

Gabriel Santos Persiquini Cunha

Fibra fisicamente efetiva e parâmetros fecais em confinamentos de bovinos de corte

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Animal do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Animal.

Área de Concentração: Nutrição e alimentação animal

Orientador: D. Sc. Amália Saturnino Chaves

Co-orientador: D. Sc Luciana Castro Geraseev

MONTES CLAROS - MG

2019

C972f Cunha, Gabriel Santos Persiquini.
2019

Fibra fisicamente efetiva e parâmetros fecais em confinamentos de bovinos de corte / Gabriel Santos Persiquini Cunha. Montes Claros, 2019.

47 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Produção Animal) Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias, 2019.

Orientadora: Prof.^a Amália Saturnino Chaves.

Banca examinadora: Luciana Castro Gerassev, Mário Henrique França Mourthé, Dorismar David Alves, Amália Saturnino Chaves.

Referências: f: 22-26; 41-46.

1. Bovino de corte. 2. Nutrição animal. 3. pH fecal. 4. Amido I. Chaves, Amália Saturnino. II. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 636.2.033

ELABORADA POR: EDÉLZIA CRISTINA SOUSA VERSIANI CRB6 1349
BIBLIOTECA COMUNITÁRIA UNIVERSITÁRIA DO ICA/UFGM

GABRIEL SANTOS PERSQUINI CUNHA

Fibra fisicamente efetiva e parâmetros fecais em confinamentos de bovinos de corte

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Área de Concentração: Produção Animal
Linha de Pesquisa: Nutrição e Alimentação Animal

Orientador: Dsc. Amália Saturnino Chaves

Aprovado pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof^a. D. Sc. Luciana Castro Gerassev
UFMG/ICA

Prof. D. Sc. Mário Henrique França Mourthé
UFMG/ICA

Prof. D. Sc. Dorismar David Alves
Unimontes

Prof^a. D. Sc. Amália Saturnino Chaves
UFJF

Montes Claros, 26 de Abril de 2019

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida, que sempre me guiou pelo caminho certo, foi meu refúgio e minha fortaleza para não cair em alguns momentos na vida. Sem ele não estaria aqui.

Agradecer aos meus pais, Maria Helena e Jorge, meu caráter foi estruturado por eles, que me ensinaram a distinguir as coisas corretas da vida e sempre me apoiaram em qualquer decisão, e mesmo de longe, fizeram parecer que estavam próximos.

A minha irmã, Anna Paula, que é mais que uma irmã, sempre me apoiando, com toda a vida não vou ter como agradecer por tudo que já fez por mim.

A minha orientadora Amália, que foi mais que uma simples orientadora, foi uma mãe em muitas horas, e uma grande amiga em outras. Agradeço a Deus por ter colocado você em meu caminho, foi responsável pela construção do profissional que sou hoje. Não tenho palavras para agradecer por estes dois anos e dois meses.

Agradecer aos meus amigos que me ajudaram durante o mestrado, especialmente aos companheiros do grupo GEPEC, que estiveram comigo no campo e no laboratório. E a todos os amigos do mestrado.

Agradecer aos meus grandes amigos e irmãos que me ajudaram em todos os momentos, e que posso contar dentro e fora da universidade, especialmente Moisés, João Victor e Ariel.

A minha namorada, Anna Jéssica, que me apoiou em qualquer decisão que fosse tomar, estando sempre comigo para tudo. E sua família, que me ajudou em várias ocasiões, sendo minha segunda família.

Aos amigos dos confinamentos que fiz durante o experimento, que sem eles não teríamos amostras para a realização do projeto, especialmente ao Arthur, que hoje é um grande amigo pessoal.

Aos amigos e professores da UFLA, que me ensinaram a análise de amido apresentada neste experimento, principalmente a Aline, Wendell, José e Felipe.

Obrigado a todos da coordenação da UFMG, entre professores e outros.

Meu muito obrigado a todos de alguma forma participaram destes dois últimos anos no mestrado, que sempre serão lembrados por mim.

RESUMO

O objetivo com esse estudo foi avaliar o tamanho de partículas e o teor de fibra fisicamente efetiva (FDNfe) de dietas totais e seus efeitos nos parâmetros fecais de bovinos de corte. Foram coletadas informações de grupo genético, categoria animal, e amostras de dieta total e fezes em 15 confinamentos comerciais. As dietas foram separadas utilizando a peneira *Penn State Particle Size Separator (PSPS)* com diâmetros de 19, 8 e 4 mm de porosidade e uma caixa de fundo. Após a separação das partículas, os confinamentos foram categorizados em dois tratamentos: FDNfe <20% e FDNfe ≥20%. Nas amostras de fezes foram avaliadas o escore, pH e amido fecal. Além disso, a dieta e fezes foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e amido. As características avaliadas foram submetidas à análise de variância, com auxílio do procedimento PROC MIXED do SAS (2004) utilizando o animal como unidade experimental para as características de parâmetros fecais e lote amostrado para as características das dietas. As partículas retidas na peneira de 19 mm e FDN da dieta foram semelhantes entre si quando comparado os dois grupos de FDNfe. Os teores de MS, PB, EE e amido da dieta foram alterados pelo tratamento. Além disso, foi observada correlação negativa entre amido da dieta e FDNfe, ou seja, dietas com menor efetividade apresentam maior teor de amido na dieta total. Resultados de escore, pH e análise química de fezes não foram influenciados pelos tratamentos, exceto para MS fecal que foi maior em dieta com FDNfe<20%. Portanto, dietas com mais de 20 % de FDNfe apresentaram maior tamanho de partícula, menor teor de amido na dieta total e conseqüentemente menor MS fecal. Os valores utilizados como referência para FDNfe em bovinos de corte, são dados obtidos por experimentação em vacas leiteiras utilizando a peneira de 1,18mm. Portanto, é necessário a realização de novos trabalhos, avaliando outras variáveis que não foram aqui abordados, para determinar com mais precisão as recomendações de FDNfe para bovinos de corte.

Palavras-chave: Bovinos de corte. Tamanho de partícula. pH fecal. Amido

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the particle size and the physically effective fiber content (peNDF) of total diets and their effects on the fecal parameters of beef cattle in commercial feedlots. Genetic group (GG), animal category, and total diet and fecal samples were collected from 15 commercial feedlots. The diets were separated using the sieve Penn State Particle Size Separator (PSPS), with diameters of 19, 8 and 4 mm of porosity and a bottom box, which were subsequently analyzed. The feedlots were categorized into two treatments: peNDF <20% and peNDF $\geq$ 20%. In feces samples, the score, pH, and starch fecal, were evaluated. The evaluated characteristics were submitted to analysis of variance, with the aid of the procedure PROC MIXED of the SAS (2004) using the animal as experimental unit for the characteristics of fecal parameters and batch sampled for the characteristics of the diets. The particles retained in the 19 mm sieve and NDF of the diet were similar to each other when compared to the two groups of peNDF ($P > 0.05$). The percentage of particles retained in all sieves was altered by dietary peNDF ($P < 0.05$) and a positive correlation ($P < 0.05$) was observed between particles larger than 4 mm and peNDF. The contents of DM, CP, EE and dietary starch were altered by the treatment ($P < 0.05$). In addition, a negative correlation ($P < 0.05$) between dietary starch and peNDF was observed, that is, diets with lower effectiveness present higher starch content in the diet. Results of scoring, pH and chemical analysis of feces were not influenced by the treatments ($P > 0.05$), except for fecal DM that was higher in the diet with peNDF <20%. Therefore, diets with more than 20% of peNDF presented higher particle size, lower starch content in the total diet and consequently lower fecal DM. The values used as reference for peNDF in beef cattle are data obtained by experimentation in dairy cows using the 1.18mm sieve. Therefore, it is necessary to carry out new works, evaluating other variables that were not addressed here, to determine more accurately the recommendations of peNDF for beef cattle.

