

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE ZOOTECNIA

Jéssica Pereira Silva

Meta-análise sobre a avaliação do desempenho e rendimento de suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas peletizadas vs fareladas.

Porto Alegre

2022

Jéssica Pereira Silva

Meta-análise sobre a avaliação do desempenho e rendimento de suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas peletizadas vs fareladas.

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do grau de Zootecnista, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof^a. Andréa Machado Leal Ribeiro

Porto Alegre

2022

Meta-análise sobre a avaliação do desempenho e rendimento de suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas peletizadas vs fareladas.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Zootecnista, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Data de aprovação: __/__/____.

Andréa Machado Leal Ribeiro, Prof^a. – UFRGS Orientadora

Ines Andretta, Prof^a Dr^a - UFRGS

Lizandra Padoin Machado, Msc, MBA – USP/Esalq

Agradecimentos

Agradeço as minhas mães, Maria Silvina Pereira e Cristina Rossi, por me amarem e pela liberdade de ser quem sou, que sempre acreditaram no meu potencial. Agradecer a educação que foi fundamental para a formação do meu caráter.

Agradeço minha irmã, Kimberly Pereira que sempre foi minha companhia e minha maior incentivadora, por aturar meus dias ruins e por me lembrar de nunca desistir.

Agradeço ao meu amor, Rodrigo Vogt pela história que estamos escrevendo juntos e por fazer meus dias melhores.

Agradeço minhas melhores amigas, Natalia Trevisan, Rafaela Castro e Fernanda Couce por fazer da minha graduação mais leve e alegre.

Agradeço ao Laboratório de Ensino Zootécnico, que me trouxe grande conhecimento, me ensinou a trabalhar em equipe e também e acreditar que cada pessoa tem sua capacidade, mas também agradeço ao bons amigos que fiz lá, e as exemplos vou carregar para a vida toda.

Agradeço a “Família Maratá” pelas alegrias de vivermos juntos e que por vários motivos se tornaram pessoas que respeito e admiro.

Agradeço a Carolina Franceschi pela ajuda com a estatística e por se tornar muito querida e tê-la em minha vida só traz alegrias.

Agradecimento especial a minha orientadora a Prof^a Dr^a Andrea Machado Leal Ribeiro, que sempre exigiu mais de mim sabendo que poderia alcançar e me ensinou muito.

Agradeço ao professor Harold Ospina, por ter transmitido amor e orgulho pela zootecnia, por me apresentar a iniciação científica e me direcionar para o caminho que sei que é o meu.

Á todos eu agradeço!

Resumo

O fornecimento de rações peletizadas apresenta alguns benefícios para o sistema de produção e estudos indicam melhora no desempenho dos animais não ruminantes. No entanto, para suínos ainda há uma dúvida se esta forma de ração é a mais indicada. Desta forma, objetivou-se realizar um levantamento de todos os estudos que compararam os efeitos de dietas peletizadas e fareladas sobre o desempenho, rendimento e características de carcaça de suínos em fase de crescimento e/ou terminação. Foram compilados 37 artigos publicados de 1973 até 2021, contendo 42 experimentos, totalizando 16.496 suínos. Lotes mistos (73%) foram mais frequentemente utilizados seguidos de lotes somente de machos. Dentre esses, 51% dos trabalhos não indicaram se esses machos eram castrados ou não. Mais de 32% dos estudos indicaram a quantidade de animais por baia, no entanto, não citaram o tamanho da baia. Somente 13,5% dos autores se preocuparam com a porcentagem de finos, que é uma variável que avalia a qualidade de processamento do pelete. Mais de 70% dos artigos não trouxeram informação referente ao tipo de comedouro. A forma mais frequente de arraçoamento foi *ad libitum*. A metodologia ideal para avaliar diferentes formas físicas de rações é através da uniformização do consumo dentro dos tratamentos. Porém, nenhum dos estudos trouxe a informação da equalização de consumo na metodologia. O rendimento de carcaça foi avaliado em 54, % dos estudos e as características mais citadas foram espessura de toucinho (38%) e % de carne magra (30%). Foi possível concluir com essa revisão que os principais fatores para se realizar uma comparação entre as formas de rações, não foram consideradas. Com a meta-análise concluiu-se que suínos alimentados com rações peletizadas apresentaram melhor conversão alimentar (CA) e maior ganho de peso (GP) ($P < 0,05$) quando comparados com rações fareladas, porém, não diferiram estatisticamente no consumo de ração (CR) e no rendimento e características de carcaça. ($P > 0,05$). E há necessidade de mais estudos na área que utilizem a metodologia ideal para avaliar o efeito de diferentes formas físicas de rações sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação.

Abstract

The supply of pelleted Feeds has some benefits for the production system and studies indicate an improvement in the performance of non-ruminant animals. However, there is still a doubt as to whether this form of feed is the most suitable for pigs. In this way, the objective was to carry out a survey of all studies that compared the effects of pelleted and mash diets on performance, yield and carcass characteristics of swine in the growing and/or finishing phase. Thirty-seven articles published from 1973 to 2021 were compiled, containing 42 experiments, totaling 16,496 pigs. Mixed flocks (73%) were most frequently used followed by all-male flocks. Among these, 51% of the studies did not indicate whether these males were castrated or not. More than 32% of the studies indicated the number of animals per pen, however, they did not mention the size of the pen. Only 13.5% of the authors were concerned with the percentage of fines, which is a variable that assesses the quality of pellet processing. More than 70% of the articles did not provide information regarding the type of feeder. The most frequent form of feeding was ad libitum. The ideal methodology to evaluate different physical forms of rations is through the standardization of consumption within the treatments. However, none of the studies brought information on consumption equalization in the methodology. Carcass yield was evaluated in 54% of the studies and the most cited characteristics were backfat thickness (38%) and % lean meat (30%). It was possible to conclude with this review that the main methodologies to make a comparison between the feed forms were not considered. With the meta-analysis, it was concluded that pigs fed pelleted rations had better CA and higher WG ($P < 0.05$) when compared to mash feeds, however, they did not differ statistically in CR and in yield and carcass characteristics. ($P > 0.05$). There is a need for more studies in the area that use the ideal methodology to evaluate the effect of different physical forms of rations on the performance of growing and finishing pigs.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Anatomia da cabeça do suíno | 16 |
| Figura 2 - Peletizadora..... | 19 |
| Figura 3 - Processos de peletização..... | 19 |
| Figura 4 - Pelete fragmentado..... | 20 |
| Figura 5 - Pelete que sofreu abrasão..... | 20 |
| Figura 6 - Sistema de resfriamento do pelete | 22 |
| Figura 7 - Linhagens dos cruzamentos citados nos artigos | 30 |
| Figura 8 - Rendimento e características de carcaça de suínos estudos nos artigos | 30 |
| Figura 9 - Diagrama de fluxo PRISMA descrevendo o processo de identificação dos estudos sobre rações peletizadas vs farelada sobre o desempenho e rendimentos de suínos..... | 31 |
| Figura 10 - Revistas e porcentagem de publicação dos artigos..... | 36 |
| Figura 11 - Distribuição dos artigos por país..... | 37 |
| Figura 12 - Variação no consumo de ração diária de suínos alimentados com ração peletizada relativizadas de acordo com o respectivo tratamento controle | 38 |
| Figura 13 - Variação no ganho de peso diário de suínos alimentados com ração peletizada relativizadas de acordo com o respectivo tratamento controle | 38 |
| Figura 14 - Variação na conversão alimentar de suínos alimentados com ração peletizada relativizadas de acordo com o respectivo tratamento controle | 38 |

LISTA DE IMAGENS

| | |
|--|----|
| Imagem 1 - Suíno após comer ração farelada | 15 |
| Imagem 2 - Suínos comendo rações peletizadas | 16 |
| Imagem 3 - Ração farelada..... | 17 |
| Imagem 4 - Ração Peletizada | 18 |
| Imagem 5 - Placa de passagem do pelete | 18 |

LISTA DE TABELA

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Custo simplificado de produção do suíno vivo | 13 |
| Tabela 2 - Fontes de amido e temperaturas ideais para atingir a gelatinização ... | 25 |
| Tabela 3 – Apresentação dos dados dos artigos: nome do autor, peso vivo, variáveis analisadas..... | 32 |
| Tabela 4 - Critérios de avaliação de qualidade de artigo | 33 |
| Tabela 5 - Resultados de desempenho de suínos alimentados com rações fareladas e peletizadas | 39 |
| Tabela 6 – Resultados de rendimento e características de carcaça de suínos alimentados com rações fareladas e peletizadas..... | 39 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|------|--|
| EU | União Europeia |
| EUA | Estado unidos da América |
| GMD | Ganho médio diário |
| GPD | Ganho de peso diário |
| GP | Ganho de peso |
| CR | Consumo de ração |
| CA | Conversão alimentar |
| DDGS | Grãos secos de destilaria com solúveis |
| PDI | Índice de durabilidade do pelete |
| FOB | Porcentagem Finos |
| AA | Aminoácidos |
| RC | Rendimento de carcaça |
| ET | Espessura de toucinho |
| %CM | Porcentagem de carne magra |

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 11 |
| 2. Revisão de literatura..... | 12 |
| 2.1 Suínos – panorama do mercado atual | 12 |
| 2.2 Alimentação dos suínos na fase de crescimento e terminação | 13 |
| 2.3 Como a forma física de ração pode afetar as características de desempenho de suínos | 15 |
| 2.4 Rações fareladas | 17 |
| 2.5 Rações peletizadas | 17 |
| 2.5.1 Processos e etapas da peletização..... | 18 |
| 2.5.2 Fatores que afetam qualidade do pelete | 20 |
| 2.5.2 Inclusão de ingredientes | 20 |
| 2.5.4 Tamanho das partículas..... | 21 |
| 2.5.5 Temperatura e umidade | 21 |
| 2.5.6 Avaliação da qualidade do pelete..... | 23 |
| 2.5.7 Modificação nutricional | 24 |
| 2.5.7.3 Energia..... | 26 |
| 2.8 Vantagens e desvantagens da peletização frente à ração farelada..... | 26 |
| 3. Metodologia..... | 27 |
| 4.1 Construção do banco de dados..... | 28 |
| 4.2 Meta-análise | 28 |
| 5. Resultados e discussão | 29 |
| 5.1 Revisão da revisão sistemática | 29 |
| 5.2 Resultados da meta-análise | 37 |
| 6. Conclusão | 40 |
| 7. Referencias..... | 41 |

1. Introdução

Suínos são animais de estômago simples e digestão enzimática, por isso necessitam de alimentos de alta qualidade e fácil digestão (VUKMIROVIĆ, 2017). Desta forma, a ração que será ofertada a esses animais pode influenciar a digestibilidade dos nutrientes e como consequência a maximização de resposta pelo animal. A forma física da dieta e o processo de fabricação podem influenciar nos índices zootécnicos, como o maior consumo de ração e, portanto, maior ganho de peso ou digestibilidade. As formas físicas mais frequentemente utilizadas na produção animal são as, peletizadas, peletizadas trituradas e fareladas (úmidas e secas).

O processo de peletização consiste na formação de peletes a partir de rações fareladas prontas, por meio de tratamento térmico. A resposta no desempenho zootécnico dos animais quanto à eficiência de utilização de peletes só é atingida se houver produção de uma ração de boa qualidade, capaz de manter sua integridade até o momento do consumo (SCHROEDER, 2020). O sucesso do processo de peletização depende da harmonização de alguns fatores físicos, como, temperatura, pressão e umidade em um determinado tempo, da composição dos ingredientes da ração, e da granulometria.

A moagem dos ingredientes é a primeira etapa do processo de fabricação das rações, tanto fareladas quanto peletizadas. Ela é importante porque afeta a qualidade do pelete, quanto mais moída é a ração, mais firme será o pelete. A próxima etapa é a mistura dos ingredientes já moídos, processo importante, já que em cada pelete deve haver a proporção ideal de cada nutriente a ser absorvido pelo animal, principalmente os micronutrientes como as vitaminas e os minerais. Posteriormente a essas etapas a peletização ocorre de fato, o processamento envolve a passagem forçada da ração através de um conjunto de furos metálicos na matriz. Esta passagem forçada ocorre pela pressão exercida pelos rolos contra a matriz da peletizadora.

