

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS SÃO LUÍS DE MONTES BELOS, GO
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
MESTRADO PROFISSIONAL

SAMMES ANTÔNIO CLÁUDIO

TEMPO DE HOMOGENEIZAÇÃO DA RAÇÃO: QUALIDADE DA MISTURA E DO
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.

São Luís de Montes Belos, GO

2018

SAMMES ANTÔNIO CLÁUDIO

TEMPO DE HOMOGENEIZAÇÃO DA RAÇÃO: QUALIDADE DA MISTURA E DO
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Goiás Câmpus São Luís de
Montes Belos para obtenção do título de
Mestre em Desenvolvimento Rural
Sustentável.

Linha de pesquisa: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Medeiros da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos

São Luís de Montes Belos, GO

2018

SAMMES ANTÔNIO CLÁUDIO

**TEMPO DE HOMOGENEIZAÇÃO DA RAÇÃO: QUALIDADE DA MISTURA E DO
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

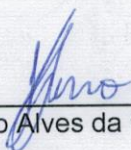
Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Goiás - Campi São Luís de
Montes Belos, para a obtenção do título de
Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aprovado em: 07 de setembro de 2018.

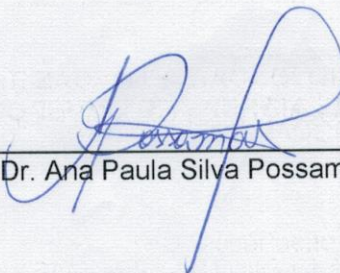
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rodrigo da Silva Medeiros – UEG



Prof. Dr. Diogo Alves da Costa Ferro – UEG



Prof. Dr. Ana Paula Silva Possamai – UNIVAR

Dedico esta conquista inicialmente a Deus,
pelo dom da vida, aos meus amados pais,
pela oportunidade oferecida, aos irmãos e
sobrinhos, pela alegria e amor oferecidos, e
minha esposa, pela força e apoio constantes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por serem o alicerce em meu desenvolvimento e aos meus irmãos e sobrinhos pela presença renovadora.

À minha dedicada esposa, retribuo e reconheço sua presença ao incentivar-me nas mudanças pessoais, além de acompanhar-me em todo o processo deste mestrado, compartilhando anseios, alegrias, aflições e acertos.

Ao Sr. Mário César de Lima, quero agradecer pela a disponibilização da empresa FOSTEC Nutrição Animal para a realização prática deste trabalho e pela amizade a mim compartilhada.

Aos professores Rodrigo Medeiros e Alessandro Santos por me orientarem nos estudos e nortearem na realização do projeto.

Pelo incentivo, trocas de experiências e amizades cativadas, agradeço aos amigos de classe, Lucas Ferreira Pinto, Lorryne Lays Ferreira Leite, Carlos Arnaldo de Alcântara Malaquias e Israel Mendes Ivo.

À UEG, aos dedicados professores e aos colaboradores da instituição, pela oportunidade de aprendizagem.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição da ração L22, as inclusões dos ingredientes e as concentrações de PB dos ingredientes.	38
Tabela 2: Valores dos indicadores encontrados em cada amostra coletada. ..	43
Tabela 3: Coeficiente de variação (CV) de cada micromineral dos resultados das amostras coletados de acordo com o tempo de mistura.	45
Tabela 4: Dados da média da corrente coletada em cada minuto do funcionamento do motor do misturador, do valor do resultado da potência e do consumo de energia elétrica.	46
Tabela 5: Ângulo de repouso dos ingredientes da ração L22.	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Análise da mistura de acordo com o percentual do CV encontrado e suas ações corretivas.	20.
--	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: pontos de amostras em misturador vertical.	20.
Figura 2: pontos de amostras em misturador horizontal.	20.
Figura 3: Ilustração da divisão igualitária efetuada para a amostragem da ração misturada.	41.
Figura 4: Gráfico do desempenho da média da corrente elétrica coletada em cada tempo de mistura.	49.

RESUMO

A utilização da suplementação nutricional foi um caminho encontrado para a maior produção animal e sua sanidade, porém um alimento mal misturado não permite o alcance destas melhoras. Existem diversos fatores que interferem na homogeneidade da ração e, especificamente, o processo de mistura é um dos que precisam ser controlados em uma fábrica de ração. Este processo também pode interferir no uso de eletricidade, o impacto ambiental mais presente neste tipo de empreendimento. Para identificar o melhor tempo da ração, coletou-se 4 amostras de mistura de ração nos tempos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, e 10 minutos e efetuou-se a análise dos níveis quantitativos do Zinco, Ferro, Cobre e Manganês, onde os resultados foram utilizados para o cálculo do coeficiente de variação e a identificação do tempo ótimo de mistura. Foi possível considerar o impacto ambiental de cada tempo com o uso da eletricidade, a partir da coleta dos dados da amperagem necessária para o motor do misturador. E com isso descobriu o tempo de 2 minutos como ideal, que existe redução no gasto energético e a possibilidade de aumento de produção.

Palavras-chave: Fábrica de Ração Animal. Indicador. Nutrição de Precisão.

SUMMARY

The use of nutritional supplementation was a pathway found for higher animal production and sanity, but poorly mixed food does not allow the achievement of these improvements. There are several factors that interfere with the homogeneity of the feed, and specifically the mixing process is one that needs to be controlled in a feed mill. This process may also interfere with the use of electricity, the most present environmental impact in this type of enterprise. To identify the best feed time, four samples of feed mixture were collected at times 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 10 minutes, and the levels were analyzed. The results were used to calculate the coefficient of variation and the identification of the optimum mixing time. It was possible to consider the environmental impact of each time with the use of electricity, from the data collection of the necessary amperage to the motor of the mixer. And with this he discovered the time of 2 minutes as ideal, that there is a reduction in energy expenditure and the possibility of increased production.

Key-words: Animal Feed Factory. Indicator. Precision Nutrition.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
SUMMARY	x
1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	12
1.1 NUTRIÇÃO PARA BOVINOS LEITEIROS	12
1.1.1 NUTRIÇÃO DE PRECISÃO EM BOVINOS LEITEIROS	14
1.1.2 IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ANIMAL	15
1.2 FÁBRICA DE RAÇÃO ANIMAL	15
1.2.1 RAÇÃO ANIMAL.	16
1.2.2 PROCESSO DE MISTURA.....	19
1.2.3 UNIFORMIDADE E DESEMPENHO	19
1.2.4 COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV)	20
1.2.5 ELEMENTO TRAÇO, MARCADOR OU INDICADOR.	22
1.3 FATORES QUE INTERFEREM NA HOMOGENEIDADE DE UMA RAÇÃO.	23
1.3.1 TEMPO DE MISTURA	24
1.3.2 MISTURADOR	25
1.3.3 TESTE DE DESEMPENHO DOS MISTURADORES	26
1.3.3.1 TESTE UTILIZADO POR LIMA E NONES (1997):.....	26
1.3.3.2 TESTE UTILIZADO POR HERMAN E BEHNKE (1994):	27
1.3.3.3 COUTO (2012) APRESENTA A SEGUINTE METODOLOGIA:	27
1.4 ECO EFICIÊNCIA	28
REFERÊNCIAS.....	31
CAPÍTULO 2 – ARTIGO	36
CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O censo agropecuário Brasileiro de 2017, que teve referência do ano safra 2016-17, levantou informações do total de estabelecimentos agropecuários e da pecuária no Brasil, encontrando 2.521.249 estabelecimentos, com um total de 171.858.168 cabeças de bovinos (corte e leite), sendo que o Centro-Oeste possui o maior efetivo, com 59.609.744 animais (34,68%) e dentro dele, o estado de Goiás está com 17.268.103, que equivale a 28,96% dos animais da região e 10,04% do total nacional (IBGE, 2017a).

Fazendo uma análise do confronto dos resultados entre os censos agropecuários existentes entre 1975 até 2017, observa-se uma evolução de 69,03% no número de bovinos, enquanto os estabelecimentos agropecuários cresceram apenas 1,58%, com progressão de 8,14% na área e decréscimo de 7,60% na área das pastagens (IBGE, 2017b). Dados também percebidos por ALMEIDA et al.(2018), que responsabilizaram o aumento de bovinos e a diminuição da área de pastagens pelo aumento da capacidade suporte das pastagens.

Buscando enquadrar o aumento da produtividade à melhora da qualidade dos produtos finais e à redução dos impactos ambientais no âmbito da realidade nacional e internacional, os profissionais envolvidos com a nutrição de ruminantes continuam desenvolvendo pesquisas (CAETANO E CAETANO JÚNIOR, 2017), como a seguir.

1.1 Nutrição para bovinos leiteiros

O conhecimento sobre a nutrição animal prática é conhecida há eras, tendo início nos tempos romanos com a observação das diferenças expressas na produtividade e na reprodução a partir de alimentos diferentes, mas este conhecimento só foi ampliado no século 18, com o avanço da agricultura e das ciências correlatas, assim como o desenvolvimento presenciado na eficiência animal, que se aprimorou após o melhoramento genético, nutricional e de manejo (TEIXEIRA, 2001).

A sabedoria do uso de alimentos melhorados, para os principais animais de produção, teve primeiramente sua evolução na otimização do uso para suínos e aves, enquanto que para bovinos de leite ocorreu num segundo plano, mas ainda

antes do uso para bovinos de corte, devido à expressão de resposta ser percebida pelos produtores (TEIXEIRA, 2013).

Outra compreensão de nutrição antiga é a classificação dos bovinos como herbívoros, embasados em seu comportamento alimentar e sua anatomia do sistema digestivo, que também os agrupam como ruminantes, devido a algumas características próprias deste agrupamento, como: boca sem incisivos superiores e caninos, fazendo a apreensão dos alimentos com os incisivos inferiores, lábios e língua; Saliva com produção contínua, tendo presença de tamponantes, ação anti espumante e anti-timpânica e por não possuir enzimas; Estômago com 04 compartimentos, rúmen, retículo, omaso e abomaso; presença de goteira esofágica; ruminação e regurgitação da digesta ruminal; eructação; ausência de enzima glicolítica no intestino e produção de ribonuclease no intestino delgado (LANA, 2005).

Aproveitando-se deste comportamento alimentar, e como expressado por CARDOSO et al. (2000) e TOMICH et al. (2015), que o principal elemento do custo variável da produção leiteira é a alimentação com concentrados, LANA (2005) afirma que o sistema de produção leiteira no Brasil é predominantemente a pasto, onde o uso de ração é pouco ou ausente.

De acordo com PEREIRA (2000), a inadequação nutricional, devido ao não uso de concentrados, é um dos problemas que posiciona o Brasil, abaixo de países com rebanhos menores, mas que possuem maior produtividade, no ranking de produção de leite.

A quantidade de ração a ser fornecida aos bovinos de leite depende da qualidade das pastagens, da quantidade de leite produzida e da quantidade de gordura no leite (LANA, 2005). E uma estratégia para melhorar o desempenho animal e efetivar a maximização do consumo de nutrientes é o uso de ração (PESSOA, 2014), como descrito por PEREIRA (2000), que relata que a produção média de leite de uma vaca na Nova Zelândia chegava a 2.800 kg numa produção embasada em pasto, enquanto que Canadá, EUA e alguns países europeus tem a média de 6.000 kg, com elevado uso de concentrados.

Esta resposta na produtividade também está ligada a fatores como: genética, fase de lactação, quantidade de ração fornecida e à qualidade dos alimentos fornecidos, onde estes devem ser aumentados para a suplementação de bovinos de

leite de alta produção, por terem maior exigência nutricional e pela importância que a alimentação tem no custo de produção (PEREIRA, 2000; DAMASCENO et al., 2002; TOMICH et al., 2015).

Com o objetivo de formular rações para vacas leiteiras no período das águas embasadas no NRC de 1989 e 2001, LANA (2005) verificou a necessidade de aumentar 1 kg de ração para cada 2,3 litros de produção de leite acrescida por cada vaca.

1.1.1 Nutrição de precisão em bovinos leiteiros

A nutrição de precisão, tema complexo por abranger processos que ocorrem antes e depois do consumo alimentar, como o conhecimento dos ingredientes e seu armazenamento, busca minimizar o impacto ambiental cometido pela produção animal sobre o meio ambiente, através dos conhecimentos de alimentação e manejo, avaliando o plano nutricional dos animais e buscando a minimização da excreção de nutrientes, como nitrogênio e o fósforo, que são dois nutrientes destaques na nutrição animal e têm seus impactos ao meio ambiente com a volatilização do nitrogênio, vindo das fezes, em forma de amônia, a excreção excessiva de fósforo e o manejo dos dejetos (BRANCO et al., 2012).

Para a prática da nutrição de precisão, é necessário o profundo conhecimento das exigências nutricionais de cada fase do animal, com a finalidade de fazer uma formulação balanceada e individual, passando pelos crivos da viabilidade econômica, ambiental e produtiva, com a implementação de tecnologias e equipamentos focados em coleta de dados e seu processamento (TOMICH et al., 2015).