Keywords: beef cattle. Particle size. Fecal pH. Starch.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Descrição das unidades experimentais (bacias) amostradas por confinamento.....	31
Tabela 2- Composição química e características físicas da dieta total avaliada nos confinamentos comerciais.....	33
Tabela 3- Separação de partículas de acordo com FDNfe estimado em cada tratamento, e análise química das dietas experimentais.....	34
Tabela 4- Parâmetros fecais de acordo com FDNfe dos confinamentos.....	36
Tabela 5- Análise de correlação das variáveis avaliadas nos confinamentos de bovinos de corte.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FDN: Fibra em Detergente Neutro

FDNfe: Fibra em Detergente Neutro Fisicamente Efetiva

AGCC: Ácido Graxo de Cadeia Curta

PSPS: *Penn State Particle Separator*

MS: Matéria Seca

PIB: Produto Interno Bruto

ABIEC: Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes

Kg: Quilogramas

GMD: Ganho Médio Diário

AGV: Ácido Graxos Voláteis

pH: Potencial Hidrogeniônico

Mcal: Megacalorias

CMS: Consumo de Matéria Seca

NDT: Nutrientes Digestíveis Total

Fef: Fator de Efetividade Física

NRC: National Research Council

MGI: Milho Grão Inteiro

BIN: Bagaço de cana *in natura*

TMP: Tamanho Médio de Partícula

ESC: Medida de Escore Fecal

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos.....	11
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1	Mercado da bovinocultura de corte no Brasil.....	12
3.2	Confinamentos de bovinos de corte no Brasil.....	12
3.3	Teor de fibra e tamanho de partículas em dietas de confinamento	14
3.4	Fibra fisicamente efetiva (FDNfe).....	15
3.5	Exigências de fibra para bovinos de corte	18
3.6	Parâmetros fecais.....	19
4.	REFERÊNCIAS	22
5.	ARTIGO - Fibra fisicamente efetiva e parâmetros fecais em confinamentos de bovinos de corte.....	27
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte brasileira tem ocupado lugar de destaque frente à produção animal, e liderando o mercado mundial de carnes, sendo o maior exportador de carne bovina nos três últimos anos (HOFFMANN *et al.*, 2014; ABIEC, 2018).

Para atender essa demanda, é necessário a prática de sistemas mais intensivos como o confinamento e alteração no perfil das dietas formuladas nas propriedades (CAETANO, 2008; OBEID *et al.*, 2006; MEDEIROS *et al.*, 2015). Neste sentido, parte dos pecuaristas, tem buscado alcançar maior eficiência produtiva com elevado uso do concentrado na formulação. Contudo o aumento da porcentagem de concentrados, sem adequação do teor de fibra das dietas, pode gerar distúrbios metabólicos (SILVA, 2009; PAULO; RIGO, 2012).

Para avaliar a adequação de fibra dietética em dietas de bovinos de corte, o conceito de FDNfe tem recebido bastante atenção, pois agrega informações tanto de teor de fibra, quanto do tamanho de partícula dos alimentos (ZEBELI *et al.*, 2011). Mertens (1997) descreveu FDNfe como a porção da fibra que tem a capacidade de estimular a ruminação e manter o ambiente ruminal saudável, unindo as características químicas e físicas das dietas. Consequentemente, aumentar a efetividade da fibra pode auxiliar no aumento do pH ruminal por estimulação da produção de saliva e atividade mastigatória. Além disso, o fornecimento de fibra pode contribuir para um ambiente ruminal adequado para degradação dos carboidratos não estruturais, mantendo sempre o equilíbrio na produção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (ALLEN, 1997; STONE, 2004).

Apesar de favorecer a manutenção de um ambiente ruminal saudável, o uso do conceito de FDNfe ainda não está amplamente difundido como rotina para adequação da fibra alimentar em dietas de bovinos de corte, devido à algumas limitações, dentre elas às diferentes metodologias de mensuração (LAMMERS *et al.*, 1996; KONONOFF *et al.*, 2003, HEINRICHS; KONONOFF 2013).

Em 1996 foi criada a primeira *Penn State Particle Separator (PSPS)* pela Universidade do Estado da Pensilvânia, metodologia simples para realização do cálculo da FDNfe, contendo um conjunto de duas peneiras, com 19 e 8 mm de porosidade. Em 2003 a mesma Universidade lançou um novo modelo, introduzindo uma tela de 1,18mm na terceira peneira, adicionando novo dado para o cálculo. Contudo, quando se trabalha com dietas totais que possuem altas concentrações de grãos, a quantidade de alimento que fica retida na terceira peneira é maior, e grande parte dessas partículas, são carboidratos não estruturais, facilmente fermentados e com elevada taxa de passagem. Com isto, em 2013 os mesmos pesquisadores projetaram uma nova peneira, substituindo a tela de 1,18 mm por uma peneira com 4 mm de porosidade, justificando que algumas das partículas retidas na peneira de menor porosidade também podem ser rapidamente degradadas, porém são significativas no tamponamento do rúmen (ZEBELI *et al.*, 2012; KONONOFF, *et al.*, 2003).

Dessa forma, com dietas cada vez mais ricas em energia digestível (amido) e sendo esse um dos insumos mais onerosos em um confinamento, sua avaliação nas fezes pode ser utilizado como indicador da digestibilidade no trato digestivo total de bovinos e indiretamente como adequação de FDNfe na dieta (QUEIROZ *et al.*, 2008). Portanto a degradação ruminal do amido pode ser avaliada de forma exata com base no amido fecal, pois existe alta correlação entre o teor de amido fecal e sua digestibilidade no rúmen (ZINN *et al.*, 2007). De forma mais prática, o pH e escore fecal também estão relacionados indiretamente com a digestibilidade ruminal do amido, pois quanto maior o amido nas fezes menor será o pH e escore fecal (SILVA; NEUMANN, 2012; GENTRY *et al.*, 2016; MELENDEZ; ROY, 2016).

Apesar da importância do conceito de FDNfe e avaliação dos parâmetros fecais sobre a digestibilidade dos nutrientes, são escassos os dados experimentais correlacionando o teor de FDNfe na dieta e parâmetros fecais em bovinos, sejam eles bovinos de corte ou de leite (SILVA; NEUMANN, 2012). Portanto, o presente trabalho sugere alguns dados como referência para exigência de FDNfe para bovinos de corte em sistema de confinamento utilizando a *Penn State* com a terceira peneira de 4mm.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o tamanho de partículas e teor de fibra fisicamente efetiva de dietas totais e seus efeitos sobre parâmetros fecais em bovinos de corte em confinamentos comerciais.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o tamanho de partícula e teor de fibra fisicamente efetiva de dietas totais em confinamentos comerciais em Minas Gerais.
- Avaliar os parâmetros fecais (% amido nas fezes, MS e pH) em confinamentos comerciais.
- Correlacionar o tamanho de partícula e teor de fibra fisicamente efetiva das dietas com os parâmetros fecais de bovinos de corte confinados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Mercado da bovinocultura de corte no Brasil

O Brasil é detentor do maior rebanho comercial mundial de bovinos, segundo maior produtor e se destaca como maior exportador de carne bovina (ABIEC, 2018). Em 2017 o Brasil possuía cerca de 221,81 milhões de cabeças, abateu 39,2 milhões destas, com produção de 9,71 milhões de toneladas equivalentes de carcaça, um aumento que representou 0,68% em comparação com o ano de 2016. Da produção total, 20% foi exportada e 80% conduzida para o mercado interno. Dentro do PIB do agronegócio brasileiro, a pecuária foi responsável por 30,6% (ABIEC, 2018). A previsão do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018), é que em 2019 o Brasil apresente um crescimento de 3% na produção e 5% na exportação de carne bovina.

Devido às dimensões continentais existentes no Brasil (164,96 milhões de hectares de pasto), a produção de bovinos de corte é realizada principalmente a pasto, apresentando baixo investimento por arroba produzida e menor produção por hectare (MILLEN *et al.*, 2009; VALADARES FILHO *et al.*, 2014). Das 39,2 milhões de cabeças abatidas em 2017, 35,11 milhões de cabeças foram criadas a pasto, e, somente 4,09 milhões de cabeça (10,4%) derivaram de confinamentos (ABIEC, 2018).

