

UNIVERSIDADE DE UBERABA
DURVAL RESENDE NETO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA MISTURA DE RAÇÃO PARA BOVINOS
EM MISTURADOR HORIZONTAL COM O USO DO MICROTRACERS COMO
MARCADOR DA HOMOGENEIDADE**

UBERABA – MG
2016

DURVAL RESENDE NETO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA MISTURA DE RAÇÃO PARA BOVINOS
EM MISTURADOR HORIZONTAL COM O USO DO MICROTRACERS COMO
MARCADOR DA HOMOGENEIDADE**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sanidade e Produção Animal nos Trópicos, área de concentração: Sanidade e Produção Animal nos Trópicos do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade de Uberaba.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Santos de Lacerda

UBERABA – MG

2016

Catálogo elaborado pelo Setor de Referência da Biblioteca Central UNIUBE

R311a Resende Neto, Durval.
Avaliação da qualidade de uma mistura de ração para bovinos em misturador horizontal com o uso de microtracers como marcador da homogeneidade / Durval Resende Neto. – Uberaba, 2016.
44 f.: il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Mestrado em Medicina Veterinária, concentração: Sanidade e Produção Animal nos Trópicos do Programa de Pós-Graduação, 2016.
Orientador: Prof. Dr. Moacir Santos de Lacerda.

1. Veterinária. 2. Rações. 3. Avaliação. 4. Qualidade. I. Universidade de Uberaba. Programa de Mestrado em Medicina Veterinária, concentração: Sanidade e Produção Animal nos Trópicos do Programa de Pós-Graduação. II. Título.

CDD 636.089

DURVAL RESENDE NETO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA MISTURA DE RAÇÃO PARA BOVINOS
EM MISTURADOR HORIZONTAL COM O USO DO MICROTRACERS COMO
MARCADOR DA HOMOGENEIDADE**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sanidade e Produção Animal nos Trópicos do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade de Uberaba.

Área de concentração: Sanidade e Produção Animal nos Trópicos

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Moacir Santos de Lacerda
Universidade de Uberaba

Prof. Dr. André Belico de Vasconcelos
Universidade de Uberaba

Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior
Universidade Federal de Uberlândia

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Hécio Resende Faleiros (**In memoriam**)

“A essência de pessoa honesta e justa e por ser o meu maior exemplo nessa vida nos ensinamentos de todos os valores éticos e morais que conheço.”

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, pela vida e por colocar em meu caminho pessoas amigas e preciosas.

A minha Mãe, pelo exemplo e pelos ensinamentos de vida. Alicerce fundamental para minha formação, crescimento e conquistas.

A minha esposa Maria Abadia, que sempre está ao meu lado, pelo seu apoio e carinho. Por sua existência na minha vida.

Aos meus Irmãos pelo incentivo e carinho em todos os momentos da minha vida.

Ao Professor Moacir Santos de Lacerda, pelo privilégio de tê-lo como orientador e amigo, pelos ensinamentos fundamentais, incentivo e apoio incondicional. Principalmente pela pessoa admirável. Aqui expresso o meu sincero agradecimento.

A COOXUPÉ, pelo apoio, compreensão, ajuda que permitiu a continuidade do meu desenvolvimento profissional com a realização desse mestrado e pela cessão da fábrica de rações e demais equipamentos utilizados em algumas etapas deste trabalho.

A fábrica de rações “Retiro da Roça” pelo apoio no desenvolvimento das etapas experimentais desse trabalho.

A FATEC Nutrição Animal em nome do Sr. Amauri que me ajudou muito com os testes, materiais de apoio e análises laboratoriais, que foram essenciais para execução deste estudo.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA MISTURA DE RAÇÃO PARA BOVINOS EM MISTURADOR HORIZONTAL COM O USO DO MICROTRACERS COMO MARCADOR DA HOMOGENEIDADE

RESUMO

A homogeneidade da ração apresenta importância significativa nos sistemas de produção animal. Quando feita de forma inadequada, pode acarretar deficiência na produtividade dos animais. Atualmente, para verificar a eficiência da mistura em diferentes tipos de misturadores, se tem utilizado o microtracers como marcador. Com o objetivo de avaliar a homogeneidade de uma ração formulada para bovinos em diferentes tempos de mistura, foram realizados ensaios na Fábrica de Ração da Cooperativa Regional dos Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPÉ) núcleo de Monte Carmelo, Minas Gerais. Para a avaliação da homogeneidade da mistura, a ração foi dividida em três grupos de acordo com o tempo de mistura: tratamento 1 (5'30'') – 1000 kg com três repetições sequenciais – A, B e C; tratamento 2 (6'30'') – 1000 kg com três repetições sequenciais – D, E e F; tratamento 3 (7'30'') – 1000 kg com três repetições sequenciais – G, H e I. Para cada tratamento foram coletadas, ao longo da descarga do misturador, dez amostras de ração por batida em intervalos regulares de 20 segundos na mesma sequência, totalizando trinta amostras para cada tempo. O marcador utilizado foi o microtracer F-Red na dosagem de 50 gramas por tonelada incorporando-o ao calcário. Os resultados mostraram que o misturador de ração utilizado foi eficiente na mistura para todos os tempos. As amostras testadas foram classificadas quanto ao grau de homogeneidade (ruim, satisfatória, bom e excelente) e os resultados dos CVs em cada tempo de mistura (5'30'', 6'30'' e 7'30'') possibilitaram a homogeneização da ração, não houve amostras classificadas como ruins. Nos tempos de 6'30'' e 7'30'' apresentaram valores de coeficiente de variação (CV) abaixo de 10% com o ponto de maior eficiência aos 6'30'', reduzindo o tempo de funcionamento e o gasto de energia do equipamento. Para melhor avaliar a eficiência e a homogeneização da ração devem ser considerados os menores valores do coeficiente de variação (CV) em relação ao tempo de mistura.

Palavras-Chave: Coeficiente de variação. Homogeneidade. Microtracers. Tempo de mistura.

EVALUATION OF THE QUALITY OF A FEED MIXTURE FOR CATTLE IN A HORIZONTAL MIXER USING A MICROTRACER AS A MARKER OF HOMOGENEITY

ABSTRACT

The quality of homogenization of feed mixtures is important in animal production systems because inadequate homogenization can decrease animal productivity. Microtracers have been used as markers to assess the efficiency of homogenization using different types of mixers. To evaluate the homogeneity of a formulated feed for cattle at different mixing times, experiments were conducted at the Feed Factory of the Regional Cooperative of Coffee Growers of Guaxupé in the Monte Carmelo branch, Minas Gerais, Brazil. To assess the homogeneity of the feed mixture, the feed was divided into three groups according to the mixing time: Treatment 1 (5' 30"), 1000 kg with three sequential repetitions (A, B, and C); Treatment 2 (6' 30"), 1000 kg with three sequential repetitions (D, E, and F); and Treatment 3 (7' 30"), 1000 kg with three sequential repetitions (G, H, and I). For each treatment, 10 feed samples per batch were collected during mixer discharge at regular intervals of 20" in the same sequence, totaling 30 samples per mixing time. The microtracer used as marker was F-Red at a dosage of 50 g per ton by incorporating it to lime. Our results indicated that the horizontal feed mixer used was efficient at all evaluated mixing times. The samples tested were classified according to the degree of homogeneity (poor, satisfactory, good, and excellent), and the variation coefficient (VC) values obtained at each mixing time (5' 30", 6' 30", and 7' 30") indicated that the evaluated feed samples were properly homogenized and none of the samples was classified as poorly mixed. At the mixing times of 6' 30" and 7' 30", the VC values were lower than 10% and the mixing duration with the highest efficiency was 6' 30", which leads to a reduction in the operating time and energy expenditure of the mixer. Therefore, in the assessment of the efficiency of homogenization of the feed mixture, both the lowest VC value and the mixing time should be taken into account.

Keywords: Coefficient of variation. Homogeneity. Microtracers. Mixing time.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação da mistura pelo coeficiente de variação (C.V) e ações de correção.....	23
Tabela 2 - Composição da ração utilizada nos ensaios do misturador de ração da COOXUPÉ.....	27
Tabela 3 - Resultados do ensaio do tratamento (T1) quanto ao tempo de mistura de ração para bovinos leiteiros com marcador analítico Microtracer. Monte Carmelo-MG.....	35
Tabela 4 - Resultados do ensaio do tratamento 2 (T2) quanto ao tempo de mistura de ração para bovinos leiteiros com marcador analítico Microtracer. Monte Carmelo-MG.....	36
Tabela 5 - Resultados do ensaio do tratamento 3 (T3) quanto ao tempo de mistura de ração para bovinos leiteiros com marcador analítico Microtracer. Monte Carmelo-MG.....	37
Tabela 6 - Resultados das médias e o desvio padrão dos ensaios do G1, G2 e G3 quanto ao tempo de mistura de ração para bovinos leiteiros com marcador analítico Microtracer. Monte Carmelo-MG.....	38

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 - Esquema simplificado de fábrica de rações.....	26
Figura 2 - Imagens do misturador horizontal - Modelo MRH-1000.....	27
Figura 3 - Representação esquemática do fluxograma de operações da Fábrica de Ração da Cooperativa Agrícola dos Cafeicultores	28
Figura 4 - Representação esquemática para obtenção das amostras.....	28
Figura 5 - A. Identificação do pó de Microtracer. B. Mistura Microtracer ao calcário.....	29
Figura 6 - Representação esquemática do tempo de coleta das amostras.....	29
Figura 7 - Imagem ilustrativa dos materiais necessários para realização da análise do marcador microtracer (A); da pesagem (80g) da amostra no laboratório (B); filtragem da amostra através do filtro de abertura do detector de rotação (C); filtro no detector de rotação nota-se, as partículas do traçador microtracer que foram separadas a partir da amostra (D).....	31
Figura 8 - Imagem ilustrativa umedecendo o papel filtro completamente com álcool 70% (A); retirada do filtro pequeno da rodada do detector para desmagnetizar as partículas do microtracer (B); transferência do papel filtro pequeno para o papel filtro grande molhado, que deve ser colocando sobre uma chapa quente para secar (C); papel filtro seco, com os pontos de cor a serem contabilizados (D).....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Formulação de ração.....	14
2.2 Mistura.....	15
2.2.1 Tempo ótimo de mistura.....	17
2.3 Uso de marcadores.....	18
2.4 Misturadores.....	20
2.5 Coeficiente de variação (CV).....	22
2.6 Granulometria da ração.....	23
3 OBJETIVOS.....	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6 CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Nestes últimos anos, a eficiência da produção dos rebanhos foi ampliada, devido às novas descobertas realizadas no campo da alimentação e da nutrição animal. (MACIEL, 2016). A evolução constante das áreas de melhoramento genético, nutrição, manejo, ambiência e sanidade estão norteadando a indústria de rações a reverem seus procedimentos, adequando e renovando suas tecnologias de produção (OLIVEIRA et al., 2012).