Quando não há uma boa regulação de temperatura e pressão ou as etapas anteriores à peletização não foram bem conduzidas, dificilmente o pelete se manterá íntegro, se transformando em farinha chamada de “finos”. A taxa de finos é um importante índice de avaliação de qualidade do pelete. Segundo NEMECHEK et al (2015), a cada 10% de produção de finos nos peletes piora a eficiência alimentar dos

suínos em 1%. Assim, fornecer aos suínos dietas peletizadas de alta qualidade para garantir o efeito da peletização no desempenho zootécnico é fundamental, o que pode influenciar o aumento do consumo de ração e, portanto, maior ganho de peso ou maior digestibilidade dos nutrientes consumidos. Isso salienta que a forma da ração e sua qualidade tem impacto direto nos resultados produtivos.

No início de 2022 o balanço da produção do suíno indicou que 81,10% do custo da produção foi destinado à nutrição dos animais (ABPA, 2022). Para que se tenha maior aproveitamento das rações produzidas é necessário que haja redução no desperdício, tanto no processo de fabricação, quanto na hora de ofertar para os suínos no cocho, resultando em maior aproveitamento por parte dos animais. A ração na forma farelada pode gerar mais perdas, quando comparadas com outros tipos de rações. No transporte via rodoviária, no manuseio dentro da fábrica e das granjas e até quando os animais estão se alimentando.

Grande parte dos estudos sobre dietas peletizadas, estão relacionados à produção de frangos de corte. Nestes, este tipo de dieta apresenta melhoras no consumo, em função da apreensão do pelete pelo bico da ave, minimizando as perdas da ração, além de evitar alimentação seletiva (SALEH, 2020). Em relação à produção de suínos os fatores que envolvem essa questão não são bem definidos.

Este trabalho terá como objetivo, através de uma revisão sistemática e posterior meta-análise, comparar o desempenho e rendimento de carcaça de suínos alimentados com dietas peletizadas e fareladas. Isto se fará por meio de levantamento de artigos científicos publicados em base de dados online que já avaliaram essa questão, para comparação de metodologias e resultados.

2. Revisão de literatura

2.1 Suínos – panorama do mercado atual

Na cadeia produtiva de proteína animal a carne suína é líder no consumo mundial, no qual a China consome entorno de 53.150 mil t/ano, sendo a maior consumidora, seguida da UE (28 países), e dos EUA, com 18.730 mil t/ano e 9.896 mil t/ano, respectivamente (USDA, 2022).

O Brasil é o quarto maior produtor e exportador de carne suína do mundo. No último ano o Brasil produziu 4,7 milhões de toneladas de carne suína; desta produção 75,81% foram destinadas ao abastecimento do mercado interno. O consumo de carne suína vem apresentando pequenos crescimentos constantes nos últimos anos, de 2011 para 2021, aumentou de 14,1 kg/hab. para 16,7 kg/hab, respectivamente. O custo de produção do suíno vivo no ano de 2021, foi de R\$ 31,3 bilhões, apresentando uma baixa em relação ao ano de 2020, e deste 81,10% foram destinados à nutrição e produção da alimentação dos animais. Pode-se observar na tabela 1 que nenhum outro item tem custo aproximado ao da nutrição e fabricação de rações. Sendo o maior custo dentro do sistema de produção, deve-se ter cuidado e atenção, já que falhas podem causar grandes impactos econômico dentro de toda a cadeia produtiva (ABPA, 2022).

Tabela 1 - Custo simplificado de produção do suíno vivo

| Item de custo | Composição (%) | Valor (R\$) | Variação percentual (%) |
|--|-----------------------|---------------------|--------------------------------|
| Nutrição e Rações | 81,10 | 25,384 bilhões | 5,51 |
| Mão de obra | 3,19 | 0,998 bilhões | 0,48 |
| Manutenção | 3,07 | 0,961 bilhões | -0,27 |
| Custo de capital | 3,01 | 0,942 bilhões | 0,32 |
| Transporte | 2,99 | 0,936 bilhões | 0,28 |
| Depreciação | 2,34 | 0,732 bilhões | 0,37 |
| Diversos – outros | 2,26 | 0,707 bilhões | 0,14 |
| Sanidade | 1,47 | 0,460 bilhões | 0,24 |
| Energia elétrica - cama – Calefação | 0,57 | 0,178 bilhões | 0,16 |
| Total | 100 | 31,3 bilhões | - |

Fonte: Adaptado ABPA 2022

2.2 Alimentação dos suínos na fase de crescimento e terminação

Na suinocultura, as fases de crescimento e terminação correspondem ao maior custo de alimentação de todas as fases, devido ao fato de o consumo dos animais ser maior. As dietas devem ser formuladas para atender as exigências nutricionais do

crescimento corporal dos animais e ainda atingir a maior velocidade de deposição de tecido muscular e a deposição de gordura, incluindo ingredientes de qualidade, boas condições de sanidade e fácil aceitação pelo animal.

A fase de crescimento ocorre aproximadamente entre 65 e 70 dias de vida do animal, que apresenta peso inicial e final de 50 a 70 kg, respectivamente, podendo variar em diferentes sistemas de criação. HENK (2009) cita que nessa fase as rações necessitam aporte proteico, energético, vitamínico e mineral, assim como as demais fases de criação, para suprir as exigências de manutenção e crescimento da musculatura. Segundo Rostagno (2017), o GMD na fase de crescimento é de 0,93kg a 1,05kg, e o CR é de 1,71kg a 2,34kg, representando o maior GP dentro do ciclo de vida dos suínos. Na fase de crescimento o objetivo é o GP, o desenvolvimento de carne magra, ou seja, a maior deposição de proteína em relação à gordura.

Já a fase de terminação ou acabamento, tem o objetivo de alcançar as características de carcaça exigidas pelo mercado. Nela ocorre o inverso da fase de crescimento, onde são inseridos alimentos mais energéticos do que proteicos, promovendo maior deposição de gordura na carcaça. O CR nessa fase gira em torno de 2,90kg e 3,14kg, representa o maior consumo em todo o sistema, no entanto, o GP não varia muito em relação à fase anterior. A idade dos animais nessa fase é de 112 a 133 dias e o peso aproximado inicial e final é de 70 a 100, respectivamente (Rostagno, 2017).

Para compor uma ração balanceada é necessário a combinação adequada de ingredientes, principalmente de origem vegetal, incluindo um núcleo ou premix mineral-vitamínico específico para a fase produtiva do suíno. A base dos ingredientes dos suínos são o milho e a soja, incluindo eventuais modificações como farelo de trigo, farelo de arroz, DDGS, sorgo e milheto ou ingredientes de origem animal, farinhas de carne, sangue, peixe e ossos, plasma sanguíneo e gordura de bovino. Essas rações podem ser apresentadas de diferentes formas aos suínos, sendo a forma farelada, mais usualmente utilizada na produção, além das formas peletizada, peletizada e triturada (ABCS, 2011)

2.3 Como a forma física de ração pode afetar as características de desempenho de suínos

A forma física das rações e como ela é apresentada aos animais, é um fator de extrema importância para a nutrição, sem mencionar o fator da qualidade dos ingredientes, que impacta diretamente o resultado final das rações e o produto final, podendo interferir na aceitabilidade, na palatabilidade e facilidade de apreensão do alimento pelo suíno (COSTA, 2006), influenciando diretamente o consumo.

As rações peletizadas podem promover maior conforto para os suínos na hora da alimentação (JOHN, 2015 e DURAN, 2017). Devido ao fato desses animais terem a boca anatomicamente assimétrica (Figura 3), os lábios inferiores são menores que os superiores e em formato cônico e pela proximidade do nariz com a boca, fazem com que o suíno tenha um comportamento peculiar de afocinhar a ração (Imagem 1), e muitas vezes lança-la para cima, causando desperdícios e risco de afecções respiratórias pela forma farelada (BELLAYER, 1983).

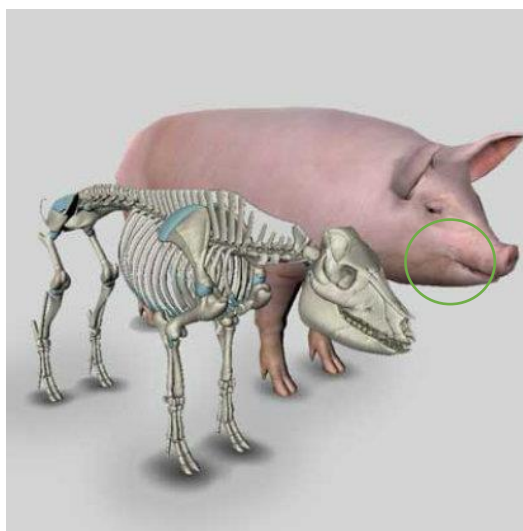


*Imagem 1 - Suíno após comer ração farelada
Fonte: Acervo do autor*



*Imagem 2 - Suínos comendo rações peletizadas
Fonte: O presente, 2020*

A fase de crescimento, como já mencionado, apresenta o maior CR, no entanto, no cenário atual da produção de suínos, os animais não possuem acesso livre de alimentação. A ansiedade pela hora da alimentação faz com que esses animais tenham um consumo ávido, que não é compatível à forma farelada, correndo o risco de perda dos micronutrientes, como as vitaminas e minerais, e prejudicando o desempenho e o rendimento de carcaça (BELLAYER, 1983). Este hábito alimentar somado a inadequados comedouros, gera equívocos na mensuração do consumo, gerando altas taxas de conversão alimentar, o que muitas vezes não representa o verdadeiro aproveitamento das rações pelo animal.



*Figura 1 - Anatomia da cabeça do suíno
Fonte: Biosphera, 2022*

O aumento do CR proporciona maior aporte energético para o animal, incremento em peso e qualidade da carcaça (DURAN, 2017). Wondra et al. (1995) concluíram que a peletização resulta no melhor desempenho, digestibilidade de nutrientes e

morfologia do estômago em suínos em terminação, melhorando mais do que 5% de GPM e 7% a CA.

2.4 Rações fareladas

O processo que envolve as dietas fareladas é de fácil entendimento. Basta que se tenha apenas os ingredientes devidamente moídos e misturadas adequadamente. A moagem é o processo no qual os ingredientes são reduzidos de tamanho podendo ser pela força do impacto, corte ou atrito. Seguindo do peneiramento, o qual determinará tamanho das partículas dos ingredientes que serão utilizados na fabricação de rações, mais uniforme possível, tanto nas fareladas quanto nas peletizadas. O tamanho final das partículas pode influenciar a digestibilidade dos nutrientes e como consequência a maximização da resposta pelo animal (ZANOTTO e BELLAVER, 1996).

A mistura dos ingredientes promove uniformidade à ração, principalmente quando se trata dos micronutrientes como vitaminas, minerais, aminoácidos e medicamentos que se não forem adequadamente misturados podem prejudicar a performance dos animais. Posteriormente a essas etapas a ração já está pronta para ser adicionada ao comedouro (Figura 2).



Imagem 3 - Ração farelada
Fonte: ABCS, 2011

2.5 Rações peletizadas

Uma ração peletizada nada mais é do que uma ração farelada já pronta, que passou por um processo de transformação térmica e mecânica, combinada à pressão e umidade, por um determinado tempo e pressão (BELLAVER, 2000), (Figura 3). Os

processos são os mesmos em relação às rações fareladas, no entanto ele não termina na mistura.



Imagem 4 - Ração Peletizada
Fonte: ABCS, 2011

2.5.1 Processos e etapas da peletização

O processo de peletização foi desenvolvido na década de 30 no EUA para facilitar o manejo e transporte das rações e adensar o produto para armazenamento e garantir que cada pelete tivesse todos os ingredientes usados na formulação da dieta (MEURER et al., 2008).