Dentro deste contexto, a crescente demanda global por carne bovina tem proporcionado grandes oportunidades para os países, como o Brasil aumentar a participação nos principais mercados produtores (USDA, 2018). O aumento na produção de carne bovina é impulsionada pela demanda interna estável e sólido crescimento das exportações para os principais mercados asiáticos. Para 2019, a previsão é que o Brasil produza 10,2 milhões de toneladas equivalentes de carcaça (USDA, 2018).

3.2 Confinamentos de bovinos de corte no Brasil

Além da criação de animais no sistema extensivo e de baixa tecnologia, existe também a criação de animais a pasto recebendo suplemento no cocho, denominada de semiconfinamento ou confinamento a pasto. Esse sistema apresenta a vantagem de menor tempo para terminação dos animais, em relação ao sistema extensivo, com maior investimento e maior giro do capital na propriedade. Entretanto, neste sistema, deve-se atentar para a produção de pastagem durante todo o ano, e ainda os entraves associados à estacionalidade de produção forrageira (VALADARES FILHO *et al.*, 2014).

O sistema de confinamento no Brasil surgiu como estratégia para controlar a sazonalidade do sistema de produção e como alternativa para venda e revenda de animais na safra e entressafra. Em seguida, era empregado também para aproveitar os resíduos da

agroindústria, e hoje é utilizado como ferramenta de manejo que se beneficia de todas as estratégias citadas acima (ALMEIDA *et al.*, 2010). Este sistema tem se tornado opção para os produtores se adaptarem às exigências do mercado e para atender à maior demanda de carne socialmente e ambientalmente sustentável (BARRETO; SILVA, 2009; JESUS *et al.*, 2014; MEDEIROS; CUNHA; WANDER, 2015).

Os confinamentos brasileiros se desenvolvem principalmente entre os meses de abril e meados de dezembro, com períodos médios de 70 a 80 dias. Diferente de outros países que confinam durante todo o ano, no Brasil ocorre nestes meses em consequência do verão (a partir de novembro), onde em algumas regiões apresenta grande formação de lama nos currais e altas temperaturas, podendo gerar estresse térmico e queda no desempenho dos animais (ALMEIDA *et al.*, 2010).

Os animais entram no confinamento com média de 350 kg de peso vivo e saem com média de 470 kg, com idades variando entre 24 a 36 meses. Grande parte dos confinamentos é utilizada para complementar o peso de abate dos animais e promovendo o acabamento de carcaça dos mesmos. Apesar disto, confinamentos que utilizam maior tempo, são voltados para a produção de animais surperprecoces, sendo abatidos com idade de 13 a 16 meses (CEZAR *et al.*, 2005).

O período médio de confinamento utilizado no Brasil é em média 87,7 dias e a maioria dos bovinos são novilhos da raça nelore (MILLEN *et al.*, 2009). O ganho médio diário (GMD) encontrado nos confinamentos é de 1,40; 1,50; 1,40; 1,23 e 1,25 Kg/dia para bezerros, novilhos, bois, novilhas e vacas de descarte, respectivamente (OLIVEIRA; MILLEN, 2014).

Millen *et al.*, (2009) entrevistaram 31 nutricionistas e observaram que 24 deles formularam dietas com 56 a 80 % de concentrado na MS total, apresentado média de 71,2%, e recomendavam de 51 a 65 % de inclusão de grãos nas dietas de animais em terminação. Já Oliveira e Millen (2014) observaram que a porcentagem recomendada da inclusão de concentrado nas dietas aumentou de 71% para 79% de concentrado na MS, sendo que 81% dos nutricionistas pesquisados indicaram valores de 71 a 90%, sugerindo grande aumento em relação ao passado. Entretanto, a inclusão de grãos na dieta observada nos confinamentos foi semelhante ao questionário realizado em 2009 (51 a 65 %).

Nas duas pesquisas, o grão mais utilizado nos confinamentos foi o milho. Em 2009, o processamento mais indicado entre os nutricionistas era o milho moído, porém em 2014 os nutricionistas passaram a indicar a inclusão de milho processado mais grosseiramente, pois com o aumento na inclusão de concentrado nas dietas, reduz-se a inclusão de alimentos volumosos. Dessa forma, a utilização de grãos menos processado, tornou-se alternativa para que ocorra uma fermentação mais lenta do carboidrato no rúmen.

3.3 Teor de fibra e tamanho de partículas em dietas de confinamento

A fibra presente em dietas para ruminantes tem como função primária fornecer substrato para atuação dos microrganismos e é essencial para estimular a mastigação e ruminação, visando manter o equilíbrio na produção de AGCC. A mastigação de um ruminante é estimulada pela efetividade da porção fibrosa do vegetal, representada pela fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), composta pelas frações da celulose e da hemicelulose associadas com a lignina (SILVA; NEUMANN, 2013).

A fibra pode afetar diretamente o desempenho do animal, devido às diferenças na quantidade e propriedades físicas. Quando se fornece altos níveis de fibra, a densidade energética da dieta é mais baixa, a ingestão de matéria seca reduzida, e a produtividade diminuída. Entretanto, a baixa inclusão de fibra na dieta e grande quantidade de carboidratos não estruturais, também podem acarretar sérios problemas metabólicos. A baixa inclusão de fibra acarreta menor mastigação e, conseqüentemente, menor é a secreção de saliva, substância tamponante para o rúmen. Em consequência ocorre um aumento na produção de AGCC, queda no pH ruminal, alteração na fermentação ruminal e mudança nas populações microbianas, o que pode levar a acidose severa, procedendo em óbito do animal (MERTENS, 1997; MERTENS, 2002).

Tradicionalmente, em confinamentos americanos o teor de forragens na dieta varia de 8,5 a 9,0% (OWENS, 2008). Já no Brasil, a inclusão do volumoso nas dietas está em torno de 21 % (OLIVEIRA; MILLEN, 2014). Isso se deve principalmente ao menor custo de produção de volumoso e devido à maior exigência de fibra em animais zebuínos, que são maioria confinada no Brasil. Marcondes *et al.* (2011) avaliaram o consumo de três grupos genéticos (Nelore, Nelore/Angus, Nelore/Simental) observaram que os animais da raça Nelore apresentaram menor CMS (consumo de matéria seca) e de NDT (nutrientes digestíveis total) na dieta total, o que evidenciou que os bovinos zebuínos são menos adaptados a dieta com menor teor de fibra, pois selecionaram frações com maiores concentrações de fibra e menores de carboidratos não fibrosos.

A maioria dos nutricionistas brasileiros utiliza o método de FDN para análise de fibra da dieta, que engloba os carboidratos da parede celular, lignina, celulose e hemicelulose. Millen *et al.* (2009) e Oliveira e Millen (2014) encontraram resultados de teor de FDN na dieta total, utilizados por nutricionistas brasileiros de 26,4% e 21,1%, respectivamente. Observou-se uma queda de 5,3% no teor de FDN das dietas em cinco anos, e, além disso, houve mudança também na principal fonte de volumoso recomendada. Em 2009 o volumoso mais utilizado foi a cana-de-açúcar fresca e picada, seguida da silagem de milho. Já em 2014, os autores observaram a silagem de milho como sendo o volumoso mais utilizado pelos nutricionistas. Uma explicação para tal alteração é a economia com as operações de confinamento, pois a utilização da cana-de-açúcar predispõe de uma maior mão-de-obra, em razão da necessidade de picagem e transporte diário.

No Brasil utiliza-se grande variedade de fontes de forragens, porém é comum observar fontes de volumosos e níveis de FDN semelhantes, com resultados diferentes quanto ao consumo e desempenho nos animais. Isto pode ocorrer em consequência do tamanho de partícula e composição bromatológica dos volumosos (GOULART, 2010). O tamanho de partículas da dieta e a relação da quantidade de volumosos e concentrados irão afetar diretamente o consumo por parte dos animais durante a fase de confinamento (ARRIGONI *et al.*, 2013).