Vários fatores afetam a adoção da nutrição de precisão, mas BRANCO et al. (2012) e UTIMI (2016) colocam a variabilidade das rações como um fator de relevância a ser analisado e melhorado, onde sugerem algumas medidas, como a análise dos ingredientes, a formulação das dietas de acordo com os meses do ano e o treinamento de funcionários no preparo de rações, misturas e pesagens.

Já TOMICH et al. (2015), dizem que a introdução da nutrição de precisão na bovinocultura de leite deve ser tratada como uma postura gerencial, atendendo as exigências nutricionais de forma pontual, sem exageros ou faltas, onde com isso maximiza o retorno financeiro e minimiza os efeitos negativos ao meio ambiente. E

acrescentam dizendo que os erros dos processos que promovem a falha da nutrição de precisão são: a imprecisão dos dados de exigência animal, os erros nos valores nutricionais quantitativos e qualitativos dos ingredientes, erro na pesagem, imprecisão na mistura, tempo inadequado de mistura, segregação de nutrientes no transporte, perda de nutrientes por lixiviação ou deteriorização, seleção no cocho pelos animais, refugo de ingredientes e falha na previsão de consumo.

1.1.2 Importância da nutrição animal

Com as novas descobertas vindas do campo da alimentação e nutrição animal, como o estudo químico dos alimentos, estes campos alcançaram aumentos na eficiência da produção (TEIXEIRA, 2013).

Segundo TEIXEIRA (2011) e SILVA et al. (2016), o plano nutricional afeta a eficiência reprodutiva, podendo afetar a idade do primeiro estro em bovinos, e influencia na funcionalidade dos órgãos reprodutivos. TEIXEIRA (2011) ainda apresentou como possíveis causas, primárias ou secundárias, de fertilidade baixa e efeitos prejudiciais durante a gestação, a deficiência de fósforo, cálcio, selênio, cobre, cobalto, iodo, manganês, zinco e vitaminas, porém, segundo FRANCA et al. (2011), quando os minerais são administrados corretamente, previnem doenças relacionadas ao coração, ossos, trato urinário e articulações, pensamento corroborado por OLIVEIRA et al. (2013), onde afirma que a administração de minerais deficientes via suplementação é bastante eficiente.

A administração da nutrição animal diminui gradativamente o custo de produção de leite das vacas, de acordo com o aumento da produção de leite, pois a quantidade de alimentos ingeridos para atender as exigências nutricionais para manutenção é independente da produtividade, mas relacionada ao seu peso vivo (PEREIRA, 2000).

1.2 Fábrica de Ração Animal

Segundo PEREIRA (2002), uma fábrica de ração tem como função, a recepção e estoque de matérias-primas; moagem; mistura de ingredientes da ração; embalagem; armazenamento da ração e expedição, dispondo de certa quantidade de funcionários para a realização da produção, e COUTO (2012) complementa dizendo que são empresas que processam alimentos para animais e que buscam a

satisfação dos clientes, com redução de custos e qualidade nos produtos, implementando mudanças tecnológicas que visem atender as exigências de mercado, que terão como principal objetivo a produção de alimentos seguros, visto que, atualmente, o Brasil é um dos maiores fabricantes de ração do mundo.

Os processos de produção que merecem o controle da qualidade são: recebimento, armazenagem e processamento dos ingredientes, pesagem e mistura, controle na produção de premix e na de ração, contaminação cruzada, verificar peletização e extrusão e o controle do produto final, sua expedição e seus cuidados (BUTOLO, 2010).

No controle da produção de rações devem-se analisar previamente todos os ingredientes que serão misturados, depois verificar a moagem e granulometria dos ingredientes, evitando as que estiverem fora do padrão. Em seguida deve pesá-los separadamente e colocá-los em ordem para mistura, e por fim, misturá-los no tempo correto. Após as batidas, efetuar a limpeza do misturador (BUTOLO, 2010).

A busca por qualidade e produtividade é imprescindível para a conquista de novos clientes. Para alcançar os dois quesitos, o investimento com gestão, treinamento, análises de sistema, manutenções e escolha do fornecedor devem fazer parte das rotinas da fábrica, e para cada ponto crítico encontrado na produção da ração, deve-se estabelecer ações corretivas, fazer registros e efetuar rotineiramente as verificações dos processos (CORADI et al., 2009).

As fábricas que possuem maior carência tecnológica e de gerenciamento são as de pequeno porte, porém são as que podem ter mudanças em maior velocidade, devido ao pequeno número de funcionários e relacionamento estreito (COUTO, 2012).

As inovações tecnológicas das fábricas de rações e o gerenciamento exemplar, norteados pelas melhorias na nutrição animal, manejo, ambiência e genética, serão imprescindíveis para a elevação dos índices de produtividade e sanidade animal (OLIVEIRA et al., 2013).

1.2.1 Ração Animal.

No primeiro semestre de 2018, a produção de ração para bovinos leiteiros foi de 2,39 milhões de toneladas, o que representa um retrocesso de 6,5% em relação à produção industrializada no mesmo período do ano anterior, devido ao incremento

no custo da alimentação com a alta dos grãos e de outros insumos indexados ao câmbio, aumento dos Juros nos Estados Unidos, aos déficits nas contas públicas brasileiras, incertezas políticas com as eleições, além dos embargos russos nas carnes suínas e por fim, com a “greve dos caminhoneiros”. Existe uma previsão de melhora no segundo semestre de 2018 na produção de ração para bovinos leiteiros, devido à baixa captação de leite e bons preços pagos, porém, mesmo com a possível alta, este ano terá a produção 3% menor que a produção de seis milhões de toneladas de 2017 (ZANI, 2018).

A definição de ração balanceada, segundo PEREIRA (2000), LANA (2005) e SALMAN et al. (2011), é todo alimento ingerido pelo animal, num período de 24h, com o ideal de satisfazer seu requerimento nutricional e que seja composto pela mistura de ingredientes. Que também é legislativamente definido como:

“A mistura composta por ingredientes e aditivos, destinada à alimentação animal de animais de produção, que constitua um produto de pronto fornecimento e capaz de atender às exigências nutricionais a que se destine” (BRASIL, 2009).

No final dos anos 70, com a exploração mais detalhada dos bovinos leiteiros, houve uma mudança nas formulações de rações, que seguiu uma maior complexidade e homogeneidade, diminuindo aos animais a seleção dos ingredientes e favorecendo a digestão e o metabolismo dos nutrientes (FREITAS, 2008). Existem vários tipos de rações formuladas nas fábricas, exigidas para solucionar as discrepâncias encontradas em estudos entre os valores dos nutrientes das pastagens durante as estações do ano e, conseqüentemente, a melhora no desempenho dos animais (OLIVEIRA et al., 2013).

As estações de secas e chuvas não proporcionam uniformidade na produção de forragem, assim como a infertilidade dos solos tropicais. Isto acaba interferindo negativamente na alta produção de pastagem e no atendimento das exigências nutricionais requisitadas para a expressão total dos animais, em pastejo, com alto potencial genético, necessitando de suplementação alimentar, para alcançar produtividade adequada (PEREIRA, 2000; FERNANDES et al., 2017).

Com o conhecimento das exigências nutricionais dos bovinos e os estudos das características nutritivas dos alimentos foi possível verificar que os alimentos não são completos nutricionalmente e que seria recomendável a mistura de alimentos, para balancear adequadamente os nutrientes (TEIXEIRA, 2013).

O cálculo das formulações de rações é uma ferramenta econômica importante para a nutrição animal (PEREIRA, 2000), porém, os softwares de cálculos de ração e dieta não analisam os fatores de manejo alimentar, além de terem valores dos nutrientes dos alimentos em suas bibliotecas que podem divergir dos ingredientes utilizados, podendo, com isso, ocorrer falhas na precisão da nutrição e isto causa diferenças entre a dieta formulada, da misturada, da fornecida ao animal e da ingerida por ele, e para minimizar este erro é interessante adicionar o valor nutritivo dos ingredientes realmente utilizados na dieta (TOMICH et al., 2015), ou seja, a formulação ideal não deve conter excesso ou faltas de nutrientes (FRANCA et al., 2011).

Por isso o nutricionista deve ser o elo entre o laboratório de análises de alimentos e o setor de produção, devendo relacionar as análises com a minimização da variabilidade nutricional do produto final (COUTO, 2012), além de conhecer as questões necessárias para as formulações de rações e suplementos, que são: conhecimento dos princípios da nutrição animal, conhecimento dos ingredientes disponíveis na região, suas composições qualitativas, suas restrições de uso e seu custo, além do conhecimento das exigências nutricionais dos animais (LANA, 2005; PEREIRA, 2000).

Então, algumas características desejáveis numa ração para ser equilibrada e levar resultados, além de atender as normas e o fator econômico, são: nutricionalmente adequada, características físicas de ingredientes e rações compatível, boa palatabilidade, homogeneidade, moderação financeira, teor de fibra adequado, ausência de microrganismos e substâncias nocivas e apresentar expressão fenotípica excelente da carcaça do animal alimentado (TEIXEIRA, 2003; BELLAVER, 2004).

Para se conseguir fidelidade nos níveis de garantia expressos nos rótulos das rações com os níveis formulados, é necessária a aquisição de matéria prima de qualidade, seguindo requisitos qualitativos pré-estabelecidos, o acompanhamento das análises da matéria prima com amostragens coerentes e o adequado armazenamento dos ingredientes (CORADI et al., 2009), sabendo que um sistema bom e ativo de controle de qualidade promove uma ração de qualidade (BUTOLO, 2010). Os alimentos usados nas rações devem estar em boas condições higiênicas e sanitárias, devendo descartar os ingredientes fermentados e receber os isentos de

insetos e que tenham uma relação custo benefício interessante para baixar o custo da ração (SALMAN et al., 2011).

A adequada fabricação da ração e sua maximização nutricional dependem do controle dos pontos críticos da produção, com destaque no processo de mistura (PAIANO et al., 2014).

1.2.2 Processo de mistura

A pesagem e a mistura são o coração da fábrica de ração, pois é essencial a pesagem dos ingredientes e sua homogeneidade após a mistura (BUTOLO, 2010), pois o processo de mistura tem como objetivo: combinar os ingredientes, garantindo homogeneidade e o balanceamento dos nutrientes, isso proporciona que seja consumido porções diárias de nutrientes que atendam as exigências nutricionais dos animais a campo (BELLAYER E NONES, 2000; Couto, 2012) e ainda evite a seleção de alimentos pelos animais (Salman et al., 2011).

De acordo com BELLAYER E NONES (2000), a mistura dos ingredientes é um processo muito importante na produção da ração animal, uma vez que ela afeta diretamente a qualidade da ração final.

Mistura eficiente é aquela com a maior uniformidade possível dentro de um ou mais ciclos (ROCHA, 2014), adequada, quando fornece ao animal uma dieta balanceada e favorece o desempenho animal (MCCOY et al., 1994), e satisfatória, quando executada num tempo mínimo e com um custo mínimo de despesas, como energia e mão de obra (HERMAN E BENHKE, 1994), apesar da mistura ideal ser considerada impossível de ser alcançada por KOKIC (2009).

Segundo KOKIC (2009), o objetivo principal do processo de mistura é produzir um produto uniforme ao ponto da probabilidade de encontrar qualquer componente ser igual em todas as posições, ou ainda, de acordo com COUTO (2012), uma mistura adequada deve garantir que todos os nutrientes especificados nas rotulações estejam presentes em 10 gramas da ração.

1.2.3 Uniformidade e Desempenho

A ração consumida por um pintinho de um dia ou a consumida por um bezerro deve conter em poucas gramas a quantidade necessária de nutrientes requerida por eles. Isto explica a importância da homogeneidade da ração, a relevância de se ter

em proporções adequadas os nutrientes calculados (TEIXEIRA, 2003) e corroborado por BELLAVER E NONES (2000), quando afirmam que uma má uniformidade pode comprometer o fornecimento de minerais, vitaminas e medicamentos prejudicando o desempenho dos animais.

Rações não homogêneas causam perdas econômicas pela queda do desempenho animal e causam sub ou superdosagem de ingredientes e aditivos (COUTINHO, 2012).

É por isso, que rações mal misturadas requerem maiores níveis nutricionais. Também é importante para não ter prejuízo no desempenho dos animais, desuniformidade nos lotes, canibalismo, índices reprodutivos baixos, baixa imunidade e aumento nas doenças e, por fim, dosagens erradas em rações com aditivos (MELO et al., 2003). Não existindo desempenho zootécnico máximo, com rações sem uniformidade (BUTOLO, 2010), sendo o desempenho afetado (TOMICH et al., 2015).

A mistura homogênea reduz a seleção dos alimentos pelos animais, levando a um bocado semelhante e mais equilibrado de alimentos, promovendo estabilidade ruminal (FREITAS, 2008).