Após a mistura dos ingredientes, o processo de peletização é iniciado pela adição de umidade, calor e temperatura, com o objetivo de moldar a ração farelada em bolos, que por pressão passam por furos, demonstrados na Imagem 5, em uma matriz até a formação do pelete.



Imagem 5 - Placa de passagem do pelete
Fonte: JLima Máquinas, 2022

A peletização consiste em forçar o bolo de ração através dos furos de um anel metálico de aço carbono ou inox tendo como resultado a formação de estruturas cilíndricas e firmes, os peletes (ZIGGERS, 2003). A peletizadora é um conjunto composto por uma rosca alimentadora, condicionador, retentor e prensa peletizadora (Figura 2). A rosca alimentadora controla a passagem de ração e passagem do vapor

até a prensa. A adição do calor inicia no condicionador, no qual o vapor saturado agrega umidade e calor à massa farelada, de forma que esta atinja um estado físico favorável à compactação (FROETSCHNER, 2006a; COLOVIC et al., 2010). O calor é crítico para facilitar a transferência uniforme de umidade ao interior das partículas de ração. Normalmente ocorre aumento de 11 a 16 °C na temperatura da ração condicionada para cada 10 g/kg de umidade adicionada (SCHROIJEN, 2005; FROETSCHNER, 2006a). Posterior ao condicionador, pode-se ter o retentor, que tem a função de aumentar o tempo de retenção da ração com finalidade de prolongar o tempo de exposição ao vapor. O retentor mantém a temperatura da ração próxima daquela do condicionador e com isso promove maior redução da carga microbiológica (LARA, 2013). Por fim, há o resfriamento do pelete e o ensaque (figura 3).

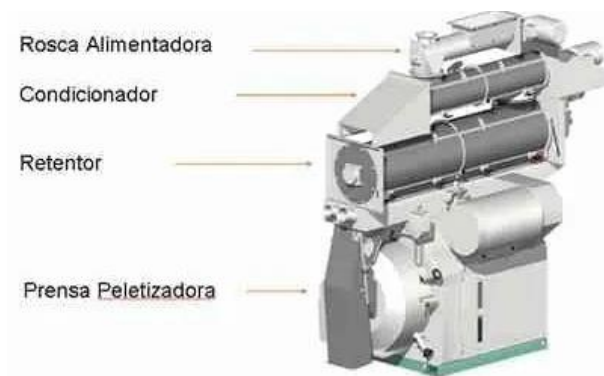


Figura 2 - Peletizadora
Fonte: Engormix, 2022

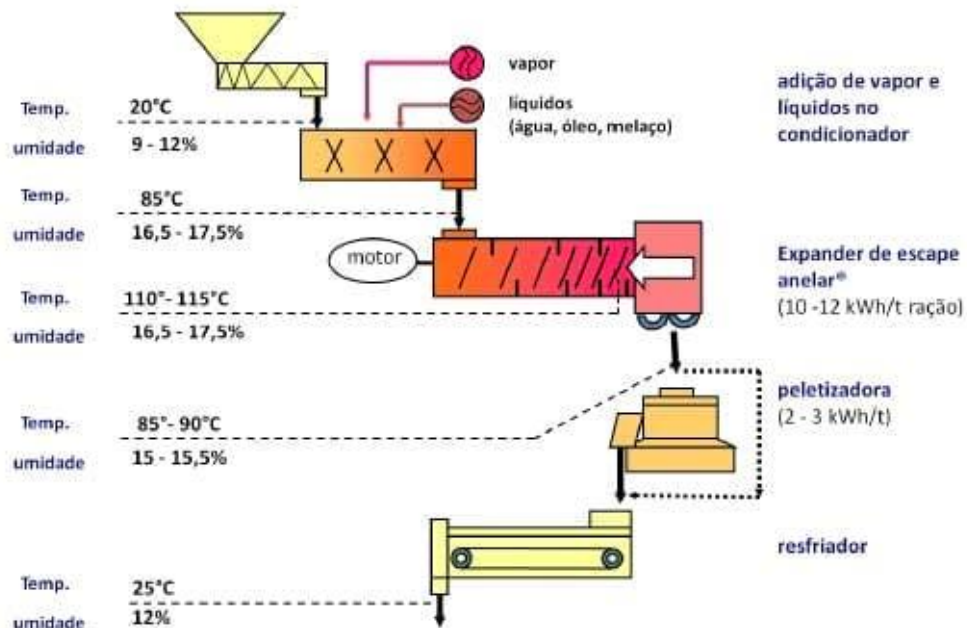


Figura 3 - Processos de peletização
Fonte: Engormix, 2022

2.5.2 Fatores que afetam qualidade do pelete

O pelete deve ser capaz de se manter íntegro a fragmentos e abrasão durante e após o processamento e nos posteriores manuseios (AMERAH et al 2007). O fenômeno da fragmentação consiste na quebra do pelete em partículas menores, demonstrado na Figura 4. E a abrasão consiste na ruptura das arestas, indicado na Figura 5, onde a abrasão aplicada em partículas finas (a), e abrasão em partículas grossas (b), pode ser causada pela inadequada moagem, deixando as partículas desuniformes. Ambos os fenômenos ocorrem pela exposição dos peletes (SOUZA, 2022).

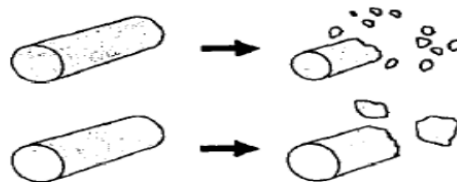


Figura 4 - Pelete fragmentado
Fonte: Thomas & Poel (1996)

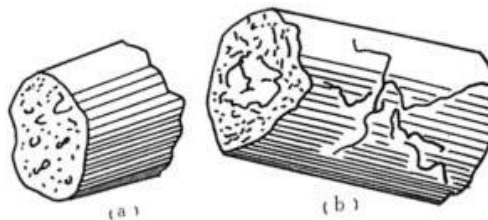


Figura 5 - Pelete que sofreu abrasão
Fonte: Zheng Chang (2022)

Nir (1998) citou em seu estudo que os principais fatores que afetam a qualidade do pelete são a composição da ração, o tamanho da partícula, a temperatura da peletização, a umidade e a injeção de vapor.

2.5.2 Inclusão de ingredientes

A inclusão de determinados ingredientes na formulação pode afetar a formação do pelete, pois 60% da estrutura física do pelete depende das características dos ingredientes e 40% referem-se aos processos de produção do pelete. Um dos principais fatores é a inclusão de gordura na dieta (NILIPOUR, 1994). Devido ao efeito lubrificante, a gordura pode reduzir a força de atrito gerada nos furos da matriz e

resultar em menor qualidade dos peletes (SCHMIDT, 2019), além de dificultar o contato do vapor com a ração, pelas características hidrofóbicas da gordura. No entanto, a inclusão de ingrediente fibrosos e proteicos, com granulometria adequada, podem causar mais firmeza na formação do pelete (KEITH, 2001). Lopez (1993) relatou que a adição de glúten de trigo resultou em um efeito positivo na qualidade e estabilidade da água em dietas peletizadas para frangos de corte.

As dietas para suínos apresentam significativas porcentagens de gordura, para atender as exigências de energia das dietas, necessitando adição de óleos para complementar a energia dos grãos; em compensação há baixa inclusão de fibra que poderia trazer firmeza e estabilidade ao pelete. Isto mostra que a composição dos ingredientes nunca é muito favorável a uma melhor qualidade de pelete.

2.5.4 Tamanho das partículas

Como já mencionado a moagem é uma etapa necessária no processo de fabricação de ração, seja peletizada ou não, em que o tamanho de partícula dos ingredientes é reduzido.

As partículas mais finas melhoram a hidratação durante o condicionamento do vapor, resultando em melhor compressão e ligação das partículas (FAHRENHOLZ, 2012). Devido à maior superfície específica de contato das partículas finas aumenta a facilidade de ligação durante a peletização, favorecendo a aglomeração do farelo formando peletes mais resistentes e diminuindo a formação de finos (FRANKE e REY, 2006). No entanto, as partículas mais grossas favorecem a durabilidade do pelete. Labbé (2020) comparou a durabilidade dos peletes em dois tamanhos de partículas, e encontrou o melhor resultado com o tamanho de partícula 850 µm, quando comparado com 650 µm, mas ressaltou que a adição de umidade favoreceu a formação do pelete.

2.5.5 Temperatura e umidade

A umidade e a temperatura durante o processo são pontos de extrema importância, já que uma ração seca pode prejudicar o desempenho da máquina peletizadora e causar atrasos no processo de produção. A etapa de condicionamento é formada pela junção de calor e umidade, tendo efeitos significantes na durabilidade, e dependendo da granulometria, na formação de finos no final do processamento. É indicado que a

umidade não ultrapasse 2% e a temperatura gire em torno de 60 a 85°C (KRAKER, 2020).

Além dos efeitos no processamento, a adição de umidade é uma das responsáveis, junto à temperatura, sobre as modificações nutricionais causadas pela peletização (OLIVEIRA, 2016).

A relação da umidade e temperatura é crucial na obtenção de peletes de qualidade, onde a umidade é responsável por hidratar os alimentos auxiliando na aglomeração das partículas; no momento de formação do pelete sua relação deve ser correta, sem excessos ou perdas. Por outro lado, a água em excesso, pode agir como lubrificante reduzindo o atrito entre a ração e os furos da matriz da prensa, prejudicando a passagem do pelete (ZIGGERS, 2003).

Temperatura de resfriamento é aplicada no fim do processo de peletização, antes do ensaque, para que não haja rompimento do pelete, nem junções pelete com pelete. De um modo geral, o equipamento de resfriamento que está aderido na peletizadora, utiliza a temperatura do ambiente. O pelete é puxado para dentro do equipamento, entrando diretamente em contato com os peletes, diminuindo a sua temperatura, ilustrado na figura 6 (FERRAZ, 2015).

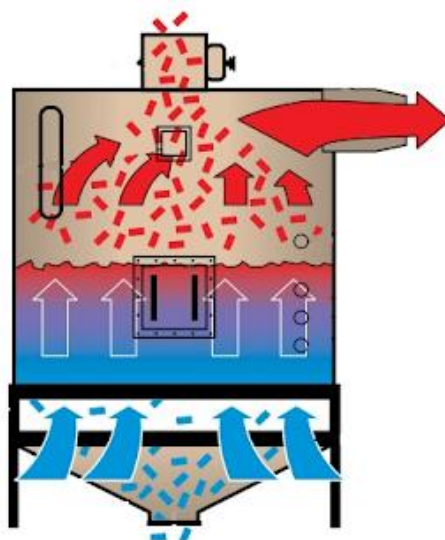


Figura 6 - Sistema de resfriamento do pelete
Fonte: Ferraz, 2015

2.5.6 Avaliação da qualidade do pelete

A unidade da temperatura é adicionada na mistura, juntamente com a água adicionada sob a forma de vapor durante o condicionamento, são fatores que devem ser monitorados e controlados, para que não haja alterações negativas nos parâmetros de avaliação de qualidade do pelete que é dado pelo índice de durabilidade de pellet (PDI) e porcentagem de finos (FOB).

2.5.6.1 Índice de durabilidade do pelete (PDI)

O índice de durabilidade do pelete é um indicador de grande importância na produção animal, devido à influência sobre os parâmetros de desempenho zootécnico, e na relação custo-benefício da produção das rações, aumentando a densidade de nutrientes, diminuição do desperdício e redução da porcentagem de finos (ABDOLLAHI, 2011).

O teste de durabilidade determina a proporção de peletes que permanecem intactos após esforços de atrito por agitação mecânica ou pneumática, nos quais são submetidos após as etapas de processamento de fabricação (STEFANELLO, 2018).

Moritz e Lilly (2010) sugerem que um pelete de qualidade apresenta um PDI de em torno de 87%, e podem melhorar a eficiência alimentar quando comparado com os de menor qualidade, que apresentam PDI em torno de 50 a 60%.