O tamanho da partícula da digesta altera a passagem das partículas do rúmen e o processo de mastigação da fibra contribui para a produção de saliva e manutenção do pH ruminal entre 6,2 e 6,8. Isto torna o ambiente favorável à população microbiana, reciclagem de nitrogênio e minerais, lubrificação do bolo alimentar e passagem da digesta através do esôfago (CARTA, 2010).

Resultados obtidos por Neumann *et al.* (2009), ao avaliarem o efeito associativo do tamanho de partícula e da altura de diferentes cortes das plantas de milho para silagem, não observaram modificação no comportamento digestivo e na capacidade de seleção da dieta pelos animais. Porém as partículas com tamanho menores que 0,6 mm, mostraram ser efetivas para a redução no tempo gasto na atividade de ruminação apenas para as plantas que tiveram seu corte para silagem mais alta.

Em trabalho realizado por Custodio *et al.*, (2016), utilizando três fontes de volumoso (cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana e silagem de milho) para bovinos de corte confinados, a silagem de milho em comparação com as demais, apresentou maior quantidade de partículas maiores que 19 mm e entre 19 e 8mm. Foi observado que os animais apresentaram preferência no consumo de partículas longas (>19mm) e médias (>19mm e <8mm) das dietas, podendo ser considerado aspecto positivo para o correto funcionamento das funções ruminais.

3.4 Fibra fisicamente efetiva (FDNfe)

A fibra fisicamente efetiva (FDNfe) é chamada assim pois está relacionada com as propriedades físicas da fibra, principalmente pelo tamanho de partícula, que estimula a atividade de mastigação dos ruminantes e estabelece uma estratificação bifásica dos conteúdos ruminais, formando duas camadas, uma flutuante de grandes partículas (“MAT” ruminal) e um fase líquida com pequenas partículas. Ela é a fração da fibra que estimula e prediz a atividade da mastigação e assegura o pH ruminal próximo de 6 (MERTENS, 1997; JUNIOR MACEDO *et al.*, 2007; CARTA, 2010).

O conteúdo FDNfe de um alimento é calculado multiplicando o teor da fração de FDN analisado quimicamente multiplicado pelo fator de efetividade física (fef) dessa fonte de fibra. Por definição o fator de efetividade física varia de zero, quando FDN não é fisicamente efetivo (ex.: concentrado farelado), até um, quando FDN é totalmente efetivo (ex.: feno grosseiramente

picado) na promoção da estratificação da digesta e atividade mastigatória (ALLEN, 1997; MERTENS, 1997). O fator de efetividade pode ser calculado por meio de ensaio biológico com animais (ARMENTANO; PEREIRA, 1997; MOONEY; ALLEN, 1997), ou por métodos laboratoriais que envolvem o uso de peneiras (MERTENS, 1997; LAMMERS; BUCKMASTER; HEINRICHS, 1996; HEINRICHS; KONONOFF, 2013).

Mertens (1997) foi um dos primeiros pesquisadores a descrever a importância de sistema de exigência de fibras para bovinos e sugeriu o método que poderia estimar o valor de FDNfe por meio de medidas químicas e físicas em laboratório. Portanto, assumiu-se que o *fe* seria calculado multiplicado a % da fração de FDN do ingrediente pela % do ingrediente retida acima da peneira de 1,18mm.

Também na década de 90, pesquisadores da *Pennsylvania State University* introduziram a *Penn State Particle Separator (PSPS)* como uma metodologia simples para cálculo do FDNfe baseado na soma da proporção da MS retida nas peneiras de 19 mm e 8 mm de porosidade, multiplicado pelo conteúdo de FDN da dieta total (LAMMERS; BUCKMASTER; HEINRICHS, 1996). De acordo com os autores, a peneira com orifício de 19 mm captura as partículas do alimento que seriam flutuantes dentro do rúmen e teoricamente fornece o tamponamento do rúmen, alterando o pH ruminal, formando o conhecido “*mat*” ruminal. A segunda peneira, com orifícios de 8 mm, coleta o material que será quebrado mais rapidamente com menor mastigação, sendo degradado mais rapidamente pelos microrganismos. Entretanto, deve-se atentar para a digestibilidade da fração retida em todas as peneiras, dependente dos alimentos avaliados (LAMMERS; BUCKMASTER; HEINRICHS, 1996; HEINRICHS; KONONOFF, 2013).

Posteriormente, a mesma equipe de pesquisadores da *Pennsylvania State University* introduziu uma peneira adicional de orifício de 1,18 mm que calcula a FDNfe como a soma das partículas retidas nas peneiras de 19, 8 e 1,18 mm multiplicadas pelo teor de FDN da dieta total. Na peneira de 1,18 mm, é retida a maior quantidade de alimentos que deixam o rúmen rapidamente ou são facilmente digeridos, onde as frações de menor tamanho não tem grande importância na efetividade da fibra (KONONOFF *et al.*, 2003).

Mais recentemente foi lançada uma nova versão da *PSPS*, a qual possui uma peneira de 4 mm, substituindo a peneira com diâmetro de 1,18 mm (HENRICHS; KONONOFF, 2013). Partículas retidas na peneira de 4 mm, provavelmente ficarão no rúmen (“*mat*” ruminal), podendo ser quebradas facilmente com mínima ruminação ou por ação microbiana rápida. Deve-se atentar quando se trabalha com o conceito de FDNfe com a metodologia do *PSPS*, nestas peneiras, principalmente a de 4 mm, provavelmente haverá grãos ou carboidratos de rápida digestão. Sendo assim, mesmo sendo um excelente estimador, pode não garantir o controle do pH ruminal.

Nas três metodologias citadas acima, assume-se uma distribuição uniforme de FDN ao longo das frações retidas nas diferentes peneiras. Para remover essa limitação, alguns pesquisadores, mediram as frações de FDN separadamente em cada peneira e utilizaram para

o cálculo de FDNfe. Eles observaram que apesar do aumento da precisão no cálculo, ambas as mensurações apresentaram classificação semelhante do conteúdo dietético da FDNfe (RUSTOMO *et al.*, 2006; ZEBELI *et al.*, 2008; ALAMOUTI *et al.*, 2009).

Gentry *et al.* (2016), avaliaram o fornecimento de caule de milho para animais em terminação com dois níveis de inclusão e duas formas de processamento, divididos em três tratamentos: 1) inclusão de 30% de glúten de milho úmido com 5% de caule de milho moído fino; 2) inclusão de 30% de glúten de milho úmido com 5% de caule de milho moído longo; 3) inclusão de 25% de glúten de milho úmido com 10% de caule de milho moído fino. Todos os tratamentos possuíam milho floculado. Os pesquisadores analisaram o teor de FDN, porcentagem retida nas peneiras e FDNfe de cada ingrediente e da dieta total. Para cada ingrediente foi observado que o caule de milho moído longo, apresentou maior FDNfe (61%), seguido por caule de milho moído fino (50%), glúten de milho úmido (23%) e milho floculado (7%). Entretanto, quando comparando a efetividade das dietas, o terceiro tratamento apresentou maior FDNfe, e os autores atribuem essa diferença, não pelo processamento dos ingredientes, mas sim pelo nível de inclusão, ou seja, a maior inclusão fibra pode gerar maior efetividade da dieta, pois as dietas com menor inclusão de caule de milho, tiveram suas partículas de maior tamanho cortadas na hora da mistura da dieta total.