A pecuária é uma atividade econômica presente em todas as regiões do Brasil e a indústria de nutrição animal tem foco voltado para melhoria do desempenho produtivo das criações animais (FUCILLINI; VEIGA, 2014).

Neste contexto, com uma produção mundial de ração produzindo aproximadamente 700 milhões de toneladas por ano e o Brasil, em 2015, que consumiu 66,5 milhões de toneladas e a previsão para 2016 de 68,5 milhões de toneladas (ZANI, 2016) indicam a grande relevância do setor.

O alimento mais fornecido aos animais de produção no Brasil é a ração, a sua composição engloba vários produtos: os macroelementos (milho, farelo de soja, trigo, cevada, farelo de arroz) e os minerais (fosfato bicálcico, calcário calcítico) incluindo ainda um núcleo premix¹, composto por microingredientes, como aminoácidos sintéticos, microminerais, antioxidantes e medicamentos (LORENZON; LEHN, 2013).

A importância do balanceamento, da formulação correta e da homogeneidade da ração fundamenta-se, uma vez que a ração onera a produção de leite entre 50 e 65% e representa a maior parcela do custo total da atividade, sendo, portanto, determinante para competitividade ou sobrevivência da agroindústria (ALMEIDA et al., 2006; VILLELA et al., 2006).

Para a correta elaboração da ração e aproveitar o seu máximo potencial nutritivo com melhoria no desempenho e viabilidade econômica dos sistemas produtivos é fundamental o controle dos pontos críticos da produção, os quais vão do recebimento à expedição dos produtos, com destaque à correta mistura dos ingredientes, etapa realizada com o intuito de dispersar o mais uniformemente possível as matérias-primas no produto final (ROCHA, 2014).

¹Premix – é a pré-mistura de aditivos e veículo ou excipiente, que facilita a dispersão em grandes misturas, que não pode ser fornecida diretamente aos animais (BRASIL, 2009).

Os nutricionistas frequentemente se referem a três diferentes rações: aquela calculada que está no papel, a ofertada aos animais e a última que é realmente consumida. Esta frase foi originalmente pensada em termos de eficiência de mistura (STOKES, 1997).

Assim, nada adianta utilizar de modelos de programação linear de mínimo custo para resolver problemas nas formulações de rações animais se os misturadores não forem capazes de realizar uma homogeneização com o objetivo de garantir que todos os animais consumam as mesmas proporções dos alimentos (BERMÚDEZ; REY, 2010).

A mistura de ingredientes é uma operação de extrema importância na produção de ração. De nada adianta a utilização de misturadores de última geração, ingredientes de altíssima qualidade se a ração não for totalmente homogênea, ou seja, aquela que forneça aos animais diariamente, todos os nutrientes e em quantidades adequadas para que possam expressar suas capacidades produtivas (BELLAVÉR; NONES, 2000).

A sua não homogeneidade causa perdas econômicas por queda de desempenho dos animais e acidentes por sub ou superdosagem dos microingredientes e aditivos constantes na formulação (LAZARINI; GAI; FAGUNDES, 2014).

O tempo ótimo de mistura para cada tipo misturador e os tipos de misturadores são fatores importantes para a obtenção de uma ração bem homogeneizada (GODOI; DETTMAMM, 2007). Existem várias maneiras de determinar o tempo ótimo de mistura, mas todos os métodos baseiam-se em analisar diferentes amostras coletadas de um misturador em funcionamento e em intervalos regulares de tempo e analisá-las para um determinado nutriente ou componente que constituem a ração atendendo, então, as suas exigências nutricionais (GONZÁLEZ; TORRES, 2006).

Entre os diversos tipos de misturadores, os mais utilizados na indústria de ração são os horizontais de duplo helicóide (PESSOA, 2003).

Não existe um procedimento padronizado que atenda os requisitos de precisão, segurança, custo e utilidade necessários para ser aceitável, mas à medida que órgãos regulatórios publicam documentos que exigem a validação dos equipamentos de mistura, é indispensável que as indústrias produtoras de rações entrem em consenso, principalmente quanto aos níveis de homogeneidade necessário e o método para mensurá-la (BEHNKE, 1996).

O teste de eficiência do misturador é a melhor maneira de estabelecer o tempo correto de mistura (HERRMAN; BEHNKE, 1994). Eles são exclusivos para cada misturador e conduzidos periodicamente em cada equipamento para assegurar que os tempos empregados estejam adequados (GROESBECK et al., 2007).

Apesar de existirem pesquisas sobre este processo, a mistura de ingredientes é como uma arte, e embora o seu uso seja amplamente difundido, ainda há uma total falta de compreensão dos fundamentos que envolvem a mistura (ROCHA, 2014).

Portanto, o presente trabalho justifica-se pela importância na determinação do tempo ótimo de mistura que permitirá fornecer ao animal uma dieta balanceada, por consequência, favorecer o consumo regular de nutrientes e maximizar o desempenho animal. Além disso, enriquece o meio científico, pois, não há na literatura consultada estudos específicos na determinação do tempo ótimo de mistura para bovinos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Formulação de ração

A formulação de ração constitui uma ferramenta importante para técnicos e produtores de animais, independente da espécie, já que as exigências nutricionais dos animais devem ser atendidas para que os mesmos possam apresentar um bom desempenho produtivo e reprodutivo, o que está diretamente relacionado com a viabilidade técnica e econômica do sistema de produção animal (BENEDETTI, 2004).

O processo de formulação da ração para a alimentação dos animais é basicamente dividido em três etapas: estimativa das exigências nutricionais dos animais, cálculo dos nutrientes fornecidos pelos alimentos e modelagem do problema para a obtenção de uma combinação de alimentos (ração) que possa aperfeiçoar o desempenho animal a um custo mínimo (SALMAN et al., 2011).

Salman et al. (2011) descrevem que conhecidos os requerimentos nutricionais é necessário avaliar quais as matérias primas disponíveis para a formulação da ração. Muitas dessas informações são conhecidas por meio de uma análise laboratorial que possibilita ao formulador, mas não contemplam todos os nutrientes requisitados pelo animal. Variações nas matérias primas implicam, de uma maneira geral, na alteração das formulações (SILVA; QUEIROZ, 2002).

O ingrediente ou matéria-prima é o componente ou constituinte de qualquer combinação ou mistura utilizado na alimentação animal, que tenha ou não valor nutricional, podendo ser de origem vegetal, animal, mineral, além de outras substâncias orgânicas e inorgânicas (SALMAN et al., 2011).

Como os ingredientes das rações possuem diferentes densidades e granulometrias, há a necessidade da utilização de técnicas adequadas de mistura para que se obtenha um produto final homogêneo e com as mesmas características químicas e físicas (LIMA; COVALSKI, 2002) onde seja impossível a identificação dos ingredientes da ração visualmente.

Existem mais de 250 pontos críticos no processo de fabricação de rações que, se não devidamente manejados e controlados, podem, em menor ou maior proporção, causar prejuízos (KLEIN, 1999). Qualquer erro em uma ou mais etapas do processo de produção de rações pode acarretar em prejuízos econômicos expressivos, já que os gastos com a

alimentação correspondem à maior parte do custo de produção de qualquer cultura animal (LIMA; NONES, 1997).

2.2 Mistura

A mistura é um processo aleatório no qual o fluxo dos materiais é sistematicamente distribuído e reorganizado infinitamente (SOMMERS, 1981). O objetivo de misturar os ingredientes é conseguir um produto final completamente homogêneo e com as características nutricionais planejadas. Quando as propriedades físicas dos ingredientes são uniformes, como tamanho e forma das partículas, densidade, higroscopicidade, carga estática e adesividade, a mistura dos ingredientes torna-se relativamente simples. Contudo, na maioria das vezes, isso não acontece (LIMA; NONES, 1997).

O preparo e mistura de rações é uma das primeiras etapas na produção animal, onde grande parte do custo de produção tem origem na alimentação. Ações básicas como a utilização de balanças e misturadores, de maneira correta, são imprescindíveis para a produção de misturas de qualidade. Sem a realização dessa etapa com eficácia não se pode esperar que as etapas seguintes na produção animal alcancem pleno sucesso (LIMA; NONES, 1997).

A mistura ocorre por mecanismos físicos de movimento das partículas, que são a convecção, a difusão e o cisalhamento. A convecção é o movimento com o qual grupos de partículas são deslocados uns em relação aos outros, permitindo que uma mistura parcial ocorra em grandes escalas. A difusão ocorre quando partículas se movem individualmente em relação às demais, promovendo uma mistura fina. O cisalhamento ocorre quando há a formação de camadas no interior da massa e a mistura realiza-se devido à troca de partículas entre camadas adjacentes (ROCHA, 2014).

Misturar materiais granulares é um processo complexo, no qual os componentes são distribuídos aleatoriamente pelo movimento caótico das partículas. As misturas são produzidas em equipamentos de diferentes tipos, formas de componentes de mistura e parâmetros tecnológicos. Normalmente as rações são compostas por vários ingredientes com propriedades físicas diferentes, então a mistura eficiente frequentemente pode ser muito difícil (ROCHA, 2014).

Lima e Nones (1997) consideram que um misturador constitui-se em um equipamento que será utilizado por vários anos para o preparo de toda a ração utilizada em uma

propriedade, deve-se compreender que a determinação do seu tempo ótimo de mistura pode se constituir em um passo importante para a melhoria da qualidade das rações e conseqüentemente do desempenho dos animais.

Recomenda-se avaliar a eficiência de mistura quando ocorrem mudanças drásticas nas composições das rações ou quando se deseja melhorias do desempenho dos animais (CIFTCI; ERCAN, 2003). Para satisfazer os requisitos de garantia de qualidade, a maioria dos países realizam os testes de eficiência de mistura pelo menos uma vez ao ano. Em países como Alemanha, Holanda e França estes requisitos são aplicados integralmente e grandes esforços têm sido despendidos para desenvolver procedimentos de alta confiabilidade (EISENBERG, 2004).

