

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

JOSÉ ROBERTO DA COSTA JÚNIOR

**ORDEM DE CARREGAMENTO DOS INGREDIENTES E TEMPO DE MISTURA
SOBRE A HOMOGENEIDADE DA DIETA DE BOVINOS DE CORTE
CONFINADOS**

São Luís de Montes Belos

2018

JOSÉ ROBERTO DA COSTA JÚNIOR

**ORDEM DE CARREGAMENTO DOS INGREDIENTES E TEMPO DE MISTURA
SOBRE A HOMOGENEIDADE DA DIETA DE BOVINOS DE CORTE
CONFINADOS**

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. Pedro Veiga Rodrigues Paulino

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Medeiros da Silva

São Luís de Montes Belos
2018

JOSÉ ROBERTO DA COSTA JÚNIOR

**“ORDEM DE CARREGAMENTO DOS INGREDIENTES E TEMPO DE MISTURA
SOBRE A HOMOGENEIDADE DA DIETA DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS”.**

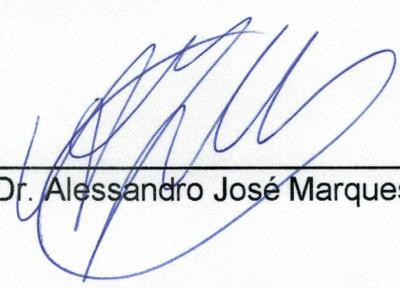
Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Goiás - Câmpus São Luís de
Montes Belos, para a obtenção do título de
Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aprovado em: 19 de JANEIRO de 2019.

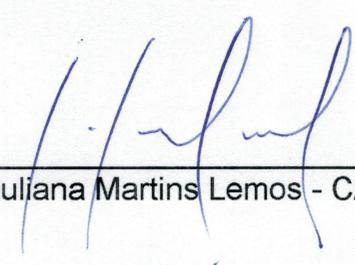
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Pedro Veiga Rodrigues Paulino - UEG



Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos - UEG



Dr^a. Barbara Juliana Martins Lemos - CARGILL

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais José Roberto e Margarida pela oportunidade e pela educação que hoje são o legado de minha vida.

A Minha esposa e companheira Camila, pelo constante apoio. Essa conquista somente foi possível graças ao seu companheirismo. Agradeço também por ter dado o melhor presente da minha vida, nosso filho Miguel.

Ao Prof. Dr. Predro Veiga, meu orientador nesse desafio. Muito obrigado pela confiança depositada e principalmente pela oportunidade para realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Medeiros pelo apoio como co-orientador e pivô desse projeto.

Ao meu amigo e também colaborador João Danilo cujo contribuiu imensamente para conclusão desse projeto, meu muito obrigado.

Ao confinamento São Lucas e seus funcionários pelo apoio e parceria na condução do projeto.

A empresa Cargill que disponibilizou o equipamento para a realização das análises bromatológicas, juntamente com o profissional Leandro Machado, muito competente e dedicado.

Aos meus companheiros Diogo Alves e Rafael Alves pelo apoio e ajuda, estando sempre dispostos a servir.

A Universidade Estadual de Goiás, pela oportunidade e pelos excelentes profissionais que fazem parte dessa equipe e também pela bolsa concedida, que contribuiu imensamente para condução desse projeto.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição da dieta de terminação utilizada no confinamento com base na matéria seca.....	31
Tabela 2.	Composição nutricional formulada da dieta de terminação com base na matéria seca.....	31
Tabela 3.	Ordem de carregamento dos ingredientes utilizada no confinamento para dieta de terminação.....	32
Tabela 4.	Valores do coeficiente de variação dos nutrientes em função da ordem de carregamento dos ingredientes.....	34
Tabela 5.	Valores do coeficiente de variação dos nutrientes em função dos tempos de mistura dos ingredientes.....	35
Tabela 6.	Média da composição bromatológica da dieta de terminação com base na matéria seca.....	39
Tabela 7.	Valores de P encontrados pelo teste t referente às variáveis analisadas.....	

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
Ca	Cálcio
CV	Coefficiente de Variação
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
EE	Extrato Etéreo
FB	Fibra Bruta
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
m ³	Metros cúbicos
MS	Matéria Seca
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NNP	Nitrogênio Não Proteico
NIRS	Espectroscopia de Infravermelho Proximal
rpm	Rotação por minuto
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
TMR	Total mixed ration (Ração Total)

RESUMO

O processo de mistura tem por finalidade produzir alimentos para os animais de forma que sejam distribuídos uniformemente. O correto processo de mistura produz uma alimentação uniforme em um tempo mínimo, com um custo mínimo de sobrecarga, energia e trabalho. Variação entre amostras pode ser esperada, mas uma mistura ideal teria uma variação mínima na composição da dieta total (TMR). A sequência de adição dos ingredientes também pode determinar o resultado de dispersão dos alimentos no processo de mistura, assim como o tipo de misturador utilizado. Conhecer os alimentos que se vai trabalhar é de fundamental importância para se construir uma dieta segura e economicamente viável. Métodos mais difundidos, através de análises químicas e menos difundidas como espectroscopia de infravermelho proximal (NIRS) vêm sendo utilizadas pelos nutricionistas para o conhecimento das características nutricionais dos alimentos. Fatores como tempo de mistura, sobrecarga e manutenção dos equipamentos, ordem de inclusão dos alimentos, também podem afetar a qualidade de mistura da dieta. Avaliar a homogeneidade da ração total e encontrar um denominador comum é a melhor garantia de que os bovinos em sistema de confinamento se alimentem realmente da dieta formulada, atendendo suas exigências nutricionais. A não homogeneidade da ração, pode levar a perdas econômicas por queda de desempenho dos animais e acidentes por superdosagem dos ingredientes e aditivos constantes na formulação. Transtornos metabólicos como acidose, timpanismo, laminite e intoxicação podem ocorrer se houver seleção dos alimentos por parte dos animais. Objetivou-se avaliar a homogeneidade da dieta total, através da ordem de carregamento dos ingredientes em vagão misturador e do tempo de mistura da dieta utilizada em um confinamento comercial de bovinos de corte. Os tratamentos corresponderam a duas ordens de carregamento e dois tempos de mistura. Dez amostras da dieta na linha de cocho foram coletadas após cada tratamento, sendo MS, PB, EE e FDN as variáveis de interesse analisadas. Uma segunda análise foi realizada para avaliar se houve efeito da ordem de coleta da amostra sobre a concentração dos nutrientes estudados. Os resultados mostraram que para MS, PB e FDN, não houve indícios de diferenças na variabilidade entre os tratamentos, já para EE foi observado efeito significativo para o fator tempo de mistura. Para o efeito da ordem de amostragem sobre a composição da dieta, não houve indícios de mudanças na composição das variáveis analisadas ao longo das linhas de cocho.

Palavras-chave: Dieta de confinamento. TMR. Vagão misturador.

SUMMARY

The mixing process is intended to produce food for the animals in which they are evenly distributed. The correct mixing process produces a uniform feed in a minimum time, with a minimum cost of overload, energy and work. Variation between samples may be expected, but an ideal mix would have minimal variation in total diet composition (TMR). The addition sequence of the ingredients may also determine the dispersion result of the food in the blending process, as well as the type of blender. Knowing the foods you are going to work on is fundamental to building a safe and economically viable diet. More widespread methods, through chemical analyzes and less widespread as Near Infrared Spectroscopy (NIRS) are methodologies that are being used by nutritionists for food knowledge. Factors such as mixing time, overload and maintenance of equipment, order of inclusion of food, can also affect the mixing quality of the diet. Evaluating the homogeneity of the total ration and finding a common denominator is the best guarantee that the cattle in the feedlot system actually feed on the predicted diet, taking into account their nutritional requirements. The inhomogeneity of the feed can lead to economic losses due to the fall in animal performance and accidents due to over dosing of the ingredients and additives contained in the formulation. Metabolic disorders such as acidosis, tympanism, laminitis, and intoxication may occur if animals are selected for food. The objective of this study was to evaluate the homogeneity of the total diet, through the order of loading of the ingredients in the mixing car and the time of mixing of the diet used in a commercial confinement of cattle. The treatments corresponded to two loading orders and two mixing times. Ten samples of the diet in the trough line were collected after each treatment, being MS, PB, EE and NDF the variables of interest analyzed. A second analysis was performed to evaluate if there was an effect of the sample collection order on the nutrient concentration studied. The results showed that for MS, PB and NDF, there was no evidence of differences in the variability between treatments, whereas for EE, a significant effect was observed for the loading time factor. For the effect of the order of sampling on the composition of the diet, there were no indications of changes in the composition of the variables analyzed along the trough lines.