2.5.6.2 Porcentagem de finos (FOD)

Na dieta peletizada, os finos representam as porções desagregadas, ou seja, os componentes desagregados do pelete, da sua forma inicial, formando pequenas partículas soltas, que não devem ser confundidos com a ração farelada. Eles podem ser formados em qualquer estágio da peletização, ou no transporte ou mesmo no manuseio dentro da granja. A quantidade de finos é negativamente correlacionada com o PDI das dietas peletizadas (KENNY; ROLLINS, 2008). O tamanho das partículas e a adição de umidade são fatores que impactam ambos os indicadores.

Peletes de baixa qualidade apresentam alta produção de finos na dieta, o que produz efeitos negativos no consumo de ração e na conversão alimentar (KENNY; ROLLINS, 2008). A alimentação com excesso de finos pode anular os benefícios da peletização, causando aumento da seletividade, desbalanceamento da dieta e

afetando a uniformidade do lote. Nemechek et al (2015), concluíram que a cada 10% de produção de finos nos peletes piora a eficiência alimentar dos suínos em 1% (MEURER et al. 2008).

2.5.7 Modificação nutricional

As etapas do processo de peletização causam pequenas modificações bromatológicas nos ingredientes. O'Doherty et al. (2000); Wondra et al. (1995), Moran, (1987); Falk (1985), Moran (1987) constataram que a peletização melhora a eficiência alimentar devido à combinação da umidade e calor que promovem a gelatinização, ou rompimento da estrutura das partículas dos componentes da dieta, melhorando assim a utilização dos nutrientes e a ação enzimática na digestão.

2.5.7.1 Amido

O amido é uma ótima fonte de energia presente nas dietas dos animais, ele é formado por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas $\alpha(1\rightarrow4)$, originando uma cadeia linear. Já a amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em $\alpha(1\rightarrow4)$ e $\alpha(1\rightarrow6)$, formando uma estrutura ramificada (WANG e WHITE, 1994). A região amorfa é composta pelas cadeias de amilose e pelas ramificações da amilopectina (VAN SOEST et al., 1996), e é nesta porção que se inicia o processo de gelatinização, devido a menor organização de sua estrutura. (LUND e LORENZ, 1984)

O amido apresenta duas funções, a cristalina e outra amorfa, e a amorfa tem a capacidade de gelatinizar, devido à menor organização da sua estrutura, que é facilmente quebrada pelo calor (LORENZ, 1984). Esse processo é favorecido pela presença de água para romper as ligações existentes dentro do amido; pelo calor que favorece a entrada de água e a solubilização da amilose, pelo atrito que fornece a força necessária para o rompimento dos grânulos e tempo que potencializa o efeito dos três fatores anteriores (THOMAS et al., 1997).

Os cereais apresentam diferentes tempos e temperaturas de gelatinização. A Tabela 2 descreve as diferentes variações para atingir a gelatinização. Isso determina a capacidade de peletização, e os níveis de condicionamento dos ingredientes selecionados na dieta.

Tabela 2 - Fontes de amido e temperaturas ideais para atingir a gelatinização

| Fonte de Amido | Varição de temperatura para gelatinização (°C) |
|-----------------------|---|
| Cevada | 51-60 |
| Trigo | 58-64 |
| Centeio | 57-70 |
| Aveia | 53-59 |
| Milho | 62-72 |
| Milho Ceroso | 63-72 |
| Sorgo | 68-78 |
| Arroz | 68-78 |

Fonte: Aviagem, 2008

Abdollahi (2011) testou a influência de diferentes temperaturas de condicionamento sobre a quantidade de amido gelatinizado e resistente de dietas à base de milho e sorgo. Observou-se que para ambas as dietas, houve maior gelatinização do amido em dietas peletizadas a 90 °C em comparação a 60 e 75 °C, no entanto, observou-se maior amido resistente em temperatura de 90 °C.

2.5.7.2 Proteína

Os processos térmicos promovem alterações das estruturas naturais das proteínas, a desnaturação, facilitando sua digestão posterior (DOZIER, 2001). As proteínas possuem estruturas complexas que são organizadas em quatro níveis: a primária onde há sequência de aminoácidos na cadeia polipeptídica, a secundária proporcionada por pontes de hidrogênio entre os radicais grupamentos amina e carboxila, entre aminoácidos adjacentes, a terciária que descreve a forma tridimensional final de uma cadeia polipeptídica, resultado da associação de partes organizadas da molécula e a quaternária que é composta de mais de uma cadeia polipeptídica, que pode estar associada por pontes dissulfeto (COX, 2011).

As estruturas que sofrem alterações são as secundária, terciária e quaternária promovendo melhora na digestibilidade, devido à alteração da estrutura, facilitando a ação das proteases, que fazem a quebra das ligações peptídicas liberando os AA.

Estudos com frangos de corte e diferentes formas de rações - farelada, peletizada/triturada e peletizada - observaram que as aves alimentadas com rações peletizadas apresentaram maior digestibilidade da proteína e encontraram resultados semelhantes em rações peletizadas/trituradas (FREITAS et al., 2008). No entanto, o excesso de temperatura pode causar resultados indesejados entre os componentes da ração, prejudicando a digestibilidade dos nutrientes (ARAÚJO et al., 2009).

2.5.7.3 Energia

Muitos autores concordam que o principal efeito da peletização é a redução de utilização de energia de manutenção, aumentando a reserva de energia líquida que será utilizada na produção (MEINERZ, 2001). Jensen et al. (1965) e Nir et al. (1994) confirmam que a melhora na eficiência de digestão e absorção foi devido ao efeito conjunto da temperatura e pressão que podem ter modificado a estrutura dos nutrientes, promovendo rápida ação das enzimas digestivas favorecendo significativamente o aumento da energia metabolizável das dietas, quando submetidas ao tratamento térmico da peletização.

2.8 Vantagens e desvantagens da peletização frente à ração farelada

Muitos fatores estão ligados a alimentação dos suínos, mas sem dúvida a forma com que se deve fornecer as rações é um ponto importantíssimo a ser discutido. Inúmeros estudos relacionados à utilização de rações peletizadas apontam alguns benefícios na produção animal.

Nicholson (1976) afirmou que as rações peletizadas são mais fáceis de serem trabalhadas, fluem mais rapidamente nos comedouros automáticos e evita desperdícios. Gadzirayi (2006) em seu estudo, conclui que as dietas peletizadas reduzem o desperdício em 18% quando comparadas com dietas fareladas, devido a maior agregação das partículas, impedindo a separação dos ingredientes e facilidade do consumo, além disso, promovem redução de contaminação por microrganismos patogênicos, por tratamento térmico no processo da peletização, contribuindo para a diminuição de infecções (NILIPOUR, 1993). Essa adição de temperatura também apresenta efeitos sobre a digestibilidade de alguns nutrientes, somada à ação mecânica do processo, provoca alterações na estrutura dos carboidratos e proteínas, facilitando a digestão (MEURER, 2008).

No entanto, as rações peletizadas também apresentam algumas desvantagens, a principal é o aumento significativo no custo de produção, aquisição de uma peletizadora, maior gasto de energia elétrica e o aumento no tempo de processamento das rações (TOLEDO, 2001). Além

A ocorrência do aparecimento de casos de lesões com úlcera gastrointestinais, estão ligadas ao fornecimento de rações peletizadas e a granulometria das partículas, desencadeando problemas no desempenho zootécnico dos suínos, prejudicando a absorção dos nutrientes e redução de bem-estar (NIELSEN, 2000).

3. Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido em etapas, sendo a primeira delas a utilização de um método padrão de revisão sistemática e após uma meta-análise.

A busca pelos artigos foi realizada em diferentes bancos de dados digitais (PubMed, Scopus e Web of Science), utilizando palavras chaves em inglês, seguindo o método PICO (pig OR pigs OR swine) AND (mash vs. pellets OR “feed form” OR “mash” OR “pelleted” OR “pelleting” OR “pellet”) AND (performance OR “average daily gain” OR ADG “feed intake” OR ADFI OR “feed conversion” OR “FC” OR “feed efficiency” OR FE OR carcass OR “carcass traits” OR “carcass yield”). Somente foram selecionados estudos que compararam dietas peletizadas e fareladas sobre o desempenho de suínos em fase de crescimento ou terminação. Os estudos passaram por seleção de título, resumo e texto completo, sendo avaliados a partir dos critérios de seleção pré-determinados. Para serem selecionados, os artigos deveriam, obrigatoriamente ter avaliação experimental *in vivo* comparando dietas fareladas e peletizadas; ter suínos na fase de crescimento e/ou terminação; apresentar os resultados de desempenho zootécnico (CR, GP e CA), e/ou características de carcaças rendimento de carcaça (RC), porcentagem de carne magra (%CM) e espessura toucinho (ET); serem artigos completos publicados em periódicos científicos em bases indexadas no formato digital nos idiomas português, inglês e espanhol; terem formulações isonutritivas; ter sido dado às rações o mesmo tratamento e forma de entrega aos animais; não ter havido desafio sanitário e ter ingredientes contaminados ou de baixa qualidade.

Os artigos selecionados foram avaliados quanto à sua qualidade e significância, considerando os objetivos do trabalho. Todas as remoções foram registradas no fluxograma PRISMA. As referências bibliográficas listadas nas publicações selecionadas também foram revisadas, a fim de buscar estudos que, por algum motivo, não estavam presentes nas pesquisas nas bases indexadoras. Se encontrados outros estudos com a temática proposta na revisão sistemática, esses artigos foram avaliados seguindo os mesmos critérios utilizados na etapa anterior e sua inclusão também foi registrada no fluxograma PRISMA. Desta forma, a utilização da metodologia de revisão sistemática com posterior meta-análise, possibilitou formar um conjunto de publicações e assim contabilizar os artigos selecionados e visualizar os principais resultados, sendo possível desta maneira comparar resultados.

4.1 Construção do banco de dados

As informações retiradas dos artigos selecionados relacionadas ao modelo teórico proposto e outras variáveis adicionais foram transferidas para uma planilha eletrônica. Cada linha da planilha representou um tratamento e cada coluna uma variável. Informações relativas ao objetivo do estudo (desempenho zootécnico) e outras variáveis (forma de arraçoamento, tamanho de lote e sexo dos animais, tipo de comedouro, característica do pelete), foram incluídas no banco de dados em planilha do *Microsoft Excel 2016*, para serem consideradas para posterior análise gráfica e descrição completa dos estudos disponíveis na área de pesquisa. Códigos foram utilizados como critérios de agrupamento qualitativos nos modelos analíticos. Neste item, os códigos principais foram aplicados para a identificação de cada artigo. Outras codificações foram utilizadas como variáveis de ajuste nas análises, com o objetivo de considerar a variabilidade dos estudos compilados (efeito do estudo, efeitos inter e intra-estudo).

4.2 Meta-análise

Os estudos inseridos na base de dados foram codificados através de um número sequencial de acordo com o seu ano de publicação. As variáveis que avaliam os parâmetros CR; GP; CA; RC; ET; %CM foram relativizadas de acordo com o respectivo tratamento controle presente em cada estudo e expressas como porcentagem de variação entre os resultados. Este procedimento é adotado para

reduzir consideravelmente o efeito da variação entre experimentos presentes no banco de dados. Definiu-se como ração controle a ração farelada.

Foram realizadas análises exploratórias para compreender melhor o banco de dados. Primeiro, análises gráficas foram utilizadas para observar a coerência biológica dos dados e para obter uma visão geral da consistência e heterogeneidade. Todos os tratamentos dos estudos incluídos na revisão foram incluídos nas análises gráficas. Após, uma análise de variância-covariância foi realizada para comparar os tratamentos de acordo com os grupos estabelecidos previamente: idade; sexo; linhagem; ano de publicação e rações farelada e peletizada. O código do estudo foi inserido no modelo como covariável e com efeito aleatório. A variação entre os tratamentos foi considerada efeito fixo no modelo. As possíveis diferenças entre médias foram comparadas através do teste de Tukey à 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Minitab 21.