Normalmente a expressão da qualidade da mistura visa indicar a variação que existe entre frações da mistura, a qual se relaciona com uma mistura perfeita (NAGATA, 1975).

Intuitivamente a homogeneidade das rações é desejável, se não necessária para maximizar a utilização dos nutrientes. Para melhorar o crescimento, produção e saúde cada animal deve receber uma ração balanceada que forneça os nutrientes e aditivos em concentrações adequadas (MCCOY et al., 1994).

Segundo Lara (2010), existe dois tipos de qualidade para rações:

•**Qualidade nutricional/fisiológica:** relaciona com o nível de conformidade da ração com os níveis nutricionais nas diversas fases da vida de um animal. Esses níveis são alcançados com a correta seleção e pesagem de ingredientes para o produto final e uma boa homogeneização da mistura. Outros aspectos ligados a essa qualidade são aqueles relacionados com a granulometria e densidade da ração.

•**Qualidade sanitária:** está relacionada à ausência de materiais tóxicos ou componentes indesejados na ração que podem prejudicar a saúde do animal. A ração deve estar isenta de micro-organismos, sendo este aspecto controlado em partes pela umidade e atividade de água da ração.

Outro ponto de controle da qualidade de mistura, está relacionado à inocuidade da ração. Para tanto, são realizados procedimentos nas fábricas que visam a assegurar a descontaminação das linhas de produção, não deixando quaisquer resíduos, a fim de que não se tornem fontes de contaminação cruzada. Visto que, as variações na qualidade das rações animais pode ser uma das principais causas no desvio entre o desempenho planejado e o observado do crescimento animal, segundo (BELLAVÉR; NONES, 2000).

Com o objetivo de controle do processo de mistura, por muito tempo tinha-se como base alguns constituintes da ração como marcadores de mistura, tais como, o cloreto de sódio, alguns aminoácidos e micronutrientes (manganês e cobalto) (MALLMANN et al., 2011).

Segundo Klein (1999) marcadores da mistura como micronutrientes e o sódio contido no sal (NaCl) seriam bons marcadores, pois apresentam em pequenas quantidades na mistura, enquanto o potássio e a proteína não são bons indicadores, pois apresentam em grandes quantidades na mistura.

Entretanto, atualmente com novos métodos e estudos, obteve-se novos marcadores como violeta de metila, microtracer, grafite e cromo. Sendo o microtracer mais utilizado por não causar toxicidade aos animais, ser estável, inerte, e de fácil eliminação pelo organismo. Além do mesmo indicar qual o tempo do misturador, os possíveis resíduos e aditivos. Quando, usado em diferentes tempos, pode se observar também, em qual momento possa ter ocorrido alguma falha na mistura (MALLMANN et al., 2011).

Na avaliação da qualidade da mistura utiliza-se o cálculo do coeficiente de variação (CV), que leva em consideração as variações no procedimento de coleta das amostras, características dos ingredientes, método de análise aplicado, aleatoriedade da amostragem o equipamento propriamente dito e os parâmetros do processo. O efeito desejado é a uniformidade da mistura que é medida pelo coeficiente de variação (CV). Quanto menor este coeficiente, melhor a qualidade de mistura. Para calcular o CV, deve ser utilizado um traçador microtracer, minerais de baixa inclusão (zinco, cobre ou manganês) ou aminoácidos (metionina ou lisina) (GONÇALVES, 2015; OLIVEIRA, 2016).

Associado aos marcadores internos ou externos e o CV, o tempo de mistura também é considerado um fator essencial que afeta a eficiência ou qualidade da mistura (CLARK et al., 2007).

2.2.1 Tempo ótimo de mistura

O tempo de mistura deve ser controlado de tal forma que possibilite a distribuição uniforme dos ingredientes, considerando que alguns desses, como *premix*, vitaminas e aminoácidos, estarão presentes em microgramas. Assim, antes de adicionar os ingredientes líquidos, deve-se assegurar um tempo inicial de mistura seca para completa distribuição de ingredientes, a fim de que não se formem grumos na massa (LARA, 2010).

Wicker e Poole (1991) determinaram que o tempo inadequado de mistura é a primeira razão para baixos resultados de uniformidade das dietas. O fabricante do equipamento deve

ser contactado para determinar o tempo certo de mistura dos ingredientes da ração (KARSBURG, 2010).

Todo misturador deve ter seu tempo ótimo de mistura determinado nas suas condições normais de funcionamento para o melhor conhecimento do equipamento, de maneira a promover a mistura mais homogênea possível e avaliar a sua eficiência (LIMA; NONES, 1997).

Para garantir a qualidade da mistura é importante dar atenção ao tempo ótimo de mistura para cada tipo de misturador durante o processo de produção da ração. Para os misturadores verticais esse tempo estaria entre 12 e 15 minutos (GOODBAND et al., 1991).

Na prática o tempo ótimo de mistura deve ser aquele no qual foi obtida uma distribuição aleatória das partículas, considerando os erros decorrentes da amostragem e das análises. Presumindo que estes processos são independentes, então a variação total será expressa pela soma das variações da imperfeição da mistura, da amostragem, do erro analítico e do erro puro (ROCHA, 2014).

Embora o tempo de mistura seja considerado o principal fator que afeta a eficiência de mistura, outros fatores tais como o tamanho das partículas dos ingredientes, uso e desgaste dos componentes de mistura do equipamento, limpeza e modelo do misturador, número de giros em um ciclo de mistura, velocidade dos helicóides, pás, ou roscas elevadoras, amostragem e escolha do indicador também podem influenciar. Portanto, um tempo de mistura específico não é aconselhável para todos os equipamentos (CIFTCI; ERCAN, 2003; ROCHA, 2014).

Há várias maneiras para determinar o tempo ótimo de mistura, mas todos os métodos baseiam-se em análises de diferentes amostras coletadas no misturador em funcionamento e com intervalos regulares de tempo e em várias partes do misturador; e analisá-las para um determinado nutriente da ração ou um marcador, calculando o CV (DALE, 1998).

2.3 Uso de marcadores

Na busca pela minimização dos problemas existentes devido ao procedimento de homogeneização inadequado, alguns métodos foram criados com o objetivo de avaliar a qualidade da mistura. São utilizados marcadores diretos que são microingredientes como o cobalto e manganês e marcadores indiretos como microtracers, microminerais e metil-violeta (BRASIL, 2009). O microtracer tem sido o mais utilizado, já que não apresenta toxicidade e é um produto estável (MALLMANN et al., 2011).

Segundo a publicação do Website Portalr2s (2015), a determinação da uniformidade da mistura pode também ser feita pelo Quantab, o qual mede o íon de cloreto presente na mistura. Atualmente, um dos maiores desafios é encontrar um método de avaliação da qualidade de mistura que não tenha restrições técnicas.

Na escolha do marcador, dois pontos importantes devem ser observados: inclusão igual ou menor do que 0,5% na ração; e que seja de uma única fonte, com procedimento analítico exato e preciso, de baixo custo e rápido. Análises com marcadores microtracers já são práticas bastante conhecidas e utilizadas, caracterizando-se como um dos testes mais completos atualmente em prática nesta área (GONÇALVES, 2015).

Devido à falta de praticidade para avaliar a homogeneidade de cada nutriente de uma ração, o uso de ingredientes naturalmente constituintes das rações (indicadores internos) ou indicadores intencionalmente adicionados (indicadores externos) para avaliá-la é uma prática difundida (EISENBERG, 2004). O processo de mistura em plantas de produção de rações pode ser validado ao testar um ou mais microingredientes adicionados às rações, com inclusões de até 100 gramas por tonelada. Os resultados analíticos podem ser indicativos da eficiência de mistura dos demais ingredientes (EISENBERG, 2004). Assim, ao avaliar a eficiência de um misturador, as amostras coletadas deverão conter um indicador predefinido.

Ao selecionar um indicador para testar a eficiência de mistura algumas características devem ser avaliadas, tais como acurácia da análise laboratorial, facilidade e custo de análise, ingrediente de uso comum e que esteja presente em um único ingrediente da mistura (CLARK; BEHNKE; POOLE, 2007).

De acordo com Barashkov et al. (2007) existem três tipos de microtracers à base de ferro: Microtracer F (Ferro Grit 25.000 partículas por grama), Microtracer FS (aço inoxidável 50.000 partículas por grama) e Microtracer RF (reduzido pó de ferro com mais de 1.000.000 partículas por grama).

Os tracers são partículas de ferro recobertas por corantes estabilizados não tóxicas, sendo que, cada grama do produto contém de 22.000 a 32.000 partículas. A função do tracer é de marcador, uma vez adicionados a um ingrediente, a presença deste na mistura final poderá ser testada e medida. Assim, uma das principais aplicações do tracer é avaliar, qualitativa e quantitativamente a eficiência de uma mistura. A quantidade adicionada para efetuar um teste de qualidade de mistura deve respeitar a proporção de 50gramas por tonelada (BUTOLO, 2002) e devem ser coletadas, no mínimo, dez amostras no misturador (independente do tamanho do equipamento).

A utilização desse método de acordo com Butolo (2002) verifica os seguintes itens:

1. Se o tempo de mistura está correto. Classifica a mistura estatisticamente, através do método do Qui-quadrado, em ótima, regular ou ruim;
2. Se um microingrediente foi incluído na batida do produto. Basta adicionar o tracer à pré-mistura. Se o tracer for identificado na ração final, então a pré-mistura foi adicionada;
3. Se o produto recebido foi aquele solicitado. Basta adicionar o tracer a ração e poderá identificar a presença do marcador;
4. A existência de contaminação entre batidas de produtos. Ao incluir o tracer numa primeira batida, o mesmo poderá ser pesquisado na segunda batida. Se for detectado, existe contaminação entre batidas;
5. Falhas no equipamento. Caso o número de partículas extraídas das amostras seja em todas elas mais baixo que o esperado, poderá estar ocorrendo adesão de partículas na parede do misturador (mau aterramento).

Na avaliação da qualidade da mistura, devem ser feitas de três a cinco repetições (KLEIN, 1999).