1.2.4 Coeficiente de Variação (CV)

O Coeficiente de Variação é uma medida de dispersão, usada para determinar a variabilidade dos resultados da variável selecionada (KALIL, 1997; AMARAL et al., 1997)

COUTO (2012) acredita que o CV seja um avaliador prático da homogeneidade de uma ração, pois ele avalia o desvio padrão existente entre as diferenças médias dos resultados obtidos em relação à média estimada dos resultados das amostras. Apresenta como regra prática comum, a utilização do CV entre 5% e 10%.

O coeficiente de variação foi considerado por TEIXEIRA et al. (2012), como um coeficiente de boa avaliação para a característica de homogeneidade da ração e tomou os valores abaixo de 10% de variação como os adequados, corroborado por HERMAN E BEHNKE (1994), enquanto que para LIMA E NONES (1997), os valores normais de CV para misturadores verticais são de até 10%, enquanto que para os horizontais são de até 5%.

O cálculo do Coeficiente de Variação em porcentagem é apresentado por, HERMAN E BEHNKE (1994), LIMA E NONES (1997) e COUTO (2012), através da fórmula 01.

$$CV (\%) = \frac{DP \times 100}{M} \quad (01)$$

$$M = \frac{\sum X}{n} \quad (02)$$

$$DP = \sqrt{V^2} \quad (03)$$

$$V^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1} \quad (04)$$

Onde: CV (%) = Coeficiente de variação;
M = Média aritmética;
DP = Desvio Padrão;
X = resultados obtidos no teste;
n = número de amostras; e
V² = Variância.

HERMAN E BEHNKE (1994) fizeram a avaliação e ação corretiva da mistura, de acordo com o resultado do CV encontrado, descrita no Quadro 1:

Quadro 1: Análise da mistura de acordo com o percentual do CV encontrado e suas ações corretivas.

Percentual de CV	Avaliação	Ação Corretiva
Abaixo de 10%	Excelente	Nenhuma
De 10 a 15%	Bom	Aumente o tempo de mistura em 25 a 30%
De 15 a 20%	Médio	Aumente o tempo de mistura em 50%, verifique o desgaste do equipamento, verifique a lotação do equipamento ou mude a sequencia de adição dos ingredientes.
Acima de 20%	Fraco	Existe uma possível combinação dos itens acima. Consulte o fabricante.

Fonte: Adaptado de HERMAN E BEHNKE (1994).

1.2.5 Elemento traço, marcador ou indicador.

É através de um elemento traço, que a mistura é avaliada (KLEIN, 1999).

BUTOLO (2010) informa que o indicador mais utilizado é o manganês, por sempre fazer parte dos núcleos e premixes, ter custo relativamente baixo e ter facilidade em ser determinado. Apesar de saber que o uso de Sulfato de Manganês, Sulfato de Zinco, Cloreto de Sódio e Carbonato de Cobre como indicadores para a validação de homogeneidade de misturas pode induzir a erros de interpretação, devido aos elementos Manganês, cobre, zinco e cloro serem constituintes naturais dos ingredientes das rações (ROCHA, 2014).

Mas, podem ser utilizados diversos elementos como indicadores de dispersão de ingredientes na ração, como concluem DIOVANI et al. (2014), que a utilização de macro-ingredientes, como milho e calcário, são promissores, provavelmente pelo pequeno diâmetro e pelo elevado número de unidades por kg da ração, ciente que segundo AXE (1995), os indicadores que possuem densidade e granulometria bastante distintos dos ingredientes podem causar avaliações discrepantes pela forma distinta de movimentação das partículas. Indicadores usados por TEIXEIRA et al. (2012) em seu trabalho foram a proteína, o cálcio e o fósforo.

Em contramão ao exposto, CLARK et al. (2007), recomendam como indicadores os ingredientes de baixa inclusão e que não façam parte das composições dos ingredientes, como aditivos medicamentosos. E, nesse sentido, BUTOLO (2010) diz que o uso de microtracer's, como marcador, possui resultados satisfatórios.

E características que expressam um marcador "ideal" para os testes de uniformidade de ingredientes, publicados pelo INSTITUTO TECALIMAN (2006), são: atóxico, ser ausente nos ingredientes, que não influencie nas propriedades nutricionais ou organolépticas, ter estado físico sólido, ter inclusão de 0,001% a 0,1%, contenha um milhão de partículas a cada grama, seja estável em processos hidrotérmicos, que não se disperse ou se agregue em água, que possa ser analisado em rações fareladas e peletizadas e que tenha um método simples, repetível e barato.

1.3 Fatores que interferem na homogeneidade de uma ração.

COUTO (2012) descreveu alguns fatores que causam influencia na uniformidade da mistura, que são: estado físico dos ingredientes (que podem se encontrar nos estados solido semissólido e líquido), forma geométrica (dependendo da forma que o ingrediente possua, existe alteração no seu fluxo, influenciando na fluidez da massa ou em sua compactação), ângulo de repouso (é o ângulo máximo que as partículas do ingrediente se mantêm paradas), trajetória (movimento executado pelas partículas no processo de mistura), Percolação ou vibração (movimento das partículas, que se encontrava em repouso, através de vibrações), aerodinâmica (separação das partículas devido à diferença de peso e densidade), cargas eletrostáticas (é a capacidade das partículas de receberem cargas elétricas positivas ou negativas) e densidade (relação massa e volume das partículas).

Outros fatores, relacionados à etapa da mistura que levam a divergências nas formulações, são: falhas de equipamentos na pesagem, características operacionais singulares, tamanho da partícula, densidade e higroscopicidade (TOMICICH et al., 2015).

Segundo HERMAN E BEHNKE (1994), fatores tais como tamanho, forma, densidade, carga estática das partículas, sequência de adição e quantidade dos ingredientes, modelo, limpeza e desgaste do misturador e tempo de mistura determinam a dispersão dos ingredientes em uma ração.

Outro problema na homogeneidade das rações são as características eletrostáticas das partículas, que o movimento das pás do misturador ao ingrediente, proporciona as colisões com as demais partículas que se tornam carregadas e tendem a aderir nas partes metálicas do equipamento. Essa característica é potencializada em partículas mais finas (OLIVEIRA et al., 2013).

E mais dois fatores que interferem na homogeneidade da ração são a carga do misturador e a vida útil do equipamento. A segregação dos ingredientes é comum de ocorrer através das roscas, do transporte e nas quedas livres dos silos, devido às características dos ingredientes, como tamanho, forma e densidade (MELO, 2003).

Apesar de buscar o melhor ponto de mistura, existem pontos críticos na fabricação de ração que causam a desmistura, como a instalação imprópria de equipamentos após o misturador, silos de armazenagem da ração muito alto, levando a separação dos produtos com a segregação dos ingredientes de pesos

específicos, o transporte de rações e a inclusão de sistemas vibratórios em silos prontos (KLEIN, 1999).

1.3.1 Tempo de Mistura

O tempo de mistura é um fator de interferência na homogeneidade da ração e que é interdependente de outros fatores, como já descrito no tópico: Fatores que interferem na homogeneidade de uma ração. O tempo ideal de mistura acontece quando os ingredientes de uma ração se encontram homogêneos, encontrado através do menor erro padrão (GODOI E DETTMAMM, 2007).

Cada formulação deve ter seu tempo de mistura ideal e específico, porém, por dificuldades em sua execução, as fábricas colocam um tempo único que atenda todas as fórmulas (COUTO, 2012).

O tempo ideal de mistura expresso por BUTOLO (2010) e COUTO (2012) num misturador vertical de rosca única é de 15 a 20 minutos, enquanto que se for de duas, o tempo varia entre 5 e 10 minutos para BUTOLO (2010) e de 8 a 10 minutos para (COUTO, 2012), porém, para LIMA E NONES (1997), o tempo ótimo de mistura pode ser de 5 minutos, mas dependendo do estado do misturador, este tempo pode não ser identificado, por nunca conseguir uma boa homogeneização. Esta ideia de LIMA E NONES (1997) vai em contradição à ideia genérica de que o misturador vertical precisa de 12 a 15 minutos para homogeneizar uma ração.

Já em misturadores horizontais, o tempo de mistura ótimo fica entre 2 e 5 minutos para BUTOLO (2010), quanto que para COUTO (2012) são 3 a 4 minutos em duplo helicóide e 1,5 a 2 minutos em duplo helicóide com pás.

Para MELO et al. (2003), o tempo ideal de mistura é de 12 minutos para o misturador vertical e de 2 a 4 minutos para o horizontal. Eles orientam que é melhor produzir a mistura no tempo indicado pelo fabricante e que só se deve iniciar a contagem do tempo de mistura após a inclusão total dos ingredientes no misturador.

O tempo ideal de mistura, entre 4, 5 e 6 minutos, de acordo com o trabalho de GODOI E DETTMAMM (2007), foi de 4 minutos, quando a capacidade do misturador foi de 20% de sua capacidade, porém com 40, 60 e 100% da capacidade do volume do misturador, o tempo ideal foi de 5 minutos, apresentando com isso que para cada volume pode haver um tempo ideal de mistura.

O tempo de mistura recomendado, descrito por TEIXEIRA et al. (2012), foi de 3,75 minutos, porém, encontraram no trabalho o tempo adequado de 10 minutos de mistura após o fim da carga dos ingredientes, dentro dos tempos avaliados em minutos: 8, 10, 12, 15 e 20, apesar de constatarem que os valores de 10 e 15 minutos tenham tido bons resultados, o de 10 minutos é o suficiente para homogeneizar com menor consumo de energia e tempo de operação.

O tempo de mistura com CV abaixo de 10% encontrado por ÇİFTÇİ E ERCAN (2003) foi de 3,75 minutos.

O trabalho de THOMAS et al. (2014) resultou num maior tempo de mistura com CV abaixo de 10% para misturas com densidades menores, onde uma mistura de densidade de 16,4 kg/m³ necessitou de 60 segundos para estar homogênea, enquanto uma mistura com 13,06 kg/m³ precisou de 240 segundos e também pode ser verificadas diferenças nos volumes das misturas, devido as diferentes densidades.

São várias as metodologias de determinação do tempo ideal de mistura, porém todos são embasados em análises de nutriente ou aditivo de amostras retiradas em tempos diferentes de um misturador (LIMA E NONES, 1997).

1.3.2 Misturador

No processo de mistura, o equipamento utilizado para se proporcionar a homogeneização dos ingredientes é o misturador, o qual possui como principais tipos de misturadores: os verticais, que são os mais baratos, fáceis de instalar e econômicos devido ao pouco uso da força motriz, porém são pouco eficientes, devido à separação dos ingredientes de densidades diferentes; os horizontais, que possuem maior custo de implantação e de gasto elétrico, mas produzem rações mais uniformes que os verticais; os contínuos, que os ingredientes são introduzidos continuamente numa extremidade e a ração sai pronta na outra; e os em “Y”, que possuem o formato da letra e misturam pequenas quantidades, além de possuir o melhor CV de homogeneização (TOSO E MORABITO, 2005; COUTO, 2012; TEIXEIRA, 2013).

O misturador é o responsável por definir o tamanho máximo de cada batelada, uma vez que todos os ingredientes devem ser carregados dentro dele para efetuar a mistura. O uso do misturador totalmente cheio ou parcialmente preenchido

têm praticamente os mesmos custos operacionais e de tempo, porém, este último, tem variações dependentes do tipo de produto (TOSO E MORABITO, 2005).

Para um misturador ser considerado eficiente, ele deve ter qualidade de mistura, não possuir resíduo maior que 0,2% da capacidade do misturador após a descarga e não ter vazamento pela comporta (KLEIN, 1999).

1.3.3 Teste de desempenho dos misturadores

A avaliação da mistura deve ser efetuada antes de virem os prejuízos de desempenho dos animais (COUTO, 2012) e também por saber que a apresentação observada com as falhas de mistura numa ração são tão visíveis e marcantes, que podem afetar negativamente a imagem de uma empresa (DARPOSSOLO et al., 2010) e por isso a não observância ao tempo ideal de mistura pode ser crucial no bom andamento do processo (KLEIN, 1999).

Então, a análise de uniformização das rações deve ser algo periódico e ser parte integrante do controle de qualidade (COUTO, 2012). Deve-se ter a sabedoria de que cada misturador tem seu tempo ótimo de mistura (KLEIN, 1999),

Existem algumas particularidades a serem observadas na realização dos testes de homogeneidade, como: o cuidado com os ingredientes que interfiram nas características ou nos níveis nutricionais dos indicadores, avaliar a exatidão e precisão das análises e avaliar o custo dos produtos que onerem os testes e desestimulem seu uso (COUTO, 2012).