5. Resultados e discussão

5.1 Revisão da revisão sistemática

A base de dados foi composta por 37 artigos publicados a partir de 1973, contendo 42 experimentos, totalizando 16.496 suínos em fase de crescimento e terminação. O fato de haver mais experimentos em relação ao número de artigos publicados se deu pelo fato de alguns artigos terem apresentado mais de um experimento em seu estudo. Foi observada maior frequência de lotes mistos (73%), seguida de machos. Porém, 51% dos trabalhos com machos não indicaram se esses machos eram castrados ou não. A falta dessa informação é prejudicial para as discussões na diferença de deposição de gordura na carcaça. Suínos inteiros apresentam carcaças mais magras, no entanto, possui baixa qualidade da carne, pela presença do odor causado pelo hormônio androsterona circulante na corrente sanguínea que se acumula no tecido adiposo (BONNEAU, 1998). As linhagens mais utilizadas nos artigos estão apresentadas na Figura 7. Essa dados não serão incluindo nos modelos matemáticos, devido ao fato de haver grande variação nos anos de publicação e modificações na genética dos suínos comerciais. Por outro lado, a descrição “comercial” foi adotada pela maioria dos autores, sem mais informações de quais genéticas compõem a linhagem comercial.

A Figura 8 demonstra os dados de rendimento e características de carcaça dos suínos apresentados nos artigos incluídos na revisão, dos quais, o rendimento de carcaça foi analisado em 59% dos estudos e as características mais apresentadas foram de espessura de toucinho (56%), e percentagem de carne magra (39%).

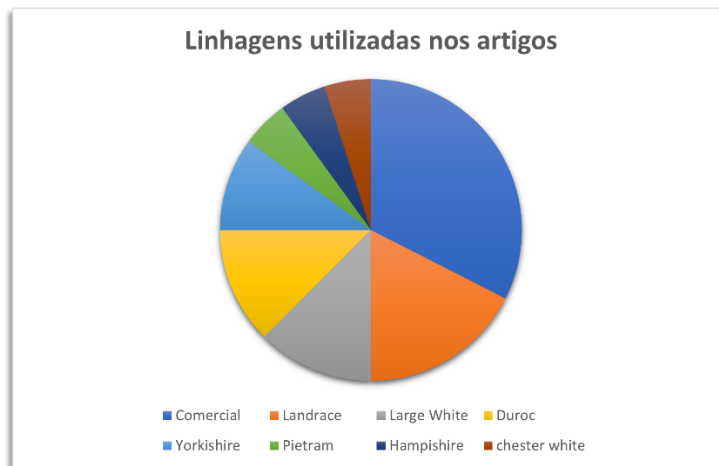


Figura 7 - Linhagens dos cruzamentos citados nos artigos
Fonte: Autor

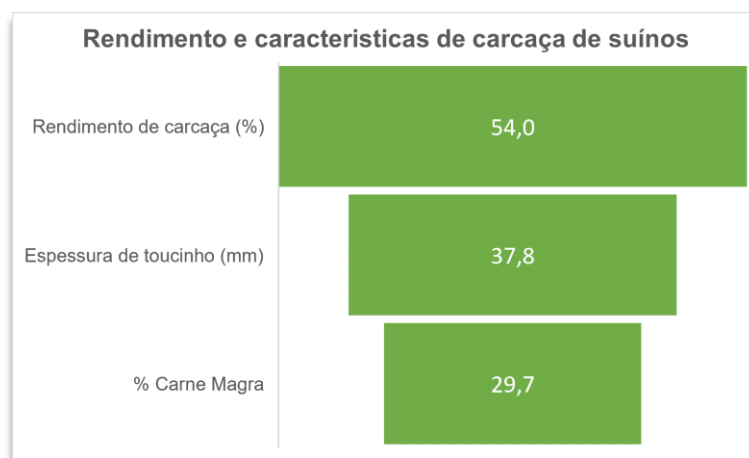


Figura 8 - Rendimento e características de carcaça de suínos estudos nos artigos
Fonte: Autor

O diagrama de fluxo prisma apresenta as etapas de exclusão dos artigos. De um total 931 artigos, a exclusão pelo título e resumo eliminou 402 trabalhos por estarem fora do escopo do estudo, e não comparem rações peletizadas e fareladas em sua metodologia. A seleção por texto completo eliminou 60 artigos por não apresentarem suínos em crescimento e/ou terminação. Muitos autores que estudaram a comparação de formas físicas de dietas trabalharam com a fase de creche. Setenta artigos foram desqualificados por incluírem desafio sanitário ou porque compararam peletes de má

qualidade. Por fim, 156 não foram selecionados por estudarem diferentes tratamentos entre as rações, como por exemplo, rações fareladas vs rações peletizadas e peletizadas expandidas. Restaram 37 estudos que foram incluídos na revisão sistemática por atenderem os critérios de seleção (Figura 8).

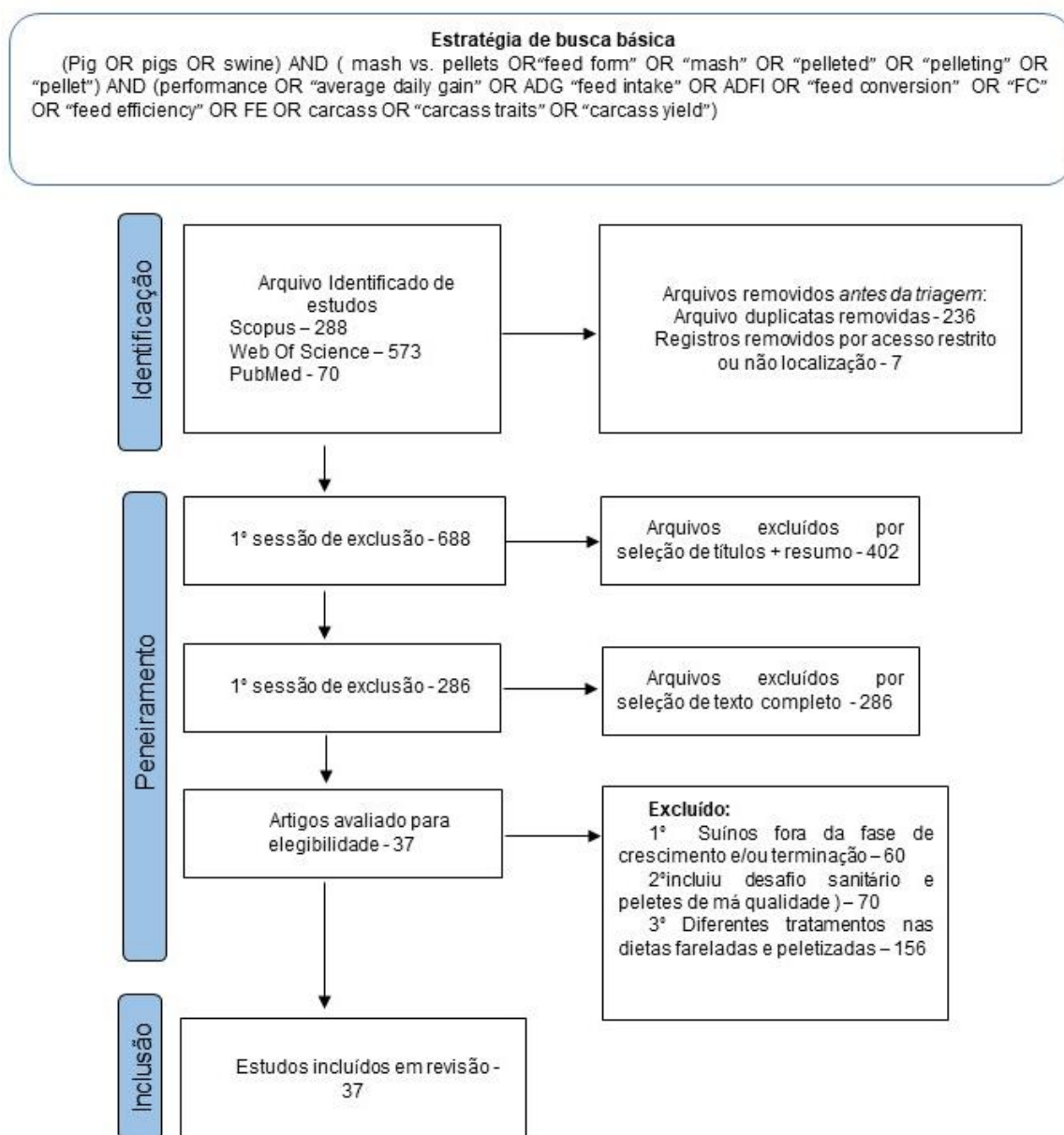


Figura 9 - Diagrama de fluxo PRISMA descrevendo o processo de identificação dos estudos sobre rações peletizadas vs farelada sobre o desempenho e rendimentos de suínos

Fonte: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. O comunicado do PRISMA 2020: uma diretriz atualizada para relatórios de revisões sistemáticas. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

Os estudos que compõem a base de dados foram registrados em planilha eletrônica, na qual as variáveis de interesse foram tabuladas e comparadas. Códigos foram criados para identificar cada trabalho (Tabela 3).

Tabela 3 – Apresentação dos dados dos artigos: nome do autor, peso vivo, variáveis analisadas

| Cód | Referência | | Peso vivo médio, kg | | Variáveis analisadas | | | | | | |
|-----|-----------------|------|---------------------|-------|----------------------|----|----|----|----|----|-----|
| | Primeiro Autor | Ano | Inicial | Final | CR | GR | CA | EA | RC | ET | %CM |
| 1 | D. M. Baird | 1973 | 15 | 99,6 | * | * | * | | * | * | |
| 2 | R. R. Grandhii | 1979 | 26,1 | 100 | * | * | * | | | | |
| 3 | R. Narendran | 1979 | 23 | 91 | * | * | * | | | * | |
| 4 | D. C. Patterson | 1989 | 32,8 | 87,7 | * | * | * | | * | * | |
| 5 | N. Walker | 1989 | 36 | 88 | * | * | * | | * | * | |
| 6 | D. C. Patterson | 1990 | 32,8 | 87,7 | * | * | | | | * | |
| 7 | K. J. Wondra | 1995 | 55,2 | 113 | * | * | | * | * | | |
| 8 | K. J. Wondra | 1995 | 67,3 | 113 | * | * | * | | | | |
| 9 | B. J. Chae | 1997 | 22,2 | 90 | * | * | * | | | | * |
| 10 | J. V. Ginste | 1998 | 20 | 100 | * | * | * | | | | |
| 11 | S. I. Johston | 1999 | 54 | 115 | * | * | | * | | | |
| 12 | J. V. O'doherty | 2000 | 30,2 | 87,5 | * | * | * | | * | * | |
| 13 | S. Yang | 2001 | 23,3 | 59,8 | * | * | * | | * | * | |
| 14 | H. R. Williams | 2021 | 53 | 85,5 | * | * | | | * | * | * |
| 15 | S. Döll | 2007 | 27 | 111 | * | * | * | | | | |
| 16 | M. L Gall | 2009 | 62 | 110 | * | * | | | | | |
| 17 | A. J Meys | 2013 | 46,8 | 123,1 | * | * | | * | * | * | |
| 18 | A. K. Mößeler | 2014 | 13,6 | 47,2 | * | * | | * | | | |
| 19 | J. E. Nemechek | 2015 | 49,7 | 126,7 | * | * | | * | * | | |
| 20 | M. E. E. Ball | 2015 | 41,5 | 104,6 | * | * | * | | * | | |
| 21 | C. B. Paulk | 2015 | 40,3 | 127 | * | * | | | * | * | * |
| 22 | W. Liermann | 2015 | 23,8 | 120 | * | * | * | | * | | * |
| 23 | J. E. Nemechek | 2015 | 78,3 | 104,3 | * | * | | * | | | |
| 24 | J. E. Nemechek | 2016 | 34,4 | 120,7 | * | * | | * | * | | * |
| 25 | M. F. Overholt | 2016 | 25,8 | 111,2 | | | | | | | * |
| 26 | J. Longpré | 2016 | | | * | * | * | | | | |
| 27 | C. B Paulk | 2016 | 60,2 | 121,5 | * | * | | * | * | * | * |
| 28 | M. F. Overholt | 2016 | 25,8 | 87,4 | * | * | | * | * | | * |
| 29 | J. A. De Jong | 2016 | 31,5 | 135,6 | * | * | | * | * | * | * |
| 30 | I. Z. Yuzhi | 2017 | 21,4 | 59,4 | * | * | | * | | | |
| 31 | D. A. Rodriguez | 2018 | 23 | 91 | * | * | | * | | | |
| 32 | M. G. Cappai | 2020 | 8,4 | 40 | * | * | * | | | | |
| 33 | F. M. O'Meara | 2020 | 32,7 | 100 | * | * | | * | * | * | * |
| 34 | L. M. Almeida | 2021 | 46,9 | 134,7 | * | * | * | | | | |
| 35 | D. A. Rodriguez | 2021 | 27,2 | 116,3 | * | * | | * | * | | * |
| 36 | Y. Y. Jo | 2021 | 22,6 | 100,9 | * | * | | * | * | * | |
| 37 | L. Faucitano | 2006 | 63 | 116 | | | | | * | | |

Fonte: Autor

A Tabela 4, foi construída para avaliar a qualidade de informações incluídas nos artigos. Os critérios dessa tabela foram escolhidos como características importantes

na avaliação de diferentes formas físicas das rações sobre o desempenho e rendimento de suínos.