Keywords: Containment diet. TMR. Wagon mixer.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Misturadoras de ração total	11
1.2 Fatores que afetam a qualidade de mistura da dieta total.....	12
1.2.1 Análise dos alimentos.....	14
1.2.2 Erros de Pesagem e tempo de mistura	15
1.2.3 Sobrecarga e manutenção do equipamento.....	16
1.2.4 Ordem de carregamento	17
1.2.5 Heterogeneidade.....	18
1.2.6 Amostras inadequadas.....	19
1.3 Avaliação da homogeneidade de dieta total.....	19
1.4 Problemas causados pela seleção da dieta total	21
2 Bibliografia.....	22
CAPÍTULO 2	26
RESUMO.....	26
SUMMARY	27
INTRODUÇÃO	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	39

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

De acordo com IBGE (2016), o rebanho efetivo de bovinos no Brasil alcançou a marca de 218 milhões de cabeças, porém houve redução no abate da espécie e queda nas exportações. Apesar dos custos de produção em alta, foram abatidas no Brasil 34,4 milhões de cabeças sob algum tipo de serviço de inspeção sanitária, sendo 3,95 milhões provenientes do sistema de confinamento, que para sua eficiência de produção depende diretamente da oferta apropriada de nutrientes aos animais.

Sabe-se que a eficiência do processo de engorda de bovinos confinados é dependente de vários fatores que contribuem para o sucesso econômico de todo o sistema. A utilização de animais com potencial genético, a construção de instalações adequadas, a formulação precisa da ração conforme desempenho esperado, bem como a adoção de inúmeras técnicas de manejo alimentar são pontos importantes dentro do processo de engorda. Contudo, a atenção dada quanto à eficiência no processo de mistura da dieta no confinamento deve ser considerada como ponto importante no processo (Goulart, 2012).

No que tange a formulação e ajuste de dietas para bovinos confinados, evoluiu-se bastante. Passou-se a utilizar rações com maior inclusão de concentrado, avaliação e interpretação dos custos de produção de arroba, diária e ajuste de dietas. Porém, ainda há o que se discutir acerca da qualidade das dietas em termos de mistura dos alimentos volumosos e concentrados (Mikus, 2012).

A premissa básica usada por todos os nutricionistas quanto à formulação de rações é de que cada porção ingerida pelos bovinos seja efetivamente a dieta balanceada, pois se sabe da relação de necessidade de nutrientes conhecido para o melhor desempenho animal. A dieta deve conter os nutrientes necessários para suportar a manutenção, crescimento e produção dos animais em questão.

Alguma variação entre amostras de dieta coletadas na linha de cocho deve ser esperada, entretanto uma mistura ideal teria uma variação mínima na

composição bromatológica. Medir a variação na alimentação final é o ponto crucial de testes de misturas. Vários fatores determinam o desempenho do misturador e a dispersão dos ingredientes em uma dieta para animais. A compreensão de como esses fatores afetam o processo de mistura é essencial na interpretação dos resultados de um teste de mistura (Sova et al., 2014).

A busca por uma mistura eficaz no processo de produção da ração total ofertada aos animais confinados permite o fornecimento da quantidade necessária de cada ingrediente conforme a formulação feita previamente pelo nutricionista no intuito de otimizar o desempenho animal. O tipo do equipamento adotado, as propriedades de cada alimento utilizado na dieta, a quantidade, a ordem de carregamento e o tempo da mistura dos ingredientes têm impacto direto na uniformidade da ração total (Goulart, 2012).

É extremamente recomendável que a dieta seja fornecida na forma de dieta total para permitir maior estabilidade do ambiente ruminal e maior aproveitamento da dieta. Quando possível, a utilização de vagões misturadores é encorajada (Gomes et al., 2015).

1.1 Misturadoras de ração total

Vagões misturadores são equipamentos que têm por finalidade a pesagem, mistura e distribuição da ração total proveniente de uma dieta formulada (Kasburg, 2010).

No Brasil, comumente se trabalha com sistema de mistura por tombamento, por rotor e por roscas horizontais. Cada um com suas particularidades de tempo, característica de mistura e capacidade operacional, podendo ocasionar variações expressivas em termos de desempenho, consumo, conversão alimentar, presença de distúrbios digestivos e consequentemente prejuízos financeiros (Owens, 2007).

A característica principal relacionada à função dos vagões misturadores é aprimorar a qualidade da dieta fornecida aos animais, garantindo que o formulado para um determinado desempenho, seja aquilo que realmente está sendo fornecido. O uso em confinamento de vagão misturador pode proporcionar um adequado consumo de volumoso e concentrado, sem que ocorra a seleção dos alimentos pelos animais (Kasburg, 2010).

Com o uso de vagões misturadores se consegue tratar de um número maior de animais quando confrontado com confinamentos alimentados com vagão forrageiro convencional, onde há a necessidade de se fazer o carregamento dos alimentos por camada. Animais servidos com ração total, selecionam minimamente os componentes da mistura e isso faz com que, em cada bocado, se alimentem com todos os nutrientes necessários a atingir o desempenho esperado (Oelberg, 2012).

Misturar e distribuir adequadamente a dieta faz parte do processo que integra o sistema de alimentação de bovinos confinados. Observações comprovam que a mistura irregular do alimento corresponde em baixo desempenho animal, no entanto, informações que demonstrem o impacto de adequada mistura são escassas. As informações empíricas suportam a teoria que, fornecendo rações mais uniformes, haverá melhor desempenho animal. Dietas formuladas e mal misturadas requerem maiores margens de segurança de nutrientes críticos ou estes podem causar um rendimento dos animais aquém do estabelecido pela formulação (Karsburg, 2010).

Independentemente do tipo de equipamento utilizado é importante que o mesmo esteja nivelado no momento do carregamento dos ingredientes e durante o processo da mistura, pois além do risco de não ocorrer completamente, os ingredientes ainda podem se acumular na lateral do equipamento. O desnível também pode interferir no funcionamento da balança (Oelberg e Diamond, 2011).

Deve-se levar em conta fatores que permitam diminuir a margem de erro no processo de mistura, sendo conveniente conhecer o que há disponível no mercado em termos de equipamento e, conhecer como funciona cada modelo e se suas características se adéquam a realidade local (Oelberg, 2012).

1.2 Fatores que afetam a qualidade de mistura da dieta total

A qualidade da dieta é um fator que pode influenciar diretamente no desempenho ponderal e na eficiência alimentar, minimizando a ocorrência de distúrbios metabólicos. Dessa forma, a mistura dos ingredientes constitui-se em um dos passos mais importantes em um sistema de confinamento de bovinos, uma vez que pode afetar o atendimento às exigências nutricionais (Groesbeck

et al., 2004).

Toda dieta formulada em um confinamento pode ter diferentes composições, sendo a ração formulada no programa de computador, a ração misturada para ser fornecida, a ração proporcionada aos animais e ainda a ração que literalmente os animais consomem, sendo esta merecedora de receber devida atenção por parte do formulador. Deve-se evitar a seleção de ingredientes e partículas pelos animais, sobretudo em dietas de alto concentrado. Animais que têm acesso livre ao cocho geralmente separam os ingredientes pela sua forma física, ou seja, pelo tamanho e densidade de partículas e consomem as partes preferidas (Lazarini et al., 2014).

De acordo com NRC (2016), nas formulações de dietas, os alimentos devem ser ajustados com base na matéria seca, pois é importante verificar a matéria seca dos ingredientes utilizados, caso desejar precisão na formulação da ração total. Apenas quando o teor de matéria seca e os demais nutrientes de cada ingrediente forem conhecidos, é que a dieta pode ser realmente elaborada.