1.3.3.1 Teste utilizado por LIMA E NONES (1997):

A metodologia usada tem seu início com a organização dos materiais: 40 sacos plásticos com capacidade para 300g com identificação das amostras, 01 calador com objetivo de efetuar a retirada de amostras no misturador e 01 cronômetro para medir o tempo. Com os materiais em mãos e de posse de uma fórmula de ração, proceder apenas um ensaio como o seguinte: pesar os ingredientes e colocá-los no misturador, com inclusão do de maior ao de menor conteúdo e a última inclusão, colocar o ingrediente que possui o indicador. Após o carregamento efetuar a batida pelo tempo estimado, dentro de no mínimo 10 tempos, mas sendo igualmente espaçados, retirar 04 amostras de cada tempo e

enumerar as amostras mencionando o tempo e a amostra daquele tempo. Para a coleta, deve-se desligar o motor do misturador.

Enviar todas as amostras ao laboratório e de posse dos laudos, calcular o coeficiente de variação (CV) de cada tempo amostrado. O menor valor dos CV's equivale ao melhor tempo de homogeneização.

1.3.3.2 Teste utilizado por HERMAN E BEHNKE (1994):

Esta metodologia apresenta duas formas de coleta das amostras, onde podem ser efetuadas dentro do misturador com um calador, ou na descarga do misturador, dependendo do tipo de misturador.

A coleta deve ser feita a partir de 10 locais distintos ou em intervalos equivalentes, sendo preciso de cinco tempos igualmente compassados.

Para a seleção de um microingrediente como indicador, o mesmo deve compreender a até 0,5% do volume usado. O cloreto de sódio é um indicador comumente usado, e possui diversas técnicas de análise, como os tituladores da “Quantab” (Environmental Test Systems, Elkart, Indiana). Também utiliza-se o CV como coeficiente válido no teste de homogeneidade.

1.3.3.3 COUTO (2012) apresenta a seguinte metodologia:

Seleciona-se um operador e uma fórmula que não possua ingredientes que mascarem os resultados. Depois prepara-se os ingredientes e realiza-se a mistura, normalmente, como se faz na fábrica.

Deve-se coletar de 8 a 12 amostras de 100 a 200g, com calador, conforme figuras 1 e 2. Depois, deve-se identificar as amostras de acordo com as posições das coletas.

Após o envio das amostras para análise do elemento traço, e com o resultado em mãos, faz-se o cálculo do desvio padrão da concentração do produto apresentado nos resultados das amostras (fórmula 03) e o coeficiente de variação (fórmula 01).

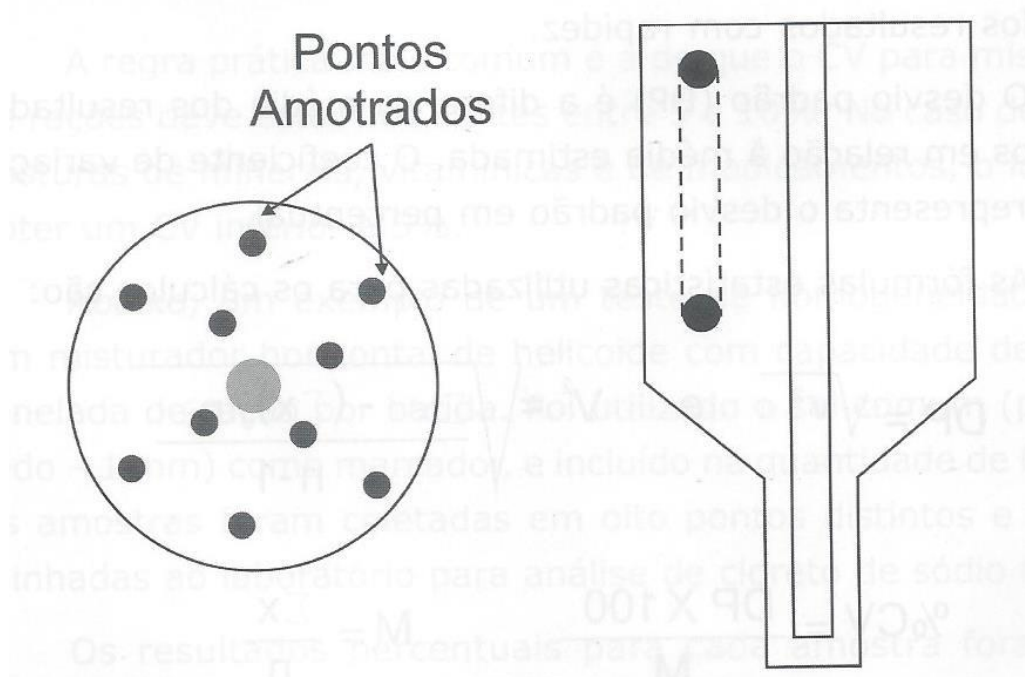


Figura 1: pontos de amostras em misturador vertical.

Fonte: adaptado de COUTO (2012)

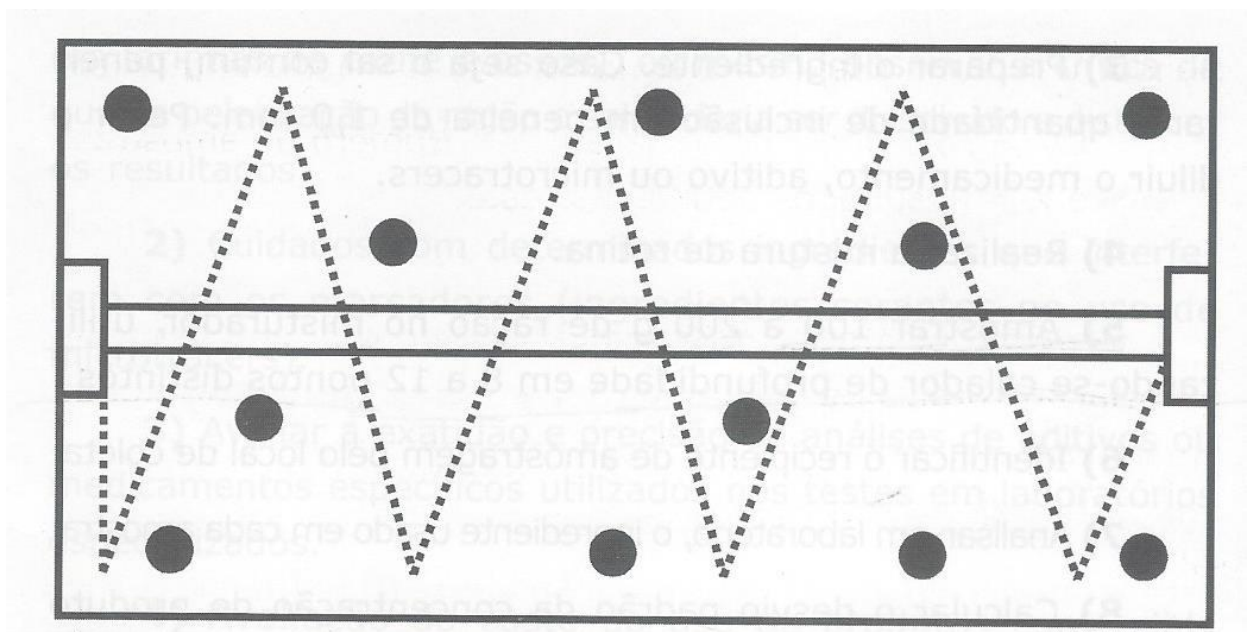


Figura 2: pontos de amostras em misturador horizontal.

Fonte: adaptado de COUTO (2012)

1.4 Eco Eficiência

A sustentabilidade traz reflexões sobre a inserção de novas práticas produtivas, focadas em preservação ambiental, tratamento e destinação de

resíduos, filtragem de gases poluentes. A decisão empreendedora de seguir o caminho da sustentabilidade influencia as áreas sociais, econômicas e ambientais da empresa e a implementação da gestão ambiental, gera melhora na imagem da empresa, aumento das receitas e valor ao produto final (CRAVOL E FERREIRA, 2012).

O maior impacto ambiental das fábricas de ração é o uso de eletricidade, tornando-se necessário a minimização de seu desperdício e com isso, PACHECO et al. (2018) concluíram que é necessário a análise de eficiência de uso de eletricidade dos motores.

As perdas energéticas são inerentes ao sistema e elas são classificadas por causa de desperdício em três grupos relevantes: projeto deficiente, que levam a desperdícios de energia em razão de equipamentos, materiais e desenhos mal elaborados, operação ineficiente, quando existem operações bem elaboradas, mas estão em mau uso, e manutenção inadequada, que pode minimizar o desperdício somente com a manutenção corretiva e preventiva levando os equipamentos a desenvolverem bons desempenhos (NOGUEIRA, 2007).

O uso energético eficiente é classificado por dois mecanismos: Mecanismos de base tecnológica, com implementação de processos e equipamentos novos, com objetivo de redução de perdas energéticas, e mecanismos de base comportamental, sendo referente a mudanças de hábitos de uso (NOGUEIRA, 2007).

OLIVEIRA FILHO et al. (2004) concluíram que motores adequados e eficientes fazem o mesmo trabalho dos motores utilizados no estudo de caso deles, porém o fazem com menor potência e gasto elétrico, cujo potencial de redução com a adequação da força motriz é de 22,6%. Com isso eles acreditam que o estudo da racionalização do uso da força motriz é relevante em fábricas de ração.

A redução das contaminações do ar, da água e do solo é uma busca frequente nos processos das fábricas de ração com a implantação de processos que aumentem a digestibilidade dos alimentos e a diminuição das excretas, como os processos de peletização, moagem e extrusão (COUTO, 2012).

Outra forma de diminuir as excretas dos animais e aumentar a eficiência das fábricas de ração com a economia de moagem dos grãos é a moagem do milho de cultivar de textura dura em granulometria grossa, com 1.166,19 µm, em relação ao milho dentado (VIEIRA FILHO, 2013).

PUCRS (2010) define Energia Elétrica como a diferença de potencial elétrico existente entre dois pontos, que ocorra passagem de corrente elétrica.

Segunda VIANA et al. (2012), a energia elétrica, associada como a circulação de cargas elétricas num campo elétrico, é o resultado da multiplicação entre potência elétrica e o tempo em que a potência se desenvolve, enquanto a potência elétrica é o produto da tensão, com a corrente elétrica, a qual existe dois tipos: a corrente elétrica contínua, quando a corrente tem valor constante durante o tempo, e a corrente elétrica alternada, que varia de modo senoidal durante o tempo. A corrente elétrica mais usada é a alternada, devido a sua facilidade de produzir, e o cálculo da potência da corrente elétrica alternada trifásica é efetuada pela fórmula:

$$P_{el} = V \cdot I \cdot \sqrt{3} \quad (5)$$

Onde: P_{el} = Potência elétrica usada pelo equipamento;
 V = Tensão (volts);
 I = corrente elétrica (ampére).

Enquanto a fórmula:

$$CEE = P \times \Delta t \quad (6)$$

Onde: CEE = Consumo de Energia elétrica
 P = Potência do equipamento em kW
 Δt = Tempo de utilização do equipamento (horas).

É definida pela PUCRS (2010), como o cálculo de consumo de energia elétrica, dado em kWh.

Ao perseguir a sustentabilidade, as empresas passar a idealizar a Eco eficiência, que significa basicamente adicionar mais valor a um bem ou serviço utilizando menos recursos naturais e produzindo menos resíduos e poluição (CRAVOL E FERREIRA, 2012).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. M. T. B.; LIXA, A. T.; OLIVEIRA, O. C.; FASIABEN, M. C. R. Para onde vai à pecuária bovina brasileira? **56º Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER)** – Transformações recentes na agropecuária brasileira – Desafios em gestão, inovação, sustentabilidade e inclusão social. Campinas. 29 de jul. a 01 de ago. de 2018.
- AMARAL, A. M., MUNIZ, J. A., SOUZA, M. Avaliação do coeficiente de variação como medida de precisão na experimentação com citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, 1997.
- AXE, D. E. Factors affecting uniformity of a mix. **Animal Feed Science and Technology**, v.53, n.2, p.211-220, 1995.
- BELLAVER, C. A importância da gestão da qualidade de insumos para rações, visando a segurança dos alimentos. 2004. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/.../palestras_z5i79j8b_qualidade_insum>. Acessado em: 16 de julho de 2018.
- BELLAVER, C., NONES, K. A importância da granulometria na mistura e na peletização da ração avícola. **IV Simpósio Goiano de Avicultura**, Goiânia, abr. 2000.
- BRANCO, A. F., HARMON, D. L., OSMARI, M. P. Nutrição de precisão aplicada à nutrição de ruminantes. 2012. **Research Gate**. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/256293019>>. Acessado em: 29 de Nov. De 2017.
- BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 15 de 28 de maio de 2009. Regulamento Técnico que dispõe acerca dos procedimentos para registro de estabelecimentos e dos produtores destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 mai. 2009.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas, 2.ed., p.430. 2010.
- CAETANO, G. A. O., CAETANO JÚNIOR, M. B. O estado da arte na nutrição de ruminantes. **Pubvet Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v.11, n.4, p.399-408, Abr. 2017.
- CARDOSO, R. C.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO DA SILVA, J. F. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado em novilhos F1 Limousin X Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 6, p. 1832-1843, 2000.
- ÇİFTCI, I., ERCAN, A. Effects of diets of different mixing homogeneity on performance and carcass traits of boilers. **Journal of Animal and Feed Sciences**, n.12. p.163-171. 2003.

