>	105,08 B	102,38 B	109,54 A	103,83 B	105,2	0,009	3,2
<b>CRMD (kg)</b>	2,56 B	2,58 B	2,35 A	2,28 A	2,44	0,010	6,88
<b>GPMD (kg)</b>	1,06 B	1,04 B	1,14 A	1,06 B	1,07	0,010	4,65
<b>CA (kg/kg)</b>	2,41 B	2,48 B	2,06 A	2,14 A	2,27	0,000	4,62

\* ( $p > 0,10$ ); Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK a 10% de probabilidade.

Não houve diferença ( $p > 0,10$ ) para o peso inicial (P64) dos animais, uma vez que os mesmos foram selecionados de modo que houvesse a menor variação possível neste dado.

Houve diferença no peso final ( $p < 0,10$ ) tanto aos 104 dias (P104) quanto aos 135 dias (P135). Aos 104 dias, os suínos arraçoados com ração peletizada fina obtiveram maior peso final ( $p = 0,0017$ ) comparado aos animais arraçoados com ração peletizada grossa (3%) e ração farelada grossa (7,6%). Os suínos arraçoados com a ração peletizada grossa obtiveram maior ( $p = 0,0017$ ) peso final do que aqueles arraçoados com a ração farelada grossa (4%).

Aos 135 dias, os suínos arraçoados com a ração peletizada fina obtiveram maior peso final ( $p = 0,009$ ) do que aqueles arraçoados com os demais tratamentos, sendo esta diferença de 5% comparada à média dos demais tratamentos. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Baird (1973); Wondra et al. (1995) e De Jong et al. (2012).

Aos 104 dias não houve diferença ( $p > 0,01$ ) no CRMD dos animais, concordando com Wondra et al. (1995). Aos 135 dias, os animais arraçoados com ração peletizada,

independente de ser fina ou grossa, obtiveram menor CRMD ( $p=0,0010$ ) comparado aos suínos que consumiram ração farelada independente de ser fina ou grossa, sendo esta diferença igual a 11%. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Baird (1973) e De Jong et al. (2012). No presente experimento, a redução do CRMD dos animais representou uma economia de ração igual a 0,26kg de ração por suíno por dia, e 19,13kg de economia de ração por suíno em 75 dias.

Vários autores (Wondra et al., 1995; De Jong et al., 2012) relataram que a peletização proporcionou melhor digestibilidade das rações, este pode ser um dos motivos da redução do CRMD, uma vez que a peletização aumenta a densidade de energia da dieta (Baird et al., 1973) e um dos fatores que limita o consumo em suínos é a quantidade de energia ingerida.

Aos 104 dias o GPMD dos suínos que consumiram a ração peletizada fina foi maior ( $p=0,0017$ ) comparado aos outros tratamentos. Os animais que consumiram a ração peletizada fina obtiveram GPMD 6% maior do que os animais que consumiram a ração peletizada grossa e 7,6% maior do que os animais que consumiram a ração farelada grossa. Os suínos alimentados com ração peletizada grossa obtiveram maior ( $p=0,0017$ ) GPMD do que os animais alimentados com ração farelada fina, sendo este aumento igual a 7,7%.

Aos 135 dias, os suínos arraçoados com ração peletizada fina obtiveram maior ( $p=0,010$ ) GPMD comparado aos demais tratamentos, sendo a diferença média entre o GPMD da ração peletizada fina comparada as demais igual a 8,5%.

Behnke et al. (1995) observaram 4% de aumento no GPMD dos suínos alimentados com ração peletizada comparado aos suínos alimentados com ração farelada, De Jong et al. (2012) observaram que o aumento no GPMD dos suínos alimentados com ração peletizada comparado aos suínos alimentados com ração farelada foi de 9%, estes autores discordaram com Stark et al. (1993) que não encontrou diferença no GPMD de suínos alimentados com ração peletizada e ração farelada.

Wondra et al. (1995) observaram interação entre granulometria e forma física da ração no GPMD de suínos em crescimento e terminação, estes autores observaram que a redução do tamanho de partícula, independente da forma física aumentou o GPMD dos animais. Estes autores também observaram que a peletização da ração, independente do tamanho de partícula aumentou em média 5% o GPMD dos animais.

Aos 104 dias a CA dos suínos que consumiram ração peletizada foi melhor ( $p=0,0010$ ) do que a CA dos animais que consumiram ração farelada. Os suínos que

consumiram a ração peletizada obtiveram a CA 11% menor do que aqueles que consumiram a ração farelada, este fato pode estar associado ao menor dispêndio de energia durante a alimentação, Laird e Robertson (1963) observaram que suínos alimentados com ração farelada demoram 73% a mais de tempo para consumir a mesma quantidade de ração do que suínos que alimentados com ração peletizada.