A mistura de ingredientes é um processo importante dentro do sistema de pecuária intensiva e na maioria dos processos de mistura o objetivo é produzir uma distribuição aleatória das partículas utilizando o menor tempo possível (Rielly et al., 1994). Portanto, os misturadores de ração total consomem energia (combustível), tempo e desgastes físicos a mais se trabalharem além do necessário.

Entretanto, se as rações não estiverem eficientemente misturadas, algumas porções podem conter concentrações diferentes de nutrientes. Estas variações podem causar perdas econômicas e distúrbios nutricionais. A mistura ideal será aquela na qual qualquer amostra retirada do todo terá precisamente a composição da formulada (Barashkov et al., 2016).

Outro fator que afeta a uniformidade da ração total e é um dos limitantes mais corriqueiros nos confinamentos, é a mistura inadequada do último ingrediente da batida, decorrente de um tempo insuficiente de mistura. De caráter comum, são necessários de três a cinco minutos após acrescentar o último ingrediente para que se obtenha uma mistura apropriada (Oelberg e Diamond, 2011).

Oelberg e Stone (2014) analisaram dados encontrados em batidas

auditadas, onde identificaram que 70,1% apresentavam algum tipo de problema e apenas 29,9% estavam em conformidade. Dos 70,1% não conformes, observou-se que o tempo de mistura e a falta de manutenção do equipamento foram os maiores problemas encontrados nos confinamentos norte-americanos.

1.2.1 Análise dos alimentos

Conhecer os alimentos que serão utilizados na formulação da dieta é de suma importância para se garantir a qualidade e ter confiança de qual o que foi formulado seja o mais próximo possível da dieta misturada. Para a alimentação adequada dos animais, é preciso ter informações sobre o valor nutritivo dos alimentos disponíveis. Isto é essencial não só para a saúde dos animais, mas também do ponto de vista econômico (NRC, 2001).

Equações matemáticas baseadas na composição bromatológica dos alimentos é a metodologia mais utilizada pelos laboratórios para se determinar o valor nutricional dos alimentos (Silveira et al., 2009).

As análises químicas dos alimentos utilizadas em laboratório são demoradas e onerosas. Nutricionistas requerem um método preciso e rápido de avaliar o valor nutritivo dos alimentos, para que em condições de campo, possa-se tomar rápidas decisões.

A espectroscopia de infravermelho proximal, também conhecida como *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS), proporciona uma oportunidade para determinar a composição dos alimentos. Além da sua rapidez, o NIRS é um método não destrutivo físico, requerendo preparação mínima da amostra, com alta precisão. Em contraste com análises químicas tradicionais, NIRS não requer reagentes, não produzindo resíduos. Além disso, é uma técnica multi-analítica, em que várias determinações podem ser feitas ao mesmo tempo e uma vez que o NIRS é calibrado, é simples de usar e operar (Rahman et al., 2015).

As análises interpretadas pelo NIRS são determinadas pela incidência de feixe de luz de comprimento de onda específico, sobre uma determinada amostra. Nesse momento, ligações covalentes das substâncias orgânicas absorvem essa energia, estimando o número e tipo de ligações moleculares,

sendo medida pela diferença entre a quantidade de luz emitida pelo NIRS e a quantidade de luz refletida pela amostra (Van Kempen e Jackson, 1996).

A análise química convencional de alimentos leva de dois a três dias, enquanto uma análise semelhante pode ser concluída em dois a três minutos pelo NIRS. No entanto, conjuntos de calibragem com distribuição insuficiente de amostras podem levar a calibrações imprecisas (Viljoen et al., 2005).

Em estudo realizado por Swart et al. (2012), metodologias laboratoriais de química úmida e NIRS foram usadas para determinar a composição química de dietas totais, onde determinaram MS, PB, EE, FB, FDA, FDN, Ca e P. Os valores encontrados de ambas as metodologias se mostraram precisas, indicando que o NIRS é uma ferramenta adequada para uma previsão rápida e fiel da composição química de rações totais.

1.2.2 Erros de Pesagem e tempo de mistura

Falhas de pesagem podem criar problemas na uniformidade da mistura. A capacidade e precisão das pesagens podem variar entre os diferentes equipamentos. As balanças utilizadas em sua grande maioria possuem adequada precisão, entretanto algumas medidas podem ser empregadas para melhorar a acurácia das pesagens, como averiguar com constância se a balança apresenta oscilação; realizar a calibragem da balança com um peso determinado; verificar a integridade da fixação entre células de carga e visor (Oelberg, 2012).

Deve-se dar atenção devida ao tempo de mistura, pois quando realizada de maneira incompleta resulta em oferecimento de dieta com apresentação inadequada no cocho, dando possibilidade de seleção de alimentos pelos bovinos, enquanto o excesso de mistura pode causar a segregação de partículas (Owens, 2007).

Constantemente depara-se com situações onde a mistura em confinamentos possui tempo inferior ao recomendado. Os resultados podem impactar negativamente da produção. Lazarini et al. (2014) determinaram que o tempo impróprio de mistura é a principal razão de baixos resultados de uniformidade das dietas.

Considerando que um misturador constitui-se em um equipamento que

será utilizado por determinados anos dentro de uma propriedade para a preparação de ração, deve-se compreender que encontrar o melhor tempo de mistura pode se constituir em um passo importante para a melhoria da qualidade das dietas e conseqüentemente aumento de desempenho por parte dos animais e operacional (Lima e Nones, 1997).

Com o tempo de mistura encarado como um dos principais fatores que afetam a eficiência da mistura, o tamanho das partículas dos ingredientes, uso e desgaste dos componentes do equipamento e amostragem da mistura também podem influenciar. Portanto, um tempo de mistura específico não é aconselhável para todos os equipamentos (Ciftci e Ercan, 2003; Clark et al., 2007)

Se o tempo de mistura for insuficiente, a composição da ração final pode ser alterada consideravelmente em relação ao que foi proposto na formulação. A maioria dos vagões misturadores vem com sugestões de uso do fabricante, porém, o tempo adequado da mistura só pode ser determinado através de testes (Stokes, 1997).

Diferentes maneiras são utilizadas para determinar o tempo ótimo de mistura, mas os métodos se baseiam em analisar diferentes amostras coletadas ao mesmo tempo de um misturador e analisá-las para um determinado nutriente ou componente da ração (Lima e Nones, 1997).

Lazarini et al. (2014) avaliaram a influência do tempo de mistura sobre a composição bromatológica da dieta fornecida a bovinos. Foram coletadas amostras com dois, quatro, seis e oito minutos de tempo de mistura. Analisaram proteína bruta (PB) e nutrientes Digestíveis Totais (NDT). O tempo com melhor mistura foi o de quatro minutos onde houve a menor variação nos níveis de PB com 12,45% e NDT com 69,98% em relação a dieta formulada, que foi de 11,58% para PB e 70,44% para NDT.

1.2.3 Sobrecarga e manutenção do equipamento

Sobrecarregar o vagão misturador além de sua capacidade efetiva origina problemas como pontos mortos de ingredientes que conseqüentemente não são agrupados uniformemente na ração. A capacidade de carga do equipamento é calculada em metros cúbicos, isso porque a densidade de cada

ingrediente é variável. Portanto, deve-se levar em consideração a capacidade de carga do vagão misturador para garantir a qualidade da mistura e maior resistência do misturador, já que o carregamento acima da capacidade predita limita a vida útil do equipamento (Kasburg, 2010).

O segredo para misturar bem os alimentos é garantir o funcionamento ideal do misturador. Acklin (2016) relatou que o objetivo do processo de mistura é produzir alimentos para animais em que os nutrientes sejam distribuídos uniformemente. Alimentos bem misturados melhoram o desempenho dos animais. Um processo de mistura satisfatório produz uma alimentação uniforme em um tempo razoável, com custo mínimo de sobrecarga, energia e trabalho.

Oelberg e Stone (2014) relataram que se atribui pouca atenção ao fato de que o desgaste, a quebra ou o ajuste impróprio da máquina pode afetar a uniformidade da dieta oferecida. Quando o equipamento está em desgaste ou com problemas devido a falhas de manutenção, a eficiência da mistura é comprometida.

