



INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO E SANIDADE ANIMAL
CAMPUS ARAQUARI

USO DE FARELO DE MILHO COMO AGENTE AGLUTINANTE NA PELETIZAÇÃO DE
RAÇÕES

IVAN TONDO

Araquari
2023



IVAN TONDO

**USO DE FARELO DE MILHO COMO AGENTE AGLUTINANTE NA PELETIZAÇÃO DE
RAÇÕES**

**Araquari
2023**



INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO E SANIDADE ANIMAL
CAMPUS ARAQUARI

**USO DE FARELO DE MILHO COMO AGENTE AGLUTINANTE NA PELETIZAÇÃO DE
RAÇÕES**

IVAN TONDO

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari, para obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Produção e Sanidade Animal).

Orientador: Carlos Eduardo Nogueira Martins

Araquari
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

T627u Tondo, Ivan
Uso de farelo de milho como agente aglutinante na
peletização de rações / Ivan Tondo; orientador Carlos
Eduardo Nogueira Martins; coorientadora Vanessa
Peripolli; coorientador Frederico Osório Velasco. --
Araquari, 2023.
42 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, , Araquari, 2023.

Inclui referências.

1. Coprodutos. 2. PDI. 3. Vaca de leite. 4. Milho.
5. Nutrição Animal. I. Martins, Carlos Eduardo
Nogueira, II. Peripolli, Vanessa. III. Velasco,
Frederico Osório. IV. Instituto Federal Catarinense. .
V. Título.


IVAN TONDO

USO DE FARELO DE MILHO COMO AGENTE AGLUTINANTE NA PELETIZAÇÃO DE RAÇÕES

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 20/12/2023


Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **CARLOS EDUARDO NOGUEIRA MARTINS**
Data: 14/02/2024 14:13:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Eduardo Nogueira Martins (Orientador)

Doutor em Produção Animal pela Universidade Federal de Santa Maria - 2011


Instituição de vínculo Instituto Federal Catarinense Campus Araquari.

Documento assinado digitalmente
 **FREDERICO OSORIO VELASCO**
Data: 09/02/2024 10:53:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Frederico Osório Velasco

Doutor em Zootecnia pela UFMG - 2011

Instituição de vínculo empresa Polinutri Alimentos SA

Documento assinado digitalmente
 **VANESSA PERIPOLLI**
Data: 14/02/2024 15:58:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Vanessa Peripolli

Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - 2014

Instituição de vínculo Instituto Federal Catarinense Campus Araquari.



DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 23719/2023 - PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 23/02/2024 12:23)

IVAN BIANCHI

COORDENADOR DE CURSO - TITULAR

PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)

Matrícula: ###489#1

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **23719**, ano: **2023**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **23/02/2024** e o código de verificação: **5e5782a4ab**

RESUMO

TONDO, Ivan, **Uso de farelo de milho como agente aglutinante na peletização de rações. 2023, 28f.** Dissertação em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense. Campus Araquari. 2023.

O presente trabalho avaliou a viabilidade do uso de um coproduto do milho, gerado e/ou produzido durante o seu processamento industrial, sobre a composição bromatológica e como agente aglutinante final para rações peletizada de bovinos. O farelo de milho é um coproduto obtido pela degerminação do grão de milho, etapa onde se retira a casca e é extraído o germe do milho, passando posteriormente por peneiramento que é responsável por purificar e extrair todo o farelo possível. Para este fim foi selecionado uma formulação na linha de bovinos de leite, ração peletizada com 22% de proteína, sendo essa o carro-chefe nas vendas de produtos da empresa. Foram incluídos diferentes níveis de farelo de milho na formulação (0%, 5%; 7,5%; 10%; e 12,5%); para avaliar o que melhor representaria um nível satisfatório de aglutinação do *pellet* e sua qualidade, e observar o efeito do transporte sobre a integralidade do *pellet* até a propriedade rural. O experimento foi realizado nas dependências da fábrica de rações e nas propriedades rurais. Foram coletadas amostras em três pontos específicos: silo de produto acabado; saída balança a granel; e no silo do cliente, totalizando 30 amostras mensais, contemplando 10 meses de coleta. Apesar da inclusão de farelo de milho não ter influenciado o PDI, houve efeito sobre os níveis gordura, fibra bruta e fósforo. As variáveis dureza, matéria seca e umidade foram influenciadas pelo local de coleta da ração, sendo que quanto mais distante da fábrica, menor a umidade maior a dureza e MS. Esse resultado corrobora a relação observada entre distância da propriedade e dureza do *pellet*, sendo que nas propriedades mais distantes o *pellet* apresentou maior durabilidade. A inclusão do farelo de milho não melhorou a qualidade da peletização da ração.

Palavras-chave: coprodutos. PDI. vaca de leite. Milho. Nutrição Animal. Qualidade de Pellet.

ABSTRACT

TONDO, Ivan, **Cornbran as a binding agent in feed pelleting. 2023, 28f.** Dissertation in Sciences, Postgraduate Course in Animal Production and Health, Dean of Research, Graduate Studies and Innovation, Federal Institute of Santa Catarina. Araquari Campus. 2023.

The present study evaluated the feasibility of using a corn by-product, generated and/or produced during its industrial processing, on the bromatological composition and as a final binding agent for pelleted cattle feeds. Corn bran is a co-product obtained by the degermination of the corn grain, a step where the husk is removed and the germ of corn is extracted, subsequently undergoing sieving that is responsible for purifying and extracting all possible bran. For this purpose, a formulation was selected in the dairy cattle line, pelleted feed with 22% protein, which is the flagship in the company's product sales. Different levels of corn bran were included in the formulation (0%, 5%, 7.5%, 10%, and 12.5%); to evaluate what would best represent a satisfactory level of *pellet* agglutination and its quality, and to observe the effect of transportation on the entirety of the *pellet* to the farm. The experiment was carried out on the premises of the feed mill and on farms. Samples were collected at three specific points: finished product silo; bulk scale output; and in the customer's silo, totaling 30 samples per month, covering 10 months of collection. Although the inclusion of corn bran did not influence the PDI, there was an effect on the levels of fat, crude fiber and phosphorus. The hardness, dry matter and moisture content variables were influenced by the feed collection site, and the farther away from the factory, the lower the humidity, the higher the hardness and DM. This result corroborates the relationship observed between distance from the property and pellet hardness, and in the more distant properties the *pellet* showed greater durability. The inclusion of corn bran did not improve the quality of feed pelleting.

Keywords: products. PDI. dairy cow. Corn. Animal nutrition. Pellet Quality.

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE.....	8
2	OBJETIVO GERAL.....	10
2.1	GERAL	10
3	CENÁRIO DA INDÚSTRIA DE RAÇÃO.....	11
3.1	EFEITO DA FORMA DA RAÇÃO NA PRODUÇÃO ANIMAL: FARELADA X PELETIZADA.....	12
3.2	MOAGEM	13
3.3	MISTURA.....	15
3.4	PELETIZAÇÃO	17
3.5	ADJUVANTES DA PELETIZAÇÃO	21
3.5.1	Bentonitas (argilas em pó): mineral de silicato de alumínio.....	21
3.5.2	Carboxymetilcelulose: derivado hidrossolúvel da celulose.....	22
3.5.3	Ligninsulfonatos: subprodutos da indústria de papel.....	22
3.6	COPRODUTOS	23
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	33
5.2	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

A produção de rações é um processo que reflete diretamente na conversão dos animais de produção. As etapas e os processos na fabricação de rações precisam estar em consonância para a obtenção de um produto de qualidade. Dentre as etapas podemos citar a classificação e a segregação das matérias-primas para formulações levando em conta a energia necessária (neste caso milho e farelo), a qualidade dos ingredientes exatamente conforme a fórmula do nutricionista, tempo e qualidade da mistura, a moagem o condicionamento suficiente e com qualidade, a peletização e o resfriamento.

Sabe-se que uma ração peletizada de qualidade melhora a conversão alimentar dos animais. Há algum tempo os benefícios do processamento de rações foram reconhecidos pela indústria. Técnicas como a peletização e a extrusão são utilizadas, frequentemente em função de seus benefícios sobre o manejo da alimentação e o desempenho animal (MCKINNEY e TEETER, 2002).

Segundo KLEIN (2009), a peletização pode ser definida como a transformação da ração farelada em granulada por um processo físico-químico, através da adição de vapor à ração farelada e sua submissão a faixas específicas de temperatura, umidade e pressão, durante um tempo determinado. Busca-se atingir o pré-cozimento da ração proporcionando a gelatinização parcial do amido, plastificação de partículas sólidas (em especial, as proteínas) e amolecimento das fibras. Dessa forma, consegue-se melhorar a digestibilidade da ração.

Os aglutinantes em rações peletizadas para bovinos desempenham um papel crucial na produção e qualidade dos pellets. Esses aditivos são utilizados para melhorar a coesão e a durabilidade dos pellets, garantindo que eles permaneçam intactos durante o manuseio, armazenamento e transporte, além de facilitar a ingestão pelos animais. Diversos tipos de aglutinantes podem ser empregados, sendo que alguns dos mais comuns incluem agentes gelificantes, amidos, gomas e lignossulfonatos (BASTOS, OLIVEIRA & LIMA, 2016).

Esses aglutinantes contribuem para a formação de pellets mais resistentes, reduzindo a quebra e a formação de pó, além de melhorar a digestibilidade dos nutrientes contidos na ração (SILVA, ET AL. 2018)

O objetivo deste trabalho, é através de testes na produção da fábrica, identificar se a utilização de aglutinante com diferentes quantidades na fórmula, irá melhorar a qualidade do pellet, e que em qual quantidade terá melhor benefício, acompanhando todos os processos de produção até este produto chegar ao seu destino final.

2 OBJETIVO GERAL

2.1 GERAL

Avaliar o uso do farelo de milho como agente aglutinante em rações peletizadas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir e contatar clientes que irão participar da pesquisa.
- Produzir ração vaca de leite 22% de proteína;
- Avaliar a qualidade do *pellet* pelo PDI e dureza;
- Realizar a análise bromatológica da ração peletizada;
- Avaliar diferentes níveis de inclusão de farelo de milho na peletização.
- Avaliar o efeito do transporte sobre a qualidade do *pellet*.