2.4 Misturadores

Os misturadores, na sua grande maioria, possuem a capacidade de fazer uma boa mistura de ração. O que varia entre eles é o tempo necessário para se completar a mistura. Algumas situações colaboram para reduzir sua capacidade de mistura e, com isso, aumenta o tempo necessário para completar a mistura do produto (LINDLEY, 1991).

O desempenho do misturador pode ser alterado devido a fatores como: tempo de mistura, forma e tamanho das partículas, massa específica dos ingredientes, partes quebradas ou desgastadas do misturador, limpeza e carga do misturador com quantidades diferentes da recomendada para a sua operação (BIAGI, 1998).

Lima e Nones (1997) descrevem que todo misturador deve ter seu tempo ótimo de mistura determinado para que os propósitos de conhecimento das condições em que o equipamento promove a mistura mais homogênea possível, avaliação da eficiência do equipamento e com os ingredientes misturados no tempo ótimo é possível reduzir-se gastos com mão de obra e eletricidade.

Muitos estudos têm sido publicados documentando a variabilidade dos misturadores comerciais disponíveis. Wicker e Poole (1991) demonstraram que em 100 misturadores

testados aproximadamente 51% tiveram CVs menores que 10% enquanto 19% dos misturadores tiveram CVs maiores que 20%.

Somente 3% dos equipamentos demonstraram baixa capacidade de mistura com CVs acima de 20%. Isto indica que a maioria dos misturadores apresenta aceitáveis índices de eficiência. Todavia quando os estudos demonstram resultados abaixo do esperado, é porque existem muitas áreas ainda a serem investigadas para testar e determinar as causas dos resultados negativos.

A mistura dos alimentos da ração deve ser efetuada da forma mais homogênea possível a fim de evitar que os animais selecionem e consumam os ingredientes de maior aceitabilidade. A ração deve ter um preparo adequado, para que os animais possam ingerir e aproveitar com facilidade os alimentos (SALMAN et al., 2011).

Existem vários tipos de misturadores, mas os mais comuns são o vertical e o horizontal (LIMA; NONES, 1997).

Os mais utilizados na indústria de ração animal ou de *premix* vitamínicos são os horizontais de duplo helicóide (PESSOA, 2003). Esse misturador revolve a mistura de um lado para o outro, repartindo-a em várias partes, e promovendo uma eficiente mistura ao longo de todo o misturador. Esses misturadores são geralmente providos de portas de descarga que permitem o rápido esvaziamento do misturador assim como maior facilidade para limpeza. O carregamento do misturador com uma quantidade acima da sua capacidade dificulta a mistura. As fitas ou pás devem emergir ao menos 5 a 7 cm acima do topo da mistura (LIMA; NONES, 1997).

Os misturadores horizontais têm vantagens em relação aos verticais por permitirem uma mistura mais homogênea (menores coeficientes de variação entre diferentes amostras coletadas no mesmo tempo), um menor tempo de mistura e o uso de maior quantidade de líquidos na mistura. O tempo de mistura, nos misturadores verticais, são maiores que os horizontais, sendo o tempo de mistura, em geral, muito variável podendo-se encontrar misturadores com tempo ótimo de mistura de 3 a 19 minutos (LIMA; NONES, 1997).

Ainda segundo estes autores, a mistura dos ingredientes ocorre, essencialmente, no topo e na base do misturador. O tempo de descarga de um misturador vertical é aproximadamente o mesmo de um horizontal, mas apresenta dificuldades para sua completa limpeza. A adição de mais de 3% de líquidos a um misturador vertical não é recomendada, constituindo-se em outra limitação desse tipo de equipamento.

Contudo, a grande vantagem do misturador vertical descrita pelos autores citado a cima é o seu baixo custo, fazendo com que seja largamente utilizado em pequenas fabricas de

rações comerciais e em propriedades. Além disso, eles não necessitam de outros equipamentos como silos anexos para armazenagem de ingredientes ou para descarregar a mistura pronta (LIMA; NONES, 1997).

2.5 O coeficiente de variação (CV)

O CV é uma medida estatística usada para descrever a variação que ocorre entre uma série de observações. O CV é calculado expressando o desvio padrão dos dados como porcentagem de suas médias $(DP/média)*100$. Quando os CV se tornam menores, a uniformidade da ração torna-se maior, porque ocorre menor variabilidade. É aceito que CVs menores que 10% representam uma boa mistura, enquanto que CVs maiores de 20% representam preocupação (KARSBURG, 2010).

A meta a ser alcançada pelas indústrias é de CV de no máximo 10%, já que o encontrado é próximo aos 15%. Por outro lado, CV entre 15 e 20% não resultam em problemas no desempenho dos animais (BELLAVÉR; NONES, 2000).

Por definição o CV será igual a zero quando depois de um tempo infinito, a concentração de um nutriente ou indicador em qualquer fração da mistura for completamente uniforme (NAGATA, 1975) e complementa que quando a concentração em um ponto arbitrário é igual à média, o estado desta mistura é chamado de homogêneo. Uma mistura eficiente será aquela com a máxima uniformidade possível dentro do mesmo ciclo de produção, e com ciclos sucessivos também uniformes (ROCHA, 2014).

O CV é determinado pela equação:

$$cv = \left(\frac{S}{\bar{x}} \right) \times 100$$

Onde:

- CV = Coeficiente de variação (%);
- S = Desvio padrão das observações;
- \bar{x} = Média aritmética das observações;

Hermann e Behnke (1994), em seus estudos qualificaram os padrões de uma mistura de ração de acordo com os CV e incluíram as ações corretivas (Tabela 1).

Tabela 1 - Avaliação da mistura de ração pelo coeficiente de variação e ações de correção.

CV (%)	Avaliação	Ação corretiva
< 10	Excelente	-
10 a 15	Bom	Aumentar o tempo de mistura.
15 a 20	Satisfatória	Aumentar tempo de mistura, olhar desgaste do equipamento, sobrecarga, ou sequenciamento de adição de ingredientes.
> 20	Ruim	Possível combinação de todos acima. Consultar pessoal de extensão ou fabricante de equipamento.

Fonte: Adaptado Hermann e Behnke (1994).

De acordo com Zinn (1999), a uniformidade de uma mistura medida pelo CV é dependente das características dos microingredientes (densidade e granulometria) a ser medido e não das características da mistura. Testes avaliaram o CV de um microingrediente colocando-o em diferentes misturas, com características de granulometria diferentes e os resultados de CV foram similares nas diferentes misturas.

Fei (1997) define como uma mistura uniforme aquela em que todos os nutrientes estarão presentes em quantidade suficiente na ração ingerida diariamente pelos animais, para atender suas necessidades.

Oliveira et al. (2012) explicam que na heterogeneidade da ração, a segregação dentro da mistura pode ocorrer quando um ou mais nutrientes se separam do restante da ração, a segregação acontece em diversas partes enquanto a ração estiver sendo misturada.

Para verificar o CV da mistura, Lima e Nones (1997) sugerem coletar varias amostras em várias partes do misturador após o tempo de mistura ideal, realizando a análise destas amostras e com os resultados calcular o CV que deve ser inferior a 10% para uma mistura adequada.

2.6 Granulometria da ração

A determinação do tamanho das partículas é de extrema importância no segmento nutrição – alimentação animal, onde o tamanho, o formato e estrutura das partículas, irão influenciar: a digestibilidade dos nutrientes contidos nos ingredientes e a dispersibilidade delas no todo da dieta e a densidade das rações, e em particular sua fluidez nos sistemas

automatizados de mistura, transporte e fornecimento nos comedouros dos animais (COSTA, 1998).

A análise de granulometria é utilizada para medir o tamanho da partícula do grão e outros ingredientes que compõem uma dieta. Existem vários trabalhos demonstrando que para cada animal e determinada idade existe uma granulometria ideal para o melhor aproveitamento dos nutrientes (BELLAYER; NONES, 2000).

Desta forma, a granulometria deve ser caracterizada de acordo com o tamanho e uniformidade das partículas, que são expressos pelo Diâmetro Geométrico Médio (DGM) e pelo Desvio Padrão Geométrico (DPG), respectivamente. O DGM é correlacionado positivamente com o tamanho das partículas, ao passo que o DPG se correlaciona de forma negativa com a uniformidade (POZZA et al., 2005).

O DGM das partículas do ingrediente moído possibilita correlacionar a granulometria do mesmo à digestibilidade dos nutrientes, desempenho animal e rendimento de moagem (ZANOTTO; BELLAYER, 1996).

Zanotto e Monticelli (1998) explicam que o DGM das partículas da matéria-prima constitui um parâmetro mais adequado para expressar as relações entre o grau de moagem da mesma e a outros índices de importância técnica e econômica na produção. Porém, não apenas o tamanho de partículas, como também sua uniformidade é de grande importância na avaliação da influência da granulometria no aproveitamento dos nutrientes pelos animais (CONDÉ et al., 2014).

Segundo Amerah et al. (2007) as recomendações sobre tamanho ótimo de partículas têm sido contraditórias na literatura. Isto porque diversos fatores como: forma física da ração, complexidade da dieta, tipo de grão, método de moagem, qualidade de pelete e qualidade de mistura podem influenciar a utilização dos nutrientes pelos animais, melhorando desempenho, além de aumentar a eficiência de produção.

A granulometria ideal é aquela fina o bastante para permitir o maior contato da ração com as enzimas digestivas, porém em tamanho suficientemente grande para manter o trabalho de digestão. O grau de moagem dos alimentos influencia diretamente nas secreções digestivas e a superfície de exposição para difusão e ação enzimática. Além de aumentar a digestibilidade, a granulometria mais fina favorece o manuseio e as características de mistura da ração (SILVEIRA, 2015). Desta forma, utilizar granulometria correta resulta em melhor aproveitamento das dietas, proporcionando maior produtividade e rentabilidade ao produtor.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a homogeneidade em diferentes tempos de mistura de ração para bovinos leiteiros verificando assim, a eficácia da mistura utilizando o microtracer como marcador.