Aos 135 dias os suínos alimentados com ração peletizada obtiveram melhor ( $p=0,0000$ ) CA do que os suínos alimentados com ração farelada, a CA foi 14% melhor para ração peletizada comparada à ração farelada. A redução da CA nesta fase está associada ao menor CRMD dos animais que consumiram ração peletizada para um GPMD semelhante ou maior do que os animais que consumiram ração farelada.

Este resultado corrobora com os resultados encontrados por Baird (1973) que observou 8% de melhoria na CA quando os suínos consumiram ração peletizada, Stark et al. (1993) que observaram 5% de melhoria na CA quando os suínos foram arraçoados com ração peletizada, Wondra et al. (1995) que observaram 7% de melhoria na CA da ração peletizada comparada a ração farelada e De Jong et al. (2012) que observaram 5% de melhora na CA de suínos alimentados com ração peletizada comparada a ração farelada.

#### 4.2.3. Análises de carcaça *in vivo*

A tabela com os dados da análise de carcaça *in vivo* se encontra a seguir.

Tabela 15. Espessura de toucinho (ET) no ponto P1 e no ponto P2, profundidade de lombo (PL) e porcentagem de carne magra (PCM) mensuradas *in vivo* de suínos alimentados com rações contendo diferentes formas físicas

Fase 1: 64 aos 84 dias							
Tratamentos	Farelada Fina	Farelada Grossa	Peletizada Fina	Peletizada Grossa	Média	P valor	CV (%)
ET (mm) P1	10,08 A	9,92 A	11,33 AB	12,5 B	10,95	0,060	16,16
ET (mm) P2	9,00	9,42	10,50	9,92	9,71	*	11,72
PL (%)	46,92 A	42,75 B	45,17 A	45,50 A	45,08	0,016	4,51
PCM (%)	60,78	60,61	59,35	59,04	59,94	*	2,43
Fase 2: 64 aos 135 dias							
Tratamentos	Farelada Fina	Farelada Grossa	Peletizada Fina	Peletizada Grossa	Média	P valor	CV (%)
ET (mm) P1	12,33	14,25	14,42	13,25	13,56	*	16,95
ET (mm) P2	11,17	12,42	13,75	12,97	12,50	*	15,97
PL (%)	55,27	52,67	54,67	54,08	54,17	*	6,40
PCM (%)	59,73	57,92	57,37	57,37	58,09	*	4,29

\* ( $p>0,10$ ); Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK a 10% de probabilidade

Aos 104 dias a ET no ponto P1 foi maior ( $p=0,060$ ) para os animais que consumiram ração farelada comparado aos animais que consumiram a ração peletizada grossa, e semelhantes aos animais que consumiram ração peletizada fina, este resultado discorda com os resultados encontrados por Baird (1973), Wondra et al. (1995) e De Jong et al. (2012), que não encontraram diferenças na ET de suínos alimentados com ração contendo diferentes formas físicas. Aos 135 esta diferença não foi observada ( $p>0,10$ ), este resultado está de acordo com os resultados encontrados por Baird (1973), Wondra et al. (1995) e De Jong et al. (2012). Espera-se que, quanto maior o peso final dos animais, maior será a ET, isto não foi observado neste experimento. Não houve diferença ( $p>0,10$ ) para ET no ponto P2 em ambas as fases avaliadas.

Aos 104 dias houve diferença ( $p=0,016$ ) para a PL entre os tratamentos, animais alimentados com a ração farelada grossa obtiveram maior ( $p=0,016$ ) PL que os demais animais. Aos 135 não houve diferença ( $p>0,10$ ) para PL entre os tratamentos. Este resultado discorda com o resultado encontrado por De Jong et al. (2012) que encontraram maior PL para suínos em crescimento e terminação alimentados com ração peletizada comparado aos animais alimentados com ração farelada.

Não houve diferença ( $p>0,10$ ) para PCM em ambas as fases avaliadas, este resultado corrobora com os resultados encontrados por Wondra et al. (1995) e De Jong et al. (2012).

## **5. Conclusão**

O tamanho de partícula da ração que proporciona melhor desempenho e melhores valores para profundidade de lombo para suínos machos em crescimento e terminação é  $434 \mu\text{m}$ .

A ração peletizada, independente de ser fina ou grossa, melhora o desempenho de suínos machos castrados em crescimento e terminação sem afetar as características de carcaça dos mesmos.