CORADI, P. C., LACERDA FILHO, A. F., MELO, E. C. Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) no processo de fabricação de ração. **Revista eletrônica nutritime**, v.6, n.5, p.1098-1102, set./out. 2009.

COUTINHO, T. C. Mistura correta. **Revista suinocultura Industrial**, Gessulli Agribusiness. Porto Feliz. São Paulo. n.132, abr./mai. 2006.

COUTO, H. P. **Fabricação de Rações e Suplementos para Animais:** gerenciamento e tecnologias. Editora Aprenda Fácil, Viçosa. 280p. 2.ed. 2012.

CRAVOL, L. B., FERREIRA, F. S. Sustentabilidade – uma reflexão a respeito do compromisso das empresas com o meio ambiente: um estudo de caso da Manfrim Industrial e Comercial LTDA. **Revista Hórus**, v.7, n.3, p.37-55, (2012).

DAMASCENO, J. C.; Aspectos da alimentação da vaca leiteira. In: II SulLeite. **Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil**. Maringá: UEM/CCA/DZO – NUPEL, 2002.

DARPOSSOLO, F. P. B., QUINTANA, L. R., MAGNANI, M., OBA, A., VENÂNCIO, E. J., CASTRO-GOMÉZ, R, J. H. Avaliação do potencial imunoestimulante carboximetil-glucana de *saccharomyces cerevisiae* em frangos de corte (*Gallus domesticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.231-240, jan./mar. 2010.

FERNANDES, T. A., PRATES, E. R., BARCELLOS, J. O. J., COSTA, P. T., FARIAS, G. D., VAZ, R. Z., SCHAFFHÄUSER, J. Efeitos associativos: consequências da suplementação concentrada que afetam o rúmen e o desempenho de ruminantes. REDVET – **Revista Electrónica de Veterinária**, v.18. n.10. 2017. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101017/101724.pdf>>.

FRANCA, J., SAAD, F. M. O. B., SAAD, C. E. P., SILVA, R. C., REIS, J. S. Avaliação de ingredientes convencionais e alternativos em rações de cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40. p.222-231, 2011.

FREITAS, A. B. Sistema de alimentação unifeed: rações completas. Universidade de Évora, departamento de zootecnia. **Revista: Notícias Limousine**, n.17, p.33-36, 2008.

GODOI, M. J., DETTMAMM, E. Fabricação de ração: determinação do tempo de mistura em misturador horizontal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.4, n.6, p.487-490. Nov./dez. 2007.

GROESBECK, C. N., GOODBAND, R. D., TOKACH, M. D., DRITZ, S. S., NELSEN, J. L., DEROUCHÉY, J. M. Diet mixing time affects nursery pig performance. **Journal Animal Science**, American Society of Animal Science, n.85, p.1793-1798, 2007.

HERMAN, T., BEHNKE, K. C. Testing mixer performance. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Kansas State University., v. Bulletin MF1172. **Feed Manufacturing**, 1994. Disponível em: <<http://www.ksre.ksu.edu/bookstore/Category.aspx?id=23&catId=385&Page=5>>. Acessado em: 08 de Jan. de 2018.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. **Tabela 1 - Confronto dos resultados dos dados estruturais dos Censos Agropecuários – Brasil – 1975/2017**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=resultados>>. Acessado em: 01 de nov. 2018. 2017b.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. **Tabela 6624, número de estabelecimentos agropecuários com pecuária e Efetivos, por espécies de efetivo da pecuária - resultados preliminares 2017**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=resultados>>. Acessado em: 01 de nov. 2018. 2017a.

KALIL, E. B. **Princípios de técnica experimental com animais**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 210p.

KLEIN, A. A. Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração: uma abordagem prática. **I Simpósio Internacional ACAV/EMBRAPA sobre nutrição de aves**. Concórdia, 17 e 18 de Nov. de 1999.

LANA, R. P. **Nutrição e Alimentação Animal** (mitos e realidades). Universidade Federal de Viçosa – Viçosa: UFV, 2005. 344p.

LIMA, G. J. M. M., NONES, K. **Determinação do tempo ótimo de um misturador de rações. Instrução técnica para o suinocultor**. Embrapa Suínos e aves, n.5, 1997. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoanimal/files/2011/03/tempo-de_mistura_CNPSA.pdf>. Acessado em 03 de mar. de 2018.

MCCOY, R. A. K. C., BEHNKE, K. C., HANCOCK, J. D., MCELLHINEY, R. R. Effect of mixing uniformity on broiler chick performance. **Poultry Science**, Champaign, v.73, n.3, p.443-451. 1994.

MELLO, R. C. A., PUPA, J. M. R., HANNAS, M. L. Mistura de rações: um ponto chave no sistema de produção animal. **Revista Allnutri**, Viçosa, n.3, p1-4. 2003.

NOGUEIRA, L. A. H. Uso racional: a fonte energética oculta. **Revista Estudos Avançados**, v.21, n.59, p.91-105, 2007.

OLIVEIRA, R., NOVAES, A. S., SOUZA, A. C. B., SALLES, M. A. M., SANTO, G. F. E., PINTO JUNIOR, D. M. Processo de produção de ração: um estudo de caso na Rações São Gotardo. **IX Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração**. (2013) Disponível em: <http://www.convibra.com.br/upload/paper/2012/36/2012_36_4384.pdf>. Acessado em: 30 de Jul. de 2018.

OLIVEIRA FILHO, D., TEIXEIRA, C. A., LACERDA FILHO, A. F., MARTINS, J. H. Metodologia para racionalização do uso de energia elétrica para obtenção de força motriz em fábrica de ração: estudo de caso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.144-152, 2004.

PACHECO, J. C., MOITA ENTO, J. M., SILVA, E. A. Desempenho ambiental na produção de ração para frango de corte no Piauí. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, n.4, p.707-716, jul./ago. 2018.

PAIANO, D., BIAZZI, H. M., TREVISAN, C., CASAROTTO, S., ZIMMER, F., KRAHL, G., LOPES, L. S. Macro Ingredientes como indicadores da qualidade de mistura de rações. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.3, 1463-1474, mai./jun. 2014.

PEREIRA, J. C. **Vacas Leiteiras**: aspectos práticos da alimentação – Viçosa: Aprenda Fácil. 2000. 198 p.

PEREIRA, W. J. **Manejo de uma fábrica de ração para diversos fins da agropecuária**. Goiânia. p.23. 2002. Monografia, Universidade Católica de Goiânia.

PESSOA, R. A. S. **Nutrição Animal**: conceitos elementares – 1. Ed. São Paulo: Editora Érica, 2014.

PUCRS, Pontifício Universidade Católica do Rio Grande do Sul. USE – **Uso sustentável da energia [recurso eletrônico]**: Guia de Orientações. Faculdade de Engenharia. Grupo de Eficiência Energética. Porto Alegre, 2010. Disponível em <<http://www.pucrs.br/biblioteca/manualuse.pdf>>. Acessado em: 24 de Fev. 2018.

ROCHA, A. G. **Uniformidade de mistura das rações e seu efeito no desempenho de frangos de corte**. Santa Maria, jun. 2014. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM - RS), Centro de ciências rurais.

SALMAN, A. K. D., OSMARI, E. K., SANTOS, M. G. R. Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras. Documento 145. **EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia. Porto Velho. p.24. Out. 2011.

SILVA, V. L., BORGES, I., ARAÚJO, A. R., COSTA, H. H. A., FILHO, F. M. A., INÁCIO, D. F. S., PAIVA, P. D. A., ALCÂNTARA, P. B. X. Importância da nutrição energética e proteica sobre a reprodução em ruminantes. **Revista Acta Kiriri Pesq. E Des. Crato/CE**, v.1, n.1, p-38-47, novembro - 2016.

TECALIMAN INSTITUTE. Cross conta's ideal feed mix tracer. In Tecaliman meeting in Nantes – France, **Feed International**, p.29, apr. 2006.

TEIXEIRA, J. C. **Alimentos e Alimentação dos Animais** – Volume I 5.Ed.– Lavras: UFLA/FAEPE, 2003.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição de Ruminantes** – Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

TEIXEIRA, M. M., RIZZO, R., DETMANN, E., MOREIRA, R. M. G. SASSAKI, R. S. Avaliação da qualidade da mistura de ração em misturador horizontal considerando a homogeneidade dos ingredientes. **Revista: Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.14, p.123-131. 2012.

THOMAS, L. L., STARK, C. R., FARENHOLTZ, C. H., COBLE, K. F., HAYASHI, S., SAENSUKJJAROENPHON, M., WOODWORTH, J. C., GOODBAND, R. D. Effects of diet bulk density on mixing uniformity. **Swine Day**. p.315-319. 2014.

TOMICH, T. R., MACHADO, F. S., PEREIRA, L. G. R., CAMPOS, M. M. Nutrição de precisão na pecuária leiteira. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**. n.79. Dez. 2015.

TOSO, E. A. V., MORABITO, R. Otimização no dimensionamento e sequenciamento de lotes de produção: estudo de caso numa fábrica de rações. **Revista: Gestão e Produção**, São Carlos, v.12, n.2, p.203-217, mai./ago. 2005.

UTIMI, N. B. P. **Nutrição de precisão em frangos de corte**. Pirassununga. 93 p. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia, na área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal). Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos.

VIANA, A. N. C., BORTONI, E. C., NOGUEIRA, F. J. H, HADDAD, J., NOGUEIRA, L. A. H., VENTURINI, O. J., YAMACHITA, R. A. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações**. ELEKTRO, Universidade Federal de Itajubá, EXCEN, Fupai. Campinas, 1.ed. 2012.

VIEIRA FILHO, J. A. **Granulometria e textura do milho em dietas para poedeiras comerciais: Consumo de energia elétrica, desempenho e qualidade de ovos**. Botucatu. 2013. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Câmpus Botucatu.

ZANI, A. Retrospectiva do primeiro semestre de 2018, **Boletim Informativo do Setor, Sindirações**, São Paulo. 6 pag. Set./2018. Disponível em: <https://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2018/09/boletim_informativo_do_setor_setembro_2018_vs_final_port_sindiracoes.pdf>. Visualizado em 01 de novembro de 2018.

CAPÍTULO 2 – ARTIGO¹

Tempo de homogeneização da ração: qualidade da mistura e do consumo de energia elétrica.

Homogenization time of the ration: quality of the mixture and the consumption of electric energy.

Resumo

A variável ‘tempo de mistura’ é um fator que influencia na homogeneidade da ração. A adequação desta variante pode aproximar os níveis de nutrientes da ração formulada com a ingerida pelo animal, além de alterar o consumo de eletricidade e a produtividade dentro da fábrica. Dentro deste pensamento, buscou-se: identificar o melhor tempo de mistura de uma ração com 22% de Proteína Bruta (PB) encontrado a partir do coeficiente de variação (CV) dos resultados da análise dos indicadores, das coletas efetuadas nos tempos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, e 10 minutos; apontar o consumo de energia elétrica gasto e avaliar o impacto na produção de ração da fábrica, a partir da implantação do tempo identificado. Para isso, utilizou-se o misturador horizontal, da empresa FOSTEC Nutrição Animal, em sua capacidade máxima de 1.500 kg com a inclusão dos ingredientes de acordo com a sequência de rotina da produção. As variáveis analisadas como indicador de homogeneidade foram os microminerais Zinco, Ferro, Cobre e Manganês. A segunda variável analisada foi o consumo de energia elétrica do motor do misturador nos tempos analisados, com cálculos matemáticos feitos após a leitura da corrente elétrica com amperímetro tipo alicate. Os resultados mostraram que o melhor tempo de mistura foi o de 02 minutos e a mudança deste tempo quando comparado ao médio de 6 minutos, resultou em uma redução de 67% no consumo de energia elétrica do motor estudado, além do aumento da capacidade da produção da empresa.

¹ Trabalho elaborado de acordo com as normas da Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos (Impresso) ISSN 0101-2061 (B2, para Zootecnia / Recursos Pesqueiros).

Palavras Chave: Bateladas. Indicador. Nutrição de Precisão. Uniformidade.