3.2 Objetivo Especifico

Avaliar a eficiência de um misturador de ração horizontal para determinação da eficiência e a homogeneização de mistura de rações pelo valor do coeficiente de variação (CV%).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fábrica de Ração da COOXUPÉ (Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda), núcleo de Monte Carmelo, Minas Gerais, atuando também há mais de 30 anos na área de NUTRIÇÃO ANIMAL, respeitando a BPF (Boas Práticas de Fabricação), os níveis nutricionais e as exigências do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

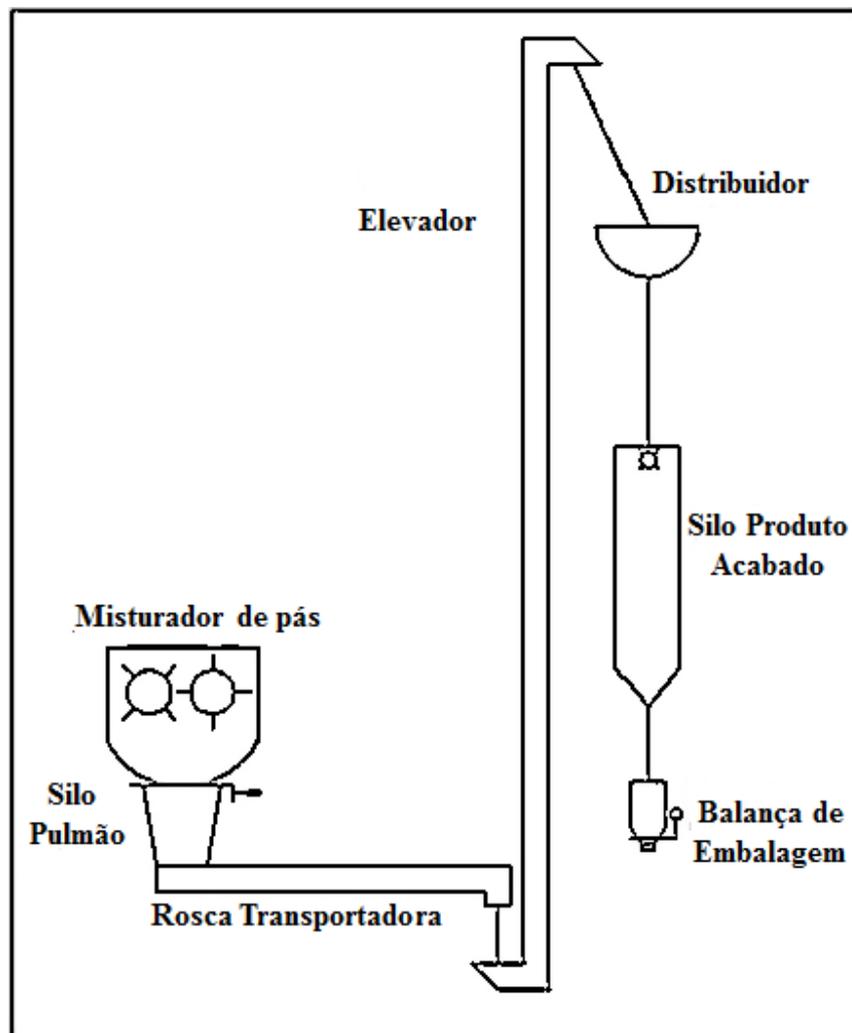


Figura 1 - Esquema simplificado de fábrica de rações.

Fonte: Borges, 2008. Modificado

Utilizou-se um misturador horizontal de pás helicóide² com único eixo, com capacidade para 1000 quilos com a rotação de 23 rotações por minuto (RPM) (Figura 2). Foi utilizada a carga total do misturador para cada análise.

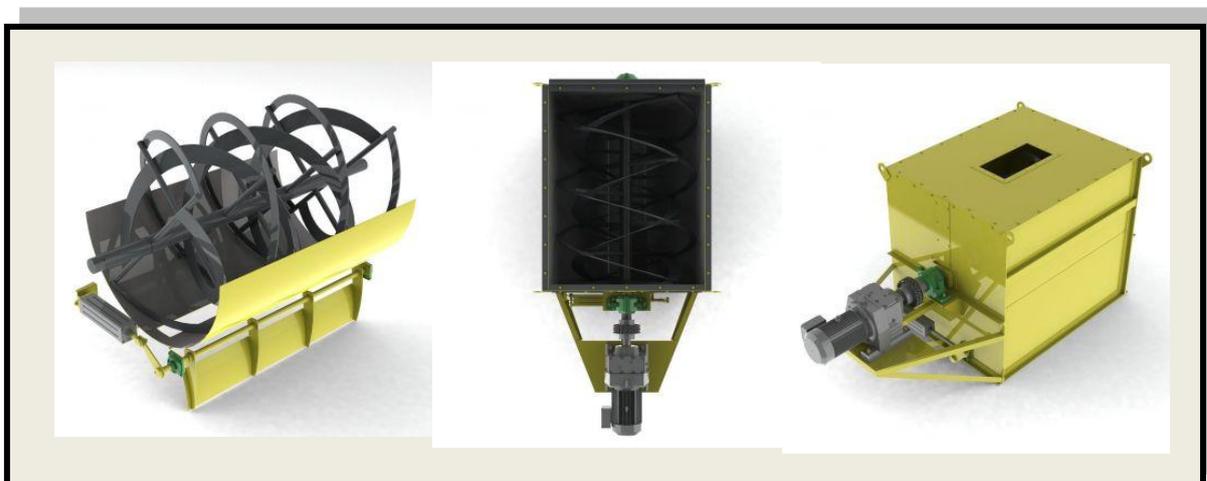


Figura 2 - Imagens do misturador horizontal, modelo MRH-1000.

Fonte: REC – Equipamentos Industriais, 2016.

A ração farelada utilizada como modelo de estudo (Tabela 2), durante os ensaios, foi elaborada para atender as exigências nutricionais de bovinos em fase de lactação, conforme recomendações de exigências nutricionais e de composição nutricional de alimentos proposta pelo autor deste trabalho e utilizada para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Tabela 2- Composição da ração utilizada nos ensaios do misturador de ração da COOXUPÉ. 2016.

Ingredientes	Porcentagem (%)
Calcário calcítico	2,57
Farelo de soja	45,10
Fosfato bicálcico 18,5%	0,89
Melaço em pó	0,5
Milho Moído	50,0
Polinúcleo R-1 (1CX-1)*	0,4
Sal moído	0,54

*Polinúcleo R-1 (1CX-1): concentrações por kg: vit. A (2.000.000 UI), vit. D3(500.000 UI), vit. E (12.500 mg), Enxofre (159 mg), Mg (343,75 mg), Cu (5000 mg), Fe (15g), Mn (20 g), Co (125 mg), I (300 mg), Zn (20 g), Se (150 mg), F (máx 894 mg) e antioxidante (2000 mg).

Fonte: Elaborado pelo autor.

²Modelo: MRH – 1000 – REC – Equipamentos Industriais para nutrição animal. Pará de Minas – MG – Brasil

A sequência de carregamento do misturador foi: 50% do milho moído, farelo de soja, vitaminas e microminerais, o restante do milho, o fosfato bicálcico, sal e finalmente o calcário (Figura 3).

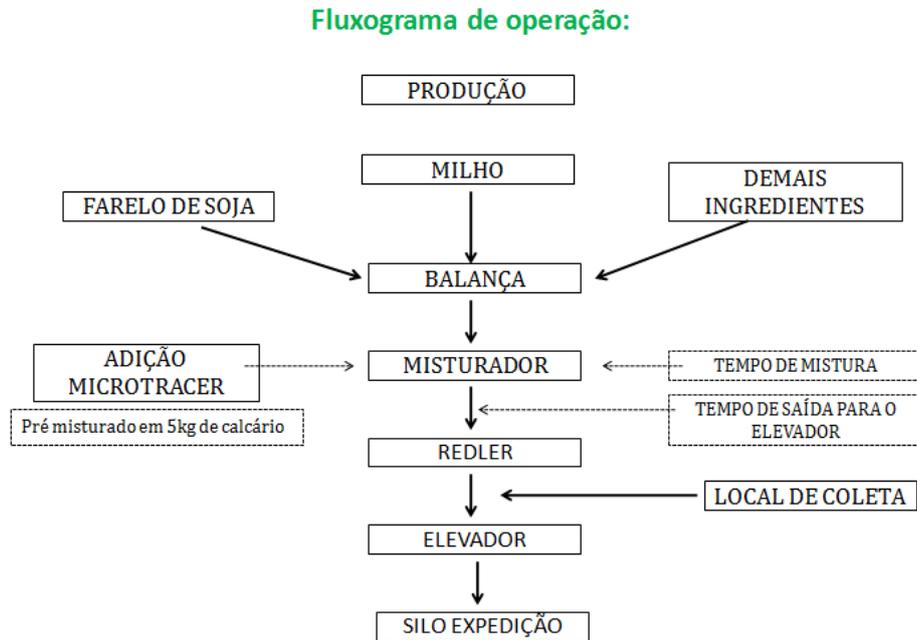


Figura 3 - Representação esquemática do fluxograma de operações da Fábrica de Ração da Cooperativa Agrícola dos Cafeicultores. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Para a avaliação da homogeneidade da mistura, a ração foi dividida em três grupos com três diferentes tempos (em minutos) de misturas e cada grupo subdividido em três batidas sequenciais (Figura 4).

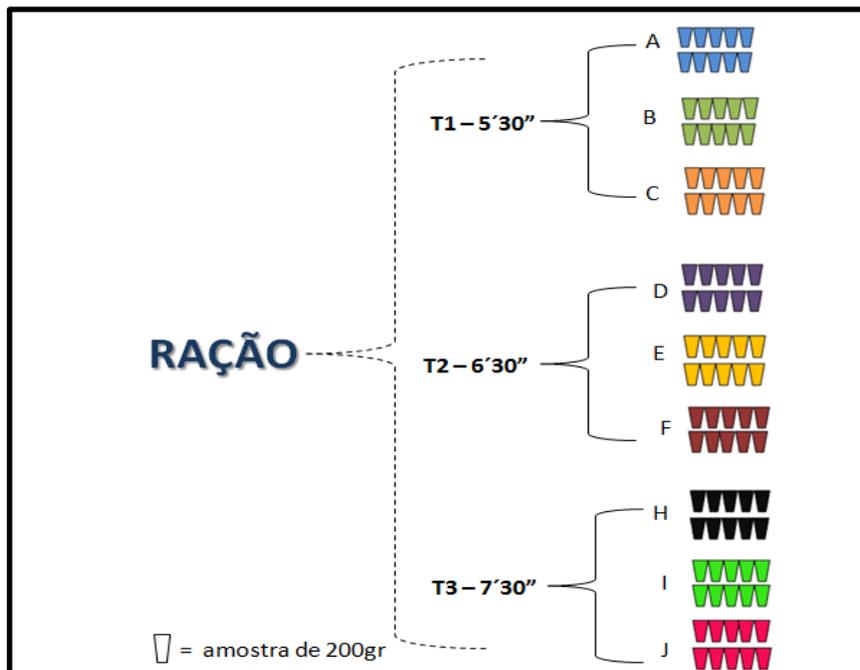


Figura 4 - Representação esquemática para obtenção das amostras.