Diferentes vagões misturadores foram comparados para determinar o espaço de tempo adequado requerido para mistura de duas dietas, sendo uma de crescimento e outra de terminação (Pritchard, 1998). O autor concluiu que em baixas condições do eixo helicoidal do misturador, precisava-se de um tempo de oito minutos para misturar ambas as dietas, enquanto que em boas condições o equipamento misturava de forma adequada em tempos de quatro a seis minutos.

Vários tipos e modelos de vagões misturadores estão disponíveis no mercado e podem funcionar muito bem desde que a manutenção seja feita sempre que necessário e de que as recomendações de carregamento sejam obedecidas (Oelberg e Diamond, 2011).

1.2.4 Ordem de carregamento

A sequência de inclusão dos ingredientes no vagão misturador influencia diretamente na qualidade da mistura final. Cada ingrediente possui densidade, tamanho, formato e propriedades adesivas diferentes. A grande diferença de densidade e tamanho de partículas dos ingredientes proporciona um desafio para a aquisição de uma mistura homogênea. Via de regra, recomenda-se

carregar o misturador primeiro com partículas de maior tamanho, como volumoso e, por fim, as de menor tamanho como os minerais (Owens, 2007; Lazarini et al., 2014).

Como regra geral, partículas mais leves tendem a mover-se para cima, enquanto as partículas pequenas, mais densas, gravitam de forma descendente (Stokes, 1997).

Indicações específicas para ordem de carregamento dependem do tipo de vagão, das matérias-primas utilizadas e ainda devem ser ajustadas conforme a experiência do operador (Oelberg, 2012).

Pequenas mudanças em que a ordem dos alimentos é carregada, podem muitas vezes aprimorar a homogeneidade da ração total. A inclusão dos vários tipos de aditivos, seja eles líquido ou não imediatamente depois da adição dos concentrados, pode fornecer uma melhor distribuição dentro do misturador do que adicionar estes elementos no final, depois das forragens terem sido adicionadas à mistura (Kasburg, 2010).

1.2.5 Heterogeneidade

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 (Zawislak et al., 2011).

A segregação da dieta pode acontecer quando um ou mais ingredientes se separam do restante da ração. Essa segregação pode ocorrer em distintas partes enquanto a ração estiver sendo composta. O tamanho da partícula, forma, densidade, carga eletrostática, higroscopicidade, são características que podem ter um impacto importante nos índices de homogeneidade das dietas (Behnke, 1996).

Há grande diferença entre as propriedades das partículas. Além das citadas anteriormente, fatores adicionais que podem afetar o processo de mistura são o ângulo de repouso, fluidez, friabilidade, aglomeração e umidade

das partículas. A ausência relativa de forças adesivas ou coesivas nas partículas está relacionada ao tamanho e à umidade das mesmas (Perry et al., 1984).

1.2.6 Amostras inadequadas

Amostras inadequadas podem criar má interpretação da mistura. A amostragem imprópria da dieta pode ser atribuída pelo tempo de colheita e a técnica usada, pois uma vez distribuída nos cochos, os bovinos tendem a selecionar os alimentos (Pritchard, 1998).

Recomenda-se que as amostras sejam coletadas logo após a distribuição da dieta, antes que os animais iniciem sua alimentação. Quando se trabalha com avaliação de uniformidade de dietas, deve-se coletar amostras individuais, obtidas em intervalos de tempo suficiente ao longo da linha de cocho (Pritchard e Bruns, 2003).

1.3 Avaliação da homogeneidade de dieta total

Quando qualquer partícula muda a sua trajetória de circulação, ocorre então a mistura. Se o movimento das partículas, relativo às outras, ocorrer apenas na camada superficial, então esta será a única região na qual ocorrerá a mistura. Se duas partículas iguais alterarem de posições, esta mistura será inútil, sendo eficiente apenas quando partículas diferentes trocam de posições ou percorrem caminhos diferentes (Donald e Roseman, 1962).

Nada adianta utilizar de modelos de programação linear que avalia custo mínimo para resolver problemas nas formulações de dietas se os misturadores não forem capazes de alcançar a uniformidade da mesma, como consequência da homogeneidade adequada, dando condições para que os animais se alimentem realmente da dieta predita, atendendo então a exigência animal para determinado desempenho (Teixeira et al., 2012).

A má mistura da dieta causa prejuízos econômicos devido a limitação de desempenho pelos bovinos e imprevistos com super ou sub dosagem dos elementos presentes nos núcleos minerais, como os aditivos promotores de crescimento e eficiência alimentar, além da uréia que pode levar o animal a

morte por intoxicação (Coutinho, 2006; Teixeira et al., 2012).

Devido à falta de praticidade para avaliar a homogeneidade de cada nutriente de uma ração, o uso de ingredientes naturalmente constituintes das rações como indicadores internos ou indicadores intencionalmente adicionados como indicadores externos para avaliá-la é uma prática difundida (Eisenberg, 1992).

O processo de mistura em produção de rações pode ser validado ao testar um ou mais microingredientes adicionados às rações. Os resultados analíticos podem ser indicativos da eficiência de mistura dos demais ingredientes (Barashkov et al., 2016).

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 et al., 2007).

Utiliza-se do coeficiente de variação (CV) para medir a eficiência da mistura, bem como sua uniformidade. Geralmente, valores de CV que variam entre 5% e 10% representam uma boa mistura dos alimentos. O CV de 5% para uma dieta total permite que o animal se alimente de no mínimo 90% de todos os ingredientes contidos na ração por pelo menos 95% do dia, reduzindo os problemas de seleção de partículas pelos animais (Goulart, 2012).

Oelberg e Diamond (2011) relataram que a sobrecarga do vagão tem papel fundamental para a inconsistência da dieta misturada e mostraram como a sobrecarga aumentou não somente o coeficiente de variação nas análises, mas também na composição nutricional da dieta. Os autores analisaram MS, PB, FDA, FDN, amido, gordura e cinzas, e encontraram valores de CV menores para vagões que tiveram carregamento conforme recomendação.

De acordo com Pritchard e Bruns (2003), o fornecimento com maior frequência da dieta reduz a magnitude e impacto de erros na mistura, possibilitando que ocorra uma menor variação na composição da dieta, proporcionando melhor ambiente ruminal.

1.4 Problemas causados pela seleção da dieta total

Com a alta inclusão de concentrados nas dietas de terminação, alterações na fisiologia ruminal podem ocorrer, pois dependendo do alimento, a população de microrganismos pode sofrer alterações, assim como a taxa de passagem, motilidade e velocidade de absorção dos nutrientes. Estes fatores podem causar uma série de distúrbios metabólicos acarretando em perda de eficiência e produção dos animais, e conseqüentemente, prejuízos econômicos (Van Cleef et al., 2009).

Os transtornos metabólicos que se manifestam em bovinos confinados, normalmente são induzidos pela seleção dos alimentos pelos mesmos ou até mesmo pelo erro de manejo operacional, causando um desequilíbrio de nutrientes (Wittwer, 2000).

Segundo Vogel e Parrot (1994), em animais confinados, a mortalidade associada a doenças digestivas perde apenas para as associadas a doenças respiratórias. Estes autores realizaram uma pesquisa que englobou 59 confinamentos e registraram que as mortes por causas digestivas, representaram em media 26% das mortes.

A mistura completa previne flutuações no pH do ambiente ruminal, pois cada bocado consumido pelo animal conterá proporções de ingredientes iguais, contribuindo para eficiência de digestão dos microorganismos ruminais, principalmente com relação a síntese de proteína microbiana (NRC, 2001).

Com o pH ruminal desequilibrado ocorre oscilação do consumo da dieta, enquanto que em pH em equilíbrio o consumo se torna estável. Normalmente, pH ruminal maior que 5,8 é considerado natural, entre 5,6 e 5,7 marginal e menor que 5,5 considerado crítico a ponto de causar distúrbios metabólicos (NRC, 2001).

Falhas de manejo, tais como a não adaptação dos animais às dietas, principalmente as de elevada proporção de concentrado, falhas no processo de mistura dos ingredientes, área restrita de cocho, são também fatores predisponentes aos distúrbios metabólicos. De maneira geral, existe uma correlação muito estreita entre esses distúrbios e um deles pode desencadear vários outros. Com isso, aumenta a dificuldade no diagnóstico preciso do

problema e, conseqüentemente, a tomada de medidas que minimizem a sua ocorrência (Bavera et al., 2010).