Abstract

The variable 'mixing time' is a factor that influences the homogeneity of the feed. The suitability of this variant can approximate the levels of nutrients of the feed formulated with that ingested by the animal, besides changing the consumption of electricity and productivity within the factory. Inside of that thought, this article searched: identify the best mixing time of a feed with 22% CP found from the coefficient of variation (CV) of the results of the analysis of the indicators, from the samples collected at times 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 10 minutes; to indicate the consumption of electric energy spent and to evaluate the impact on the production of feed of the plant, from the implantation of the identified time. For this, the horizontal mixer of the company FOSTEC Animal Nutrition was used, in its maximum capacity of 1,500 kg with the inclusion of the ingredients according to the routine sequence of production. The variables analyzed as an indicator of homogeneity were the microminerals Zinc, Iron, Copper and Manganese. The second variable analyzed was the electric energy consumption of the mixer motor at the analyzed times, with mathematical calculations made after reading the electric current with ammeter type pliers. The results showed that the best mixing time was of 02 minutes and the change from this time to the average of 6 minutes, resulted in a 67% reduction in the electric energy consumption of the engine studied, besides the increase of the production capacity of the company.

Keywords: Batching. Indicator. Precision Nutrition. Uniformity.

1. Introdução

A ‘nutrição de precisão’, tema complexo que relaciona a nutrição animal à composição nutricional dos alimentos, infraestrutura, armazenamento dos alimentos e outros, tem convicção do abismo existente entre a ração formulada pelo técnico e a consumida pelos animais e ela apresenta o tempo de mistura inadequado como uma das variáveis deste apartamento (Branco et al., 2012; Tomich et al., 2015).

Assim como a variável mencionada acima, os fatores que influenciam na uniformidade da mistura e nos níveis de garantia expressos nos rótulos dos produtos acabados foram descritos por Prost (1976); Herman & Behnke (1994) e Biagi (1998), Couto (2012) e Oliveira et al. (2013), como as características dos ingredientes utilizados na mistura (tais como tamanho da partícula, ângulo de repouso, trajetória, percolação, aerodinâmica, forma geométrica, estado físico, densidade, higroscopicidade, carga estática das partículas, adesividade da partícula), as peculiaridades dos equipamentos (modelo, limpeza, regulagem incorreta, projeto inadequado, desgaste do misturador) e as particularidades dos parâmetros do processo (como sequência de adição, tempo de mistura, quantidade dos ingredientes, super e subutilização da capacidade da batelada).

A mistura é um processo decisivo na produção de rações e suplementos, pois tem o objetivo de adequar a homogeneidade, a uniformidade e o balanceamento da mistura, ou seja, visa aumentar a probabilidade de encontrar os componentes em todas as partes da ração, com igualdade, para que em cada bocado ingerido pelo animal, contenham as mesmas quantidades de nutrientes (Bellaver & Nones, 2000; Freitas, 2008; Kokić, 2009; Couto, 2012; Bellaver et al., 2015). Ou seja, a mistura considerada homogênea é quando a ração ingerida pelo animal supre suas necessidades em relação a todos os nutrientes (Fei, 1997).

A inovação tecnológica e o gerenciamento dos processos de fabricação de ração devem atender a qualidade dos produtos finais, levando ao campo altos índices de saúde

animal e produtividade, atendendo a melhor relação custo-benefício dos processos (Oliveira et al., 2013). Pensando nisso, a ‘nutrição de precisão’ busca, entre outros temas, aumentar a eficiência alimentar e minimizar o impacto das cadeias produtivas sobre o meio ambiente (Branco et al., 2012) e, visto que os maiores impactos ambientais observados nas fábricas de ração são vindos do uso da eletricidade, faz-se necessária a minimização de seu consumo, através da análise da eficiência energética dos equipamentos e, quando necessário, a troca dos mesmos (Pacheco et al., 2018).

Com relação à homogeneização das rações, Kokić (2009) afirma que a mistura ideal é impossível de ser alcançada. Biagi (1998) considerava que o ponto satisfatório do processo de mistura, quando ele ocorre num tempo mínimo, com menores custos e baixo uso de potência e de trabalho.

Em observação ao relatado nos parágrafos descritos acima, objetivou-se identificar o melhor tempo de mistura do misturador horizontal de 1.500 kg utilizado na empresa Fostec Nutrição animal, apontar o consumo de energia elétrica gasto no tempo identificado e avaliar o impacto produtivo ao implantar o melhor tempo de mistura.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na empresa FOSTEC Nutrição Animal LTDA ME, localizada à margem da BR 070, no km 01, setor industrial de Jussara – GO e localização geográfica de 15°52’29,7’’ S e 50°50’26.1’’ W. Empresa do ramo de fabricação de alimentos para animais, como aves, suínos, bovinos e equinos. Registro número 85.674 – GO no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A empresa não possuía tempo padrão de homogeneização para rações que tenham apresentações físicas como farelo (farelada), que são caracterizadas por terem grandes

quantidades de farelos e/ou grãos moidamente fino. Alguns tempos de mistura foram coletados na fábrica e obtiveram uma média de aproximadamente 6 minutos.

a) Homogeneidade x Tempo

Na análise de melhor tempo de mistura, os produtos comerciais utilizados foram as rações com 22% de Proteína Bruta (PB), que doravante será denominada como L22, a qual foi classificada para bovinos de leite e indicada para a fase de lactação. Esta ração era farelada e apresentava a composição apresentada na Tabela 1.

Tabela 2: Composição da ração L22, as inclusões dos ingredientes e as concentrações de PB dos ingredientes:

Ingredientes	Inclusão (%)	Proteína Bruta (%)
Milho Integral Moído	44,00	9
Sorgo Integral Moído	20,00	12
DDG*	7,00	31
Farelo de Soja	25,00	46
Amireia	1,00	200
Núcleo Mineral	3,00	0
Total	100,00	22

*Dried Distillers Grains, ou destilados secos de grãos de milho.

Os ingredientes apresentados na composição da ração L22 foram homogeneizados em misturador horizontal de eixo único, que possui duplo helicóide acoplado a uma câmara para armazenagem e escoamento do produto final ou, também denominada, câmara de descarga e caixa de descarga. A máquina é destinada a misturar ingredientes secos para a fabricação de ração animal. Não possui aterramento e sua capacidade de carga máxima por batida é de 1.500 kg (dependendo do volume e densidade das matérias primas), sendo esse o peso utilizado na soma dos ingredientes da ração L22 misturada neste trabalho.

O tempo de mistura ou de homogeneização foi cronometrado para contagem do tempo inicial logo após a inclusão de todos os ingredientes da ração L22 ao misturador e finalizada no momento da liberação da mesma para câmara de descarga, local onde o produto final não

sofria mais tombamentos pelos helicoides. Seguindo as orientações de Brasil (1997), os tempos de mistura cronometrados foram: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 minutos e foram efetivadas quatro repetições das coletas por batelada.

Assim, foram utilizados 11 tratamentos, que divergiam entre si, apenas, no tempo que permaneciam sendo homogeneizados no misturador.

Com o objetivo de realizar coletas que representassem melhor todas as partes da ração misturada, a caixa de descarga foi dividida em cinco partes e as amostras foram coletadas durante o ensaio dos sacos 07, 15, 22 e 30, como o esquema ilustrado na figura 3. Sabendo que: a carga de 1.500 kg de ração é ensacada em 37 sacos com 40 kg cada unidade e sobra 20 kg.

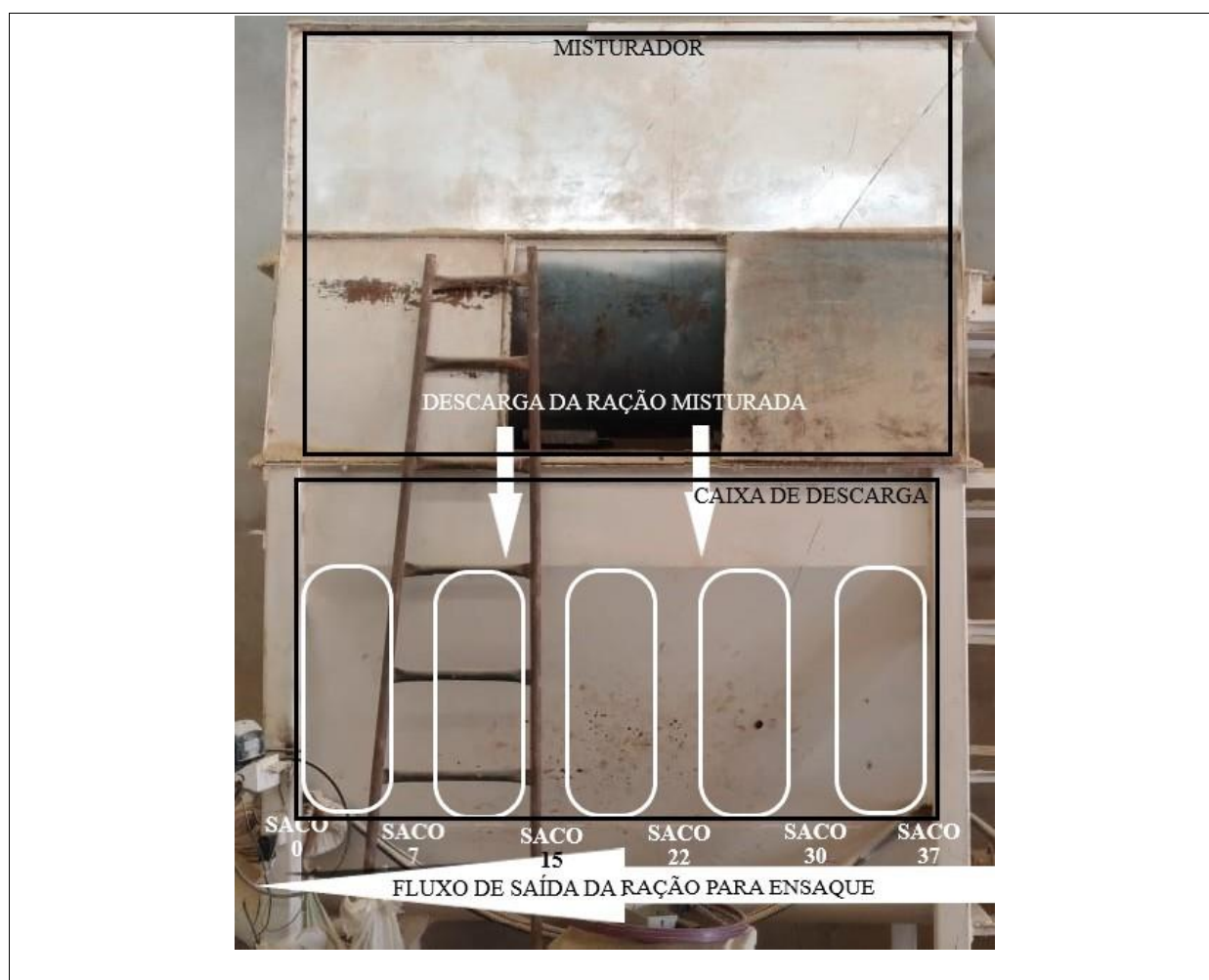


Figura 3: Ilustração da divisão igualitária efetuada para a amostragem da ração misturada.

A coleta das amostras foi efetuada no momento do ensaio, de acordo com o trabalho de Marcon et al. (2014), pois neste momento não existe mais tombamentos ou movimentações das misturas. A amostragem foi retirada com um frasco e condicionada em sacos plásticos transparentes, com dimensões de 13 cm na base e 26 cm de altura.

Devido aos fatores que poderiam influenciar na homogeneidade da ração e na tentativa de minimizar o erro experimental, a inclusão dos ingredientes de cada batelada seguiu a sequência padrão utilizada na fábrica: farelo de soja, amarela, núcleo mineral e um composto do milho, com o sorgo e o DDG, que se encontravam pesados juntos na balança.

Além da padronização informada, o uso de um mesmo misturador em nível máximo de carga, que era de 1.500 kg a batelada, foi regra.

O peso mínimo das amostras coletadas, enviada para análise bromatológica, foi de 300 gramas e teve o sequenciamento de 01 a 44, seguindo a ordem da coleta, iniciando do menor ao maior tempo de batida e dentro de cada tempo, da primeira à quarta repetição. Já as coletas das matérias primas, descritas na Tabela 1, seguiram sem sequenciamento, porém foram identificadas com o nome do ingrediente.

Na análise bromatológica, utilizou-se o método de espectrometria de absorção atômica e examinou-se a quantidade dos microminerais: Zinco, Ferro, Manganês e Cobre em mg existentes por kg de ração. Os microminerais foram as variáveis utilizadas no cálculo do CV para o melhor tempo de mistura e, a partir deste ponto, também denominados de indicadores. Os compostos químicos descritos no rótulo do núcleo utilizado neste trabalho, responsáveis pela presença dos indicadores foram: Sulfato de Manganês ($MnSO_4$), Sulfato de cobre ($CuSO_4$) e Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$), porém este último pode ser substituído pelo Óxido de Zinco (ZnO). Não havia nenhum composto específico e nem o nível de garantia do Fe no rótulo.

No teste de desempenho do misturador, usou-se microingrediente como indicador, pois, de acordo com Hermam & Behnke (1994), ele proporciona melhor indicação da uniformidade da alimentação.