## **6. Referências Bibliográficas**

ALBAR, J., SKIBA, F., ROYER, E., et al. 2000. Incidence de la granulométrie sur les performances en post-sevrage et la digestibilité de quatre aliments à base d'orge, de blé, de maïs et de pois. *Journées Rech. Porcine en France*, n.32, p.193-200.

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

ASAE. 1983. Method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. ASAE Standard S319, Agricultural Engineers Yearbook of Standards, p. 325. American Society of Agricultural Engineers, 1983.

BAIRD, D. M. 1973. Influence of pelleting swine diets on metabolizable energy, growth and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, v. 36, n.3, p. 516-520.

BARNEVELD, R. J., HEWITT, R. 2003. Influence of diet particle size and grain processing on the nutrient yield and gastro-intestinal health of growing pigs: A review. CHM Alliance, Austrália.

BELLAVER, C.; NONES, K. 2000. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. In: IV Simpósio goiano de avicultura, 2000, Goiânia. *Anais...2000*, p.2-18.

BEHNKE, K.C. Factors affecting pellet quality. 1994. In: Proc. Maryland Nutrition Conference. Dept. of Poultry Science and Animal Science, College of Agriculture, Univ. of Maryland, College Park.

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

BIAGI, J. D. 1998. Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de peletes e economia da produção de rações. In: Simpósio de granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves, Concordia. *Anais...* 1998, p.57-71.

BLISS, G. A. El peletizado hacia em siglo XXI. 1997. *Feed and Grain*.

BRAUDE, R., ROWEL, J. G. 1966. Comparison of meal and pellets for growing pigs fed either in troughs or off the floor. *J. Agr. Sci.* v.67, p.53.

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

CABRERA, M. R., J. D. HANCOCK, R. H. HINES, K. C., et al. 1994. Sorghum genotype and particle size affect milling characteristics, growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finish-ing pigs. *J. Anim. Sci.* v.72, p.55.

DeJONG, J.A., TOKACH, M.D., GOODBAND, R.D., et al. 2012. Effects of corn particle size, complete diet grinding, and diet form on finishing pig growth performance, caloric efficiency, carcass characteristics and economics. Kansas Swine Industry Day Report of Progress.

ESMINGER, M.E.1985. Processin effects. In. Feed Manufacturing Technology III. AFIA. Cap. 66. p.529-533.

FALK, D. 1985. Pelleting cost center. Feed Manufacturing Technology III. 1985. AFIA. Cap. 17, p.529 – 533.

GERMANY, M. P. 1992. Physical and chemical changes during expansion. Feed Internacional. p. 16-23, 1992.

GONCALVES, M. Granulometria: qual o valor econômico de uma micra. 2013. Disponível em : < <http://suinocast.com.br/artigo-granulometria-qual-o-valor-economico-de-100-micra/>>. Acesso em 21/11/2013.

GOODBAND, R. D., HINES, R. H. 1997. The effect of barley particle size on start and finishing pig performance. *J. Anim. Sci.*,v. 65, n.11, p.317.

GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; NELSSSEN, J. L. 2002. The effects of diet particle size on animal performance. In: MF-2050 Feed manufacturing. Kansas State University. p.2-6.

GREENWOOD, C.T. 1970. Organization of starch granules. The Carbohydrates, Chemistry and Technology (Ed. PIGMAN, W.; HORTON, D.). 2. ed. Academic Press, London, UK, p.471.

GUILLOU, D., LANDEAU, L. 2000. Granulométrie et nutrition porcine. INRA productions animales. v.13, n. 2, p.137-145.



HANCOCK, J. D. 2012. Efeito das práticas de produção de ração e da uniformidade da mistura no desempenho de suínos. In: V simpósio Brasil sul de suinocultura. Chapecó. *Anais...*2012, p.14-60.

HANKE, H. E., RUST, J. W., MEADE, R. J., et al. 1972. Influence of source of soybean protein, and of pelleting, on rate of gain and gainfeed of growing swine. *J. Anim. Sci.* v. 35, p.958.

HEALY, B.J., HANCOCK, D.J., KENNEDY, G.A., et al. 1994. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. *J. Anim. Sci.* v.72, p.2227-2236.

HEDDE, R.D.; LINDSEY, T.C.; PARISH, R.C. 1985. Effect of diet particle size and feeding of H<sub>2</sub> – receptor antagonists on gastric ulcers in swine. *J. Anim. Sci.*, v.61, p.179-186.

JÚNIOR, A. M. P., MAGRO, N. 1998. Granulometria de rações: aspectos fisiológicos. In: Simpósio de granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves, 1998, Concordia. *Anais...* 1998, p.1-13.

KLEIN, A. A. 1999. Pontos Críticos no processo de fabricação de ração : Uma abordagem prática. In: V Simpósio Goiano de Avicultura. 1999. *Anais...* 1999, p. 59 – 77.