3 CENÁRIO DA INDÚSTRIA DE RAÇÃO

O cenário nacional apresenta um avanço modesto na alimentação animal com cadeias produtivas ainda com um desempenho antagônico em relação aos animais de produção, em suma, de janeiro a setembro de 2023 a produção de rações avançou quase 2%, somando 62,6 milhões de toneladas, o desdobramento revela que a demanda do segmento de frangos de corte incrementou em 3%, quando comparada ao mesmo período do ano passado. O mesmo raciocínio aplicado estabelece avanço de 1,0% para as poedeiras. No caso dos suínos, o crescimento foi de 2,4%, enquanto para os bovinos de corte e de leite foram apurados recuos de 5,1% e 1,1%, respectivamente. Para aquicultura, o incremento se deu na ordem de 2,8% e, finalmente, incremento de 6,3% no caso dos cães e gatos. No geral, a previsão é finalizar o ano com produção aproximada de 87 milhões de toneladas de rações e sal mineral e apurar incremento de quase 1,5% em relação ao ano passado (SINDIRAÇÕES,2023). Este aumento significativo se dá justamente pela qualidade no processo da produção de rações, bem como pelo incentivo ao desenvolvimento de estratégias e pesquisa principalmente pela área de engenharia de produção e suas ramificações.

A indústria de rações para animais tem superado expectativas tanto no Brasil quanto no mundo chegando a se igualar à importância econômica da agricultura em nosso país. Para dimensionar tal valia, alguns dados foram coletados para comprovar o crescimento desta indústria, logo a precisão de que as técnicas e o nível de qualidade necessitem de constante atenção e inovação.

Durante o período abordado por Klein, o Brasil se posiciona como o terceiro maior produtor global de rações, ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América e da China, que, quando combinados, respondem por 43% da produção mundial. Esses dados incontestáveis destacam a dedicação dos engenheiros de produção e de outros profissionais envolvidos, que se empenham em aprimorar continuamente os processos de uma indústria que, ano após ano, supera as expectativas.

Por certo uma atividade que gera uma produção nacional atual de 62,6 milhões de toneladas ao ano demanda competência de gestão de qualidade devido à complexidade dos seus processos. Da produção ao processamento, a logística dos ingredientes que compõem a ração além dos processos que envolvem as fábricas de rações diretamente, quais sejam: a nutrição/formulação, necessária na pesquisa e no desenvolvimento das melhorias através das análises de laboratório; a recepção, o

beneficiamento e a estocagem dos ingredientes; a dosagem; a moagem; a mistura; e os tratamentos térmicos, no qual a peletização e os demais processos relacionados estão inseridos, destacamos a moagem, a mistura e a peletização para ênfase, fases que abordaremos adiante.

Segundo Freire (2023) as indústrias brasileiras de alimentação animal possuem a obrigação de cumprir com as Boas Práticas de Fabricação (BPF) desde 2003, as quais são fiscalizadas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). As empresas precisaram adequar as instalações e os procedimentos, pois existe uma grande heterogeneidade nos controles de qualidade dos estabelecimentos no Brasil. Em 2007, o MAPA atualizou os padrões de BPF através de publicação da Instrução Normativa 04/2007, com referências internacionais e aumentou a fiscalização.

Conforme Freire (2023) o MAPA sofreu uma grande reestruturação recentemente onde todo o setor de alimentação animal passou a ser responsabilidade do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), assim a fiscalização do controle de qualidade necessitava ser mais isonômica e descreve na Orientação Normativa 03 em 2020, destinada à padronização do Serviço de Fiscalização Federal. Esta publicação veio com o Manual de Caracterização de Risco dos Estabelecimentos do MAPA. Essas novas ferramentas permitem ao Ministério auditar todos os estabelecimentos brasileiros de forma mais isonômica para as BPF e os controles de qualidade, ficando mais exigentes, refletindo na melhoria dos controles de qualidade das empresas brasileiras consideradas comerciais. Esse controle está estão cada vez mais aprimorados para fim de apresentação a fiscalização e, por demanda de clientes que exigem seus programas de qualificação de fornecedores.

Segundo o Freire (2023) que os estabelecimentos brasileiros estão à frente da grande maioria dos estabelecimentos dos demais países em desenvolvimento e equiparados aos países de ponta, como os estabelecimentos norte-americanos e europeus.

3.1 EFEITO DA FORMA DA RAÇÃO NA PRODUÇÃO ANIMAL: FARELADA X PELETIZADA

Influência na Digestibilidade e Desempenho Animal: A forma da ração, seja farelada ou peletizada, desempenha um papel significativo na digestibilidade e no desempenho animal. Pesquisas indicam que a forma peletizada da ração pode proporcionar uma maior digestibilidade de nutrientes, resultando em um aumento no desempenho de animais de produção, como aves e suínos.

Manejo do Consumo e Redução de Desperdícios: A forma peletizada da ração pode impactar positivamente o consumo e reduzir desperdícios. Pellets oferecem maior densidade de nutrientes e

melhor palatabilidade, resultando em uma ingestão mais consistente pelos animais. Isso contribui para uma melhor eficiência alimentar e menor desperdício de ração.

Impacto nas Condições de Saúde Intestinal: A forma da ração também pode afetar as condições de saúde intestinal dos animais. Estudos indicam que rações peletizadas podem influenciar positivamente a saúde do trato gastrointestinal, promovendo um ambiente mais favorável para a absorção de nutrientes e reduzindo o risco de distúrbios intestinais.

A peletização de ração bovina é influenciada por diversos fatores, que vão desde as características dos ingredientes utilizados até as condições do processo. A compreensão desses fatores é essencial para otimizar a produção de pellets de alta qualidade. Abaixo, são discutidos alguns dos principais fatores que afetam a peletização em ração bovina, com referências específicas para cada tópico.

Composição da Matéria-Prima: A qualidade e composição dos ingredientes da ração desempenham um papel crucial na peletização. A variação na umidade, no teor de fibra e nas características físicas dos ingredientes pode influenciar a capacidade de formação e a durabilidade dos pellets (RUÍZ-CASTAÑEDA et al., 2013).

Umidade da Mistura: A umidade adequada é essencial para a peletização eficiente. Teores inadequados de umidade podem levar a problemas de formação de pellets, afetando sua resistência e durabilidade (TUMULURU et al., 2013).

A pressão e temperatura de Peletização durante o processo de peletização influenciam diretamente na compactação e na formação dos pellets. Parâmetros ideais devem ser ajustados de acordo com a composição da ração (KALIYAN, N., & MOREY, R. V, 2009).

Aditivos Aglutinantes: A inclusão de aglutinantes na formulação da ração pode melhorar a coesão entre partículas, contribuindo para a resistência e integridade dos pellets durante a peletização (PAYNE, et al., 1960).

3.2 MOAGEM

De acordo com Lara (2011) no processo de redução de tamanho de partículas através da moagem da matéria prima, o equipamento mais utilizado mundialmente é o moinho de martelos.

Conforme Klein os objetivos básicos da moagem são:

- Auxiliar no processo de mistura: Quanto mais uniforme forem as partículas dos componentes a serem misturados, maior será a chance de obter uma boa mistura. Portanto, a granulometria do produto moído é um fator de mistura.

- Auxiliar no processo de peletização: Quando a ração é peletizada, parece não haver muita discordância em relação ao diâmetro médio das partículas do produto moído, que neste caso, deve ficar entre 500 e 700 microns. Na peletização, 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 gelatinização, a plastificação, etc.
- Auxiliar no processo de digestão: Quando a ração não é peletizada, existem diferentes opiniões em relação ao diâmetro médio das partículas, mas a grande maioria defende que o tamanho das partículas deve variar em função da espécie e estágio de crescimento do animal (KLEIN, 2009, p. 9).

Há várias razões para esfarelar matérias primas, pelo fato de melhorar a uniformidade da mistura, assim aumenta a absorção do vapor no condicionamento e aumenta a digestibilidade da ração. Considera-se que uma granulometria mais fina facilita a etapa da peletização, contudo se o pellet não for de boa qualidade, uma granulometria mais fina da ração atrasa na formação do tamanho de alguns órgãos do animal, tendo perda de rentabilidade no frigorífico. (JUNQUEIRA, 2009).

Segundo Klein (2017) existem três categorias de moagem: uma granulometria grossa (850 a 1100 micras); uma média (750 a 850 micras) e a mais fina (500 a 700 micras). Segundo o autor dois fatores afetam a granulometria: o desgaste de martelos e peneiras furadas. Os desgastes dos martelos não afetam em grandes proporções as linhas de produção, e recomenda-se fazer análises em laboratórios, duas ou três vezes por semana. Já as peneiras furadas tem uma maior ocorrência dentro de fábrica, fator que deve ser controlado é a qualidade da matéria prima do fornecedor, fazendo um acompanhamento na granulometria com uma peneira de 2h/2h ou de 3h/3h dependendo da ocorrência de problemas.

Para Klein (2009) é importante estabelecer um padrão para o DGM (Diâmetro Geométrico Médio) e o DPG (Desvio Padrão Geométrico), para alcançar um pellet de qualidade.

Conforme Lara (2010) alguns fatores que influenciam a moagem são: matéria prima, velocidade periférica dos martelos, tipo de martelos e peneiras, e a ventilação. Um exemplo da matéria prima é aveia comparando com o milho, em relação ao rendimento da moagem da aveia é muito inferior em relação à moagem de milho, para moer 1 t/h de aveia, o mesmo moinho consegue ter capacidade para moer 4 t/h de milho.

Tem grande influência na moagem o tipo ou espessura dos martelos, desgastes e quantidade de martelos, assim como menor número de martelos, menor consumo de energia elétrica, e maior granulometria dos produtos. Martelos mais finos, de 3 mm, quando comparado com martelos de 9 mm tendem a aumentar a produtividade do moinho diminuindo o consumo de energia elétrica. No processo de moagem, a porcentagem da área perfurada, a espessura da peneira e o tamanho do furo

tem influência direta na moagem, quanto maior área furada, maior capacidade de produção do moinho e menor consumo de energia elétrica.

3.3 MISTURA

De acordo com Klein (2009), o misturador precisa estar muito bem aterrado, pois a máquina gera energia eletrostática quando em atividade, essa energia, que atrai para a parede do misturador parte dos ingredientes, e assim acaba por não realizar a mistura de todos os ingredientes de forma homogênea, necessitando, estar instalado, conforme padrão estabelecido pelo INMETRO, em no máximo 3 ohms, para evitar o acúmulo de eletricidade estática no misturador.