Tabela 4 - Critérios de avaliação de qualidade de artigo

| Código | A | B | C | D | E | F | G | H | Total |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 11 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 12 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 13 |
| 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 12 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 10 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 10 |
| 7 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 15 |
| 8 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 13 |
| 9 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 11 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| 11 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 12 |
| 13 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 12 |
| 14 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| 15 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| 16 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| 17 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 11 |
| 19 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| 20 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| 21 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 13 |
| 23 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 12 |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 11 |
| 26 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 12 |
| 27 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 13 |
| 28 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 13 |
| 29 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 11 |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 10 |

| | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 32 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 15 |
| 33 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 13 |
| 34 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| 35 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 11 |
| 36 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 13 |
| 37 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 11 |

Legenda: A, Estudo randomizado com 2 pontos, e 1 para não-randomizados ou que não ficou claro no texto. B: Realizou consumo pareado nos tratamentos pontua com 2 e não realizou o consumo pareado pontua com 1. C: Apresentou tamanho do pelete pontua com 2, não apresentou essa informação pontua com 1. D: Apresentou características de tamanho de baia (animal/baia; metragem da baia) pontua com 2 e não apresentou essas informações pontua com 1. E: Apresentou característica de produção do pelete pontua com 2, não apresentou tais informações pontua com 1. F: Tipo de comedouro: apresentou essa informação pontua com 2 e não apresentou pontua com 1. G: Tamanho amostral: pontua com 2, não apresentou pontua com 1 ponto. H: Porcentagem de fino e/ou durabilidade, pontua 2, não apresentou pontua 1.

Fonte: Autor

O item “A” avalia se os estudos foram randomizados; essa metodologia traz a garantia que os indivíduos estão vulneráveis apenas para os efeitos da interação contra o controle, para o qual, há obrigatoriedade de semelhança entre os indivíduos pela idade, sexo, linhagem, alojamento e condições de manejo controlado. No entanto, a aleatoriedade da distribuição dos tratamentos nos indivíduos deve ser respeitada (FERREIRA, 2016). Deste modo, o efeito forma física de ração será mais confiável. No entanto, somente 35% dos estudos trouxeram a informação da randomização dos tratamentos.

A segunda variável observada “B”, foi a uniformização do consumo, através do pareamento da quantidade de ração entre os tratamentos. Isso possibilitaria isolar somente as alterações causadas pela forma física das rações, sem a interferência do consumo, que poderia ser maior em algum dos tratamentos testados. Como consumo define ganho e conversão, ambos os grupos deveriam ingerir a mesma quantidade de ração (MEINERZ, 2001), para garantir que as diferenças observadas não sejam devido a diferentes consumos. Não foram encontrados trabalhos que utilizaram essa metodologia nessa revisão; o consumo foi sempre *ad libitum* (70%).

O tamanho do pelete (C) foi informado em 57% dos estudos; essa variável pode causar efeitos sobre a CR e por consequência o GP, e as recomendações são

variadas conforme a fase de crescimento do animal (SOUZA, 2022). Luce et al. (1973) encontraram diferença nos resultados de desempenho de suínos em crescimento alimentados com pelete de 4,8mm e 9,5mm, e concluíram que os animais consumiram mais quando foram oferecidos peletes de 4,8mm.

Menos da metade dos autores trouxe a informação completa das características do processo de produção de peletes (temperatura, umidade e pressão), o que impede o detalhamento dos fatores de qualidade do processamento e apenas 13,5% dos estudos indicaram os PDI e FOD dos peletes utilizados. A menor quantidade de FOD nos comedouros e PDI entre 90 e 95%, são capazes de melhorar os resultados de desempenho dos animais. A baixa qualidade do pelete anula os benefícios da peletização, e causa prejuízos econômicos no sistema de produção, pelo alto aumento do custo de fabricação das rações peletizadas. Essas pontuações estão inseridas nos itens “D” e “H” da Tabela 4, diminuindo a pontuação de muitos artigos e mostrando falhas metodológicas, inviabilizando a comparação entre formas físicas de dietas.

Alguns fatores podem afetar diretamente o CR, causando severa depressão no desempenho dos animais como o tamanho amostral, as características de baia e a densidade populacional, relacionados no item (D). Lotes grandes ou baias pequenas promovem restrição de espaço e a competição por comedouros, assim afetando o consumo (STREET, GONYOU. 2008). Dentre os estudos que compõem essa revisão, somente 32% mencionaram a densidade da baia e 43% mencionaram a metragem da baia e a quantidade de suínos por baia, impossibilitando que na maioria das vezes, o leitor calcule a densidade.

Os tipos de comedouros e a quantidade de orifícios disponíveis para alimentação dos animais são fatores importantes para determinar a compatibilidade do comedouro com a ração que será inserida e para evitar que o desperdício seja confundido com o CR (EUKEN, 2012). A maioria dos estudos (70%) informou o tipo de comedouro, nos quais, 456% eram de comedouros automáticos, de liberação à vontade para ambas as rações, 52% dos artigos tinham comedouros com apenas um orifício de alimentação e 68% dos artigos mencionaram a quantidade de comedouro/baia, com a maioria de apenas um. A falta da informação da densidade populacional e o fato da forma de arraçoamento ser *ad libitum* em todos os tratamentos torna as metodologias injustas para comparar as rações fareladas com as peletizadas.

No balanço da avaliação dos artigos, 62% se mantiveram acima da média (12 pontos), quando comparados os critérios. No entanto, a avaliação individual dos fatores importantes para comparar as diferentes formas de ração não estavam presentes.

A Figura 10 apresenta a frequência de publicação dos artigos que abordaram esse tema em revistas científicas online.

| Revistas | Artigos (%) |
|--|--------------------|
| Animal | 2,7 |
| Animal Bioscience | 2,7 |
| Animal Feed Science and Technology | 13,5 |
| Animal Nutrition | 2,7 |
| Asian-Australasian Journal Animal Sciences | 5,4 |
| Frontiers in Veterinary Science | 2,7 |
| Journal of Animal Science | 43,2 |
| Journal of swine health and production | 2,7 |
| Journal of the Science of Food Agriculture | 2,7 |
| Livestock Production Science | 2,7 |
| Livestock Science | 9,0 |
| Meat science | 5,6 |

Figura 10 - Revistas e porcentagem de publicação dos artigos
Fonte: Autor

A Figura 11 que demonstra a distribuição dos artigos pelos países, mostra que a maior concentração de publicações está na América do Norte, liderada pelo EUA, seguida do Canadá.

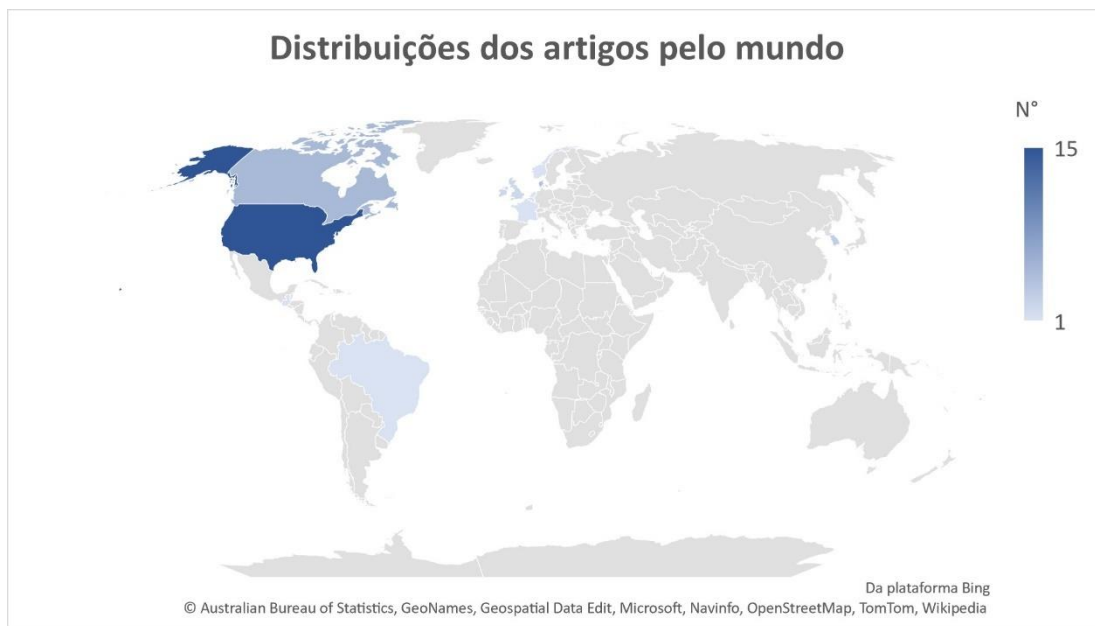


Figura 11 - Distribuição dos artigos por país
 Fonte: Autor

5.2 Resultados da meta-análise

As Figuras 12, 13, e 14 apresentam as análises gráficas dos resultados de desempenho contidos nos estudos. Observamos que ocorreu variação do CR entre os estudos, comparando as rações fareladas (controle) e peletizadas, podendo observar menor CR para o tratamento peletizada. Muitas vezes as rações fareladas estão mais suscetíveis ao desperdício, pelo hábito alimentar dos animais, dificuldade de apreensão do alimento e manejo na granja. Deste modo, a perda de ração pode ser facilmente confundida com consumo. Em relação ao GPD observamos que há distribuição relativamente uniforme entre os tratamentos, no entanto, a CA se manteve melhor nos grupos que receberam ração peletizada. A Tabela 5 demonstra os resultados da ANOVA, no qual o CR não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos farelada e peletizada. Porém, apresentam diferença estatísticas para o GP e a CA ($P < 0,05$). Os resultados de rendimento e características de carcaça não apresentaram diferença estatísticas entre os tratamentos (Tabela 6).