Decorrido o tempo de mistura, a ração sai do misturador através de um redler e segue para o elevador de canecas que a leva até o silo de expedição.

Para a coleta das amostras de ração, foi utilizada uma janela no redler, todas as amostras foram retiradas no mesmo local. Para cada grupo foram coletadas 10 amostras (200 gramas/cada) de ração por repetições sequenciais, em intervalos regulares na mesma sequência, no total de 30 amostras para cada tempo. O tempo foi cronometrado a partir do alcance da carga máxima do misturador, o que despendia em torno de 2 minutos.

Como marcador foi utilizado o MicrotracerF-Red³ (Figura 5A) com 32 partículas por miligramas na dosagem de 50 gramas por tonelada incorporando-o ao calcário (Figura 6B) e posteriormente misturando com os demais ingredientes dentro do misturador.

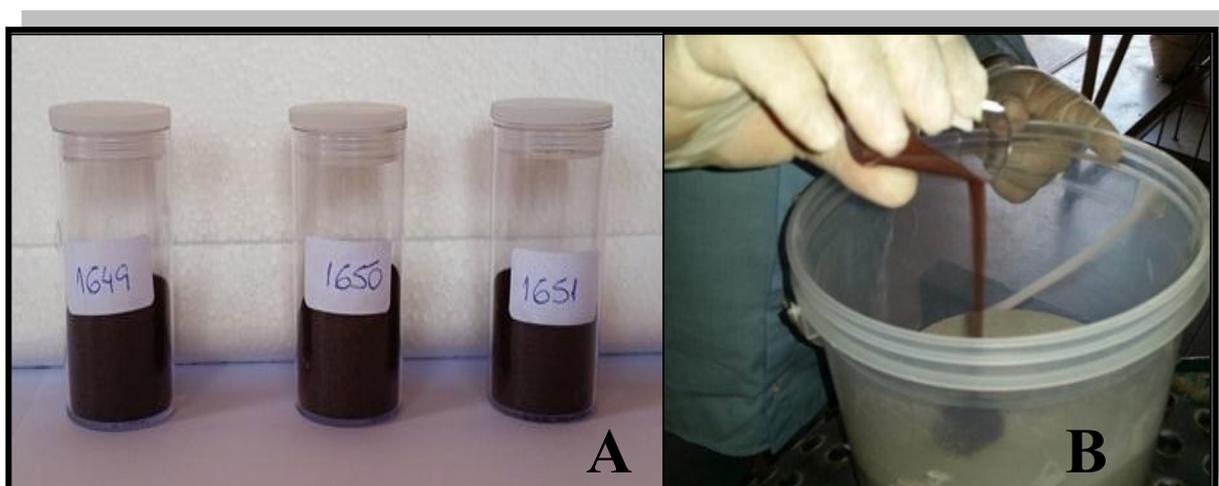


Figura 5 -A - Identificação do pó de Microtracer. **B -** Mistura Microtracer ao calcário.

O tempo total de descarga do misturador foi dividido em 12 tempos, sendo o primeiro e último desprezados. O tempo total foi de 240 segundos, e as amostras coletadas a cada 20 segundos (Figura 6).



Figura 6 - Representação esquemática do tempo de coleta das amostras.

Fonte: Elaborado pelo autor.

³Microtracer®F-Red. Micro-Tracers, Inc. San Francisco – CA – USA. www.microtracers.com

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas ao abrigo da luz e umidade. No mesmo dia da coleta, as amostras foram enviadas para o Laboratório de Bromatologia da Fatec Nutrição Animal⁴, onde foram realizados os testes no ⁵detector rotatório, para contagem das partículas de ferro.

Para a realização dos testes de mistura foram pesadas 80 gramas de cada amostra separadamente. No detector rotatório, utilizaram-se filtros de papel⁶ de sete centímetros de diâmetro sobrepostos no rotor de força magnética para reter os marcadores. Após dispensar duas vezes a amostra de ração no equipamento, o material retido foi desmagnetizado para ser, posteriormente, dispersado sobre um papel filtro de 15 cm de diâmetro. Nessa etapa aplicou-se álcool 70%⁷, o qual dissolve o corante do traçador, marcando o filtro com um ponto de coloração avermelhada. Logo após, o filtro foi colocado em uma superfície quente para que fosse secado. Posteriormente, foi realizada a contagem dos pontos e registro, conforme figura 7 e 8.

⁴Fatec Indústria de Nutrição e Saúde Animal Ltda. Arujá – SP - Brasil

⁵ Detector Microtracer - Micro-Tracers, Inc. San Francisco – CA – USA.

⁶Whatman®FilterPaper. Sigma-Aldrich/Vetec Química Fina Ltda. São Paulo – SP – Brasil.

⁷ Álcool 70 Prolink. Prolink Indústria Química Ltda. São José do Rio Preto – SP –Brasil.

ETAPA DE RECUPERAÇÃO DE PARTÍCULAS NO LABORATÓRIO – Demonstrações:



Figura 7 - Imagem ilustrativa dos materiais necessários para realização da análise do marcador microtracer (A); da pesagem (80g) da amostra no laboratório (B); filtragem da amostra através do filtro de abertura do detector de rotação (C); filtro no detector de rotação, nota-se, as partículas do traçador microtracer que foram separadas a partir da amostra (D).

Fonte: MTSEGmbHMicroTracer Services. Pesquisa por imagem. 2016.



Figura 8 - Imagem ilustrativa umedecendo o papel filtro completamente com álcool 70% (A); retirada do filtro pequeno da rodada do detector para desmagnetizar as partículas do microtracer (B); transferência do papel filtro pequeno para o papel filtro grande molhado, que deve ser colocando sobre uma chapa quente para secar (C); papel filtro seco, com os pontos de cor a serem contabilizados (D).

Fonte:MTSE GmbH MicroTracer Services. Pesquisa por imagem. 2016.

Para obtenção dos números de pontos do marcador (taxa de recuperação - TR%) realizou-se o cálculo matemático em que o resultado deve apresentar valores próximos a 102 - 154 pontos, conforme definido pelo fabricante.

Calculo para taxa de recuperação (TR%),

Número de partículas/g de produto: 32.000 partículas

Tamanho da amostra: 80 gramas de ração

Dosagem do marcador microtracer: 50g/t

32.000 partículas ----- 1g

x ----- 50g

x = 1.600.000 partículas

1.600.000 partículas ----- 1000 kg de ração

y ----- 0,08 kg de ração

y = 128 partículas

Análise Estatística

Os dados foram tabulados e avaliados, inicialmente, quanto à sua distribuição normal, utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk. Por conseguinte, os dados normais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido do teste t de Student para comparação dos dados entre os grupos. Todos os testes foram realizados em nível de significância de 5% ($P \leq 0,05$) (PETRIE, WATSON, 2009).

Com os dados tabulados, em planilha Excel⁸, foram calculados os números de pontos do indicador, média aritmética, desvio padrão e também a taxa de recuperação (razão entre o encontrado e o esperado).

Todos os dados de cada grupo, individualmente, foram calculados pelo teste qui-quadrado para determinar a homogeneidade da mistura conforme preconizado por Micro-Tracers, Inc. San Francisco (EISENBERG, 1992).

Para complementar as análises dos resultados também foi calculado o coeficiente de variação (CV%) para cada tempo amostrado, recomendado como parâmetro para avaliação da homogeneidade de rações.

⁸Excell[®] Microsoft Softwares

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Herrman 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. Neste estudo as características relativas ao misturador, sequência de adição dos ingredientes e ingredientes com características iguais (mesmo lote) foram comuns para todos os indicadores avaliados.

Foi realizada a avaliação da eficiência do misturador horizontal de ração utilizada na fábrica onde se realizou os ensaios, avaliando também a eficiência da mistura da ração em diferentes tempos de mistura. Esta variável é considerada o principal fator que afeta a eficiência de mistura (CIFTCI; ERCAN, 2003; CLARK et al., 2007), portanto, o estudo de diferentes tempos de mistura é aconselhável para todos os equipamentos.

O tipo de misturador (horizontal de duplo helicóide) usado na análise da mistura da ração para bovinos leiteiros foi o mesmo utilizado na maioria das indústrias conforme cita PESSOA (2003).

O tempo de mistura para os misturadores horizontais, em geral, são muito variável podendo-se encontrar misturadores com tempo ótimo de mistura de 3 a 19 minutos (LIMA; NONES, 1997). O misturador utilizado nesse estudo foi testado para três tempos (5'30''; 6'30'' e 7'30 minutos) (Tabela 3,4 e 5) conforme orientação do fabricante e está dentro da faixa de tempo estipulado pela literatura.

Os resultados referentes ao tempo de mistura, coeficiente de variação, taxa de recuperação do indicador, qualidade da mistura estão apresentados em tabelas para cada grupo de maneira individual e com os cálculos estatísticos preconizados pela empresa Micro-Tracers (Tabela 3, 4 e 5).

Os resultados obtidos no tratamento (T1) (Tabela 3) demonstram que todas as amostras foram consideradas como de boa qualidade da mistura de acordo com a classificação de Hermann e Behnke (1994) (Tabela 1). Mostra que o menor CV encontrado foi de 10,2% e o maior de 12,86%, tais valores estão abaixo do limite aceitável pela literatura consultada de (20%). Já o desvio máximo encontrado em relação à média foi de 11,45%.

Tabela 3 - Resultados do ensaio do T1 quanto ao tempo de mistura de ração para bovinos leiteiros com marcador analítico Microtracer. Monte Carmelo – MG - 2016.