A capacidade de carga do misturador e o tempo mínimo necessário de homogeneização da carga, são limitantes de produtividade, utilizados como referência de capacidade de fabricação, assim é importante que o misturador de rações seja extremamente eficaz na atividade de misturar os ingredientes no menor espaço de tempo possível (KLEIN, 2009).

Conforme Klein (2009) a partir do misturador acontece contaminação cruzada, pois é o local onde encontra-se todos os ingredientes adicionados no misturador. Portanto, dois fatores precisam ser observados: resíduo de fundo e vazamento de comporta, esses devem ser verificados com periodicidade, pois as partículas menores e com densidades maiores tendem a descer para o fundo do misturador, gerando a partir daí um processo de contaminação considerado prejudicial tanto no desenvolvimento quanto no resultado dos animais após o consumo da ração.

Para Lara, (2011) a mistura tem influência direta no resultado da qualidade da ração, quando se refere aos micronutrientes como vitaminas, medicamentos e minerais, se não forem adequadamente misturados podem prejudicar o desempenho dos animais, sendo que os nutrientes são todas as substâncias encontradas nos alimentos, que são úteis para o metabolismo orgânico e indispensáveis para o crescimento, desenvolvimento e manutenção das funções vitais dos organismos vivos, e conseqüentemente, para a boa manutenção da saúde. Ainda segundo o autor, alguns fatores que podem interferir na qualidade da mistura, são: o tempo de mistura, o grau de enchimento, a distância entre o helicóide e o corpo do misturador, o tipo de descarga e a adição de micro ingredientes.

Ainda segundo Oliveira Neto et al. (2013), na operação da mistura alguns fatores devem ser lembrados para garantir a qualidade da mistura, tais como adição dos micro ingredientes deve-se ter pelo menos 50% dos macros ingredientes dentro do misturador, evitando assim que os micro ingredientes atinjam o fundo do misturador, e na dosagem de ingredientes líquidos para dentro do misturador somente poderá acontecer após um tempo de mistura seca e para uma melhor homogeneização os líquidos devem ser injetados no contrafluxo da rotação do equipamento.

Já Klein (2009) ressalta que é importante respeitar o tempo de mistura seca, pois o Coeficiente de Variação (CV) da mistura pode ser afetado, por isso a adição de líquidos necessita ser realizada após todo o tempo da mistura seca, pelo fato que os líquidos quando adicionados ao misturador podem formar grumos ao entrar em contato com a mistura seca. Em se tratando do grau de enchimento do misturador esse varia de acordo com cada misturador: misturador de helicoide permite de 60% a 100% da capacidade; misturador de pás permite de 20% a 100% da capacidade. Em relação à descarga, a melhor forma é a de compota devido ao menor tempo de descarga do misturador, porém há a descarga de gaveta.

A composição exata da ração peletizada para gado pode variar com base nas necessidades nutricionais específicas do rebanho, nos objetivos de produção e na disponibilidade local de ingredientes. Aqui está uma lista geral de componentes comuns em rações para gado:

Forragens: As forragens são uma parte essencial da dieta do gado, fornecendo fibras e nutrientes. Isso pode incluir pasto, capim, silagem ou feno.

Grãos: Grãos como milho, soja, sorgo, cevada, trigo e aveia são frequentemente usados como fonte de energia e proteína.

Alimentos concentrados: Isso pode incluir alimentos concentrados, como farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e outros subprodutos da indústria. Eles são ricos em proteína e energia.

Minerais e vitaminas: A ração é frequentemente suplementada com minerais como cálcio, fósforo, potássio, magnésio e vitaminas, incluindo A, D, E, K e várias do complexo B.

Sal: O sal é uma fonte importante de sódio e cloreto na dieta dos bovinos.

Aditivos: Além dos componentes básicos, a ração pode incluir aditivos como promotores de crescimento, probióticos, prebióticos e antioxidantes.

É importante trabalhar com um nutricionista ou consultor nutricional para formular uma ração que atenda às necessidades específicas do seu rebanho. Certificar-se de que os ingredientes sejam de

alta qualidade e que a ração seja processada corretamente, também é crucial para o desempenho e a saúde dos animais.

3.4 PELETIZAÇÃO

Conforme Lara (2011), a máquina peletizadora é um equipamento composto de rosca alimentadora que abastece o condicionador que recebe vapor, e é no condicionador que se mistura o vapor com a ração farelada, após ao condicionador, pode-se ter o retentor que tem a função de aumentar o tempo de retenção da ração, tendo como finalidade redução microbiológica e finalmente a peletizadora propriamente dita, onde os rolos forçam a ração farelada pelos orifícios da matriz, tendo-se assim a ração peletizada.

Para Klein (2009) a peletização é como a transformação da ração farelada em granulada através de um processo físico-químico, através da adição de vapor à ração farelada e sua submissão a faixas específicas de temperatura, umidade e pressão, por um determinado tempo, pré-cozinha a ração atuando sobre as paredes celulares, promovendo a gelatinização parcial do amido, plastificação das proteínas, amolecendo as fibras e assim melhorando a digestibilidade e a qualidade dos pellets. Esta ação sobre as paredes celulares facilita a ação dos agentes digestivos.

Os objetivos básicos da peletização são:

- Aumentar a palatibilidade da ração.
- Mudar a forma física (tamanho da partícula), o que facilita e estimula a ingestão.
- Evitar ou reduzir a seleção dos ingredientes.
- Evitar ou reduzir os efeitos da separação da mistura.
- Aumentar a densidade da ração reduzindo espaços de armazenamento e custos de transporte (válido apenas para alguns tipos de rações).
- Diminuir as perdas de ração tanto por geração de pó na armazenagem e no transporte quanto na cama aviária.
- Reduzir os micro-organismos.
- Aumentar a durabilidade da ração (shelf life).
- Minimizar a energia de consumo por parte dos animais (KLEIN, 2009).

O processo de peletização tem o objetivo de melhorar a eficiência alimentar através de alterações físicas, químicas e microbiológicas, assim para ter o resultado esperado precisa-se calcular com precisão itens que são considerados variáveis, como a temperatura, a umidade, a pressão e o tempo.

A peletização, de acordo com Nilipour (1993) e Klein (2009), traz inúmeros benefícios na fabricação de rações, como: o aumento da palatabilidade; redução dos microrganismos presentes na

ração; redução da seleção dos ingredientes; diminuição do tempo de consumo por parte dos animais; facilita e estimula a ingestão devido à mudança da forma física; aumento da densidade da ração; além de contribuir para diminuição das perdas de ração, tanto no transporte quanto na armazenagem.

Para Junqueira e Duarte (2009) a peletização é um processo que aumenta o custo da ração em torno de 2%, é um processo de grande demanda de energia e de capital, pois esse processo consiste em transformar uma ração farelada, pronta e moída adequadamente, em pellets, por meio de processos mecânicos, utilizando umidade, pressão e calor. A peletização tem sido usada para facilitar o manuseio, eliminar partículas finas, aumentar a palatabilidade, diminuir a separação dos ingredientes e seleção pelos animais, aumentar a densidade e conseqüentemente diminuir o custo de transporte, reduzindo também o espaço de estocagem, assim como melhora o valor nutricional de certos alimentos com o uso de calor e pressão.

A qualidade da peletização pode ser determinada por dois indicadores; o índice de durabilidade do *pellet* (PDI - Peleting Durability Index); e a dureza, sendo a unidade de determinação a porcentagem e kg, respectivamente, para os dois indicadores. O PDI estabelece o percentual de finos que permanecem após a etapa de peletização.

O índice de durabilidade do pellet (PDI - Peleting Durability Index) e a dureza são dois indicadores fundamentais para avaliar a qualidade da peletização na produção de rações animais.

Índice de Durabilidade do Pellet (PDI) é uma medida que expressa a resistência dos pellets produzidos durante o processo de peletização. Ele é calculado como a porcentagem de pellets inteiros em relação ao total de pellets produzidos. Em outras palavras, o PDI representa a capacidade dos pellets de manter sua integridade e resistir à quebra durante o manuseio, transporte e armazenamento. Um PDI mais alto indica uma maior durabilidade, enquanto um PDI mais baixo sugere uma maior propensão à quebra e à formação de finos.

A dureza dos pellets, expressa em unidades de medida como kg ou Newton, é uma indicação da força necessária para quebrar um pellet. Mede a resistência do pellet à compressão ou à fratura. A dureza está relacionada à compactação das partículas durante a peletização. Pellets mais duros tendem a resistir melhor ao manuseio e transporte, reduzindo a formação de finos.

Esses indicadores são essenciais para garantir que os pellets de ração mantenham sua integridade e qualidade ao longo de todo o processo de produção, armazenamento e distribuição. A preservação da durabilidade e da dureza é crucial para garantir que os animais recebam uma dieta consistente e equilibrada, pois pellets quebrados podem resultar em ingestão desigual de nutrientes (SVIHUS, 2002).

Outro ponto que se deve ter atenção redobrada é no resfriamento dos *pellets*, pois este entra quente e úmido no resfriador e no primeiro terço ocorre a evaporação da água, logo nesta parte temos água, calor e alimento que predisõem o desenvolvimento de microrganismos. A umidade e o calor do *pellet* no resfriamento devem migrar do centro do *pellet* para a superfície (BLISS, 1997). Um outro ponto crítico é o controle da temperatura dos *pellets* na saída do resfriador. Não devemos expedir *pellet* com temperaturas acima de 10°C, se isso acontecer a ração deve ser reprocessada (KLEIN, 1999). Se a umidade for elevada os rolos podem patinar e a peletizadora encher. E se o vapor for seco, a ração ficará deficiente em umidade e os *pellets* secos se rompem facilmente durante o manuseio e armazenagem (GARDECKI, 1998).

Na nutrição, entre as opções de formulações e processos que ajudam a otimizar os resultados está a ração peletizada, que se trata de ração farelada condicionada e exposta a alta temperatura somada a presença de umidade. Essas características fazem com que aconteça a aglutinação das partículas, que acrescida de força mecânica, acaba por formar o *pellet* (KRABBE, 2011).

Seguindo o processo produtivo da formação do *pellet* são necessários dois elevadores caçamba, utilizados para o transporte de rações fareladas para a peletização e das rações peletizadas para o local de acondicionamento.