Dentre os distúrbios metabólicos de maior incidência nas condições nacionais, pode se citar a acidose metabólica, timpanismo, laminite e intoxicação por uréia (Ortolani, 2003).

2 BIBLIOGRAFIA

Acklin, T. 1996, **Testing mixer performance**. World grain. Acesso em 17 de abril 2016, <http://www.world-grain.com/news/archive/testing-mixer-performance.aspx> www.world-grain.com.

Barashkov, N., Eisenberg, D., Eisenberg, S., & Mohnke, J. 2008. **Ferromagnetic microtracers and their use in feed applications**. Presentation available. Acesso em 22 de abril 2016, <http://www.microtracers.com>.

Bavera, G. A., Bocco, O., Héctor, B., & Petryna, A. 2010. Cursos de producción bovina de carne. **FAV UNRC**, 2-8.

Behnke, K. C. 1996. Mixing and uniformity issues in ruminant diets. **In Midsouth ruminant nutrition conference proceeding**. pp. 6-11.

Ciftci, Y., & Ercan, A. 2003. Effects of diets of different mixing homogeneity on performance and carcass traits of broilers. **Journal of Animal and Feed Sciences**, 12(1), 163-171.

Clark, P. M., Behnke, K. C., & Poole, D. R. 2007. Effects of marker selection and mix time on the coefficient of variation (mix uniformity) of broiler feed. **The Journal of Applied Poultry Research**, 16(3), 464-470.

Coutinho, T. C. 2006. Mistura Correta. **Revista Suinocultura Industrial**. Ge sulli Agribusiness. n132.

Donald, M. B., & Roseman, B. 1962. Mechanisms in a horizontal drum mixer. **British Chem. Eng**, 7, 749-753.

Eisenberg, D. 1992. MicrotracersTM F and their uses in assuring the quality of mixed formula feeds. **Advances in Feed Technology**, 7, 78-84.

Gomes, R. da C., Nunez, A. J.C., Marino, C.T. & Medeiros, S. R. 2015. Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semi-confinamento e confinamento. Campo Grande: **Embrapa**, p. 119-139.

Goulart, R. 2012. Eficiência na mistura de rações. **Revista AG**. ed.162.

Groesbeck, C. N., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., DeRouchey,

J. M., & Dritz, S. S. 2004. **Effects of salt particle size and sample preparation on results of mixer-efficiency testing.** p. 177-188.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2016. **Dados de produção animal.** Acesso em 20 de abril 2016, <http://www.ibge.gov.br>.

Kasburg, J. H. 2010. **Conheça tudo sobre vagões misturadores.** Acesso em 20 de abril 2016, <http://beefpoint.com.br/casale/conheca-tudo-sobre-vagoes-misturadores/>.

Lazarini, V.F; Gai, V. F. & Fagundes, R.S. 2014. Composição bromatológica da dieta em relação ao tempo de batida. **Cultivando o Saber**, 7(1), p. 102-110.

Lima, G.J.M.M. de & Nones, K. 1997. Os cuidados com a mistura de rações na propriedade. Concórdia: **EMBRAPA-CNPSA**, 20 p.

Lopes, M. A., & Magalhães, G. P. 2005. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em condições de confinamento: um estudo de caso. **Arq. bras. med. vet. zootec**, 57(3), 374-379.

Lopes, M. & Sampaio, A.A.M. 1999. **Manual do confinador de bovinos de corte.** Jaboticabal: FUNEP. 106p.

Mikus, J., & Diamond, V. 2012. Diet consistency: using TMR audits™ to deliver more from your feed, equipment, and people to the bottom line. **In High Plains Dairy Conference proceedings** (pp. 07-08).

National Research Council - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 8.ed. rev. Washington, DC: National Academy Press, 2016. 494p.

National Research Council 2001. Nutrient Requeriments of Dairy Cattle. Washington, D.C. **National Academy of Sciences**, 7 ed., 381 p.

Oelberg, T. 2012. Consistent, efficient TMR feeding. **Hoard's Dairyman Webinar.**

Oelberg, T., & Diamond, V. 2011. TMR Audits™ Improve TMR Consistency. **In Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop.** pp. 81-86.

Oelberg, T. J., & Stone, W. 2014. Monitoring total mixed rations and feed delivery systems. **Veterinary clinics of North America: Food Animal Practice**, 30(3), 721-744.

Ortolani, E. L. 2003. Diagnóstico e tratamento de alterações ácido-básicas em ruminantes. Simpósio **de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**, 1, 17-29.

Owens, F. N. 2007. Manejo de cocho em confinamentos. **Anais do Sexto Simpósio sobre Bovinocultura de Corte: Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte.** FEALQ, Piracicaba. SP.

Perry, R. H., Green, D. W. & Maloney, J. O. 1984. Perry's Chemical Engineering Handbook, **International Student Edition**.

Pritchard, R. H. 1998. Bunk management: observations from research. **In Plains Nutrition Council Spring Conference**, Amarillo, San Antonio, TX. pp. 68-75.

Pritchard, R. H., & Bruns, K. W. 2003. Controlling variation in feed intake through bunk management. **Journal of Animal Science**, 81(14_suppl_2), E133-E138.

Rahman, A., Bayram, I., Khanum, S., & Ullah, S. 2015. Use and Calibration of Near Infrared Reflectance Spectroscopy in Feed Analysis: A Mini Review. **life**, 13(1), 1-7.

Rielly, C. D., Smith, D. L. O., Lindley, J. A., Niranjana, K., & Phillips, V. R. 1994. Mixing processes for agricultural and food materials: Part 4, assessment and monitoring of mixing systems. **Journal of agricultural engineering research**, 59(1), 1-18.

Silveira, M. F., Kozloski, G. V., Mesquita, F. R., Farenzena, R., Senger, C. D., & Brondani, I. L. 2009. Avaliação de métodos laboratoriais para estimar a digestibilidade e o valor energético de dietas para ruminantes. **Arq. bras. med. vet. zootec**, 61(2), 429-437.

Sova, A. D., LeBlanc, S. J., McBride, B. W. & DeVries, T. J. 2014. Accuracy and precision of total mixed rations fed on commercial dairy farms. **Journal of dairy science**, 97(1), 562-571.

Stokes, S. R. (1997). Particle size and ration uniformity: Is it important to the cow. **In Western Canadian Dairy Seminar**. vol. 15, pp. 1-10.

Swart, E., Brand, T. S., & Engelbrecht, J. 2012. The use of near infrared spectroscopy to predict the chemical composition of feed samples used in ostrich total mixed rations. **South African Journal of Animal Science**, 42(5), 550-554.

Teixeira, M.M., Rizzo, R.I., Detmann, E., Gomes, R.M. & Sasaki, R. S. 2012. Avaliação da qualidade da mistura de ração em misturador horizontal considerando a homogeneidade dos ingredientes. **Enciclopédia biosfera**. 8(14), p. 2012 123.

Wittwer, F., & Gonzalez, F. H. D. 2000. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. Perfil metabólico em ruminantes. Porto Alegre. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 53-63.

Van Cleef, H. E., Patiño, P. R., Neiva, P. A., Serafim, S. R., Rego, C. A., & Gonçalves, J. 2009. Distúrbios metabólicos por manejo alimentar inadequado

em ruminantes: novos conceitos. **Revista Colombiana de Ciencia Animal**, 1(2), 319-341.

Van Kempen, T. A. T. G., & Jackson, D. 1996. Nirs may provide rapid evaluation of amino acids. **Feed stuffs** (USA).

Viljoen, M., Hoffman, L. C., & Brand, T. S. 2005. Prediction of the chemical composition of freeze dried ostrich meat with near infrared reflectance spectroscopy. **Meat science**, 69(2), 255-261.

Vogel, G. J., & Parrott, C. 1994. Mortality survey in feedyards: the incidence of death from digestive, respiratory, and other causes in feedyards on the great plains. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, 16(2), p.227-234.

Zawislak, K., Grochowicz, J., & Sobczak, P. 2011. The analysis of mixing degree of granular products with the use of microtracers. *Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa*, 11.