Amostra	Número de partículas		
	A	B	C
1	87	82	101
2	105	77	78
3	76	64	83
4	77	80	93
5	94	90	86
6	94	78	96
7	70	84	74
8	96	79	88
9	101	87	94
10	91	99	78
\bar{X}	89,1	82,0	87,1
<i>s</i>	11,45	9,19	8,89
<i>CV</i>	12,86	11,21	10,2
χ^2	13,25	9,27	8,16
<i>p</i>	0,1034	0,3202	0,4178
<i>TR</i>	69,61	64,06	68,05
Mistura	BOA	BOA	BOA

Nota: Ensaio misturador 1 (T1) – Capacidade 1000 kg, carga de 1000 kg. Cinco minutos e trinta segundos de mistura. \bar{X} – média; *s* – desvio padrão; *CV* – coeficiente de variação em porcentagem (%); χ^2 - qui-quadrado; *p* - probabilidade de significância do teste ($P < 0,05$); *TR* – taxa de recuperação em porcentagem (%).

No T2 (Tabela 4), os resultados mostram que houve variações na uniformidade das amostras. Neste grupo as misturas foram classificadas em: excelente ($CV=9,0$), boa ($CV=12,07$) e satisfatória ($CV=17,03$). O desvio máximo encontrado neste grupo em relação a média foi de 14,53%.

Tabela 4 - Resultados do ensaio do T2 quanto ao tempo de mistura de ração para bovinos leiteiros com marcador analítico Microtracer. Monte Carmelo – MG - 2016.

Amostra	Número de partículas		
	D	E	F
1	99	90	92
2	94	85	82
3	67	89	89
4	65	88	90
5	83	83	70
6	91	74	69
7	94	95	94
8	64	103	72
9	98	84	90
10	98	82	94
\bar{X}	85,30	87,3	84,2
<i>s</i>	14,53	7,86	10,16
<i>CV</i>	17,03	9,0	12,07
χ^2	22,28	6,37	11,04
<i>p</i>	0,0044*	0,6059	0,1994
<i>TR</i>	66,64	68,2	65,78
Mistura	SATISFATÓRIA	EXCELENTE	BOA

Nota: Ensaio misturador 1 (T2) – Capacidade 1000 kg, carga de 1000 kg. Seis minutos e trinta segundos de mistura. \bar{X} – média; *s* – desvio padrão; *CV* – coeficiente de variação em porcentagem (%); χ^2 – qui-quadrado; *p* – probabilidade de significância do teste ($P < 0,05$); *TR* – taxa de recuperação em porcentagem (%).

As análises dos resultados do T3 (Tabela 5), as misturas foram classificadas em: excelente ($CV=9,15$) e boa ($CV=11,66$ e $11,87$). O desvio máximo encontrado relação a media foi de $10,81\%$.

Tabela 5 - Resultados do ensaio do T3 quanto ao tempo de mistura de ração para bovinos leiteiros com marcador analítico Microtracer. Monte Carmelo – MG - 2016.

Amostra	Número de partículas		
	G	H	I
1	90	86	87
2	109	70	82
3	96	77	106
4	74	72	89
5	103	84	96
6	97	88	89
7	81	95	100
8	94	84	70
9	89	86	81
10	80	83	96
\bar{X}	91,3	82,5	89,6
<i>s</i>	10,81	7,55	10,45
<i>CV</i>	11,84	9,15	11,66
χ^2	11,52	6,21	10,96
<i>p</i>	0,1738	0,6235	0,2037
<i>TR</i>	71,33	64,45	70,0
Mistura	BOA	EXCELENTE	BOA

Nota: Ensaio mistura 3 (T3) – Capacidade 1000 kg, carga de 1000 kg. Sete minutos e trinta segundos de mistura. \bar{X} - média; *s* – desvio padrão; *CV* – coeficiente de variação em porcentagem (%); χ^2 - qui-quadrado; *p* - probabilidade de significância do teste ($P < 0,05$); *TR* – taxa de recuperação em porcentagem (%).

Como descrito por Bellaver e Nones (2000) a meta a ser alcançada pelas indústrias é de C.V.(%) menor e/ou igual a 10%, já que o encontrado é próximo aos 15%.

O CV vai variar conforme o desempenho do misturador utilizado que pode ser alterada devido a fatores como: tempo de mistura, forma e tamanho das partículas, massa específica dos ingredientes, partes quebradas ou desgastadas do misturador, limpeza e carga do misturador com quantidades diferentes da recomendada para a sua operação, entre outros (BIAGI, 1998).

A importância em saber o tempo ótimo de um misturador resulta na economia e também em uma maior homogeneização da ração a ser processado (GODOI;DETTMAMM, 2007).

Nos tempos 6'30'' e aos 7'30'' minutos o coeficiente de variação (CV%) está abaixo de 10% e é o tempo médio preconizado pelo fabricante do equipamento. No entanto, o ponto de maior eficiência é aos 6'30'' minutos, reduzindo o tempo de funcionamento e o gasto de energia do equipamento.

Quando os CVs se tornam menores, a uniformidade da ração torna-se maior, porque ocorre menor variabilidade. É aceito que CVs menores que 10% representam uma boa mistura, enquanto que CVs maiores de 20% representam preocupação (KARSBURG, 2010).

Tabela 6- Resultados das médias e o desvio padrão dos tratamentos do T1, T2 e T3 quanto ao tempo de mistura de ração para bovinos leiteiros com marcador analítico Microtracer. Monte Carmelo – MG - 2016.

Número de partículas									
Tempo	T1			T2			T3		
Variável	A	B	C	D	E	F	G	H	I
\bar{X}	89,1	82,0	87,1	85,30	87,3	84,2	91,3	82,5	89,6
<i>s</i>	11,45	9,19	8,89	14,53	7,86	10,16	10,81	7,55	10,45
<i>CV</i>	12,86	11,21	10,2	17,03	9,0	12,07	11,84	9,15	11,66
<i>TR</i>	69,61	64,06	68,05	66,64	68,2	65,78	71,33	64,45	70,0

Nota: Ensaios das misturas – Capacidade 1000 kg, carga de 1000 kg. \bar{X} - média; *s* – desvio padrão; *CV* – coeficiente de variação em porcentagem (%); *TR* – taxa de recuperação em porcentagem (%).

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si (Teste Student, $p < 0,05$).

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si (Teste Student, $p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 6 quando se aplicou o teste t Student não foi constatada nenhuma alteração significativa entre das amostras e misturas dentro dos grupos e entre eles. De acordo com o teste de médias não é possível determinar o tempo ideal de mistura, devendo-se adotar o coeficiente de variação, como proposto por Lima e Nones (1997).

A presente pesquisa não estudou a influência da granulometria da ração na homogeneidade, o grau de homogeneidade no desempenho dos bovinos, a adição de compostos úmidos e sua interferência na homogeneidade e relacionar tempos de variação menores ou maiores de mistura com os coeficientes de variação (CVs), assim fica aberta a perspectivas para novos estudos e continuidade da linha de pesquisa.

6 CONCLUSÕES

1. O misturador de ração utilizado (modelo MRH-1000) foi eficiente na mistura para todos os tempos;

2. As amostras testadas foram classificadas quanto ao grau de homogeneidade (ruim, satisfatória, bom e excelente) e os resultados dos CVs em cada tempo de mistura (5'30", 6'30" e 7'30") possibilitaram a homogeneização da ração, uma vez que não houve amostras classificadas como ruins;

3. Nos tempos 6'30" e aos 7'30" minutos o coeficiente de variação (CV%) está abaixo de 10%. Entretanto, o ponto de maior eficiência é aos 6'30" minutos, reduzindo o tempo de funcionamento e o gasto de energia do equipamento.

4. Deve-se então para o presente trabalho avaliar a eficiência e a homogeneização apenas pelo valor do coeficiente de variação (CV%).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.J.; CHAVES, D.B.; CHAVES, R.B.; GRANATO, S.C.; CARELLI, F.C.; OSÓRIO, T.L.G.; GENESTRA, M. Aspectos gerais da aplicação de sistemas de informação na agropecuária. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 5, n. 2, p. 0-0, 2006.

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

BARASHKOV, N.; EISENBERG, D.; EISENBERG, S.; MOHNKE, J. Presentation on the XII Int. Feed Technology Symposium, Serbia, Novi sad, November, **Ferromagnetic microtracers and their use in feed applications**. 2007.

BEHNKE, K.C. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology**. v. 62, n. 1, p. 49-57, 1996. ISSN 0377-8401. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037784019601005X?showall=true>>.

BELLAVER, C. Implicações da qualidade das farinhas de carne e ossos sobre a produção de rações animais. **Suinocultura Industrial**. Porto Feliz. Gessulli, v. 147, p.16-20, out/nov, 2000.

BELLAVER, C.; NONES, K. **Importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola**. Palestra no IV Simpósio Goiano de Avicultura.Goiana, Goiás. p. 18, 2000.

BENEDETTI, A.L. **Nutrição de gado leiteiro**. Senar - RS, Manual do Treinando, Porto Alegre, 2004.

BERMÚDEZ, B.E.; REY, D.M.M. Modelo y sistema informático basado em optimización lineal para el cálculo de la fórmula de La ración en producciones industriales de alimento animal. **Innovación Tecnológica**v. 16, n. 1, p. 1-6, marzo,2010.

BIAGI, J.D. **Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de pellets e na economia da produção de rações**, In: Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves; 1998, Concórdia, SC, Brasil.

BORGES, P.A.R.S. **Esquema simplificado de fábrica de rações**. Florianópolis: [s.n.], 2008. (Ilustração).

BRASIL. **Ofício Circular 011/09 CPAA/DFIP/SDA**. Roteiro para aplicação da Instrução Normativa nº65, de 21 de Novembro de 2006. Ministério da Agricultura, P. E. A. Brasília. Anexo I 2009.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Campinas, SP. 430p, 2002.

CARVALHO, V.G. **Desenvolvimento de um sistema para a dosagem de micronutrientes para ração animal**. Brasília-DF, 2013. Universidade de Brasília. 63p. Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Faculdade de tecnologia e Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CLARK, P.M.; BEHNKE, K. C.; POOLE, D.R. Effects of marker selection and mix time on the coefficient of variation (mix uniformity) of broiler feed. **The Journal of Applied Poultry Research.**, v. 16, n. 3, p. 464-470, Fall 2007 2007. Disponível em: <<http://japr.fass.org/content/16/3/464.abstract>>.