Após passar o processo de análise, calculou-se o coeficiente de variação (CV) existente entre as quatro coletas, de cada tempo amostrado, conforme fórmulas apresentadas por Couto (2012).

$$CV(\%) = \frac{DP \times 100}{M} \quad (1)$$

Onde: CV = Coeficiente de variação;

M = média aritmética, que é calculada de acordo com a equação 02; e

DP = desvio padrão, que é calculado de acordo com a equação 03.

$$M = \frac{\sum X}{n} \quad (2)$$

Onde: X = Resultado obtido no teste; e

n = número de amostras.

$$DP = \sqrt{V^2} \quad (3)$$

Onde: V^2 = Variância, que é calculada de acordo com a equação 04.

$$V^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1} \quad (4)$$

Onde: X = Resultado obtido no teste; e

n = número de amostras.

O parâmetro de CV utilizado como adequado neste trabalho foi abaixo de 5%.

b) Consumo de Energia Elétrica

Para a captura dos dados necessários para o cálculo de consumo da energia elétrica, foi utilizado o motor que movimenta o duplo helicoide do misturador citado neste trabalho. O motor é o modelo W22, da fabricante WEG, trifásico, usando a tensão de 380 V, com 15 cv de potência e 1760 RPM.

Neste motor, durante o tempo de mistura da ração, foram efetuadas leituras da corrente (I) em intervalos fixos de 10 segundos, adaptado de Vieira Filho (2013), executado com o amperímetro tipo alicate, modelo MD-Y400, da fabricante Exbom. Os tratamentos obtiveram números de registros de dados específicos, devido aos diferentes tempos de mistura.

A 'I' coletada foi necessária para o cálculo da potência (P), calculada pela equação 05 Viana et al. (2012).

$$P = V \cdot I \cdot \sqrt{3} \quad (05)$$

Onde, V = Tensão (Volts); e

I = Corrente (Ampère).

Para o cálculo da Energia Elétrica Consumida (EEC), do motor descrito no trabalho, foi utilizada a equação 06, apresentada por PUCRS (2010).

$$CEEC = P \times \Delta t \quad (06)$$

207 Onde, P = potência em kW; e

208 Δt = tempo utilizado em minutos.

209
210 A partir dos dados coletados, foi possível calcular o consumo de energia elétrica e
211 obter conclusões relativas ao processo de produção.

212

213 3. Resultados

214 No resultado das análises bromatológicas das amostras, foram encontrados os níveis
215 dos microminerais, descritos na Tabela 2.

216

217 Tabela 2: Valores dos indicadores encontrados em cada amostra coletada.

Nº da Amostra	Amostra		Micromineral			
	Tempo em minutos	Local da Coleta *	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
1	0	A	30,7	462	148	68,0
2	0	B	22,6	320	95,4	95,1
3	0	C	23,9	334	124	52,8
4	0	D	35,5	306	72,2	45,9
5	1	A	29	408	26,8	59,8
6	1	B	69,5	355	194	75,2
7	1	C	36,5	367	131	67,8
8	1	D	34,7	294	127	130
9	2	A	21,7	355	106	55,5
10	2	B	22,6	357	104	53,1
11	2	C	28,7	377	113	52
12	2	D	77,4	342	103	51,6
13	3	A	30,3	263	22,1	56,8
14	3	B	45,2	354	151	54,8
15	3	C	31,7	361	102	47,4
16	3	D	31,8	405	198	60,5
17	4	A	26,6	259	61,3	62,8
18	4	B	51,6	348	148	56,7
19	4	C	32,4	326	131	70,5
20	4	D	33,8	377	124	71,5
21	5	A	41,7	284	104	48,7
22	5	B	48,3	332	103	52,4
23	5	C	76,7	268	70,3	43,6
24	5	D	49,2	317	106	55,6

Continuação na próxima página...

Continuação da Tabela 2:

25	6	A	47	370	117	56,2
26	6	B	41,8	394	180	70,9
27	6	C	28,5	394	111	52,3
28	6	D	32,8	345	104	53,5
29	7	A	44,1	400	185	83,2
30	7	B	30,1	290	173	80
31	7	C	34,7	351	128	58,9
32	7	D	43,9	310	88,4	51
33	8	A	91,1	292	92	66
34	8	B	22,8	289	274	45,1
35	8	C	19,7	299	60,5	52,1
36	8	D	52,2	284	75,3	54,7
37	9	A	36,1	335	85	51,2
38	9	B	34,1	271	97,5	48
39	9	C	66,7	357	81,7	47,6
40	9	D	25,7	366	158	51
41	10	A	42,9	451	131	71,4
42	10	B	51,1	327	218	62,9
43	10	C	46,1	294	90,3	53,1
44	10	D	31,8	507	164	90
Milho Integral Moído			5,4	162	0,01	8,88
Sorgo Integral Moído			5,1	141	0,01	9,01
DDG			10,5	576	0,01	21,9
Farelo de Soja			13,5	232	0,01	5,57
Amireia			3,4	67,6	0,01	9,01
Núcleo Mineral			1010	4000	3000	4030

* O local de coleta A, significa dizer que a amostra foi coletada no saco 7; enquanto que no B, foi no saco 15; A medida que no C, o saco era o 22; e por fim, o local de amostragem D, foi no saco 30.

A inclusão dos elementos Cu, Mn, Zn e Fe na ração são vindas 70%, 100%, 35% e 20% do núcleo, respectivamente, de acordo com os resultados das análises quantitativas dos microminerais utilizados como indicadores, descritos na Tabela 2, e a formulação da ração, descrita na Tabela 1.

Os resultados dos CVs obtidos neste trabalho foram de 18,21% a 71,42% para o indicador Cu, de 4,11% a 79,49% para o Mn, de 3,26% a 38,22% para o Zn e de 2,16% a 25,62% para o Fe, como podem ser observados nos dados apresentados na Tabela 3. E ainda

se verifica que os elementos Fe, Mn e Zn obtiveram CV abaixo de 5%, no tempo de 2 minutos, enquanto que o Cu não teve nenhum tempo ótimo de mistura, por possuir todos os CVs acima de 10%. Obteve-se, também, CV abaixo de 5% nos tempos de 8 minutos para o Fe e de 9 minutos para o Zn.

Tabela 3: Coeficiente de variação (CV) de cada micromineral dos resultados das amostras coletados de acordo com o tempo de mistura.

Tempo (minutos)	Coeficiente de Variação (%)			
	Cu	Fe	Mn	Zn
0	21,43	20,12	30,12	33,34
1	43,21	13,25	57,81	38,22
2	71,05	4,01	4,11	3,26
3	20,14	17,28	63,50	10,07
4	29,90	15,36	32,63	10,64
5	28,74	9,89	17,71	10,27
6	22,39	6,30	27,59	14,78
7	18,21	14,41	30,89	23,10
8	71,42	2,16	79,49	15,96
9	44,14	12,85	33,74	3,84
10	19,03	25,62	35,76	22,59

De acordo com os dados da Tabela 03, verifica-se que o indicador Cu não obteve nenhuma resposta com CV abaixo de 15%, enquanto o Mn teve apenas 10% das respostas e o Zn e Fe obtiveram, respectivamente, 60% e 70% dos resultados com CV abaixo de 15%. Apresenta também que as maiores variações de CV foram do Cu e do Mn, enquanto os menores foram do Zn e do Fe.

O segundo fator mensurado neste trabalho foi a corrente elétrica do motor do misturador, que tem suas medidas demonstradas na Tabela 4, os quais proporcionam calcular a potência e a Energia Elétrica Consumida (EEC). Observa-se que a média da corrente elétrica por minuto ficou entre uma mínima de 16,94 e uma máxima de 18,43 A, onde houve variações crescentes e decrescentes de até 4%.

248 Tabela 4: Dados da média da corrente coletada em cada minuto do funcionamento do motor
249 do misturador, do valor do resultado da potência e do consumo de energia elétrica.

Tempo (minutos)	Média Corrente (Ampère)	Potência * (Watts)	Acúmulo da EEC ** (kW/h.)	Crescimento do acúmulo da EEC*** (%)
0	0,00	0,00	0,00	0%
1	17,60	11581,03	0,193	-
2	18,16	11767,70	0,392	103,22%
3	18,43	11826,57	0,591	50,75%
4	18,01	11756,86	0,784	32,55%
5	18,11	11770,58	0,981	25,15%
6	17,94	11751,84	1,175	19,81%
7	17,82	11740,71	1,370	16,56%
8	17,77	11736,60	1,565	14,25%
9	17,03	11682,54	1,752	11,98%
10	16,94	11676,18	1,946	11,05%

250 * A potência foi calculada embasada na média da corrente coletada e dada em Watts.

251 ** Os valores da energia elétrica consumida foram acumulados a cada tempo de mistura.

252 ***O valor da porcentagem do aumento do acúmulo da EEC foi considerado de um tempo em
253 relação ao anterior.

254

255 A diferença entre o acúmulo da EEC em 02 minutos de utilização do motor para o
256 tempo de 06 minutos, equivale a 0,783 kW/h, ou seja, o gasto com energia elétrica utilizado
257 pelo motor do misturador no tempo médio da fábrica é de aproximadamente 300% maior que
258 se utilizado durante o melhor tempo de mistura encontrado neste trabalho.

259 O tempo de produção usando 02 minutos de mistura equivale a 19m2s, enquanto que o
260 uso de 06 minutos equivale a 23m2s segundos, onde 3m12s são utilizados na montagem da
261 batida, 5m20s para encher o misturador e 8m30s para a descarga, ensaque e pesagem. Com
262 essa alteração do tempo médio de mistura, pelo ideal encontrado, há melhora na utilização do
263 tempo em 17%, o qual pode ser usado para o aumento na produção de ração em pouco mais
264 de 38%.

265 A última coluna da Tabela 4 apresenta o acúmulo da energia elétrica em porcentagem
266 de minuto a minuto e vemos que existe um acúmulo de energia de um minuto para o outro,
267 porém com redução do impacto da energia de acordo com o tempo de uso do motor e

visualizando o gráfico apresentado na Figura 4, que foi desenvolvida com os valores das médias das correntes em cada tempo, pode-se deduzir que a redução do impacto no acúmulo da energia elétrica é devido à corrente elétrica diminuir o fluxo de cargas no fio de condução, durante o passar do tempo.

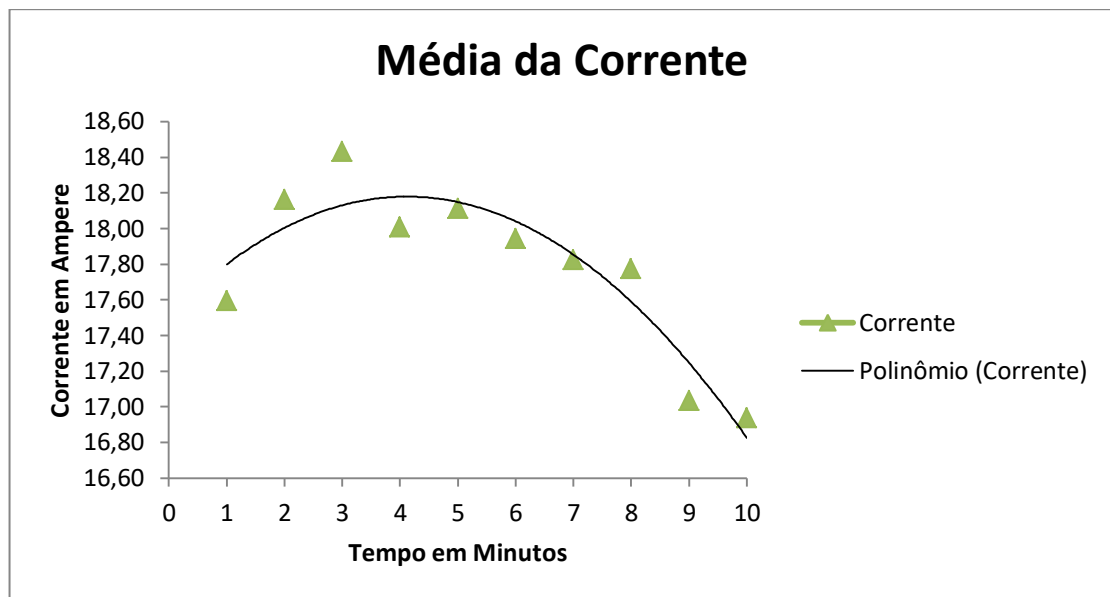


Figura 4: Gráfico do desempenho da média da corrente elétrica coletada em cada tempo de mistura.

A característica física, intrínseca de cada ingrediente denominada ângulo de repouso, foi conceituada por Couto (2012) como: a característica das partículas de manter-se unidas em um declive. Esta característica foi analisada e apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Ângulo de repouso dos ingredientes da ração L22.