CAPÍTULO 2

ORDEM DE CARREGAMENTO DOS INGREDIENTES E TEMPO DE MISTURA SOBRE A HOMOGENEIDADE DA DIETA DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS

ORDER OF LOADING THE INGREDIENTS AND MIXING TIME ON THE HOMOGENEITY OF THE DIET OF FEEDLOT BEEF CATTLE

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a homogeneidade da dieta total através da ordem de carregamento dos ingredientes em vagão misturador e do tempo de mistura da dieta utilizada em um confinamento comercial de bovinos. Os tratamentos corresponderam a duas ordens de carregamento e dois tempos de mistura: VOL-5, carregamento iniciado com volumoso e 5 minutos de mistura; VOL-4, carregamento iniciado com volumoso e 4 minutos de mistura; CON-5, carregamento iniciado com concentrado e 5 minutos de mistura; CON-4, carregamento iniciado com concentrado e 4 minutos de mistura. O modelo estatístico foi o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 com quatro repetições. Dez amostras da dieta foram coletadas na linha de cocho após cada batida. As variáveis de interesse analisadas pelo NIRS portátil foram MS, PB, EE e FDN. Foi realizada uma análise para avaliar se houve efeito da ordem de coleta da amostra sobre a concentração dos nutrientes estudados. Os resultados mostraram que não houve indícios de diferenças na variabilidade entre os tratamentos para MS, PB e FDN. Foi observado efeito significativo do tempo de mistura para a concentração EE ($P=0,0676$). Para o efeito da ordem de amostragem sobre a composição da dieta, não houve indícios de mudanças na composição das variáveis analisadas ao longo das linhas de cocho. Com os resultados obtidos visando maximizar a qualidade das dietas produzidas e pensando em otimizar a eficiência econômica, o tempo de 4 minutos é o mais indicado para dietas de terminação em sistema de confinamento com características similares às deste estudo.

Palavras-chave: Dieta total. NIRS. Nutrientes. Vagão misturador.

SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the homogeneity of total diet through the order of loading the ingredients in a wagon mixer and the mixing time of the diet used in a commercial feedlot. The treatments corresponded to two orders of loading and two mixing times: VOL-5, loading started with roughage and 5 minutes of mixing; VOL-4, loading started with roughage and 4 minutes of mixing; CON-5, loading started with concentrate and 5 minutes of mixing; CON-4, loading started with concentrate and 4 minutes of mixing. The statistical model used was a completely randomized design with a factorial scheme 2x2, with four repetitions. Ten diet samples were collected from the throughout the feed bunk line after each batch. The variables of interest analyzed using a portable NIRS were dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE) and neutral detergent fiber (NDF). An analysis was performed to evaluate if there was an effect of the order of sample collection on the concentration of the nutrient studied. The results showed that there was no evidence of differences in the variability among treatments for DM, CP and NDF. A significant effect of mixing time was observed on EE concentration ($P=0,0676$). For the effect of the order of sampling on the composition of the diet, there were no indications of changes in the composition of the analyzed variables throughout the feed bunk line. Based on the results observed, aiming to maximize the quality of the diets and optimizing the economic efficiency, the mixing time of 4 minutes is the most suitable for feedlot finishing diets similar to this study.

Key Words: Total diet. NIRS. Nutrients. Wagon mixer.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a eficiência do processo de engorda de bovinos confinados, bem como o sucesso econômico de todo o sistema é dependente de vários fatores. A utilização de animais com potencial genético, a construção de instalações adequadas, a formulação precisa da dieta conforme desempenho esperado e a adoção de técnicas de manejo alimentar adequadas são pontos importantes dentro do processo de engorda. Contudo, a atenção dada quanto à eficiência no processo de mistura da dieta no confinamento deve ser considerada como ponto importante (Goulart, 2012).

Segundo Bermúdez e Rey (2010) e Mikus (2012), com o passar dos anos ocorreu uma evolução na formulação e ajuste de dietas para confinamentos. Nutricionistas passaram a utilizar rações com maior inclusão de concentrado, avaliar e interpretar os custos de produção de arroba, diária e ajuste de dietas. Porém, ainda há o que se discutir e avaliar acerca da qualidade das dietas em termos de mistura dos alimentos volumosos e concentrados.

A premissa básica usada por todos os nutricionistas quanto à formulação de rações é de que cada porção ingerida pelos bovinos seja efetivamente a dieta balanceada, pois se sabe da relação de necessidade de nutrientes conhecido para o melhor desempenho animal. A dieta deve conter os nutrientes necessários para suportar a manutenção, crescimento e produção dos animais em questão (Behnke, 1996 e Freitas, 2008).

Alguma variação entre amostras deve ser esperada, entretanto uma mistura ideal teria uma variação mínima em sua composição. Medir a variação da dieta final é o ponto crucial de testes de misturas. Vários fatores determinam o desempenho do misturador e a dispersão dos ingredientes em uma dieta para animais. As compreensões de como esses fatores afetam o processo de mistura é essencial na interpretação dos resultados (Sova et al., 2014).

A busca por uma mistura eficaz no processo de homogeneização da ração total ofertada aos animais confinados permite o fornecimento da quantidade necessária de cada ingrediente conforme a formulação feita previamente pelo nutricionista no intuito de aperfeiçoar o desempenho animal.

O tipo do equipamento adotado, as propriedades de cada alimento utilizado na dieta, a quantidade e o tempo da mistura dos ingredientes têm impacto direto na uniformidade da ração total (Goulart, 2012).

É extremamente recomendável que a dieta seja fornecida na forma de dieta total para permitir maior estabilidade do ambiente ruminal e maior aproveitamento da dieta. Quando possível, a utilização de vagões misturadores é encorajada, para que se obtenha de forma mecânica homogeneidade da dieta, induzindo o animal a ingerir a dieta o mais próximo possível da formulada (Gomes et al., 2015).

A ração uniforme ajuda a melhorar a saúde e o desempenho dos bovinos, permitindo maximizar o potencial de lucro, garantindo que o animal tire o máximo proveito dos ingredientes alimentares.

No Brasil, não existe um consenso em relação à ordem de carregamento dos misturadores, e isso vai de cada técnico, pois cada um possui uma percepção empírica. Com isso as recomendações são muito variáveis e inconstantes, visto que não há trabalhos científicos vigorosos, o que levou a opinião de conduzir o presente trabalho e com os dados gerados podemos colaborar para a indústria de confinamento.

Neste contexto, objetivou-se avaliar qual a ordem de carregamento e tempo de mistura fornece melhor homogeneidade da dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um confinamento de natureza particular e comercial, situada à latitude 17°51'16.83" Sul, longitude 50°37'04.81" Oeste, localizado no município de Santa Helena, estado de Goiás. O período de coleta efetiva aconteceu no mês de agosto de 2016, onde já se encontravam animais em fase de terminação.

Utilizou-se uma misturadora alimentadora acoplado em caminhão com roscas horizontais e pás misturadoras, denominado Rotormix[®], modelo RX-200 de marca casale, com capacidade para 20 m³, em condições ideais de uso e manutenções em dia.

A dieta trabalhada foi a de terminação, a base de silagem de milho como

fonte de volumoso, milho moído e earlage como concentrados energéticos, farelo de soja como concentrado protéico, núcleo mineral aditivado, ureia pecuária e ureia protegida (Tabela 1). A composição bromatológica da dieta está apresentada na Tabela 2.

Tabela 1. Composição da dieta de terminação utilizada no confinamento com base na matéria seca.

Ingrediente	%	
	MS	Inclusão
Earlage(silo 1)	65,00	35,00
Earlage (silo 2)	65,00	22,00
Silagem de milho	32,00	16,53
Milho Moído	88,35	15,63
Farelo de Soja	90,00	6,82
Núcleo mineral	98,00	2,93
Ureia pecuária	98,95	0,70
Ureia protegida	99,50	0,38

Tabela 2. Composição nutricional formulada da dieta de terminação com base na matéria seca.