KLEIN, A. A. Peletização de rações: aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas. 2009. Disponível em: < [http://www.fatec.com.br/info\\_tecnicos\\_interna.php?id=14](http://www.fatec.com.br/info_tecnicos_interna.php?id=14)>. Acesso em 20/11/2013.

LAIRD, R.; ROBERTSON, JR. J. B.. 1963. A comparison of cubes and meal for growing and fattening pigs. *Anita. Prod.* v.5, n.97.

LARA M. A. M. Processo de produção de ração: moagem, mistura e peletização. 2009. Disponível em: < <http://nftalliance.com.br/assets/Uploads/Artigo-Unifrango-2.pdf>>. Acessado em 20/11/2013.

LAWERENCE, T. L. J. 1983. The effects of cereal particle size and pelleting on the nutritive value of oat-based diets for the growing pig. *Anim. Feed Sci. Technol.* v.8, p.91.

LENSER, G.W. 1985. Feed Manufacturing Technology III. AFIA.

MARTIN, S. 1988. Particle size reduction. In: NFIA - Feed manufacturing short course. Kansas: Kansas State University. 1988. p.10.

MAVROMICHALIS, I.; HANCOCK, J.D.; SENNE, B.W. et al. 2000. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v.78, p.3086-3095.

MEADE, R. J., DUKELOW, W. R., GRANT R. S. 1966. Influence of percent oats in the diet, lysine and methionine supplementation and of pelleting on rate and efficiency of gain of growing pigs, and on carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* v.25, p.58.

MEINCK, W. A importância da fase de terminação no sistema de produção de suínos. 2012. Disponível em : [www.geneticporc.com/download/A\\_importancia\\_da\\_fase\\_de\\_terminacao\\_no\\_sistema\\_de\\_producao\\_de\\_suinos.pdf](http://www.geneticporc.com/download/A_importancia_da_fase_de_terminacao_no_sistema_de_producao_de_suinos.pdf). Acesso em 21/10/2012.

MILLER, T. G. 2012. Swine feed efficiency: influence of pelleting. Swine feed efficiency.

POZZA, P.C., POZZA, M. S. S., RICHART, S. et al. 2005. 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.

RICHERT, B. T. 2012. Swine feed processing and manufacturing. National swine nutrition guide. 2012. p.1-7.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al. 2011. *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV/Departamento de Zootecnia, 2011.

SAEG. Sistema de análises estatísticas e genéticas. Viçosa: UFV, 1995.

SCHIMIDT, A. Peletização na alimentação animal. 2006. Disponível em: < <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/peletizacao-alimentacao-animal-t33/p0.htm>>. Acesso em 20/11/2013.

SEERLEY, R. W., MILLER E. R., HOEFER J. A. 1962. Growth, energy, and nitrogen studies of pigs fed meal and pellets. *J. Anim. Sci.* 14:1103.

SKOCK, E. R., BINDER, S., DEYOE, C. W., et al. 1983. Effects of pelleting conditions on performance of pigs fed a corn-soybean meal diet. *J. Anim. Sci.* v. 57, p.922.

STARK, C. R. Feed processing to maximize feed efficiency. Feed efficiency in swine, 2012. p. 137-151.

VAN, S. P. J..1994. Carbohydrates. In Nutricional ecology of the ruminant. New York: Cornell University. p. 164p.

WONDRA K. J., HANCOCK, J. D., BEHNKE, K. C., et al. 1992. Does diet form (pelleted vs meal) affect optimum particle size of corn for finishing pigs. In: Kansas State University Swine Day Report of Progress. Kansas, USA

WONDRA, K.J., J.D. HANCOCK, K.C. BEHNKE, R.H. HINES e C.R. STARK. 1995. Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility and stomach morphology in finishing pigs. *J. Animal Sci.* v.73, p.757-763.

WONDRA, K. J., MCCOY, R. A., HANCOCK, J. D. et al. 1996. Effect of diet form (pellet vs meal) and particle size on growth performance and stomach lesions in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* v.73, p. 757-763.

ZANOTTO, D. L., NICLOLAIEWSKY, S., FERREIRA, A. S., et al. 1995. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* p. 428-436.

ZANOTTO, D. L., LIMA, G. J. M. M., GUIDONI, A. L. et al. Granulometria e valor energético do milho para suínos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, p.188-189.

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

ZANOTTO, D. L., GUIDONI, A. L., PIENEZ, L.C. 1999. Granulometria do milho em rações para engorda de suínos. Embrapa aves e suínos- Instrução técnica para o suinocultor. Concordia, 1999.