Weiss *et al.* (2017), avaliaram efeitos da inclusão de caule de milho (5 e 10 % MS) e do grau de moagem (longa e curta) em dietas de terminação de bovinos de corte, observaram que a inclusão de 10% de caule de milho com moagem longa, apresentou FDNfe mais elevado (15,4%), devido ao aumento de partículas retidas nas peneiras (19, 8 e 4mm) e maior porcentagem de FDN na dieta (21,4%). Para as demais dietas, o valor de FDNfe não diferiu, sugeriu que uma menor inclusão de volumoso com maior tamanho de partícula, fornece FDNfe semelhante as dietas com maior inclusão de volumoso com menor tamanho de partícula. Além disso, os autores observaram que o pH ruminal (5,92) foi mais elevado para bovinos alimentados com caules de milho com grau de moagem longa. O pH ruminal aumentou devido ao aumento na inclusão do volumoso, com aumento da atividade mastigatória estimulando a produção de saliva ou a redução da concentração de AGCC no rúmen. Os animais que consumiram as partículas mais longas apresentaram maior tempo de ruminação diário (313 min/dia), indicando que o comprimento das partículas aumenta o tempo de ruminação, independente da taxa de inclusão.

Zebeli *et al.* (2008), realizaram trabalho com vacas leiteiras de alta produção a fim de desenvolver modelos de equação práticos para adequar níveis de fibra e avaliar o pH ruminal e degradação de amido. O pH ruminal das vacas foi afetado positivamente pelo FDN e FDNfe da dieta, e negativamente pelo amido proveniente de grãos. Os autores observaram que o conteúdo de FDNfe apresentou correlação positiva para o CMS, até 21,6% de FDNfe, porém, quando este conteúdo chegou a 32%, houve correlação negativa com o consumo. Desta forma os autores concluíram que para formular dietas para vacas leiteiras de alta produção, deve ser considerado além do FDNfe, o amido vindo dos grãos e a ingestão de MS.

A maioria dos dados publicados na literatura foram coletados pelo método da *PSPS* e, apesar das vantagens de utilização do conceito de FDNfe em comparação a outros métodos e do grande volume de dados de pesquisa reunidos sobre os efeitos da FDNfe sobre a fisiologia ruminal, existe grande limitação no uso desta metodologia entre os nutricionistas, principalmente, de bovinos de corte, em consequência principalmente dos diferentes métodos de mensuração. Essa diferença nas metodologias se referem tanto à arquitetura da peneira (espaçamento entre os furos, espessura do material e forma de instrumento), quanto ao tamanho do orifício da peneira (ZEBELI *et al.*, 2012).

Além disso, ainda não está claro se as diferentes formas de mensuração podem ser utilizadas de forma correlacionada, ou qual medida de FDNfe fornece estimativas mais precisas de respostas fisiológicas à ruminação, produção de saliva, tamponamento do rúmen e prevenção da acidose ruminal em bovinos de corte (ZEBELI *et al.*, 2012).

Apesar disso, formular dietas utilizando somente o FDN não é o indicado, pois a digestibilidade deste nutriente é influenciada principalmente pelo tamanho de partícula. Neste cenário, a formulação de dietas utilizando o conceito de FDNfe é mais eficiente e traz grandes vantagens, pois agrega informações tanto de teor de fibra, quanto do tamanho de partícula dos alimentos. Uma das desvantagens do FDNfe, que não leva em conta a digestibilidade ruminal dos alimentos (ZEBELI *et al.*, 2008; ZEBELI *et al.*, 2011).

3.5 Exigências de fibra para bovinos de corte

A maioria das recomendações de FDNfe para bovinos de corte ainda são com base em recomendações para vacas leiteiras com utilização da peneira de 1,18 mm que mostrou-se incorreto para muitas dietas (HEINRICHS; KONONOFF, 2013), pois de acordo com Yang, Beauchemin e Rode (2001), partículas maiores que 3,35 mm constituem cerca de 5% da digesta duodenal em vacas holandesas. O NRC (1996, 2016), recomendam valores mínimos de FDNfe em dietas para animais em terminação deve ser de 20% de FDNfe na MS, entretanto quando se utiliza ionóforos e manejo de cocho pode-se oferecer dietas com 5 a 8% de FDNfe na MS.

Fox e Tedeschi (2002) recomendam valores mínimos de 7 a 10 % de FDNfe na MS para dietas que utilizam alta energia, para manter o pH ruminal médio de 5,7, baseado na equação de Pitt *et al.* (1996). Quando o objetivo é a máxima digestibilidade da parede celular, otimizando a degradação da forragem, indicam 20% de FDNfe na MS da dieta. Já Mertens (2005), recomenda valores próximos de 12 a 15% de FDNfe na dieta total, para maximizar o ganho médio diário. Entretanto, considerando as características brasileiras, Lanna *et al.* (2005), sugerem no mínimo de 15% FDNfe na MS, que pode ser suprida trabalhando com níveis de 25% de cana-de-açúcar ou 35% de silagens de milho ou sorgo.

3.6 Parâmetros fecais

Problemas com digestibilidade dos nutrientes causados pelo processamento inadequado e baixo teor de fibra na dieta podem reduzir o desempenho dos animais (CAETANO, 2008; SILVA *et al.*, 2012). Em consequência disso, é necessário, verificar se as rações nos confinamentos estão sendo formuladas corretamente, bem como é preciso verificar se as dietas formuladas irão permitir o desempenho esperado.

O ganho de peso diário é a melhor forma de avaliar a dieta formulada, entretanto esta rotina em fazendas comerciais de grande porte é de difícil execução e são necessários por volta de 70 dias para avaliar o ganho médio diário de forma precisa (ARCHER *et al.*, 1997). Desta forma, uma maneira prática e simples de verificar se as rações irão permitir o desempenho esperado é avaliar os parâmetros fecais dos animais confinados. Esta avaliação pode fornecer valiosas informações em relação ao local de digestão e fermentação dos alimentos consumidos.

Grande parte dos alimentos consumidos pelos ruminantes são digeridos no rúmen e maioria dos nutrientes são absorvidos no intestino delgado. Alimentos não digeridos passam para o intestino delgado, podendo ser digeridos e absorvidos, porém se a quantidade é maior ou a taxa de passagem é muito rápida, nutrientes podem passar para o intestino grosso. O intestino grosso dos ruminantes não é desenvolvido para realizar fermentação dos nutrientes, somente para absorção, portanto quando a quantidade de alimentos não digeridos no rúmen é grande, principalmente quando as dietas são carentes em níveis adequados de fibra ou excesso de amido, ocorre fermentação neste órgão (KONONOFF; HEINRICHS; VARGA, 2002).

O amido é de todas as substâncias contidas na dieta, aquela que pode fornecer a maior proporção de energia digestível consumida pelos bovinos confinados e representa na fase de terminação, o insumo mais oneroso. Desta forma, em dietas de novilhos confinados onde os grãos são a maior fonte de amido, a concentração desse nutriente nas fezes pode ser utilizada como indicador da digestibilidade do amido no trato digestivo total (QUEIROZ *et al.*, 2008; ZINN; OWENS; WARE, 2002; OWENS; ZINN, 2005; CHANNON; ROWE; HERD, 2004). A digestão do amido da dieta pelos animais pode ser avaliada de forma exata com base apenas no amido fecal (ZINN *et al.*, 2007), sugerindo que a correlação entre teor de amido fecal e digestibilidade do amido é alta. Queiroz *et al.* (2008) e Silva *et al.* (2013) realizaram trabalhos com cordeiros confinados e concluíram que o teor de amido fecal pode ser utilizado para estimar a digestibilidade do amido de rações com alta proporção de grãos e suas perdas.

Além do teor de amido fecal, o pH fecal também pode ser utilizado como indicador de digestão do amido, pois o menor pH fecal está associado com elevado conteúdo de amido fecal (SILVA *et al.*, 2012; IRELANPPERRY; STALLINGS, 1993). O baixo pH fecal está associado de forma positiva com elevadas quantidades de amido nas fezes, pois o amido que não é digerido no rúmen, pode não sofrer digestão no intestino delgado. No entanto, sofre

fermentação microbiana no intestino grosso, produzindo ácido lático e AGCC, diminuindo o pH das fezes, e algumas vezes provoca irritação na mucosa intestinal, ocasionado diarreia e queda na MS da fezes (CHANNON; ROWE; HERD, 2004).