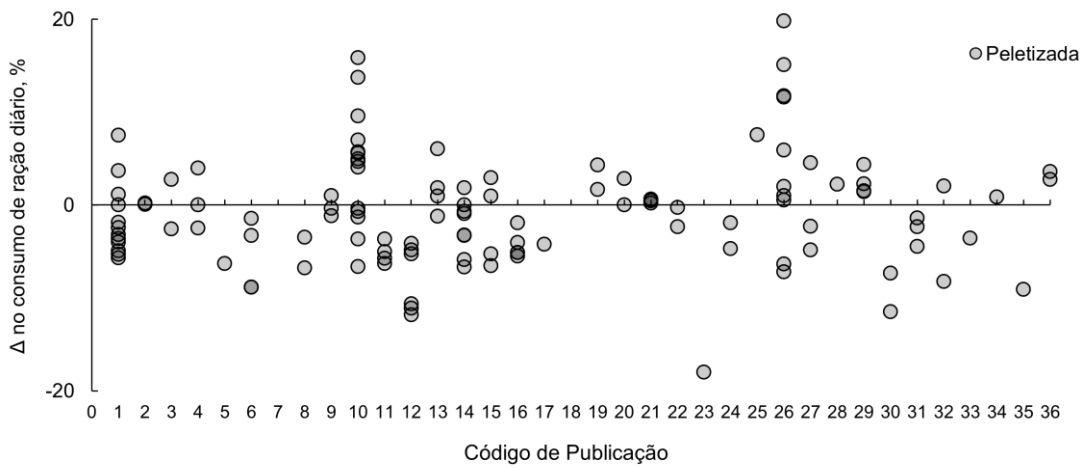


Figura 12 - Variação no consumo de ração diária de suínos alimentados com ração peletizada relativizadas de acordo com o respectivo tratamento controle
 Fonte: Autor

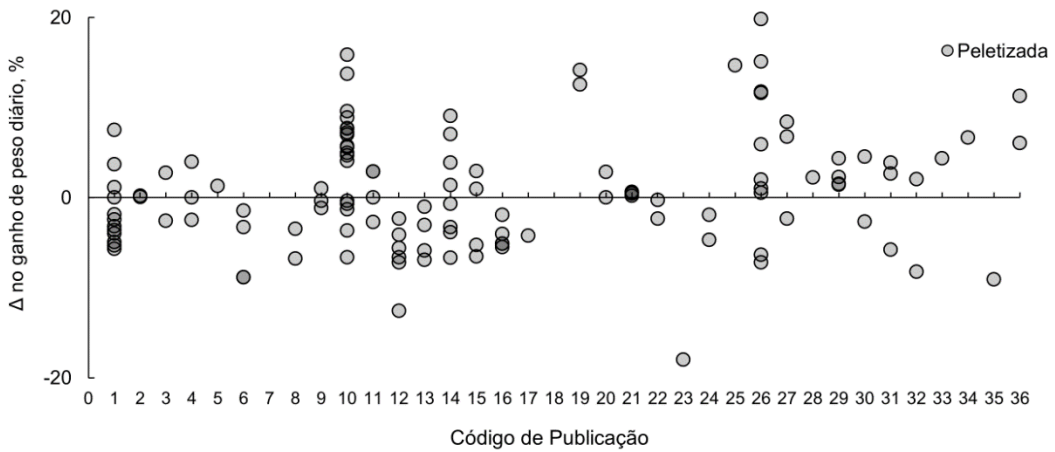


Figura 13 - Variação no ganho de peso diário de suínos alimentados com ração peletizada relativizadas de acordo com o respectivo tratamento controle
 Fonte: Autor

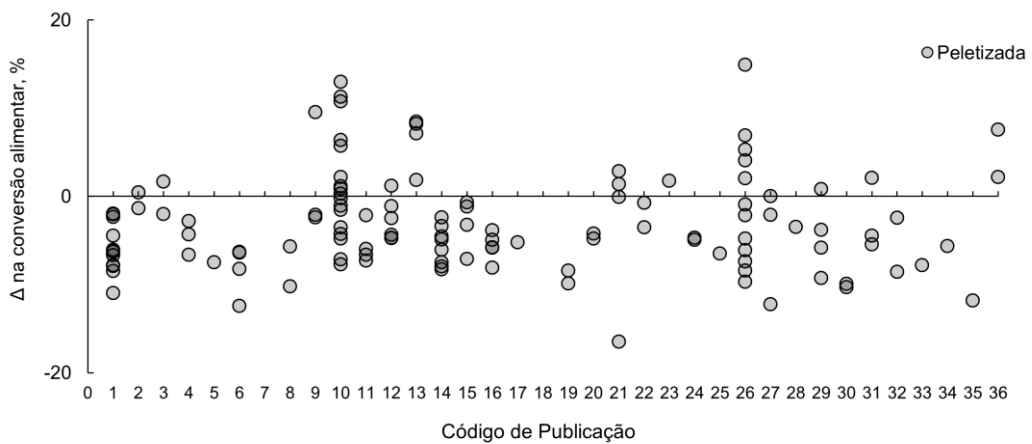


Figura 14 - Variação na conversão alimentar de suínos alimentados com ração peletizada relativizadas de acordo com o respectivo tratamento controle
 Fonte: Autor

Tabela 5 - Resultados de desempenho de suínos alimentados com rações fareladas e peletizadas

| Variáveis | Formato | | |
|---------------------------------|------------|------------|---------|
| | Farelada | Peletizada | P-valor |
| Consumo de ração diário, kg/dia | 2,49±0,512 | 2,46±0,515 | 0,576 |
| Ganho de peso diário, g/dia | 0,91±0,139 | 0,94±0,161 | 0,013 |
| Conversão Alimentar, kg/kg | 2,71±0,417 | 2,62±0,375 | 0,018 |

P-valor (P<0,05);
 Respostas: CR, GPD, CA;
 Fator: Tratamento (Farelada vs Peletizada)
 covariável: código do artigo e consumo de ração
 Fonte: Autor

Tabela 6 – Resultados de rendimento e características de carcaça de suínos alimentados com rações fareladas e peletizadas

| Variáveis | Formato | | |
|----------------------------|-------------|-------------|---------|
| | Farelada | Peletizada | P-valor |
| Rendimento de carcaça, % | 74,85±4,810 | 74,81±5,943 | 0,966 |
| Espessura de toucinho, mm | 18,20±7,44 | 18,25±7,22 | 0,980 |
| Carne magra, % | 52,02±11,31 | 51,90±11,13 | 0,957 |
| Peso da carcaça quente, kg | 93,79±5,12 | 95,61±5,23 | 0,156 |

P-valor (P<0,05);
 Respostas: rendimento de carcaça; espessura de toucinho; carne magra; peso de carcaça quente.
 Fator: Tratamento (Farelada vs Peletizada)
 covariável: código do artigo e consumo de ração
 Fonte: Autor

5.1 Revisão da meta-análise

O CR não diferiu entre os tratamentos (P>0,05). Porém, houve diferença estatística para o GP e a CA (P<0,05). Esperávamos que os suínos alimentados com rações fareladas apresentassem maior CR, quando comparados com os que comeram rações peletizadas. Muitas vezes as rações fareladas estão mais suscetíveis ao desperdício, pelo hábito alimentar dos animais, dificuldade de apreensão do alimento e manejo na granja. Deste modo, o desperdício de ração pode ser facilmente confundido com consumo. Autores incluídos nessa revisão que apresentam resultados similares discutiram em suas conclusões que a mínima porcentagem de finos presente na dieta peletizadas dos animais pode ser favorável para melhora no GP e CA. Nemechek (2015) observou melhorias de aproximadamente 5% na eficiência alimentar e no ganho de peso em suínos alimentados com peletes de boa qualidade, que apresentam menos de 10% de finos, quando comparados as rações

peletizadas com 25% e 50% de finos e rações fareladas. Wondra (1995) e De Jong (2013) relataram melhorias semelhantes de 7 e 6%, respectivamente, para os suínos em terminação que foram alimentados com dietas peletizadas com baixa porcentagem de finos em comparação a rações fareladas. Essa correlação entre a melhora no desempenho sem alterar o CR e a porcentagem de finos das rações não pode ser analisada devido ao fato de poucos estudos informarem a quantidade de finos das rações. No entanto, sabe-se que rações experimentais são feitas com mais cuidado e muitas vezes são peneirada para a retirada dos finos antes de serem oferecidas aos animais. Meinerz et al. (2001) peneiraram as rações peletizadas em peneira de malha 3 mm, de forma que somente peletes íntegros fossem ofertados aos animais, evitando interferência da quantidade de finos no desempenho animal.

Outro fator que pode melhorar o GP é o aumento da EM causada pelo processo térmico da peletização. Rodriguez et al. (2021) observaram melhoras de aproximadamente 5%) no GP e CA em suínos alimentados com rações peletizadas, justificando que pode ser resultado do aumento da digestibilidade de amido e aminoácidos. Rojas (2016) avaliou a EM em diferentes formas físicas de dietas e processamentos e observou que rações fareladas apresentam menor EM do que rações que foram processadas após a mistura (peletização e expansão). Se a temperatura utilizada no processo de peletização ultrapassar 72°C, a gelatinização do amido no milho já poderia promover benefícios na digestibilidade (Tabela 2). No entanto, essa afirmação é controversa. Almeida et al (2021) afirmam que só a peletização não é capaz de causar alterações estruturais nas dietas peletizadas.

6. Conclusão

Foi possível concluir com essa revisão que as principais características necessárias para se realizar uma comparação correta sob o ponto de vista metodológico entre rações peletizadas e fareladas no que diz respeito a desempenho e rendimento de carcaça de suínos não foram consideradas em todos os estudos analisados. Com a meta-análise dos estudos compilados concluiu-se que suínos alimentados com rações peletizadas apresentaram melhor CA e maior GP quando comparados com aqueles que receberam rações fareladas, porém, não diferiram estatisticamente no CR, no rendimento de carcaça e em suas características. Os fatores que envolvem esses resultados ainda não são bem compreendidos, já que há falta de dados confiáveis

apresentados na revisão. E Há necessidade de mais estudos na área que utilizem a metodologia ideal para avaliar o efeito de diferentes formas físicas de rações sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação.

7. Referencias

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

AMERAH, A. M., RAVINDRAN, V., LENTLE, R. G., & THOMAS, D. G. (2007). Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. **World's Poultry Science Journal**, 63(03), 439-455.

ARAÚJO, W. M. C.; MONTEBELLO, N. P.; BOTELHO, R. B. A.; BORGIO, L. A. **Alquimia dos alimentos**. Brasília: Editora Senac, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. 2014. Produção de Suínos, Teoria e Prática. 1ª Edição. Brasília DF

BAIRD, D. M. Influence of pelleting swine diets on metabolizable energy, growth and carcass characteristics . **JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE**,, Nebrasch, v. 36, n. 3, p. 516-521, jan./1973.

BELLAVER, C. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. Comunicado Técnico **EMBRAPA** – Suíno e Aves. 2000p. 1-18.

CHAE, B. J.. Effects of Feed Processing and Feeding Methods on Growth and Carcass Traits for Growing-Finishing Pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Korea, v. 10, n. 2, p. 164-169, jan./1997.

D, Rodriguez. Growth performance and carcass quality are not different between pigs fed diets containing cold-fermented low-oil DDGS and pigs fed conventional DDGS, but pelleting improves gain to feed ratio regardless of source of DDGS. **Journal of Animal Science**, USA, v. 99, n. 1, p. 1-8, mai./2021.

DOLL. Practically relevant concentrations of deoxynivalenol in diets for growing-finishing pigs offered as mash or pellets. **Archives of Animal Nutrition**, Germany, v. 61, n. 4, p. 247-265, abr./2007.

DOZIER, W. A. Pelet de calidad para obtener carne de ave más economica. *Alim. Balanc. Anim.*, v. 8, p.16-19, 2001.

DURAN, D. Vantagens da peletização de rações na nutrição de suínos. **Suinocultura Industrial**, São Paulo, 24 maio 2017.

FAHRENHOLZ, A.C., 2012. Evaluating Factors Affecting Pellet Durability and Energy Consumption in a Pilot Feed Mill and Comparing Methods for Evaluating Pellet Durability. Ph.D. **Thesis. Kansas State University**, USA

FALK, D. Feed Manufacturing Technology III. Arlington: **AFIA**, 1985.

FAUCITANO, L. Effect of feed texture, meal frequency and pre-slaughter fasting on carcass and meat quality, and urinary cortisol in pigs. **Meat Science**, France, v. 74, n. 1, p. 697-703, mai./2006.

FERREIRA, R.A. Suinocultura: **Manual Prático de Criação de Suínos**. Editora Aprenda Fácil. Viçosa, MG. 2017. 2ª edição. 442p.