Nos casos de transporte de ração farelada para a peletização, o produto é encaminhado ao alimentador que é configurado por uma rosca helicoidal responsável pela alimentação do condicionador da peletizadora, ele é acionado e operado através de inversor de frequência, sendo o alimentador que determina o ritmo de carga do equipamento.

O condicionador é composto por um eixo agitador montado com paletas reguláveis. É um misturador contínuo que possibilita um tempo de residência maior ou menor do produto em contato com o vapor, este sendo caracterizado por calor e umidade e proveniente de uma caldeira a lenha com capacidade produtiva de 800 Kg/hora de vapor, responsável por alimentar o condicionador. A qualidade nutricional do produto peletizado está intimamente ligada a qualidade de seu condicionamento (KLEIN, 2009).

Finalmente, ao chegar até a câmara de peletização os *pellets* se caracterizam, isso ocorre quando o produto proveniente do condicionador é descarregado e prensado pelos rolos compressores contra a matriz.

Após ser formado, os *pellets* são acondicionados ao resfriador para que rapidamente entrem em contato com ar frio até atingir, no máximo, 10°C, dentro de 15 minutos. Esse processo reduzirá a degradação de vitaminas e aminoácidos por superaquecimento (FUCILLINI e VEIGA, 2014).

Na sequência do processo, o produto peletizado será direcionado aos silos de armazenamento que comportam a ração pronta e são responsáveis pela estocagem temporária da mesma até sua expedição.

Todo direcionamento do produto durante o processo é gerenciado pelo colaborador responsável do setor por meio de um painel de comando, realizando o acionamento e desligamento dos equipamentos, bem como controlando os reguladores de carga.

A amperagem melhora o PDI e reduz a proporção de finos. Este é um fator muito importante nas indústrias, pois está relacionado com a produtividade do sistema e aos gastos de energia elétrica (quanto maior a amperagem, maior o consumo de energia). Além disso, é importante destacar que a amperagem é um fator que representa outros componentes importantes do sistema, mas que são difíceis de medir. Um exemplo de fator associado a amperagem é a adequada adição de vapor, componente que possui efeito lubrificante e reduz a força de atrito gerada na matriz peletizadora, melhorando assim a qualidade dos *pellets* (SMALLMAN, 1996).

As temperaturas do condicionador e do resfriador também influenciaram o PDI, a proporção de finos e o rendimento industrial. Aumentar a temperatura de condicionamento é uma estratégia interessante quando o objetivo é aumentar a qualidade dos *pellets*. Estudos anteriores mostraram que o aumento de temperatura de condicionamento de 75 a 90 °C resulta em melhora no PDI tanto em dietas a base de milho quanto de sorgo (ABDOLLAHI et al., 2011). Isso acontece porque o aumento de temperatura e a adição de vapor durante o condicionamento elevam a temperatura da massa, aumentando a capacidade aglutinante entre as partículas e conferindo maior aderência entre os componentes dos *pellets* (FROETSCHNER, 2006). Quanto ao rendimento do processo, o aumento de vapor no condicionador atua como efeito lubrificante e reduz a força de atrito gerada na matriz peletizadora, o que melhora a passagem da ração e a produtividade do processo (SMALLMAN, 1996).

A temperatura do resfriador deve estar adequada para retirar a umidade adicional da ração, pois nesta etapa as condições são favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos, já que os *pellets* entram quentes e com alto teor de umidade nesta última etapa (NECKEL, 2016).

Do contrário, ocorrerá redução da durabilidade do *pellet*, ou seja, quebras e perdas no processo final (KLEIN, 2009). Todo o sistema de resfriamento deve estar dimensionado de acordo com o material a ser processado e com as condições de produção (temperatura ambiente, por exemplo). É necessário ter uma vazão de ar adequada passando através do resfriador para que a saída do *pellet* ocorra com temperatura e umidade adequadas. O tempo de retenção no resfriador também precisa ser

adequado para que o ar esfrie e seque o suficiente, resultando na perda de peso do *pellet* e diminuindo rendimento do processamento final (ZIGGERS, 2004). Esta fase do processo pode explicar a inclusão da temperatura ambiente nos modelos de parametrização descritos neste estudo, já que a temperatura ambiental também foi relevante na explicação da variância.

3.5 ADJUVANTES DA PELETIZAÇÃO

Adjuvantes de peletização referem-se a substâncias adicionadas ao processo de peletização de ração animal para melhorar características específicas dos pellets. Esses aditivos desempenham papéis essenciais na otimização do processo de produção de pellets, garantindo sua qualidade e eficiência.

3.5.1 Bentonitas (argilas em pó): mineral de silicato de alumínio

A bentonita é um tipo de argila composta principalmente por minerais de silicato de alumínio. Ela é frequentemente usada em diversas aplicações industriais devido às suas propriedades únicas. A referência principal para informações detalhadas sobre a bentonita é a literatura científica e técnica, bem como órgãos reguladores relacionados.

A bentonita possui propriedades únicas que a tornam valiosa em várias aplicações industriais. Algumas dessas propriedades incluem:

Capacidade de Inchar (Swelling): A bentonita tem a capacidade única de inchar quando entra em contato com a água. Esse fenômeno é resultado da absorção de água pelas camadas cristalinas da bentonita, causando uma expansão significativa de seu volume. Esse comportamento de inchaço é particularmente útil em aplicações como vedação de poços, impermeabilização de solos e na indústria de fluidos de perfuração (MOORE, D. M., & REYNOLDS JR, R. C., 1997).

Alta Capacidade de Troca de Íons: A bentonita tem uma alta capacidade de troca de íons devido à estrutura de suas camadas. Isso a torna eficaz na remoção de íons indesejados em processos de purificação de água, tratamento de efluentes industriais e em sistemas de adsorção (LAGALY, G, 2006).

Propriedades Coloidais: Devido à sua natureza coloidal, a bentonita forma géis viscosos quando misturada com água. Essas propriedades tornam a bentonita um agente espessante em muitas

formulações industriais, como fluidos de perfuração, fluidos de trabalho em perfuração direcional e em fluidos de suspensão (CHRISTIDIS, G. E., & SCOTT, P. W., 2000).

Estabilidade Térmica: A bentonita exibe estabilidade térmica em uma ampla faixa de temperaturas. Isso a torna adequada para uso em aplicações que envolvem variações de temperatura, como na indústria de fundição de metais e na formulação de fluidos de perfuração para poços de petróleo (MURRAY, H. H., 2007).

Propriedades Reológicas: A bentonita contribui para a melhoria das propriedades reológicas de muitos fluidos, proporcionando viscosidade e estabilidade. Isso é explorado em indústrias como a de tintas, fluidos de perfuração e fluidos de trabalho para perfuração direcional (MURRAY, H. H., 2007).

3.5.2 Carboximetilcelulose: derivado hidrossolúvel da celulose

A carboximetilcelulose (CMC) é um derivado hidrossolúvel da celulose amplamente utilizado na indústria de alimentos, farmacêutica e em muitas outras aplicações.

A carboximetilcelulose (CMC) é comumente utilizada na indústria de alimentos, incluindo formulações de ração animal. Embora seja amplamente conhecida por sua aplicação em alimentos, também desempenha um papel na fabricação de rações. No entanto, as informações específicas sobre seu uso em rações podem variar dependendo da região e das regulamentações locais.

Na fabricação de rações animais, a CMC é empregada para melhorar a qualidade dos pellets. Sua capacidade de agir como aglutinante auxilia na coesão das partículas durante o processo de peletização, contribuindo para a formação de pellets mais resistentes e duráveis (NRC, 2012).

Variações Dependendo de Regiões e Regulamentações Locais, as informações específicas sobre o uso da CMC em rações podem variar de acordo com as regulamentações locais e as práticas regionais na indústria de alimentação animal. É crucial consultar as regulamentações específicas do país ou região para garantir a conformidade e entender as diretrizes relacionadas ao uso de aditivos em rações (FDA, 2021).

3.5.3 Lignossulfonatos: subprodutos da indústria de papel

Os lignossulfonatos são subprodutos da indústria de papel e podem ser utilizados na produção de ração animal como aglutinantes e promotores de peletização. Eles desempenham um papel importante na melhoria da qualidade das rações, especialmente de ração peletizada para animais. O

uso de lignossulfonatos ajuda a melhorar a durabilidade dos pellets e a reduzir a formação de poeira, facilitando o manuseio e o consumo pelos animais (GUEVARA et al. 2016).

Embora esses subprodutos sejam utilizados na produção de ração animal, é importante observar que as especificidades de uso, dosagem e regulamentações podem variar de acordo com o país e as regulamentações locais. Portanto, recomenda-se consultar órgãos reguladores de alimentos para animais e especialistas em nutrição animal para obter informações detalhadas sobre o uso de lignossulfonatos na produção de ração animal em uma região específica (GUEVARA et al. 2016).

Segundo Melbar (2000) os lignossulfonatos são polímeros orgânicos complexos, oriundos da lignina da madeira e solúveis em água. A lignina é o segundo maior componente da madeira, extraída da celulose em um processo de cozimento químico dos pedaços de madeira. Algumas reações químicas acontecem no processo, exemplo a sulfonação e a hidrólise ácida, gerando a solubilidade da lignina, de alguns carboidratos de baixo peso molecular, de açúcares redutores, resultando na lixívia ou licor negro. A lixívia, contendo lignossulfonatos, e representa a matéria-prima bruta que, submetida a processos químicos posteriores, origina outros diversos produtos.

Conforme Melbar (2000) as propriedades dos lignossulfonatos, são as tensoativas, aglomerantes, dispersantes, emulsificantes, aglutinante energético e umectantes. Na produção de rações para animais, os lignossulfonatos de cálcio e magnésio são usados no processo de peletização, favorecendo a aglutinação dos ingredientes, além de possuir característica de palatabilizante.

Segundo Bett et al. (1999), este produto atua diminuindo a degradação ruminal da proteína dos grãos, protege a proteína verdadeira (proteína do grão) da ação dos microrganismos do rúmen, aumentando a concentração de proteína não degradável.

Segundo Neves et al. (2009) o lignossulfonato é um aglutinante energético, altamente higroscópico, atua envolvendo os ácidos graxos e impedindo a ação das bactérias, impedindo, assim, a biohidrogenação, também protege os nutrientes dos grãos da degradação ruminal, reduzindo a disponibilidade dos lipídios e proteína para as bactérias ruminais, minimizando os efeitos negativos dos lipídios sobre a fermentação ruminal.