Caetano (2008) estudou o pH, amido e MS fecal de duas fontes de amido (milho e sorgo) em diferentes grupos genéticos e horários de coleta. A autora observou aumento linear do amido fecal, em relação ao amido da dieta (8,6% e 13,2% de amido fecal para dietas com grãos de milho e sorgo, respectivamente), e diferença no amido fecal de acordo com o horário da coleta e grupo genético (7,5% de amido fecal no período da manhã e 3,7% no período da tarde). Para os animais Nelore, observou-se maior pH fecal no período da tarde (6,42), ao passo que o amido e MS fecal na parte da tarde foram menores. Quando correlacionado o pH fecal e o amido fecal dos grãos de milho e sorgo, houve correlação negativa de -0,57 e -0,51 respectivamente, sendo o pH fecal uma ferramenta para avaliar o amido fecal, porém pouco precisa, devendo ser analisada juntamente com outros parâmetros.

Além do amido e pH fecal, a avaliação do escore de fezes também pode ser um indicador da digestão no trato digestivo e fermentação dos alimentos consumidos. Pensando nisto, Irelanperry e Stallings (1993), desenvolveram escore visual para fezes em vacas de leite alimentadas com 6 dietas diferentes com dois níveis de FDN, e observaram correlação do tipo de dieta com os escores de fezes, pH fecal e amido fecal. As vacas que consumiram as dietas com baixa inclusão de fibra, excretaram as fezes com menor escore de consistência e com menor pH fecal, porém com maiores concentrações de MS e amido. A escala de consistência fecal foi desenvolvida por pontuação visual: 1= líquida: = líquido: consistência líquida, com respingos no impacto com o solo, se espalha rapidamente; 2= solta; pode se acumular levemente e se espalhar e respingar moderadamente no impacto do solo; 3= firme: mas não dura, empilhada, contudo pastosa e ligeiramente dispersa e assentada no impacto com o solo; 4= seca: aparência dura, forma original não é alterada e assentada no impacto com o solo.

Apesar da importância de avaliação dos parâmetros fecais sobre a digestibilidade dos nutrientes, são escassos os dados experimentais correlacionando o teor de fibra na dieta e parâmetros fecais em bovinos, sejam eles bovinos de corte ou de leite (SILVA; NEUMANN, 2012; GENTRY *et al.*, 2016; MELENDEZ; ROY, 2016).

Silva *et al.* (2012), avaliaram os efeitos de dietas com alta proporção de concentrado sobre os indicadores fecais de bovinos Nelores. Os autores observaram que a dieta composta por milho grão inteiro (MGI), com menor teor de FDNfe (8,17%), apresentou o menor escore de consistência de fezes (2,92) e menor FDN fecal (35,65%). As fezes dos animais tratados com dieta total mais o bagaço de cana *in natura* (BIN), obtiveram consistência mais firme de fezes. Portanto, isso, pode ter ocorrido em função do maior teor de fibra da dieta BIN (42,10%) em relação ao tratamento MGI (32,95), e ao uso do bagaço de cana como fonte de forragem que promoveu uma melhor efetividade da fibra e taxa de passagem mais lenta. Apesar disto, os

autores não observaram diferença no amido fecal entre os tratamentos e não encontraram correlação entre amido fecal, pH fecal, MS fecal e amido ingerido.

Resultados obtidos por Gentry *et al.* (2016) os quais correlacionaram o tipo de processamento (partículas longas e curtas) de caule de milho com concentração de FDN e amido fecal, encontraram maior FDN fecal (49,35%) para a dieta com 5% de caule de milho com partículas curtas, seguido da dieta com 5% de caule de milho com partículas longas (47,36%) e 10% de caule de milho com partículas curtas (47,08%), porém não houve correlação do amido fecal com os níveis de inclusão e com o processamento. Os autores sugeriram que a causa para maior FDN fecal foi devido ao menor tempo de ruminação dos animais alimentados com menor inclusão de caule de milho e partículas curtas.

Ao utilizar a metodologia adaptada de Irelanpperry e Stallings (1993), Melendez e Roy (2016) quantificaram o escore de fezes de vacas de leite em lactação e a dieta total fornecida aos animais com metodologia da *PSPS* com modelo da peneira de 1,18mm. Dentre 800 avaliações, 700 foram classificadas com escore de 2,5, concluindo que a maioria dos animais estavam com ambiente ruminal estável, sendo que esse escore foi correlacionado positivamente com dietas que apresentaram entre 12 a 15% de partículas maiores que 19mm. Quando a concentração de partículas maiores que 19 mm passava de 15% (máximo de 17%), o escore de fezes era alterado.

Apesar das correlações encontradas acima, o escore de fezes deve ser avaliado com cautela e em conjunto com os outros parâmetros fecais, pois a consistência fecal pode ser decorrência de outros distúrbios que estão ocorrendo nos bovinos, independente da produção excessiva de AGCC no intestino grosso. Diarreia pode ser consequência de envenenamento, infecção ou parasitas. Também, o consumo excessivo de proteínas na dieta, degradáveis ou não no rúmen, pode produzir fezes mais líquidas, pois o animal procura ingerir maiores quantidades de água, na tentativa de excretar excesso de nitrogênio via urina. Já a desidratação pode gerar fezes mais firmes (IRELANPPERRY; STALLINGS, 1993; KONONOFF; HEINRICHS; VARGA, 2002). Além disto, o escore de fezes avaliados em bovinos depende extensamente do consumo de água, pois é a relação da água em função do teor de umidade, quantidade e tempo que o alimento permaneceu no trato do animal. (KONONOFF; HEINRICHS; VARGA, 2002).

4 REFERÊNCIAS

ALAMOUTI, A. A. et al. Effects of inclusion of neutral detergent soluble fibre sources in diets varying in forage particle size on feed intake, digestive processes, and performance of mid-lactation Holstein cows. **Animal feed science and technology**, v. 154, n. 1-2, p. 9-23, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840109002314>>. Acessado em: 18 de nov. 2018.

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030297760740>>. Acessado em: 28 de out. 2017.

ARCHER, J. A. et al. Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake, and feed efficiency in British breed cattle. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 8, p. 2024-2032, 1997. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/75/8/2024/4639046?redirectedFrom=fulltext>>. Acessado em: 20 de nov. 2018.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1416-1425, 1997. Disponível em: <[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(97\)76071-5/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(97)76071-5/pdf)>. Acessado em: 28 de out. 2018.

ARRIGONI, M. De B. et al. Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, 2013. v.20. n.4. p.539-551. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/141034>>. Acessado em: 10 de out. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). **Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. 2018. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/estatisticas-mar18.pdf>> Acessado em: 18 de jul. 2018.

BARRETO, P.; SILVA, D. Os desafios para uma pecuária mais sustentável na Amazônia. **Série O Estado da Amazônia**, v. 14, 2009. Disponível em: <http://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/estado_da_amazonia/os-desafios-para-uma-pecuaria-mais-sustentavel-na.pdf>. Acessado em: 30 de out. 2018.

CAETANO, M. **Estudo das perdas de amido em confinamentos brasileiros e do uso do amido fecal como ferramenta de manejo de bovinos confinados**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.crpbz.com.br/PortalUploads/Docs/478.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2017.

CARTA, P. **The physically effective fiber of total mixed rations and its effects on dairy cow performances**. 2010. 156 f. Tese (Doutorado) – Università degli studi di Sassari, [S.l.], 2010. Disponível em: <<http://eprints.uniss.it/5138/>> Acesso em: 7 mar. 2017.

CEZAR, I. M.. et al. Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande: **EMBRAPA Gado de Corte**, 2005. Disponível em: <http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/doc151.pdf> . Acesso em: 8 mar. 2017.

CHANNON, A. F.; ROWE, J. B.; HERD, R. M. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, n. 5, p. 469-474, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/248891825_Genetic_variation_in_starch_digestion_in_feedlot_cattle_and_its_association_with_residual_feed_intake> . Acesso em: 8 mar. 2017.