Ingredientes	Ângulo de Repouso
Farelo de Soja	45°
Farelo de Soja II	40°
DDG	40°
Sorgo moído	65°
Milho moído	65°
Amireia	50°
Núcleo Leite	60°

4. Discussão

A variável ‘tempo de mistura’ tem valores diferentes entre misturadores horizontais e metodologias distintas, como apresentado nos trabalhos a seguir, como o de Teixeira et al. (2012), onde recomendam o tempo de 3,75 minutos como ideal de mistura para uniformização da ração, porém encontraram 10 minutos como adequado. Utilizaram a metodologia de ensaios efetuados com três repetições, nos tempos 8, 10, 12, 15 e 20 minutos e coletados em três níveis (superior, médio e inferior). As variáveis analisadas foram: proteína, cálcio e fósforo.

No trabalho de Godoi & Dettmamm (2007), o tempo ótimo de mistura encontrado foi de 4 minutos para misturas de 100 kg de ração e de 5 minutos para as demais quantidades das bateladas executadas no misturador, da marca Perozim, com capacidade máxima de 500 kg. Teve como metodologia a de se fazer três repetições em quatro quantidades de mistura (100, 200, 300 e 500 kg), em três tempos de mistura (4, 5 e 6 minutos) e em três posições de coleta da amostra no interior do misturador (superior, médio e inferior). A composição da ração utilizada foi de 82,35% de milho, 15% de soja, 1% de calcário calcítico, 1% de fosfato bicálcico, 0,47% de sal comum, 0,08% de suplemento vitamínico e 0,10% de suplemento mineral. Teve como indicador o sódio.

Outras variações de tempo de mistura, em misturadores horizontais, foram declaradas por Couto (2012), em seu livro, onde apresenta o tempo ideal sendo de 3 a 4 minutos no misturador de duplo helicoide, por Melo et al. (2003), onde declaram que o melhor tempo de mistura fica entre 2 e 4 minutos e por Butolo (2010), que especifica os tempos entre 02 e 05 minutos, dependendo da formulação da mistura.

A diversidade de metodologia dificulta a comparação entre os dados, mas é inquestionável a necessidade do conhecimento do tempo ótimo de mistura para cada fórmula, misturador, volume da batida e demais fatores que interfiram nesta variável.

A afirmação de Rocha (2014) sobre a interferência na produtividade das fábricas com a mudança do tempo de mistura é corroborada no projeto, quando há aumento de tempo extra para produzir mais ração, quando existe redução do tempo ideal de mistura.

O cálculo do CV foi efetuado através do resultado das análises quantitativas dos indicadores (Zn, Fe, Cu e Mn), usando o CV abaixo de 5% como o adequado para proporcionar rações homogêneas (Klein, 1999; Couto, 2012), apesar de existir aceitação de CV de até 10% (Klein, 2014; Teixeira et al., 2012; Melo et al., 2013).

Ou seja, CV abaixo de 5%, significa dizer que em qualquer parte da ração, os elementos terão pouca variação quantitativa, ou que qualquer lugar da ração terá quantidades similares de todos os ingredientes, onde de acordo com Paiano et al. (2014) possibilita o aproveitamento máximo dos alimentos, melhoria no desempenho animal e viabilidade produtiva, e, de acordo com Salman et al., (2011) evitar seleção e consumo de ingredientes.

Em caso de insucesso na homogeneidade das rações, outras complicações podem vir a acontecer, como a necessidade da maior inclusão de níveis de nutrientes críticos dentro das misturas e, com isso, ter-se aumento do custo com a inclusão de ingredientes (Melo et al., 2003), em especial, Fósforo (P) e Nitrogênio (N), dois elementos que são evidentes na nutrição animal de bovinos, porém, ao mesmo tempo, têm grande relevância na contaminação ambiental com a volatilização do N em amônia e a excreção excessiva do P (Branco et al., 2012).

Deduz-se que o CV dos indicadores utilizados pode sofrer interferência dos microminerais existentes nos ingredientes da ração estudada, pois verificou-se que há grandes variações no CV dos microminerais Mn e Cu, que são prioritariamente do núcleo, enquanto que no caso do Fe e do Zn, que obtiveram os melhores CVs, são microminerais bastante presentes nos ingredientes.

O fator ângulo de repouso pode interferir na homogeneidade da ração, quando ela ocasiona ponto morto no misturador, ou seja, pontos que não sofrem tombamento dos ingredientes, devido ao alto grau de angulação que as partículas podem possuir, não permitindo que elas se movimentem.

A formulação das rações tem importância elevada na melhora da qualidade da ração (Biagi, 1998), mas as mudanças crescentes nas áreas de genética, manejo, ambiência, nutrição animal e sanidade estão forçando as fábricas de ração para alimentação animal a reverem seus processos em busca de inovações e adequações das tecnologias em uso (Oliveira et al., 2013).

5. Conclusões

O tempo de 2 minutos é o melhor tempo de homogeneização da mistura e que cada micromineral analisado tem um comportamento diferente no tempo que é misturado.

O tempo de mistura ideal auxilia na redução do custo de produção e diminuição no impacto ambiental, devido ao menor consumo de energia elétrica.

A diminuição do ‘tempo de mistura’ influencia positivamente na produtividade da fábrica de ração, pois aumenta a quantidade de bateladas em um dia.

6. Referência Bibliográfica

- Bellaver, C., Ludke, J. V., Lima, G. J. M. M. (2015). Qualidade e padrões de ingredientes para rações. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/qualidade_e_padroes_de_ingredientes_para_racoes_000fz2mu6gc02wx5ok0ejlyhdrhsmild.pdf>. Acesso em 29 de Abril de 2015.
- Bellaver, C.; Nones, K. (2000). A importância da Granulometria, da Mistura e da Peletização da ração Avícola. IV Simpósio Goiano de Avicultura, Goiânia.
- Biagi, J. D. (1998). Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de pellets e na economia da produção de rações. In: Simpósio sobre granulometria de ingredientes de rações. Concórdia – RS, Anais. Concórdia: Embrapa – CNPSA, 57-70.
- Branco, A. F., Harmon, D. L., Osmari, M. P. (2012). Nutrição de precisão aplicada à nutrição de ruminantes. Research Gate. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/256293019>>. Acesso em 29 de novembro de 2017.

- 363 Brasil, EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1997). Determinação do
364 tempo ótimo de mistura de um misturador de rações.
- 365 Butolo, J. E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas, 2.ed., p.430.
366 2010.
- 367 Couto, H. P. (2012). Fabricação de rações e suplementos para animais (2º ed.). Viçosa, Minas
368 Gerais: Aprenda Fácil.
- 369 Fei, C. S. (1997). Ensuring Optimum Feed Mixability in Feed Manufacturing. Technical
370 Bulletin. v. FT 41-1997. American Soybean Association. Singapore.
- 371 Freitas, A. B. (2008). Sistema de alimentação unifeed: rações completas. Universidade de
372 Évora, Departamento de Zootecnia. Notícias Limousine, n.17. p.33-36.
- 373 Godoi, M. J. de S., Dettmamm, E. (2007). Fabricação de ração: determinação do tempo de
374 mistura em misturador horizontal. Revista Eletrônica Nutritime, v.4, n.6, p.487-490.
375 Disponível em:
376 <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/048V4N6P487_490_NOV2007.pdf>
377 . Acesso em: 21 de fev. 2018.
- 378 Herman, T.; Behnke, K. C. (1994). Testing mixer performance. Agricultural Experiment
379 Station and Cooperative Extension Service. Kansas State University., v. Bulletin MF1172.
380 Feed Manufacturing. Disponível em: <
381 <http://www.ksre.ksu.edu/bookstore/Category.aspx?id=23&catId=385&Page=5>>. Acesso em:
382 08 de jan. de 2018.
- 383 Klein, A. A. (1999). Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração – uma
384 abordagem prática. I Simpósio Internacional da Associação Catarinense de Avicultura e
385 Embrapa sobre Nutrição Animal, Concórdia, SC.
- 386 Klein, A. A. (2014). Como a infraestrutura e a estrutura da fábrica de rações pode afetar os
387 resultados da produção animal. Disponível em: UNIFRANGO:
388 <<http://unifrango.com/VIIEncontroTecnico/uploads/.../1204171138.pdf>>. Acesso em 11 de
389 ago. de 2017
- 390 Kokić, B. (2009). Influence of indicator particle size on the mixer efficiency examination
391 results. XIII International Feed Technology Symposium.
- 392 Marcon, W. A., Krabbe, E. L., Surek, D., Schmidt, J. M., Rorig, A. (2014). Avaliação da
393 qualidade da mistura de rações utilizando microtracer® em misturadores verticais. Oitava
394 Jornada de Iniciação Científica. Out. 2014.
- 395 Melo, R. C. A., Pupa, J. M., Hannas, M. I. (2003). Mistura de rações: um ponto chave no
396 sistema de produção animal. Informativo Allnutri, publicação eletrônica. n.3. disponível em:
397 < <http://www.allnutri.com.br/informativoP/informativo3.PDF>>. Acesso em 08 de jan. de
398 2018.
- 399 Oliveira, R. D., Novaes, A. S., Souza, A. C. (2013). Processo de produção de ração: um
400 estudo de caso na rações São Gotardo. Convibra administração. Disponível em:
401 <http://www.convibra.com.br/upload/paper/2012/36/2012_36_4384.pdf>. Acesso em 30 de
402 julho de 2017.
- 403 Paiano, D., Biazzi, H. M., Trevisan, C., Casarotto, S., Zimmer, F., Krah, G., Lopes, L. S.
404 (2014). Macro Ingredientes como indicadores da qualidade de mistura de rações. Revista
405 Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.35, n.3, 1463-1474, mai./jun. 2014.

- 406 Pacheco, J. C., Moita Neto, J. M., Silva, E. A. (2018). Desempenho ambiental da produção de
407 ração para frango de corte no Piauí. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*. v.23, n.4, 707-
408 716. DOI: 10.1590/S1413-41522018164653.
- 409 Prost, H. (1976). *Feed Manufacturing Technology*. 5. ed. Arlington. American feed
410 manufactures association. 512-517.
- 411 PUCRS, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Engenharia.
412 (2010) Grupo de Eficiência Energética. (2010). *USE - Uso Sustentável da Energia* [recurso
413 eletrônico]: guia de orientações / PUCRS, FENG, GEE, PU; coord. PROAF. – Dados
414 eletrônicos. - Porto Alegre: PUCRS. Disponível em
415 <<http://www.pucrs.br/biblioteca/manualuse.pdf>>. Acesso em 26 de jun. 2018.
- 416 Rocha, A. G. (2014). Uniformidade de mistura das rações e seu efeito no desempenho de
417 frangos de corte. Universidade Federal de Santa Maria, centro de ciências rurais. Santa Maria,
418 RS.
- 419 Salman, A. K. D., Osmari, E. K., Santos, M. G. R. dos. (2011). Documentos 145, Manual
420 prático para formulação de ração para vacas leiteiras. Embrapa, Rondônia - Empresa
421 Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de pesquisa agroflorestral de Rondônia. Porto
422 Velho, RO. 24 p. CDD (21 ed.) 636.085.
- 423 Teixeira, M. M., Rizzo, R., Detmann, E., Moreira, R. M. G., Sasaki, R. S. (2012). Avaliação
424 da qualidade da mistura de ração em misturador horizontal considerando a homogeneidade
425 dos ingredientes. *Enciclopédia Biosfera*, centro clínico conhecer – Goiânia, v.8, n.14, 123-
426 131.
- 427 Tomich, T. R., Machado, F. S., Pereira, L. G. R., Campos, M. M. (2015). Nutrição de
428 precisão na pecuária leiteira. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*. 79, 54-72.
- 429 Viana, A. N. C., Bortoni, E. C., Nogueira, F. J. H., Haddad, J., Nogueira, L. A. H., Venturini,
430 O. J., Yamachita, R. A. (2012). *Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações* (1. ed.).
431 ELEKTRO. Universidade Federal de Itajubá. EXCEN. FUPAI. Campinas – SP.
- 432 Vieira Filho, J. A. (2013) *Granulometria e textura do milho em dietas para poedeiras*
433 *comerciais: consumo de energia elétrica, desempenho e qualidade de ovos* (Dissertação de
434 *mestrado*). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
435 Botucatu.

CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a grande quantidade de fatores que podem afetar a homogeneidade de uma ração, é preciso a efetivação de mais estudos focados neste tema e suas correlações.

É preciso conhecer melhor o processo de interferência do ângulo de repouso das matérias primas dentro de cada misturador, fórmula de ração e caixas de descarga, pois não foi encontrado dados sobre os ângulos bons e ruins numa mistura.

Não existe padronização na metodologia de homogeneização de rações entre os trabalhos estudados, necessitando de uma regularização neste contexto por meio das autoridades.

Em alguns estudos de outras espécies, verificou-se que não houve diferença significativa no desempenho animal em algumas fases dos animais, quando alimentados com rações de CVs de 12% a até 42%. Com isso é necessário a efetivação de estudos focados no conhecimento do desempenho animal em bovinos e em cada fase de produção, quando alimentados com rações de diferentes CVs.