3.6 COPRODUTOS

Os coprodutos são definidos pelo decreto nº 6268 de 22 de novembro de 2007 como resultado do processamento, da industrialização ou do beneficiamento econômico de um produto vegetal (BRASIL, 2007). O termo coprodutos originou-se para caracterizar produtos resultantes de

processamentos industriais, onde o objetivo final é outro produto. Diferentemente os subprodutos são os “resíduos industriais” que precisam de processos específicos de descarte correto para não causar impacto e degradação ambiental (BEUS,2017)

O farelo de milho é obtido pela degerminação de 90-95% do grão do milho, etapa onde se retira a casca (película) e é extraído o germe do milho. Os demais 5-10% são obtidos através do peneiramento que é configurado dentro do moinho através de máquinas como os sassores e plansifter, que são responsáveis por purificar e extrair todo o farelo possível (VICATO, 2021).

Atualmente, na unidade industrial da empresa Vicato Alimentos é produzido em torno de 300 a 350 Ton./mês em média de farelo de milho, destinada para atender a própria demanda. A unidade fábrica de rações produz em média 3000 toneladas mês de rações e concentrados para bovinos de leite e corte, aves, suínos, equinos, ovinos, codornas e coelhos além de suplemento mineral, sendo que deste total em torno de 35% são peletizadas. Confecciona-se rações para bovinos de leite e corte, aves, suínos, equinos, ovinos, codornas, coelho e suplemento mineral, o objetivo será de utilizar o coproduto na confecção destas rações, absorvendo assim parte desta fatia do material gerado no moinho.

Como alternativa às matérias-primas, os coprodutos estão cada vez mais tomando espaço dentro das fábricas de rações, pois devido as formulações com custo mínimo, levam a busca de ingredientes alternativos que possam reduzir os custos das fórmulas e por consequência do produto final na alimentação animal. Por possuírem qualidades excepcionais para a indústria da alimentação animal e com valores mais acessíveis no mercado, a utilização destes coprodutos depende basicamente do conhecimento de sua composição bromatológica, dos fatores limitantes, do desempenho animal e de seus custos (NUTRITIME, 2008).

Outro subproduto do arroz disponível em grandes quantidades, é a casca, que cobre o grão de arroz, que é o primeiro subproduto a ser separado do grão inteiro. Este resíduo apresenta baixo valor nutricional. A lignina é o principal componente da casca de arroz e em contato com o reagente floroglucinol, produz uma reação colorida (vermelha), proporcional ao conteúdo da casca, podendo dessa forma ser utilizada no controle da quantidade de casca adicionada aos subprodutos.

Segundo NÖRNBERG et al. (2004), entre as fontes naturais disponíveis, encontra-se o farelo de arroz (coproduto do beneficiamento do arroz), pelo seu elevado conteúdo de gordura, apresenta características potenciais de fonte de gordura na dieta de vacas em lactação, o farelo de arroz apresenta ampla variação na sua composição bromatológica, incluindo-se a fração lipídica.

O termo "coproduto" refere-se aos subprodutos ou produtos secundários resultantes de um processo industrial, muitas vezes originados durante o beneficiamento de uma matéria-prima principal. No contexto da indústria alimentícia, coprodutos são frequentemente os subprodutos que surgem durante o processamento de alimentos, e podem ser utilizados de forma benéfica em outras aplicações ou produtos (SOUZA, 2014).

Farelo de Arroz como Coproduto: o farelo de arroz é considerado um coproduto resultante do beneficiamento do arroz. De acordo com Nörnberg et al. (2004), o farelo de arroz é reconhecido como uma fonte potencial de gordura na dieta de vacas em lactação, devido ao seu elevado teor lipídico. No entanto, é importante notar que o farelo de arroz exhibe variações significativas em sua composição bromatológica, incluindo a fração lipídica.

O farelo de arroz, enquanto coproduto, ilustra a importância de aproveitar subprodutos na alimentação animal, proporcionando uma fonte potencial de nutrientes, como a gordura, para vacas em lactação. A variação em sua composição destaca a necessidade de avaliações específicas ao incorporar coprodutos na formulação de rações.

Na busca pela otimização e viabilidade tanto de custos quanto de processos e produtos, o objetivo da indústria é entregar produtos e soluções com qualidade e tecnologia, olhando sempre para os custos, e é claro não deixando nunca de pensar no cliente. O presente trabalho avaliou a possibilidade de aproveitar um subproduto que é gerado dentro da indústria e com ótima qualidade e sem perder o controle da despesa dessa matéria-prima.

Percebe-se que ao final do processo de peletização, principalmente nas rações com maior nível tecnológico (formulação), uma certa dificuldade de manter a estrutura do *pellet*, o que as vezes deixa o material com alguns finos na composição.

Depois de realizar pesquisas no mercado e com o fornecedor, sempre trocando ativamente ideias com colegas e empresas do ramo, teve-se a iniciativa de verificar e analisar o comportamento do uso do coproduto farelo de milho, produzido pela extração e moagem na indústria de milho (moinho).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências da fábrica de rações da Vicato Alimentos localizada em Sananduva-RS (latitude: 27° 57' S, longitude: 51° 48' 25" O com altitude de 636 m), e nas unidades de produção (clientes/produtores) que o produto foi destinado. O estudo foi um delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos e duas repetições e com coletas de amostras em três locais, sendo, no silo de produto acabado, saída balança a granel e no silo do cliente. Os tratamentos foram caracterizados pela inclusão de quatro níveis de farelo de milho na fabricação da ração para vaca de leite com 22% de proteína: sem inclusão (controle), 5%; 7,5%; 10%; 12,5%.

Segue relatório de ensaios:



Av. Dr. Getúlio Vargas, nº 637 – sala 301
CEP: 99155 000 – Vila Maria, RS - Fone: 54 99603.8992
<http://www.labnutris.com.br>
E-mail: labnutris@labnutris.com.br

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 96739

CONTRATANTE: AGRIFIRM DO BRASIL NUTRICAÇÃO ANIMAL LTDA
ENDEREÇO: RODO BRUNO HEIDRICH, PADRE EDUARDO-3845, TAIÓ/SC
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 28/12/2023 A 16/01/2024

DADOS DO PRODUTO

AMOSTRA: 96739- FARELO DE MILHO
CLIENTE: VICATO
DATA DE FABRICAÇÃO: 26/12/2023
DATA DE VALIDADE: NÃO CONSTA
DATA DA COLETA: 26/12/2023
RESPONSÁVEL PELA COLETA: ELEN MENON
LOTE: NÃO CONSTA

RESULTADOS

Ensaio	Resultados
Metodologia segundo PTNF-05, Rev.00 de acordo a Portaria nº 108, de 04 de setembro de 1991, Ministério da Agricultura MAPA, método nº 02.	
Umidade e Voláteis (%)	10,57
Metodologia segundo PTNF-06, Rev.00 de acordo a Portaria nº 108, de 04 de setembro de 1991, Ministério da Agricultura MAPA, método nº 04.	
Proteína Bruta (%)	9,25
Metodologia segundo PTNF-05, Rev.00 de acordo a Portaria nº 108, de 04 de setembro de 1991, Ministério da Agricultura MAPA, método nº 10.	
Extrato Etéreo (%)	6,12
Metodologia segundo PTNF-08, Rev.00 de acordo a Portaria nº 108, de 04 de setembro de 1991, Ministério da Agricultura MAPA, método nº 12.	
Matéria Mineral (%)	1,59
Metodologia segundo PTNF-07, Rev.00 de acordo com Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 4ªed.2013-p.85-87	
Fibra bruta (%)	4,37
Metodologia segundo PTNF-001, Rev. 00 de acordo com o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, método nº 11 - NIR.	
Amido (%)	46,98

* Todos os resultados são expressos em Base Natural.



Av. Dr. Getúlio Vargas, nº 637 – sala 301
 CEP: 99155-000 – Vila Maria, RS - Fone: 54-99603.8992
<http://www.labnutris.com.br>
 E-mail: labnutris@labnutris.com.br

Considerações Finais

- Os resultados restringem-se e aplicam-se exclusivamente à amostra ensaiada. O relatório de ensaio só deverá ser reproduzido na íntegra, não deve ser parcialmente reproduzido sem a prévia autorização do Laboratório Labnutris.
- Contradições aos resultados de testes podem ser efetuadas dentro do prazo de quinze (15) dias, contados a partir da data em que o cliente recebe os resultados. Quando o cliente solicitar revisão de resultado, ele será responsável por 70% dos custos do teste repetido.
- A amostragem é de total responsabilidade do cliente.
- Para validação do relatório de ensaio é obrigatório à assinatura de um Responsável a seguir mencionado.

FIM

Vila Maria, 16 de janeiro de 2024.

Dentre os equipamentos utilizados no experimento temos o Alimentador (Figura 1A), Condicionador (Figura 1B) e a Matriz Peletizadora (Figura 2), a ração farelada passa pelo alimentador e pelo condicionador onde é transformada em *pellet* na matriz.

Pressão de vapor:

-0,8 - 1,2Kg/cm² - alto teor de amido

- 2,5 - 5,0Kg/cm² - ato teor de

proteína

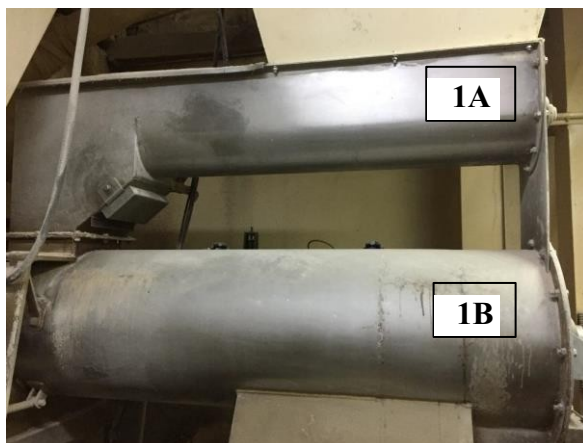
Amperagem:
 - de 55 a 105 amperes de força - relacionada a carga na máquina. Quanto maior a carga, maior a amperagem.

Matriz da peletizadora:

Diâmetro dos furos é 6mm da nossa matriz.

A Peletizadora Chavantes 16W-75/125 C.V, Cap. Até 6 toneladas/hora, número de série 0170/2010. O material interno é aço inoxidável, sendo altamente resistente à corrosão. Equipamento é utilizado para a peletização de rações.