CUSTODIO, S. A. S. et al. Seleção de partículas da dieta de bovinos de corte em confinamento alimentados com diferentes forragens e alojados em baias individuais ou coletivas. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 4, n. 2, p. 55-64, 2016. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Er_Carvalho/publication/301274039_Selecao_de_Partículas_da_Dieta_de_Bovinos_de_Corte_em_Confinamento_Alimentados_com_Diferentes_Forragens_e_Alojados_em_Baias_Individuais_ou_Coletivas/links/57e1899708ae9e25307d3e7d/Selecao-de-Particulas-da-Dieta-de-Bovinos-de-Corte-em-Confinamento-Alimentados-com-Diferentes-Forragens-e-Alojados-em-Baias-Individuais-ou-Coletivas.pdf >. Acesso em: 20 jan. 2018.

FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O. Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle. In: **Proceedings of Plains Nutrition Conference**, p.1-16, 2002. Disponível em: < <http://www.nutritionmodels.com/papers/FoxandTedeschiPNC2002.pdf> >. Acesso em: 20 ago. 2017.

GENTRY, W. W. et al. Effects of roughage inclusion and particle size on performance and rumination behavior of finishing beef steers. **Journal of animal science**, v. 94, n. 11, p. 4759-4770, 2016. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jas/article/94/11/4759/4703013> >. Acesso em: 02 junho. 2018.

GOULART, R. S. **Avaliação da fibra fisicamente efetiva em rações para bovinos de corte**. 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). Universidade de São Paulo. 2010. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-11022011154913/en.php> >. Acesso em: 02 maio. 2017.

HEINRICHS, J.; KONONOFF, P. **Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator**. Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension DAS, p. 1-14, 2013. Disponível em: < http://storti.com/documenti/doc_app/evaluating-particle-size-of-forages.pdf >. Acesso em: 12 mar. 2017.

IRELANDPERRY, R. L.; STALLINGS, C. C. Fecal consistency as related to dietary composition in lactating Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 4, p. 1074-1082, 1993. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030293774366> >. Acesso em: 25 maio 2017.

JESUS, T. L. de. et al. Avaliação do custo do ganho do kilo de peso vivo em protocolos de adaptação com dietas de alto teor concentrado para bovinos nelore em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, v. 21, n.4, p.556-568, 2014. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/141135> >. Acesso em: 10 mar. 2017.

JÚNIOR MACEDO, G. L.I. et al. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 17, n. 7, 2007. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Anderson_Zanine/publication/275340868_QUALIDADE_D_A_FIBRA_PARA_A_DIETA_DE_RUMINANTES_Fiber_quality_for_ruminant_diets/links/5538da590cf226723ab6491f.pdf >. Acesso em: 10 mar. 2018.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; BUCKMASTER, D. R. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. **Journal of dairy science**, v. 86, n. 5, p. 1858-1863, 2003. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030203737734> >. Acesso em: 10 mar. 2017.

KONONOFF, P.; HEINRICHS, J.; VARGA, G. Using manure evaluation to enhance dairy cattle nutrition. **Department of Dairy and Animal Science, The Pennsylvania State University**, 2002. Disponível em: < <http://www.dairyweb.ca/Resources/USWebDocs/ManureEval.pdf> >. Acesso em: 10 jun. 2017.

LAMMERS, B. P.; BUCKMASTER, D. R.; HEINRICHS, A. J. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 5, p. 922-928, 1996. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030296764421> > . Acesso em: 14 mar. 2017.

LANNA, D. P. D. et al. **RLM 3.0 – ração de lucro máximo**: versão 3.0, manual do usuário. Piracicaba: ESALQ. Departamento de Zootecnia, 2005.

MARCONDES, M. I. et al. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, p. 1313-1324, 2011. Disponível em: < <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/66209.pdf> > . Acesso em: 14 jun. 2018.

MEDEIROS, J. A. V.; DA CUNHA, C. A.; WANDER, A. E. Viabilidade econômica de sistema de confinamento de bovinos de corte em Goiás. In: **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 53., 2015, João. Pessoa. Agropecuária, meio ambiente e desenvolvimento: anais. João Pessoa. 2015. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1022229> > Acesso em: 15 mar. 2017.

MELENDEZ, P.; ROY, E. The Association between Total Mixed Ration Particle Size and Fecal Scores in Holstein Lactating Dairy Cows from Florida, USA. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**. Nova York, EUA. 02 jan. 2016. Disponível em: < <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Association-between-Total-Mixed-RationParticle-Melendez-Roy/b786df52778670d8896f32b877d9375e97285bf7> > Acesso em: 15 mar. 2018.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030297760752> > . Acesso em: 25 mar. 2017.

MERTENS, D. R. Particle size, fragmentation index, and effective fiber: Tools for evaluating the physical attributes of corn silages. **State Dairy Nutrition & Management Conference Proceedings**, p. 211-220, [2005]. Disponível em: < <ftp://173.183.201.52/inetpub/wwwroot/DairyWeb/Resources/4SDNMC2005/Mertens.pdf> > . Acesso em: 12 mar. 2017.

MERTENS, David R. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. In: **Proc. Plains Nutr. Cncl. Spring Conf. San Antonio, TX**. 2002. Disponível em: < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.727.5023&rep=rep1&type=pdf#page=47> > . Acesso em: 20 mar. 2017.

MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of animal science**, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, 2009. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/87/10/3427/4563408> > . Acesso em: 20 out. 2018.

MOONEY, C. S.; ALLEN, M. S. Physical effectiveness of the neutral detergent fiber of whole linted cottonseed relative to that of alfalfa silage at two lengths of cut. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 9, p. 2052-2061, 1997. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030297761502> > . Acesso em: 12 jul. 2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academic Press. p-242. 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8th ed. Washington, D.C.: National Academic Press. p-304. 2016.

NEUMANN, M. et al. Comportamento ingestivo e de atividades de novilhos confinados com silagens de milho de diferentes tamanhos de partícula e alturas de colheita. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 462-473, 2009. Disponível em: < <https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/handle/ri/12406> >. Acesso em: 10 mar. 2017.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64-75, 2014. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037784011400279X> > . Acesso em: 30 ago. 2018.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A. Corn grain for cattle: Influence of processing on site and extent of digestion. In: **Proc. Southwest Nutr. Conf.** 2005. p. 86-112. Disponível em: < <https://fyi.extension.wisc.edu/wbic/files/2010/11/Impact-of-Grain-Processing-and-Quality-on-Holstein-Steer-Performance.pdf> > . Acesso em: 14 nov. 2018.

OWENS, F.. Optimization of feedlot diets with high density of energy and nutrients. **II Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte**. 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Fred_Owens/publication/268249567_OPTIMIZATION_OF_FEEDLOT_DIETS_WITH_HIGH_DENSITY_OF_ENERGY_AND_NUTRIENTS/links/54ec9a2e0cf28f3e653454a0/OPTIMIZATION-OF-FEEDLOT-DIETS-WITH-HIGH-DENSITY-OF-ENERGY-AND-NUTRIENTS.pdf> Acesso em: 06 out. 2018.

PAULO, R. C; RIGO, E. J. Dietas com milho grão inteiro como alternativa em confinamento sem volumoso. **Cadernos de Pós-graduação da FAZU**, v. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/view/510>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

PIRES, A. V. Bovinocultura de corte. In: ALMEIDA, R. et al. **Fazendas de terminação**. 1.ed. v.1. Junho. 2010.

QUEIROZ, M. A. A. et al. Desempenho de cordeiros e estimativa da digestibilidade do amido de dietas com diferentes fontes protéicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 9, p. 1193- 1200, 2008. Disponível em: < <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/434>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

RAMOS, P. R. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 2. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. **Brazilian journal of animal science**, Viçosa. Vol. 29, n. 1 (jan./fev. 2000), p. 300-305, 2000. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v29n1/5762.pdf>>. Acesso em: 10 março. 2019.