Ingrediente	%
Matéria seca	59,28
Cinzas	5,58
Proteína Bruta	13,50
FDN	25,65
FDA	14,01
Extrato Etéreo	3,33

Os tratamentos avaliados foram:

- VOL-5 (Tratamento 1) - início com carregamento de volumoso e 5 minutos de mistura;
- VOL-4 (Tratamento 2) - início com carregamento de volumoso e 4 minutos de mistura;
- CON-5 (Tratamento 3) - início com carregamento de concentrado e 5 minutos de mistura;
- CON-4 (Tratamento 4) - início com carregamento de concentrado e 4 minutos de mistura.

Duas ordens de carregamento dos ingredientes da dieta foram adotadas (Tabela 3):

- Ordem 1 - iniciou-se com concentrados, núcleo mineral, uréia pecuária, ureia protegida e volumoso, sendo essa ordem adotada para os tratamentos 3 e 4;
- Ordem 2 - iniciou o carregamento com volumoso, concentrados, núcleo mineral, uréia pecuária e uréia protegida, adotada nos tratamentos 1 e 2 respectivamente nessas ordens.

Foram adotados 2 tempos de mistura: 4 minutos nos tratamentos 2 e 4 e, 5 minutos nos tratamentos 1 e 3, com 4 repetições para cada tratamento (batidas da dieta no caminhão misturador).

Tabela 3. Ordem de carregamento dos alimentos utilizada no confinamento para dieta de terminação.

Ordem 1		Ordem 2		
	Alimento	kg	Alimento	Kg
1	Milho Moído	713	Silagem de milho	1988
2	Farelo de Soja	306	Earlage(silo 1)	2136
3	Núcleo mineral	120	Earlage(silo 2)	1343
4	Ureia protegida	15	Farelo de Soja	306
5	Ureia pecuária	29	Milho Moído	713
6	Earlage(silo 2)	1343	Núcleo mineral	120
7	Earlage(silo 1)	2136	Ureia protegida	15
8	Silagem de milho	1988	Ureia pecuária	29
	Total	6650	Total	6650

Ordem 1 - iniciou-se o carregamento com concentrados, núcleo mineral, uréia pecuária, ureia protegida e volumoso, sendo essa ordem adotada para os tratamentos 3 e 4; Ordem 2 - iniciou o carregamento com volumoso, concentrados, núcleo mineral, uréia pecuária e uréia protegida, adotada nos tratamentos 1 e 2 respectivamente nessas ordens.

O modelo estatístico utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x2.

A ordem dos tratamentos foi aleatorizada e se seguiu de forma rigorosa, conforme a demanda de dieta de terminação até que se cumprissem as sequências dos tratamentos. A sequência de carregamento no vagão misturador obedeceu rigorosamente os dois tratamentos de ordens e os dois tempos de mistura, feitos de forma aleatória.

O carregamento dos alimentos no vagão misturador foi efetuado com

uma pá carregadora enquanto o equipamento misturador se encontrava ligado em rotação de 1500 rpm. Após a inclusão do último ingrediente, se cronometrou o tempo e, ao término o vagão era desligado até que se chegasse à linha de cocho, onde novamente se ligava o equipamento para iniciar a distribuição.

Para a realização das pesagens havia uma balança calibrada pelo Inmetro acoplada no vagão misturador (caminhão) e uma conexão da balança na pá carregadeira, onde os operadores visualizavam de forma simultânea a pesagem de cada ingrediente. Para todos os carregamentos o operador da pá carregadeira foi o mesmo.

O tempo médio para se realizar os 16 carregamentos foi de 18 minutos cada, antes que se iniciassem a cronometragem da mistura.

Foram coletadas amostras das ordens de carregamento ao longo dos comedouros dos currais em dez pontos equidistantes, antes dos animais terem acesso à dieta. Cada amostra era composta por 300g, utilizando uma pá de mão, totalizando 160 amostras, provenientes de quatro tratamentos por quatro repetições por 10 pontos de amostragem (4x4x10). As amostras foram identificadas e colocadas em sacos plásticos e encaminhadas imediatamente para a realização das análises. A partir dessas 10 amostras foi calculado o coeficiente de variação (CV), conforme Lima et al. (1997) e Goulart, (2012) que sugerem coletar amostras em diversas partes após o tempo de mistura ideal, realizando a análise destas amostras e com os resultados do CV sendo utilizados para medir a eficiência da mistura, bem como sua uniformidade. Valores de CV variando entre 5% e 10% representam uma adequada mistura dos alimentos.

As avaliações bromatológicas das amostras da dieta foram realizadas no próprio confinamento, através do equipamento NIRS portátil denominado AgriNIR™ da dinâmica generale®. As variáveis analisadas foram matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo (EE).

Para realizar as análises por tratamento, coletou-se uma amostra ao iniciar a distribuição pelo vagão misturador, desprezando os primeiros metros.

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância por meio do programa SAS Enterprise Guide (Delwiche e Slaughter, 2012). As médias foram comparadas de forma pareada usando o Teste t ($\alpha = 0,1$).

Para integrar as análises dos resultados foi calculado o coeficiente de variação (CV), recomendado como parâmetro para avaliação da homogeneidade da dieta, assim como utilizado nos trabalhos de Teixeira et al., 2012; Oelberg, 2012; Oelberg e Diamond, 2011; Wagner, 1995.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo ($P > 0,10$) das ordens de carregamentos e dos tempos de mistura, bem como da interação dos fatores, sobre o coeficiente de variação dos nutrientes avaliados MS, FDN e PB, com exceção do EE.

Como a interação não foi significativa para nenhum nutriente ($P > 0,10$), os valores de coeficiente de variação dos mesmos foram apresentados e discutidos em função dos efeitos principais de ordem de carregamento e tempo de mistura.

Para a maioria dos nutrientes avaliados, o coeficiente de variação apresentou o mesmo comportamento, independentemente da ordem de carregamento (Tabela 4) e dos tempos de mistura avaliados. A única exceção foi o EE, em que seu coeficiente e variação foi afetado ($P < 0,10$) pelo tempo de mistura (Tabela 5).

Tabela 4. Valores do coeficiente de variação dos nutrientes em função da ordem de carregamento dos ingredientes.

Nutriente	Ordem de carregamento		Valor P
	Concentrado	Volumoso	
MS	2,5403	2,3504	0,4438
PB	0,8943	0,7755	0,2465
FDN	5,7775	4,4607	0,1804
EE	1,3074	1,4518	0,4939

Tabela 5. Valores do coeficiente de variação dos nutrientes em função dos tempos de mistura dos ingredientes

Nutriente	Tempo de mistura		Valor P
	4 minutos	5 minutos	
MS	2,4997	2,3910	0,6584
PB	0,8649	0,8048	0,5492
FDN	4,9650	5,2732	0,7450
EE	1,1740	1,5852	0,0676

Observou-se efeito de tempo de mistura apenas sobre o EE, sugerindo que a qualidade da dieta produzida foi influenciada pelo tempo de batida, porém apenas para este nutriente. Como para os demais nutrientes analisados não houve diferença estatística, o estudo indica que as dietas podem ser produzidas seguindo qualquer um dos tratamentos, ficando a critério do confinamento qual ordem e tempo seguir de acordo com sua realidade no sentido de otimizar a logística da fabricação da dieta. Estes resultados foram semelhantes aos descritos por Fell (2017), que encontrou efeito de tempo de batida sobre qualidade de mistura da ração, onde foi estudado os tempos de 2, 3, 4 e 5 minutos de mistura, avaliando entre os nutrientes PB, EE, MM, MS e FB, obtendo os tempos de 3 e 4 minutos com maior proximidade do padrão formulado e com influência de FB, EE e MM.

Em outro trabalho, Wagner (1995), avaliou métodos alternativos de sequenciamento de ingredientes em um vagão misturador trifásico, utilizando uma dieta de acabamento com 13,53% de inclusão de feno, divididos em lotes A e B, entrando por último ou em primeiro respectivamente. Foram obtidas amostras após os tempo de misturas de 2, 4, 6 e 8 minutos. O coeficiente de variação foi utilizado para avaliação da qualidade de mistura entre os níveis de FDA, em cada período de tempo para cada lote, utilizado como critério para determinar a adequação da mistura. Ambos apareceram adequadamente misturados após 6 minutos, indicando que o feno de grama poderia ser adicionado a uma dieta de acabamento, primeiro ou último, quando se usa um misturador trifásico.