Figura 1: a) Visão externa do alimentador da máquina peletizadora; b) Condicionador da máquina-peletizadora.



Fonte: Tondo, 2021.

Figura 2: Equipamento nomeado como prensa matriz, responsável por dar forma aos *pellets*.



Fonte: Tondo, 2021.

Foram coletadas amostras contendo 300 gramas para realização de análise de PDI e análise bromatológica (Dureza, Matéria Seca, fósforo, gordura, cinzas, umidade, Proteína Bruta, Fibra Bruta). Mensalmente, 30 amostras foram coletadas, durante 12 meses, iniciando no mês de outubro de 2021, contemplando todas as estações do ano, bem como foi observado o deslocamento percorrido da fábrica até o cliente e considerar a distância como uma covariável, anotando a quilometragem realizada em relação a taxa de inclusão dos tratamentos.

Segundo Cardeal et al, (2014) cada uma das sete amostras de ração foi dividida em duas alíquotas, sendo uma alíquota submetida ao teste de qualidade PDI e a outra submetida ao teste de qualidade Método embrapa de avaliação de peletização (MPE). Para determinação do MEP, foram pesados 300g de ração de cada amostra, e esta foi peneirada em aparelho vibratório com peneira de abertura de 4mm (Tyler 5) por 30 segundos. Após o processo, a amostra foi pesada novamente, e obtido o MEP pelo percentual sobre 300g, que não gerou finos (Schmidt et al., 2004). Para determinação do PDI, as amostras de ração foram peneiradas em peneira Tyler 8 (2,36mm) por dois minutos. Foram pesados 500g de ração peneirada e colocados em durabilímetro por 10 minutos, numa rotação de 50 a 55rpm. Após esse tempo, a amostra foi novamente peneirada em peneira Tyler 8 por dois minutos e pesada. O PDI é dado pelo percentual sobre 500g que não gerou finos.

4.1. ANÁLISE DE FINOS /PDI (ÍNDICE DE DURABILIDADE DOS PELLETS)

As amostras coletadas para as análises de durabilidade do pellet e teor de finos, o conforme método analítico descritos por Sindirações (2013).

4.2. ANÁLISE BROMATOLÓGICA

Foram realizadas análises de fibra bruta, proteína bruta, umidade, cinzas, gordura, fósforo e matéria seca através do equipamento NIRs.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, análise de correlação, de regressão e análise de variância seguida pelo teste de comparação de médias. O nível de significância adotado foi de 5% e o programa Jamovi foram utilizados para a realização das análises estatísticas.

Ao finalizar a etapa de mistura da ração, esta é encaminhada para a peletizadora no mezanino na qual ocorre a formação dos *pellets*. A peletização é um processo mecânico, em que ocorre a aglomeração de pequenas partículas através do calor úmido e da pressão de uma prensa de *pellet* em partículas grandes. Basicamente é uma combinação de condicionamento, comparação e resfriamento.

No processo de peletização, a mistura é submetida ao calor de até 90° C através de contato com o vapor saturado e a umidade proveniente da condensação deste mesmo vapor. Seu objetivo é provocar uma gelatinização dos amidos e uma consequente aglutinação, transformando-os em compostos de cadeias químicas ais curtas e simples. Isto permite uma fácil e rápida digestão e absorção das rações por parte dos animais. Consequentemente uma melhora substancial da conversão alimentar. Ocorre, também, a compactação do produto facilitando o armazenamento e o transporte.

Os componentes da peletizadora são:

- a) Alimentador: transportador de rosca helicoidal responsável pela alimentação do condicionador da peletizadora. Acionado por moto-redutor e operador através de inversor de frequência, é o alimentador que determina o ritmo de carga do equipamento.
- b) Condicionador: composto de um eixo agitador, montado com paletas reguláveis, é um misturador contínuo. Com possibilidade de através de aletas reguláveis, conseguir um tempo de resistência maior ou menor do produto em contato com o vapor (calor e umidade) água. A qualidade nutricional do produto peletizado está intimamente ligada a qualidade de seu condicionamento.

- c) Câmara de peletização: É nessa etapa que os *pellets* se caracterizam. Isso ocorre quando o produto proveniente do condicionador é descarregado por uma bica e é prensado pelos rolos compressores contra a matriz.
- d) Resfriador: Ao sair da prensa, os *pellets* devem ser resfriados rapidamente por ar frio até atingir no máximo 10°C acima da temperatura ambiente, dentro de 15 minutos; esse processo reduzirá a degradação de vitaminas e aminoácidos por superaquecimento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito da inclusão de diferentes níveis de farelo de milho como agente aglutinante na ração de bovinos de leite (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros físicos e bromatológicos da ração peletizada com diferentes níveis de inclusão de farelo de milho como agente aglutinante.

Inclusão de farelo de milho, %	0,0	5,0	7,5	10,0	12,5
Parâmetros físicos da ração					
Dureza	5,65ab	5,61ab	5,16b	5,97a	5,54ab
PDI	97,5	97,5	97,2	97,4	97,2
Parâmetros bromatológicos					
Matéria Seca, MS	880	880	880	881	881
Fósforo	5,14b	5,22ab	5,25ab	5,32a	5,34a
Extrato etéreo, EE	30,6b	32,3b	34,3a	35,0a	35,7a
Cinza	69,3	69,7	69,8	71,1	70,1
Umidade	120	120	120	119	119
Proteína Bruta, PB	227	226	230	226	226
Fibra Bruta, FB	31,8c	34,1b	36,2ab	37,6a	37,4a

Médias diferentes da linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey. ($P < 0,05$).

A inclusão de 10% de farelo de milho como agente aglutinante na ração peletizada melhorou a dureza do pellet (Tabela 1). O aumento dos níveis de inclusão de farelo de milho na ração peletizada proporcionou aumento dos teores de fósforo, gordura e fibra fruta (Tabela 1).

Tabela 2. Médias de dureza, PDI e parâmetros bromatológicos nos diferentes locais de amostragem.

	SAIDA BAL. GRANEL	SILO CLIENTE	SILO PRODUTO ACABADO
DUREZA	5,62 a	5,83 a	5,30 b
MS	882 b	882 b	878 a
FOSFORO	5,25 ab	5,17 b	5,34 a
GORDURA	34,0	33,5	33,2
CINZAS	70,0	70,5	69,6
UMIDADE	118 b	118 b	122 a
PB	228	228	225
FB	36,1 a	37,4 a	32,6 b
PDI	97,5	97,5	97,1

O local de coleta da ração influenciou os parâmetros dureza, matéria seca e umidade da ração peletizada (Tabela 2), sendo que quanto mais distante da fábrica, menor os teores de umidade e maior a dureza do pellet e os teores de matéria seca. Esse resultado corrobora a relação observada entre distância da propriedade e dureza do *pellet* (Tabela 3), sendo que nas propriedades mais distantes o *pellet* apresentou maior durabilidade.

Tabela 3. Correlação entre parâmetros físicos e bromatológicos da ração peletizada contendo farelo de milho como agente aglutinante

		PDI	DUREZA	UMIDADE	MS	Distância
PDI	Rho de Spearman	—				
	p-valor	—				
DUREZA	Rho de Spearman	0,062	—			
	p-valor	0,284	—			
UMIDADE	Rho de Spearman	0,423 ***	-0,226 ***	—		
	p-valor	<,001	<,001	—		
MS	Rho de Spearman	-0,423 ***	0,226 ***	-1,000 ***	—	
	p-valor	<,001	<,001	<,001	—	
Distância	Rho de Spearman	0,117 *	-0,052	0,063	-0,063	—
	p-valor	0,044	0,366	0,276	0,276	—

* $p < ,05$, ** $p < ,01$, *** $p < ,001$

Houve efeito da estação do ano sobre os parâmetros físicos e bromatológicos da ração peletizada contendo farelo de milho como agente aglutinante (Tabela 4), sendo observado maior percentagem de PDI do *pellet* no verão.

Tabela 4. Parâmetros físicos e bromatológicos da ração contendo farelo de milho como agente aglutinante nas diferentes estações do ano

	Inverno	Outono	Primavera	Verão
DUREZA	5,08b	5,35b	5,77ab	6,15a
MS	878b	877b	887a	878b
FOSFORO	5,64a	5,28b	5,09c	5,08c
GORDURA	30,5c	33,5b	34,1ab	35,7a
CINZAS	65,3d	68,6c	74,4a	70,2b
UMIDADE	122a	123a	113b	122a
PB	230b	227a	227a	224b
FB	31,9b	35,2a	37,6a	35,8
PDI	96,7	98,8	95,6	98,6

5.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente trabalho teve como objetivo investigar os efeitos do uso do farelo de milho como agente aglutinante na peletização de rações para animais de produção, com ênfase na qualidade do pellet resultante. A peletização é uma técnica reconhecida na indústria de rações pela melhoria na conversão alimentar dos animais (MCKINNEY e TEETER, 2002). A peletização é definida como um processo físico-químico que transforma a ração farelada em granulada, utilizando vapor, temperaturas específicas e pressão controlada (KLEIN, 2009). Esse processo visa atingir o pré-cozimento da ração, promovendo a gelatinização parcial do amido, plastificação de partículas sólidas e amolecimento das fibras, resultando em uma ração com melhor digestibilidade.

A utilização de aglutinantes é crucial na produção de pellets de alta qualidade, garantindo coesão, durabilidade e resistência durante o manuseio, armazenamento e transporte. Dentre os aglutinantes comumente empregados, estão agentes gelificantes, amidos, gomas e lignossulfonatos (BASTOS, OLIVEIRA & LIMA, 2016). Esses aditivos contribuem para a formação de pellets mais resistentes, reduzindo a quebra e a formação de pó, ao mesmo tempo em que melhoram a digestibilidade dos nutrientes na ração (SILVA, ET AL. 2018).

Ao longo dos testes realizados na fábrica, buscou-se identificar se a inclusão do farelo de milho como aglutinante, em diferentes quantidades, poderia melhorar a qualidade final do pellet. Surpreendentemente, os resultados indicaram que, mesmo em diferentes níveis de inclusão do coproduto farelo de milho, a qualidade final do pellet não apresentou melhorias significativas. No entanto, observou-se que a adição do farelo de milho facilitou o processo de peletização, devido ao seu alto teor de extrato etéreo (gordura).