CIFTCI, Y.; ERCAN, A. Effects of diets of different mixing homogeneity on performance and carcass traits of broilers. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 12, n. 1, p. 163-171, 2003.

CONDÉ, M.S.; DEMARTINI, G.P.; PENA, S.M.; JÚNIOR, C.M.R.; HOMEM, B.G.C. Influência da granulometria do milho na alimentação de frangos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, p. 3637-3647, 2014.

COSTA, P.T. Granulometria de microcomponentes para rações de suínos e aves. In: **Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves**, 1998, Concórdia, Anais... Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, p. 48-56, 1998.

DALE, N. Evaluación de Mezcladoras. **Indústria Avícola**. Março, p. 48-49. 1998.

EISENBERG, D.A. Microtracers® F and their uses in assuring the quality of mixed formula feeds. **Advanced Feed Technology**, v. 7, p. 78-85, 1992. Disponível em: <<http://www.microtracers.com/upload/File/itembb.pdf>>. Acesso em 15 Ago 2015.

EISENBERG, D.A. Mixer performance, cross-contamination testing examined. **Feedstuffs**. v.76, p. 1-2, 2004.

FEI, C.S. Ensuring Optimum Feed Mixability in Feed Manufacturing. **Technical Bulletin**. American Soybean Association. Singapore. v. 41, 1997.

FUCILLINI, D.G.; VEIGA, C.H.A. Controle da capacidade produtiva de uma fábrica de rações e concentrados: um estudo de caso. **Custos e @gronegocioonline**, v. 10, n. 4, p. 220-240, 2014.

GODOI, M.J.S.; DETTMAMM, E. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.4, n. 6, p. 487-490, 2007.

GROESBECK, C.N.; MCKINNEY, L.J.; DEROUCHÉY, J.M.; DRITZ, S.S.; NELSSON, J.L.; DEROUCHÉY, J.M. Diet mixing time affects nursery pig performance. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 7, p. 1793-1798, 2007.

GONÇALVES, J.C. Metodologia “microtracer” demonstra os avanços tecnológicos na avaliação de qualidade de mistura em rações. **Consultora Técnico Comercial de Nutrição Animal da MCassab**. **MCassab publicado em 11 Jun. 2015**. Disponível em: <<http://www.mcassab.com.br/pt/sub-menu/noticias/metodologia-microtracer-demonstra-os>>

avancos-tecnologicos-na-avaliacao-de-qualidade-de-mistura-em-racoes/> Acesso em 30 Ago.2016.

GONZÁLEZ, R.B.; TORRES, M.T.R. **Maquinaria para alimentacion del ganado ovino.** ETS de Ingenieros Agrónomas. MG Mundo ganadero, 2006. Disponível em: <http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG%5CMG_2006_189_66_70.pdf> Acesso em: 02 de jul. 2015.

GOODBAND, R.D.; MURPHY, J.P.; BEHNKE, K.C.; HARNER, J.P. Selection of equipment critical on farm mixing. **Feedstuffs**, v.63, p.16-18, 29-30, 1991.

HERRMAN, T.; BEHNKE, K.C. Testing mixer performance. **Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Kansas State University**, v. Bulletin MF-1172. Feed Manufacturing, 1994. Disponível em: <<http://www.ksre.ksu.edu/bookstore/Category.aspx?id=23&catId=385&Page=5>>. Acesso em: 06 Jun. 2016.

KARSBURG, J.H. **Quais fatores podem afetar a qualidade da mistura de ração total? Como avaliar a homogeneidade da mistura de ração total?**2010. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/parceiros/novidades/quais-fatores-podem-afetar-a-qualidade-da-mistura-de-racao-total-como-avaliar-a-homogeneidade-da-mistura-de-racao-total-66679/>>.Acesso em: 04 Mar. 2016.

KLEIN, A. Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração – uma abordagem prática. **Simpósio internacional ACAV – EMBRAPA sobre nutrição de aves.** (EMBRAPA - CNPSA. Documentos, 56). p. 1-19, 1999.

LARA, M.A.M. **Processo de produção de ração: moagem, mistura e peletização.** Ergonomix. 2010. Disponível em: <<http://www.nftalliance.com.br/artigos/ebooks/processo-de-produ-o-de-ra-o-moagem-mistura-e-peletiza-o>> Acessado em: 27 Ago. 2016.

LARA, M.A.M. Tratamento Térmico na indústria de rações. **Ergonomix**.2009.Disponível em <http://pt.engormix.com/MABalanceados/artigos/tratamentotermico-industria-racoes_203.htm, 2009>. Acesso em 15 Ago.2016.

LAZARINI, V.F.; GAI, V.F.; FAGUNDES, R.S. Composição bromatológica da dieta em relação ao tempo de batida. *Cultivando o Saber*. v. 7, n.1, p. 102–110, 2014.

LIMA, G.J.M.M.; COVALSKI, C. Mini misturador horizontal com capacidade para 1,3 kg. **Comunicado Técnico 308.** Embrapa Suínos e Aves, 2002.

LIMA, G.J.M.M.; NONES, K. Determinação do tempo ótimo de mistura de um misturador de rações. Concórdia: **EMBRAPA-CNPSA**, 1997. 2p. (EMBRAPA-CNPSA). Instrução técnica para o suinocultor - Área de comunicação empresarial. ISSN 1516-554X. Nov. 1997.

LIMA, G.J.M.M.; NONES, K. Os cuidados com a mistura de rações na propriedade. Concórdia: **EMBRAPA-CNPSA**, 1997. 20p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica, 19).

LINDLEY, J. A. Mixing processes for agricultural and food materials: 1. Fundamentals of mixing. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 48, p. 153-170, 1991.

LORENZON, G.; LEHN, D.N. Descontaminação de linhas de produção de rações com vistas à obtenção de autorização para produção de rações com medicamentos. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, Rio Grande do Sul- RS. v. 5, n. 4, 2013.

MACIEL, R. **Evolução da nutrição e do uso de alimentos e nutrientes. Material de aula.** Universidade Federal de Lavras. Departamento de Zootecnia. Zoo 138. 9p. Disponível em <http://www.dzo.ufla.br/Roberto/evolucao_nutricao_alimentos.pdf>. Acesso em: 12 Out. 2016.

MALLMANN, B.A; TYSKA, D.A.L.A.; DILKIN, P.; MALLMANN, C.A. O uso do microtracers como marcador da homogeneidade de mistura. In: **Sociedade de Veterinária do Rio Grande do Sul**, 2011, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, SOVERGS, 2011.

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

MICRO-TRACERS, INC. **Descrição dos microtracers**, 2016. Disponível em<<http://www.microtracers.com/languages/portuguese/>>. Acesso em 14 Out. 2016.

NAGATA, S. **Mixing: principles and applications**. New York: John Wiley& Sons, 1975.

OLIVEIRA, R.; NOVAES, A.S.; SOUZA, A.C.B.; SALLES, M.A.M.; SANTO, G.F.E.; JUNIOR PINTO, D.M. **Processo de produção de ração: um estudo de caso na ração São Gotardo**. Trabalho apresentado no IX Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração, 2012.

OLIVEIRA, S.R. **Apostila de Zootecnia Geral - Curso técnico em Agropecuária**. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. *Campus São Gabriel da Cachoeira* 41p. Disponível em <http://usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Zootecnia/89.pdf>. Acesso em: 15 Ago. 2016

PESSOA, M.F. **Avaliação nutricional de diferentes rações comerciais em coelhos em crescimento**. 2003. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PETRIE, A.; WATSON, P. **Estatística em Ciência Animal e Veterinária**. 2ed. São Paulo: Roca, 2009. p. 248.

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

ROCHA, A.G. **Uniformidade de mistura das rações e seu efeito no desempenho de frangos de corte**. Santa Maria/RS: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2014. 87 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva) - Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2014.

SALMAN, A.K.D.; OSMARI, E.K; SANTOS, M.G.R. **Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2011. 24 p. (Documentos/Embrapa Rondônia, ISSN 0103-9865, 145).

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.A. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p

SILVEIRA, H. **Efeito da granulometria da dieta sobre o desempenho de suínos**. Agroceres Multimix, 22 Jun 2015. Disponível em: <<http://www.agroceresmultimix.com.br/blog/efeito-da-granulometria-da-dieta-sobre-o-desempenho-de-suinos/>>. Acesso em 17 Out. 2016.

SOMMERS, K. **Mechanisms of poder mixing and demixing**. 2nd European Symposium on Mixing of Particulate Solids, 1981. Institution of ChemicalEngineersSymposium Series. Disponível em: <<http://www.swedgeo.se/globalassets/publikationer/svenskdjupstabilisering/sd-r6e.pdf>>Acessado em: 24 Jul. 2015.

STOKES, S.R. Particle size and rating uniformity: Is it important to the cow. **Western Canadian Dairy Seminar**, 1997. p. 1-10.

VILLELA, S.D.J.; VOLTOLINI, T.V.; PIMENTEL, J.J.O. **Formulação de rações para bovinos leiteiros**. In: NEIVA, A.C.G.R.; NEIVA, J.N.M. (Ed) Do campus para o campo:tecnologias para a produção de leite. Brasil: Tocantins, 2006. p.320.

ZANI, A. **Custo de produção prejudica cadeia produtiva**. Sindirações. 2016. Disponível em:<http://sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2016/06/boletim_informativo_do_setor_mai_o_2016_vs_final_port.pdf> Acessado em: 14 Out. 2016.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações em suíno e aves**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1996. 5p. EMBRAPA-CNPSA. (Comunicado Técnico, 215), 1996.

ZANOTTO, D.L.; MONTICELLI, C.J. **Granulometria do milho em rações para suínos e aves: digestibilidade de nutrientes e desempenho animal**. In: simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves, 1998, Concórdia, Anais... Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, p. 26- 47, 1998.

ZINN, R.A.A. **Guidetofeedmixing**.*Research Updates and Reports Desert Research and Extension Center*, Thesis, UC Davis, 1999.

WEBSITE PORTALR2S. **Misturadores e Processo de Mistura em Fábrica de rações** . Publicado em 20 de Março. 2015. <http://portalr2s.com.br/>. Disponível em: <<http://www.portalr2s.com.br/?p=297>>. Acesso em 27 Ago. 2016.

WICKER, D.L.; POOLE, D.R. How is your mixer performing? **Feed Manage**. v. 42, n. 9, p. 40-44, 1991.