Como para os tempos de 4 e 5 minutos das variáveis MS, PB e FDN não houve diferença significativa, é possível alegar que o tempo de mistura de 4

minutos seja suficiente para homogeneizar a dieta total de forma satisfatória e adequada.

Considerando-se que houve diferença apenas para os teores de EE e que maiores tempos de mistura elevam os custos de produção, principalmente pelo aumento de consumo de energia, combustível e mão de obra devido ao maior tempo de operação, pode-se assegurar que considerando os parâmetros e características deste estudo, o tempo de 4 minutos seja aceitável para produzir dietas com boa qualidade de forma eficaz, ou seja, dietas com os níveis nutricionais de acordo com o planejado, em um menor tempo e com menor custo de produção, uma vez que o CV para o tempo de 5 minutos é de 1,58%, se enquadrando abaixo dos 10% proposto por Lima et al. (1997) e Goulart, (2012) o que nos dá segurança da qualidade de mistura.

O uso de 4 minutos como tempo adequado para a mistura de dietas também foi encontrado por Lazarini et al. (2014), que analisaram a influência do tempo de batida do vagão misturador Bull dog sobre a composição bromatológica da dieta total fornecida a bovinos de corte confinados, onde avaliaram tempos de batida de 2, 4, 6 e 8 minutos. Analisaram as variáveis PB e NDT, chegando à conclusão que o tempo de 4 minutos foi o que permitiu menor variação nos níveis de PB (média de 12,45%) e NDT (média de 69,98%) em relação a dieta formulada, que foi de 11,58% para PB e 70,44% para NDT, respectivamente

Realizou-se avaliação do efeito da ordem de amostragem sobre a composição média das dietas. Esta análise visou checar possíveis diferenças nas concentrações dos nutrientes ao longo da distribuição da dieta na linha de cocho, com as 10 amostras coletadas por batida, uma vez que existe o risco de ocorrerem variações bromatológicas entre os diferentes pontos de distribuição, principalmente por falhas no processo de produção e qualidade do equipamento misturador.

Observamos na tabela 6, os valores médios de MS, PB, FDN e EE da dieta em função da ordem de amostragem ao longo da linha de cocho, de acordo com os tratamentos experimentais.

Tabela 6. Média da composição bromatológica da dieta de terminação com base na matéria seca.

Ingrediente	%				
	Formulado	VOL 5	VOL 4	CON 5	CON 4
Matéria seca	59,28	65,72	62,92	63,28	62,76
Cinzas	5,58	5,90	5,93	5,96	5,93
Proteína Bruta	13,5	15,88	16,25	16,23	16,27
FDN	25,65	31,02	27,79	28,94	27,90
FDA	14,01	15,57	14,17	14,74	14,21
Extrato Etéreo	3,33	4,93	5,00	4,98	4,99

Ao se considerar o efeito da ordem de carregamento sobre a composição da dieta distribuída nos diferentes pontos para cada tratamento, foi possível observar (Tabela 7) que não houve mudança significativa ($P > 0,10$) nos valores médios de MS, PB, FDN e EE ao longo da linha de cocho. Isso resultou em dietas semelhantes dentro de cada tratamento ao longo do percurso de distribuição nos cochinhos, ou seja, sem incidência de dispersão dos nutrientes e assim mantendo a qualidade bromatológica produzida e planejada.

Tabela 7. Valores de P encontrados pelo teste t referente às variáveis analisadas.

Efeito	Valores de P			
	MS	PB	FDN	EE
Ponto	0,9584	0,8136	0,7239	0,1999
Ordem vs ponto	0,3102	0,6417	0,7503	0,2595
Tempo vs ponto	0,7633	0,7236	0,6508	0,3732
Ordem vs tempo vs ponto	0,8276	0,6515	0,3587	0,4025

CONCLUSÕES

Os tempos de 4 e 5 minutos de misturas, para o perfil de equipamentos e insumos avaliados neste experimento, são suficientes para a produção de dietas com a qualidade bromatológica adequada e que variações nas ordens de carregamento não prejudicam a homogeneidade das dietas.

Visando maximizar a qualidade das dietas produzidas e pensando em otimizar a eficiência econômica, o tempo de 4 minutos é o mais indicado para dietas de terminação em sistema de confinamento com estas características, já

que este foi o menor tempo de trabalho necessário para atender de forma eficaz tanto na qualidade desejada das dietas misturadas como também no que foi fornecido aos bovinos confinados nos diferentes pontos ao longo da distribuição da dieta nos cochos do confinamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHNKE, Keith C. Mixing and uniformity issues in ruminant diets. In: **Midsouthruminantnutritionconferenceproceeding**. 1996. p. 6-11.

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. 01,p. 1-6, marzo 2010.

DELWICHE, L. D.; SLAUGHTER, S. J. **The little SAS book: a primer**. SAS Institute, 2012.

FELL, Jéssica Taís. **Determinação do tempo de mistura necessário à obtenção da homogeneidade na dieta total para bovinos de leite da Granja Fell, do município de Bom Retiro do Sul/RS**. 2017.

FREITAS, Amadeu. **Sistema de alimentação unifeed: rações completas**. 2008.

GOMES, R. da C.; NUNEZ, A.J.C; MARINO, C.T.; MEDEIROS, S. R. **Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semi confinamento e confinamento**. Embrapa, Campo Grande, MS, p. 119-139. 2015.

GOULART, R. **Eficiência na mistura de rações**. AG - Revista do Criador. Ed.162. 2012.

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 et al. **Determinação do tempo ótimo de mistura em misturadores verticais: Avaliação de métodos e equipamentos**. Anais da XXXIV reunião da SBZ, Juiz de Fora, MG, 28 de julho a 1º de agosto de 1997.

MIKUS, J. H. Diet consistency: Using TMR auditsTM to deliver more from your feed, equipment, and people to the bottom line. **High Plains Dairy Conference**

Proceedings, Amarillo, TX. Texas Animal Nutrition Council, Dallas, TX. P. 27-36, 2012.

Oelberg, T. 2012. Consistent, efficient TMR feeding. **Hoard's Dairyman Webinar**.

Oelberg, T., & Diamond, V. 2011. TMR Audits™ Improve TMR Consistency. **In Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop**. pp. 81-86.

SOVA, A. D., LEBLANC, S. J., MCBRIDE, B. W., & DEVRIES, T. J. Accuracy and precision of total mixed rations fed on commercial dairy farms. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 1, p. 562-571, 2014.

TEIXEIRA, M. M.; RIZZO, R.I.; DETMANN, E.; GOMES, R.M.; SASSAKI, R. S. Avaliação da qualidade da mistura de ração em misturador horizontal considerando a homogeneidade dos ingredientes. **Enciclopédia biosfera**, v., n, p., 2012.

WAGNER, J. J. **Sequencing of feed ingredients for ration mixing. Cattle 95-14**. Sd beef report. Sdaes, brookings, p. 52-54, 1995.

CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhar com o menor tempo de mistura possível representa normalmente redução dos custos de produção como energia, combustível, manutenções dos equipamentos e mão de obra. De uma forma geral, além de outros fatores e atividades relacionadas a operação de produção em confinamentos.

Produzir dietas com misturas corretas são fundamentais para minimizar riscos, tanto em termos de custos por falhas no carregamento, furo no controle de estoque ou no planejamento de necessidade de insumos por erros nas quantidades carregadas por batidas e ainda altos riscos de distúrbios metabólicos, como por exemplo a acidose ruminal, o que pode levar a sérios problemas e prejudicar o desempenho dos animais e a rentabilidade do confinamento.

A qualidade e a quantidade das dietas ofertadas aos animais são fundamentais para o sucesso do planejamento nutricional e conseqüentemente dos objetivos traçados e este ponto é negligenciado em muitos confinamentos e vários acabam tendo ganhos de pesos e financeiros abaixo do planejado e em muitos casos desconhecem que a origem do problemas possa ter sido por um erro nutricional causado na dieta produzida e consumida pelos animais.

Desta forma é primordial um rigoroso controle na qualidade das dietas produzidas e sempre buscando agilidade, mas com segurança no que está sendo realizado.