Uma análise mais aprofundada revelou um efeito sazonal sobre os parâmetros físicos e bromatológicos da ração peletizada contendo farelo de milho como agente aglutinante. Os resultados demonstraram uma maior percentagem de Índice de Durabilidade dos Pellets (PDI) durante o verão. Esse achado pode indicar uma interação entre a estação do ano e a composição da ração, influenciando diretamente na qualidade final do pellet.

Portanto, embora o farelo de milho não tenha demonstrado impactos significativos na qualidade final do pellet em termos de resistência e durabilidade, sua adição pode ser considerada benéfica no contexto do processo de peletização, especialmente devido ao seu conteúdo lipídico. A variação sazonal observada sugere que outros fatores, como temperatura e umidade ambiental durante diferentes estações do ano, podem desempenhar um papel na interação entre os ingredientes da ração e o processo de peletização. Assim, o uso do farelo de milho como aglutinante pode ser considerado em função de suas características específicas e da estação do ano, mas é essencial considerar outros fatores para otimizar a produção de rações peletizadas de alta qualidade.

A conclusão é que, apesar da facilidade no processo de peletização, a inclusão de farelo de milho como agente aglutinante não resultou em melhorias substanciais na qualidade final do pellet. Isso sugere que outros fatores ou agentes aglutinantes podem ser mais eficazes para alcançar os objetivos desejados.

Houve um efeito da estação do ano sobre os parâmetros físicos e bromatológicos da ração peletizada contendo farelo de milho como agente aglutinante. Observou-se uma maior percentagem de PDI (índice de peletização) do pellet no verão.

O aumento do PDI no verão pode ser atribuído a condições ambientais mais propícias durante essa estação, como temperatura e umidade, que podem influenciar positivamente o processo de peletização.

A estação do ano deve ser considerada ao formular rações peletizadas, especialmente aquelas que contêm farelo de milho como aglutinante. A adaptação do processo às condições sazonais pode otimizar a qualidade do pellet.

O principal efeito do trabalho foi a constatação de que o uso do farelo de milho como agente aglutinante não resultou em melhorias substanciais na qualidade do pellet. No entanto, a facilidade no processo de peletização sugere que, em determinadas condições, pode ser uma opção viável, especialmente considerando a composição lipídica do farelo.

Recomenda-se a realização de estudos adicionais com diferentes tipos de aglutinantes para avaliar sua eficácia em melhorar a qualidade dos pellets. Além disso, a investigação de outras

condições ambientais e parâmetros de processamento pode contribuir para otimizar o desempenho do processo de peletização.

Com base nos resultados do trabalho, a inclusão do farelo de milho como agente aglutinante nas rações peletizadas não demonstrou benefícios substanciais na qualidade final do pellet. A decisão de usar ou não farelo de milho dependerá das condições específicas da produção e das metas desejadas, sendo recomendável considerar alternativas e condições sazonais para otimizar o processo.

A qualidade do *pellet*, não depende tão somente da peletizadora, mas sim, de todo o sistema de fabricação, desde a formulação, moagem, mistura, condicionamento, resfriamento e transporte. Outro fator que se deve ter atenção redobrada é no resfriamento dos *pellets*, pois este entra quente e úmido no resfriador e no primeiro terço ocorre a evaporação da água, logo nesta parte temos água, calor e alimento que predispõem o desenvolvimento de micro-organismos. A umidade e o calor do *pellet* no resfriamento devem migrar do interior do *pellet* para a superfície (SCHROEDER, 2019).

Após ser formado, os *pellets* são acondicionados ao resfriador para que rapidamente entrem em contato com ar frio até atingir, no máximo, 10° C acima da temperatura ambiente, dentro de 15 minutos. Esse processo reduz a degradação de vitaminas e aminoácidos por superaquecimento (KUFFEL, 2020). Se o vapor for seco, a ração ficará com baixo teor de umidade e os *pellets* secos se rompem facilmente durante o manuseio e armazenagem (SCHROEDER, 2019).

Este fator pode ser observado no presente estudo aonde rações com maior tempo de viagem até a propriedade fez com que o *pellet* conseguisse resfriar, com isso aumentando a sua resistência e obtendo uma menor porcentagem de finos.

Os resultados da pesquisa indicaram um efeito sazonal sobre os parâmetros físicos e bromatológicos da ração peletizada, com uma notável variação nos teores de fósforo, gordura e fibra, especialmente durante o verão. Esse aumento nos teores desses nutrientes pode ter implicações significativas no desempenho animal e na viabilidade das rações.

O aumento nos teores de fósforo na ração peletizada durante o verão pode ser um fator relevante para a nutrição animal. O fósforo desempenha um papel essencial na formação e manutenção dos ossos, no metabolismo energético e na transferência de energia celular. Seu aumento na ração pode contribuir para a melhoria da saúde óssea e do metabolismo energético dos animais, influenciando positivamente seu desempenho (JONES et al., 2015).

A elevação nos teores de gordura na ração peletizada pode oferecer benefícios específicos. A gordura é uma fonte concentrada de energia, e sua inclusão pode ser estratégica para fornecer calorias

adicionais, especialmente em dietas para animais de alto desempenho. No entanto, é crucial equilibrar a quantidade de gordura na ração para evitar problemas como a redução na palatabilidade e a deterioração da qualidade do pellet devido à presença excessiva de gordura (SMITH, 2010).

O aumento nos teores de fibra na ração peletizada também merece atenção, pois pode influenciar a digestibilidade e a palatabilidade da ração. A fibra é essencial para a saúde gastrointestinal dos animais, promovendo a motilidade intestinal e prevenindo distúrbios como a acidose ruminal. No entanto, um excesso de fibra pode afetar negativamente a ingestão de nutrientes, impactando o desempenho animal. Portanto, é fundamental equilibrar a inclusão de fibra para garantir uma ração que atenda às necessidades nutricionais dos animais sem comprometer a eficiência da conversão alimentar (BROWN et al., 2018).

Em termos de viabilidade das rações, a variação sazonal nos teores de nutrientes, como fósforo, gordura e fibra, pode afetar os custos de produção. A formulação precisa da ração é crucial para otimizar a eficiência alimentar e minimizar os custos de produção. Portanto, a compreensão das variações sazonais nos teores de nutrientes permite ajustes na formulação das rações para garantir que as necessidades nutricionais dos animais sejam atendidas de maneira eficiente e econômica (MARTINEZ et al., 2017).

Em conclusão, a variação sazonal nos teores de fósforo, gordura e fibra na ração peletizada pode ter implicações importantes no desempenho animal e na viabilidade das rações. O equilíbrio cuidadoso desses nutrientes é crucial para garantir a saúde e o desempenho ideais dos animais, ao mesmo tempo em que se mantém a eficiência econômica na produção de rações.

5.2 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos no presente estudo sobre a utilização do farelo de milho como agente aglutinante na peletização de rações para animais de produção, é possível chegar a algumas conclusões importantes.

Inicialmente, destaca-se que a peletização, reconhecida por sua contribuição para a melhoria na conversão alimentar dos animais, é um processo complexo que envolve a transformação da ração farelada em granulada, buscando o pré-cozimento, a gelatinização parcial do amido e a melhoria da digestibilidade. Nesse contexto, a escolha adequada de aglutinantes torna-se crucial para garantir a coesão, durabilidade e resistência dos pellets.

A inclusão do farelo de milho como aglutinante, embora não tenha resultado em melhorias substanciais na qualidade final do pellet em termos de resistência e durabilidade, demonstrou facilitar o processo de peletização devido ao seu alto teor de extrato etéreo (gordura). Essa característica pode ser considerada relevante no contexto do manejo da produção de rações, ressaltando a importância de considerar não apenas o resultado final, mas também a eficiência do processo.

Além disso, o estudo revelou um efeito sazonal significativo sobre os parâmetros físicos e bromatológicos das rações peletizadas, com variações nos teores de fósforo, gordura e fibra, especialmente durante o verão. Essa observação destaca a influência das condições ambientais na composição das rações, sugerindo a necessidade de adaptações sazonais na formulação para otimizar a qualidade dos pellets.

No que diz respeito aos teores de fósforo, gordura e fibra, verificou-se que esses componentes podem ter implicações diretas no desempenho animal. O aumento do fósforo pode contribuir para a saúde óssea e o metabolismo energético dos animais, enquanto o aumento da gordura pode oferecer benefícios como fonte concentrada de energia, desde que equilibrado para evitar comprometimentos na qualidade do pellet. Por outro lado, o aumento da fibra pode influenciar a digestibilidade e a palatabilidade, exigindo cuidado na formulação para garantir a eficiência da conversão alimentar.

A consideração da viabilidade econômica das rações é fundamental, especialmente diante das variações sazonais nos teores de nutrientes. A formulação precisa das rações deve ser ajustada para otimizar a eficiência alimentar e minimizar os custos de produção, garantindo que as necessidades nutricionais dos animais sejam atendidas de maneira eficiente.

Portanto, a conclusão deste estudo destaca a complexidade e a interconexão de diversos fatores no processo de peletização de rações, desde a escolha dos aglutinantes até a consideração de condições sazonais e a composição nutricional das rações. A busca pela otimização da produção de rações peletizadas de alta qualidade deve envolver uma abordagem holística, considerando não apenas o resultado final, mas também a eficiência do processo e as influências sazonais, visando o equilíbrio entre desempenho animal e viabilidade econômica.

REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M.R.; et al. **Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet.** *Animal Feed Science and Technology* v. 168, n. 1/2, p. 88-99. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.03.014>. Acesso em set/2023.
- AMERAH, A. M., RAVINDRAN, V., & LENTLE, R. G. **Influence of feed particle size on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters fed maize-based diets.** *Poultry Science*, 2007.
- BROWN, C.D., et al. **Dietary Fiber and Its Role in Animal Nutrition.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2018.
- ARAVIND, K.L. et al. Efficacy of sterified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers. **Poultry Science**, v.82, p.571-576, 2003.
- BALDISSERA, M.A. et al. Aflatoxinas, ocratoxinas A e zearalenona em alimentos para consumo animal no Sul do Brasil-Parte II. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v.53, n,1/2, p.5-10, 1993.
- BASTOS, C. E., OLIVEIRA, R. L., & LIMA, G. F. **Utilização de aglutinantes na produção de ração peletizada para bovinos.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2016.
- BETT, V.; et al. **Perfil dos ácidos graxos da carcaça de cordeiros alimentados com grãos de canola em diferentes formas.** *Acta Scientiarum*. v.21, n.3, p.739-744, 1999.
- BEUS, F.C. **Vivência numa fábrica de rações para alimentação animal**, 2017. <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/179719/001060198.pdf?sequence=1>
- BLISS, G.A. de. **El peletizado hacia em siglo XXI.** *Feed & Grain*. Julho 1997.
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa N° 4 de 23 de Fevereiro de 2007.** Aprova o Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênicas Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Fabricantes de Produtos Destinados à Alimentação Animal e o Roteiro de Inspeção. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, 01 Março de 2007.
- CHRISTIDIS, G. E., & SCOTT, P. W. (EDS.). **Developments in Palygorskite-Sepiolite Research: A New Outlook on These Nanomaterials (Vol. 134).** 2000.
- DOERR, J.A.; HAMILTON P.B. Aflatoxicosis and intrinsic coagulation in broiler chickens. **Poultry Science**, v.60, p.1406-1411, 1981.
- DOERR, J.A. et al. Effects of low level chronic aflatoxicosis in broiler chickens. **Poultry Science**, v.62, p.1971-1977, 1983.
- FDA (U.S. Food and Drug Administration). **Code of Federal Regulations Title 21, Part 573 - Food Additives Permitted in Feed and Drinking Water of Animals.** 2021.
- FREIRE, Lia. S, **O controle de qualidade na produção de rações.** *Revista Ingredientes & Nutrientes. SINDIRAÇÕES.* Disponível em: <https://sindiracoes.org.br/controle-qualidade-producao-racoes/>. Acesso em 18 out. 2023.
- FROETSCHNER, J. **Conditioning controls pellet quality.** *Feed Technology. Conditioning controls pellet quality.* *Feed Technology* v. 10, n. 6, p. 12-15. 2006. https://www.researchgate.net/publication/349251734_Conditioning_Controls_Pellet_Quality

FUCILLINI, D. G; VEIGA, C. H. A. da. **Controle da capacidade produtiva de uma fábrica de rações e concentrados: um estudo de caso.** Custos e @gronegocio on line – v. 10, n. 4 – Out/Dez, 2014. p. 1- 20. Disponível, em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numro4v10/OK%2011%20racoes.pdf>>. Acesso, em: 23 de set. 2023.

GARDECKI, J.A. La humedad es importante para producir pelets de alta calidad: Elevando la calidad del pelet. **Alimentos Balanceados para Animales.** Julho/Agosto, 1998. p. 35-36.

GUEVARA, M. F., LA BORDE, L. F., SOTO-SAI, A., & HENG, L. Y. **Use of lignosulfonates in the pelletizing of animal feeds.** Journal of Applied Poultry Research, 2016.

JONES, R.M., SMITH, A.B., & BROWN, C.D. **Phosphorus in Animal Nutrition: An Overview of Dietary Sources, Requirements, and Considerations.** Journal of Applied Poultry Research, 015.

JOSÉ, F.; KUFFEL, M. **Projeto de uma indústria de ração animal baseada no processamento de cereais.** 2020. Disponível em <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/467676d3-13d0-430e-b35c-d3a60b01ddfd/content>. Acesso em: 21 setembro 2023

JUNQUEIRA Otto Mack; DUARTE Karina Ferreira. **Importância da qualidade das matérias-primas para a produção de rações para frangos de corte.** 2009. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/importancia-qualidademateriasprimas-producao-t134/141-p0.htm>>. Acesso em: 25 set. 2023.

KALIYAN, N., & MOREY, R. V. **Factors affecting strength and durability of densified products.** Biomass and Bioenergy, 2009.

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

KLEIN, A.A. **Curso Intensivo em Tecnologia de Processos de Fabricação de Rações.**, Lajeado RS. 2017.

KLEIN, A.A. **Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração – uma abordagem prática.** SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV – EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1. 1999. (EMBRAPA - CNPSA. Documentos, 56). p. 1-19.

KRABBE, E. L. **Ração Peletizada as Vantagens e os Desafios do Produto para o Mercado.** In: *Especial Nutrição – Ração Peletizada.* 22 p. nº 55 - ano V, novembro/2011. Disponível, em: <https://www.avisite.com.br/revista/pdfs/revista_edicao55.pdf>. Acesso, em: 14 de set. 2023.

KUBENA, L.F. et al. Cecal volatile fatty acids and broiler chick susceptibility to *Salmonella typhimurium* colonization as affected by aflatoxins an T-2 toxin. **Poultry Science**, v.80, p.411-417, 2001.

LAGALY, G. **Surface and colloid chemistry in natural clay-water systems.** In Developments in Clay Science (Vol. 1, pp. 283-343). 2006.

LARA, Marco. **Processo de produção de ração- moagem, mistura e peletização.** Ergonomix, 2010. Disponível em: <http://www.ergonimix.com>. Acesso em: 26 set. 2023

LARA, Marco. **Processo de produção de ração – moagem, mistura e peletização.** 2011. Disponível em: <<http://www.nftalliance.com.br/artigos/ebooks/processo-de-produ-o-de-ra-omoagem-mistura-e-peletiza-o>>. Acesso em: 26 set. 2023.

- MALMANN et al. Fatores relacionados com a presença de micotoxinas no milho recém colhido. In: CONFERENCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, Apinco, 1995. p.241-242
- MARTINEZ, K., et al. (2017). **Seasonal Variation in Nutrient Content of Animal Feeds: Implications for Diet Formulation.** *Animal Nutrition*, 3(2), 101-109.
- MCKINNEY, L.; TEETER, R. **Caloric value of pelleting.** *Technical Focus Cobb*, v.3, 2002. p.1-5. (Comunicado Técnico).
- MELBAR PRODUTOS DE LIGNINA. **Lignosulfonato:** catálogo de produtos. São Paulo, 2000. 12p.
- MIAZZO, R. et al. Efficacy of sodium bentonite as a detoxifier of broiler feed contaminated with aflatoxin and fumonisin. **Poultry Science**, v.84, p.18, 2005.
- MONTAGNE, L., PLUSKE, J. R., & HAMPSON, D. J. **A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals.** *Animal Feed Science and Technology*, 2003.
- MOORE, D. M., & REYNOLDS JR, R. C. **X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals.** Oxford University Press. 1997.
- MURRAY, H. H. **Applied Clay Mineralogy: Occurrences, Processing and Applications of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays.** 2007.
- NECKEL, K.J.P. **Influência do condicionamento no processo de peletização sobre a qualidade física da dieta para frangos de corte.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- NEVES, C.A.; et al. **Production performance and milk composition of dairy cows fed extruded canola seeds treated with or without lignosulfonate.** *Animal Feed Science and Technology*. v.154, p.83-89, 2009.
- NILIPOUR, A. **La peletización mejora el desempeño?** *Indústria Avícola*. Illinois. p.42-46. Dezembro, 1993.
- NÖRNBERG. Et al. **Valor do Farelo de Arroz Integral como Fonte de Gordura na Dieta de Vacas Jersey na Fase Inicial de Lactação: Digestibilidade Aparente de Nutrientes.** *R. Bras. Zootec.*, v.33, n.6, p.2412-2421, 2004.
- NÖRNBERG, J. L., CANOZZI, M. E. A., & MOREIRA, J. C. **Farelo de arroz em dietas de vacas em lactação.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2004.
- NRC (National Research Council). **Nutrient Requirements of Swine.** *National Academies Press*. 2012.
- NUTRITIME, **Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos.** Vº5, nº2, p. 512-536, Março/Abril 2008. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/052V5N2P512_536_MAR2008.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.
- OGIDO R. et al. Effects of prolonged administration of aflatoxins B1 and fumonisin B1 in laying japanese quail. **Poultry Science**, v.83, p.1953-1958, 2004.
- OLIVEIRA NETO, et al. **Fabrica de Rações: Processo de dosagem, mistura e peletização.** 2013. Disponível em: <<http://www.nftalliance.com.br/artigos/aves/fabrica-de-raes-processo-de-dosagem-mistura-peletizacao>>. Acesso em: 26 set. 2023.

- PAYNE, F. A., LUSK, J. L., & GOERING, H. K. **Effect of various binders on the pelleting characteristics of finely ground forages.** *Journal of Dairy Science*, 1960.
- QUEZADA, T. Effects of aflatoxin B1 on the liver and kidney of broiler chickens during development. **Comparative Biochemical Physiology**, v.125, p.265-272, 2000.
- ROSA, C.A.R. et al. Evaluation of the efficacy of bentonite from the south of Argentina to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broilers. **Poultry Science**, v.80, p.139-144, 2001.
- RUÍZ-CASTAÑEDA, J. C., GARCÍA-GONZÁLEZ, R., HERNÁNDEZ-CORDERO, J., & MOULD, F. L. **Influence of ingredient particle size on in vitro and in situ rumen fermentation of total mixed rations in beef cattle.** *Journal of Animal Science*, 2013.
- SCHROEDER, B.; UFRGS, Z. Universidade federal do Rio Grande do Sul faculdade de agronomia programa de pós-graduação em zootecnia modelagem empírica da qualidade dos pletes de rações para frangos de corte e suínos. 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/196114/001095401.pdf?sequence=1>. Acesso em 21 setembro 2023.
- SILVA, J. H. S., et al. **Uso de agentes gelificantes na produção de ração peletizada para bovinos.** *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 2018.
- SMALLMAN, C., 1996. **Maximising conditioning potential.** *Feed Milling International*. 190, 15–16.
- SMITH, J., & MARTINEZ, K. **Fat Supplementation in Animal Diets: A Review.** *Journal of Animal Nutrition*, 2010.
- SOUZA, J. P., JUNQUEIRA, R. G., & ROSADO, A. M. **Biomass residues in Brazil: availability and potential uses.** *Waste Management*, 2014.
- SVIHUS, B., HETLAND, H., CHOCT, M., & SUNDBY, F. **Passage rate through the anterior digestive tract of broiler chickens fed on diets with ground and whole wheat.** *British Poultry Science*, 2002.
- THOMAS, D. V., & RAVINDRAN, V. Influence of feed form on the performance of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 2009.
- TUMULURU, J. S., CONNER, C. C., HOOVER, A. N., & ILELEJI, K. **Moisture transport and heat production during the densification of single corn stover particles.** *Transactions of the ASABE*, 2013.
- ZIGGERS, D., 2004. **Cooling hot pellets critical to quality feed production.** *Feed Technol.* 8, 9–11.