FERRAZ. **O Processo de Resfriamento das Rações Peletizadas | Portal R2S**. Disponível em: <https://www.ferrazmaquinas.com.br/conteudo/o-processo-de-resfriamento-das-racoes-peletizadas-portal-r2s.html>. Acesso em: 15 ago. 2022

FRANKE, M., Rey, A., 2006. Buhler, AG, Uzwil, Switzerland, improving pellet quality and efficiency. **Feed Tech** 10 (3).

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; DAHLKE, F.; SANTOS, F.R.; BARBOSA, N.A.A. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.73-78, 2008.

FROETSCHNER, J. Conditioning controls pellet quality. *Feed Tech*, v. 10, n. 6, 2006.

GALL, M. Le. Influence of dietary fibre level and pelleting on the digestibility of energy and nutrients in growing pigs and adult sows. **Animal**, Brasil, v. 3, n. 3, p. 352-359, nov./2009.

GINSTE, J. Vande. Expansion and pelleting of starter, grower and finisher diets for pigs: effects on nitrogen retention, ileal and total tract digestibility of protein, phosphorus and calcium and in vitro protein quality. **Animal Feed Science and Technology**, Belgium, v. 72, n. 1, p. 303-314, nov./1998.

GRANDHILL, R. R.. Effects on performance of pigs fed steam-pelleted rapeseed meal diets. **Can. J. Anim. Sci**, CANADA, v. 59, n. 1, p. 323-326, mar./1979.

HECK, Augusto. Fatores que influenciam o desenvolvimento dos leitões na recria e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, BRASIL, v. 37, n. 1, p. 211-218, jan./2009.

JENSEN, A.H., Becker, D.E., 1965. Effect of pelleting diets and dietary components on the performance of young pigs. **J. Anim. Sci.** 24, 392-397.

JO, Yun Yeong. Effects of feed form and particle size on growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and gastric health in growing-finishing pigs. **Anim Biosci**, Korea, v. 34, n. 6, p. 1061-1069, jun./2021.

JOHNSTON. Effects of conditioners (Standart, Long-Term and Expander) on Pellet Quality and Growth Performance in Nursey and Finishing Pigs. **Journal Animal Science**, USA, v. 5, n. 1, p. 558-564, jan./1999.

JONG, J. A. D. Effects of wheat source and particle size in meal and pelleted diets on finishing pig growth performance, carcass characteristics, and nutrient digestibility. **Journal Animal Science**, Kansas, v. 94, n. 1, p. 3303-3311, ago./2016.

KEITH. Factors influencing pellet quality. **Feed Tech**, usa, v. 5, n. 4, p. 1-5, jan./2001.

KENNY, M.; ROLLINS D. **A Qualidade Física da Ração**. Aviagen Brasil Tecnologia. Informativo Técnico. 2008

LABBÉ, Rodrigo. Effect of feedstock particle size distribution and feedstock moisture content on pellet production efficiency, pellet quality, transport and combustion emissions. **Fuel**, Germany, v. 263, n. 1, p. 116662-116662, nov./2020.

LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; ROCHA, J. S. R.; LANA, A. M. Q.; CANÇADO, S. V.; FONTES, D. O.; LEITE, R. S. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 970-978, 2008.

LIERMANN, Wendy. Effects of particle size and hydro-thermal treatment of feed on performance and stomach health in fattening pigs. **Archives of Animal Nutrition**, USA, v. 69, n. 1, p. 455-472, ago./2015.

LÓPEZ, C. A. A.; BAIÃO, N. C.; LARA, L. J. C.; RODRIGUEZ, N. M.; CANÇADO, S. V. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 1006-1013, 1993.

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

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. Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

MEINERZ, C.; RIBEIRO, A. M. L.; PENZ JR., A. M.; KESSLER, A. M. Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 2026- 2032, 2001.

MEURER, R.P.; FÁVERO, A.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A. Avaliação de rações peletizadas para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**; 13(3): 229-240; 2008

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

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

MURAMATSU, K. **Aplicação de modelagem preditiva no processo de peletização de rações para frangos de corte**. Programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2013

NARENDRAH; R. EFFECTS OF STEAM PELLETING DMTS CONTAINING TWO VARIETIES OF RAPESEED MEAL ON PIG PERFORMANCE. **J. Anim. Sci.**, Canada, v. 59, n. 1, p. 577-583, mar./1979.

NEMECHEK, J. E.. Effects of diet form and type on growth performance, carcass yield, and iodine value of finishing pigs. **JOURNAL ANIMAL SCIENCE**, Manhattan, v. 93, n. 1, p. 4486-4499, jul./2015.

NEMECHEK, J.e.. Effects of diet form and corn particle size on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, USA, v. 214, n. 1, p. 136-141, fev./2016.

NICHOLSON, R.C. Cubing and pelleting. *Pig. Famg.*, London, 24(5):95, 1976

NIELSEN, E.k.. Effect of cereal type, disintegration method and pelleting on stomach content, weight and ulcers and performance in growing pigs. **Livestock Production Science**, Denmark, v. 66, n. 1, p. 271-282, jan./2000.

NILIPOUR, A. Produciendo Pelets de Calidad. **Indústria Avícola**, v.41, n.2, p.28-30, 1994.

NIR, I., SHEFET, Y., ARONI, G. Effect of particle size on performance. I. corn. **Poultry Science**, v.73, p.45-49, 1994.

O'DOHERTY, Jv. The effect of expander processing and pelleting on the nutritive value of feed for growing and finishing pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Ireland, v. 81, n. 1, p. 135-141, set./2000.

O'MEARA, Fiona M. The effect of feed form and delivery method on feed microbiology and growth performance in grow-finisher pigs . **Journal of Animal Science**, usa, v. 98, n. 3, p. 1-10, jan./2020.

OLIVEIRA, A. A., Gomes, A. V. C., Oliveira, G. R., Lima, M. F., Dias, G. E. A., Agostinho, T. S. P., Resende, F. D. S. & Lima, C. A. R. (2011). Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira Zootecnia**, 40, 2450-2455.

OVERHOLT, M. F.. Effects of feeding pelleted diets without or with distillers dried grains with solubles on fresh belly characteristics, fat quality, and commercial bacon slicing yields of finishing pigs. **Journal Animal Science**, USA, v. 94, n. 1, p. 2198-2206, mar./2016.

OVERHOLT, M. F.. Effects of pelleting diets without or with distillers' dried grains with solubles on growth performance, carcass characteristics, and gastrointestinal weights of growing–finishing barrows and gilts. **Journal Animal Science** , USA, v. 94, n. 1, p. 2172-2183, abr./2016.

PATTERSON, D.c.. A Comparison of Various Feeding Systems for Finishing Pigs . **Animal Feed Science and Technology**, Ireland, v. 26, n. 1, p. 251-260, jan./1989.

PATTERSON', D.c.. A comparison of offering meal and pellets to finishing pigs from self-feed hoppers with and without built-in watering . **.Inima/ FcedScmceund Technology**, Ireland, v. 34, n. 01, p. 29-36, abr./1990.

PAULK, C. B.. Effects of feeding cracked corn to nursery and finishing pigs. **Journal Animal Science**, Kansas, v. 93, n. 1, p. 1710-1720, jan./2016.

PAULK, C.b.. Effects of feeding cracked corn to nursery and finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, USA, v. 211, n. 1, p. 132-136, out./2015.

Redação Departamento de Economia e Inteligência de Mercados 333 América Latina, a partir de dados de: | Pork Checkoff | Estados Unidos. <https://porkcheckoff.org/> y | Kansas State University | Estados Unidos. <https://www.k-state.edu/>

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. 141p.

SALEH, A. A. Effect of feeding wheat middlings and calcium lignosulfonate as pellet binders on pellet quality growth performance and lipid peroxidation in broiler chickens. **Veterinary Medicine and Science published**, [s. l.], v. 7, p. 194-203, 1 jan. 2021

SCHMIDT, A. **Revista Científica de Produção Animal**. Efeito do óleo, extraído da soja ou presente no grão de milho, sobre a peletização, v. 21, p. 63-67.

SCHOROIJEN, H. Correct conditioning assures proficient pelleting. **Feed Tech** Volume 9, Number 5. 2005

SCHROEDER, B. Empirical modelling the quality of pelleted feed for broilers and pigs. **Animal Feed Science and Technology**, [s. l.], v. 265, 21 abr. 2020

SOUZA, M. F. D. Revisão de literatura: efeitos da qualidade do pellet nas rações de suínos. **NutriTime**, Brasil, v. 19, n. 3, p. 1-8, mai./2022.

STEFANELLO, thais Bastos. **Efeito de emulsificante sintético na qualidade de pellet, na digestibilidade de nutrientes e no desempenho de frangos de corte**. Orientador: Eduardo Gonçalves Xavie. 2018. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, Pelotas, 2018.

STREET B.R. & Gonyou H.W. 2008. **The Pig Site**. Impact of space allocation in finishing pigs, 3p. Disponível em: Acessado em 08/08/2022.

SUINOCULTURA INDUSTRIAL. **Impacto da peletização sobre o desempenho zootécnico e econômico**. Disponível em: <https://www.suinculturaindustrial.com.br/imprensa/impacto-da-peletizacao-sobre-o-desempenho-zootecnico-e-economico-por-marcio/20130923-110159-s302>. Acesso em: 10 jul. 2022.

Thomas M, van Zuilichem DJ, van der Poel AFB. Physical quality of pelleted animal feed. 2. contribution of processes and its conditions. **Animal Feed Science and Technology** 1997;64(2-4):173-92

USDA: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign Agricultural Service**. USA: PS&D, 2016. Disponível em: [apps.fas.usda/psdonline/app..](https://apps.fas.usda/psdonline/app/) Acesso em: 1 ago. 2022.

VAN, Soest. **Nutritional Ecology of the Ruminant** . 2. ed. USA: Cornell University, 1996. p. 1-122.

VUKMIROVIĆ, Đ. Importance of feed structure (particle size) and feed form (mash vs. pellets) in pig nutrition – A review. **Animal Feed Science and Technology**, [s. l.], v. 233, p. 133-144, 24 jun. 2017

WALKER, N.. A Comparison of Wheat- or Barley-based Diets Given Ad Libitum as Meal or Pellets to Finishing Pigs . **Animal Feed Science and Technology**, BRITAIN, v. 22, n. 1, p. 263-267, abr./1998.

WILLIAMS, Hadley R.. Influence of Enogen Feed corn and conventional yellow dent corn in pelleted or meal-based diets on finishing pig performance and carcass characteristics. **Transl. Anim. Sci**, Kansas, v. 5, n. 1, p. 1-10, jan./2021.

WILLIAMS, Hadley R.. Influence of Enogen Feed corn and conventional yellow dent corn in pelleted or meal-based diets on finishing pig performance and carcass characteristics. **Transl. Anim. Sci.**, USA, v. 5, n. 1, p. 1-10, mai./2021.

WONDRA, K. J.. Effects of Mill Type and Particle Size Uniformity on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Stomach Morphology in Finishing Pigs. **Journal Animal Science** , Manhattan, v. 73, n. 1, p. 2564-2573, jun./1994.

WONDRA, K. J.. Effects of Particle Size and Pelleting on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Stomach Morphology in Finishing Pigs. **Journal of Animal Science**, Manhattan, v. 73, n. 1, p. 757-763, jun./1994.

X Congreso Nacional de Producción Porcina, p. 27–37, 2010.
EUKEN, R. M. Swine Feed Efficiency : Impact of Feeder Design and Management. n. 2011, p. 6–8, 2012.

YANG, J.s. Effect of feeding and processing methods of diets on performance, morphological changes in the small intestine and nutrient digestibility in growing-

finishing pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** , Korea, v. 14, n. 10, p. 1450-1459, jun./2001.

Z, Yuzhi. Determining feeder space allowance across feed forms and water availability in the feeder for growing-finishing pigs. **Journal of Swine Health and Production** , Kanada, v. 25, n. 4, p. 174-182, fev./2017.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVAR, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Comunicado Técnico **EMBRAPA** – Suíno e Aves. CT 215. 1996. p. 1-5.

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