RUSTOMO, B.et al. Acidogenic value of feeds II. Effects of rumen acid load from feeds on dry matter intake, ruminal pH, fibre degradability and milk production in the lactating dairy cow. **Canadian journal of animal science**, v. 86, n. 1, p. 119-127, 2006. Disponível em: < <https://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.4141/A04-075#.XJl6yslKjIU> >. Acesso em: 12 jan. 2019.

SILVA, H. L.et al. Indicadores fecais de bovinos nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 2, p. 145-156, 2012. Disponível em: < <http://189.126.110.61/cab/article/view/5992> >. Acesso em: 9 mar. 2017.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, n. 9, 2012. Disponível em: < <http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/viewArticle/491> >. Acesso em: 25 out. 2017.

STONE, W. C. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 13-26, 2004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030204700570>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. EUA. 11 out, 2018. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/livestock-and-poultry-world-markets-and-trade>>. Acesso em: 2 jan. 2019.

WEISS, C. P. et al. Effects of roughage inclusion and particle size on digestion and ruminal fermentation characteristics of beef steers. **Journal of animal science**, v. 95, n. 4, p. 1707-1714, 2017. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article/95/4/1707/4702186>>. Acesso em: 3 set. 2018.

YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M. Barley processing, forage: concentrate, and forage length effects on chewing and digesta passage in lactating cows. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 12, p. 2709-2720, 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203020174725X>>. Acesso em: 27 set. 2018.

ZEBELI, Q. et al. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1041-1056, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021200063X>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

ZEBELI, Q. et al. Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 5, p. 2046-2066, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030208712402>>. Acesso em: 5 set. 2018.

ZEBELI, Q.; DUNN, S. M.; AMETAJ, B. N. Perturbations of plasma metabolites correlated with the rise of rumen endotoxin in dairy cows fed diets rich in easily degradable carbohydrates. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 5, p. 2374-2382, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021100213X>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ZINN, R. A.; OWENS, F. N.; WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 5, p. 1145-1156, 2002. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/80/5/1145/4789491>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

5. ARTIGO - Fibra fisicamente efetiva e parâmetros fecais em confinamentos de bovinos de corte

(Nas normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia)

Fibra fisicamente efetiva e parâmetros fecais em confinamentos de bovinos de corte

Physically effective fiber and fecal parameters in commercial feedlots

Gabriel Santos Persiquini Cunha^{*(1)}, Luis Miguel Gonçalves Fernandes ⁽¹⁾, Moisés de Aguiar Maia ⁽¹⁾, Luciana Castro Geraseev⁽¹⁾, Amália Saturnino Chaves⁽²⁾,

⁽¹⁾ Instituto de Ciências Agrárias (ICA) – UFMG – Campus Regional de Montes Claros
*e-mail: gspzoo@outlook.com

⁽²⁾ Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

RESUMO: O objetivo desse estudo foi avaliar o tamanho de partículas e o teor de fibra fisicamente efetiva (FDNfe) de dietas totais e seus efeitos nos parâmetros fecais de bovinos de corte. As dietas foram separadas utilizando a peneira *Penn State Particle Size Separator* com diâmetros de 19, 8 e 4 mm de porosidade e uma caixa de fundo. Nas amostras de fezes foram avaliadas o escore, pH e amido fecal. Além disso, a dieta e fezes foram analisadas quanto a composição química. As características avaliadas foram submetidas à análise de variância, com auxílio do procedimento PROC MIXED do SAS (2004) utilizando o animal como unidade experimental para as características de parâmetros fecais e lote amostrado para as características das dietas. A porcentagem de partículas retidas em todas as peneiras, foram alteradas pela FDNfe da dieta e foi observado correlação positiva entre partículas maiores que 4mm e FDNfe. Os teores de MS, PB, EE e amido da dieta foram alterados pelo tratamento. Foi observada correlação negativa entre amido da dieta e FDNfe. Dietas com mais de 20% de FDNfe apresentaram maior tamanho de partícula, e menor teor de amido na dieta total. Níveis de exigência de FDNfe para bovinos confinados utilizando da *PSPS* com peneira de 4mm, serão menores, pois maior será a passagem de partículas para a caixa de fundo

PALAVRAS CHAVE: bovinos de corte, tamanho de partícula, pH fecal, amido.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the particle size and the physically effective fiber content (peNDF) of total diets and their effects on fecal parameters of beef cattle. The diets were separated using the Penn State Particle Size Separator with diameters of 19, 8 and 4 mm porosity and a bottom box. In feces samples, the score, pH and fecal starch were evaluated. In addition, diet and feces were

analyzed for chemical composition. The evaluated characteristics were submitted to analysis of variance, using the procedure PROC MIXED of the SAS (2004) using the animal as experimental unit for the characteristics of fecal parameters and batch sampled for the characteristics of the diets. The percentage of particles retained in all sieves was altered by diet NDF and a positive correlation was observed between particles larger than 4 mm and NDF. The contents of DM, CP, EE and dietary starch were altered by the treatment. Negative correlation was observed between dietary starch and NDF. Diets with more than 20% of peNDF presented higher particle size, and lower starch content in the total diet. peNDF requirement levels for cattle confined using PSPS with a 4mm sieve will be lower, since the grater the passage of particles to the bottom box.

KEY WORDS: beef cattle, particle size, fecal pH, starch.

INTRODUÇÃO

O desafio dos sistemas de bovinos de corte confinados atualmente, alimentados com dietas ricas em concentrado, é manter um equilíbrio entre fornecimento de dietas com altas densidades energéticas e carboidratos prontamente digestíveis, com quantidades adequadas de fibra fisicamente efetiva (FDNfe), que são importantes para reduzir os riscos de distúrbios metabólicos e manter o ambiente ruminal saudável (Mertens, 1997).

Mertens (1997) descreveu FDNfe como a porção da fibra que tem a capacidade de estimular a ruminação e manter o ambiente ruminal saudável, unindo as características químicas e físicas das dietas. Consequentemente, aumentar a efetividade da fibra pode auxiliar no aumento do pH ruminal por estimulação da produção de saliva e atividade mastigatória. Além disso, o fornecimento de fibra pode contribuir para um ambiente ruminal adequado para degradação dos carboidratos não estruturais, mantendo sempre o equilíbrio na produção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (Allen, 1997; Stone, 2004).

A FDNfe pode ser estimada somando a quantidade de alimento que ficou retido em peneiras com orifícios de 19, 8 e 4 mm de diâmetro (*Penn State Particule Separator* – PSPS) multiplicado pelo conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) do alimento, antes da separação. Em 2013, a peneira de 1,18 mm foi substituída por uma de 4 mm,

por acreditar que as partículas retidas na peneira de 4 mm não ficando muito tempo no compartimento ruminal, porém são significativas no tamponamento do rúmen, estimulando maior ruminação para produzir maiores quantidades de saliva (Heinrichs; Kononoff, 2013).

Dessa forma, com dietas cada vez mais ricas em energia digestível (amido) e sendo esse um dos insumos mais onerosos em um confinamento, sua avaliação nas fezes pode ser utilizado como indicador da digestibilidade no trato digestivo total de bovinos e indiretamente como adequação de FDNfe na dieta (Queiroz *et al.*, 2008). Portanto a degradação ruminal do amido pode ser avaliada de forma exata com base no amido fecal, pois existe alta correlação entre o teor de amido fecal e sua digestibilidade no rúmen (Zinn *et al.*, 2007). De forma mais prática, o pH e escore fecal também estão relacionados indiretamente com a digestibilidade ruminal do amido, pois quanto maior o amido nas fezes menor será o pH e escore fecal (Silva; Neumann, 2012; Gentry *et al.*, 2016; Melendez; Roy, 2016). Apesar da importância de avaliação dos parâmetros fecais sobre a digestibilidade dos nutrientes, são escassos os dados experimentais correlacionando o teor de fibra na dieta e parâmetros fecais em bovinos, sejam eles bovinos de corte ou de leite (Silva; Neumann, 2012).

No Brasil, o conceito de FDNfe não é muito difundido em confinamentos de bovinos de corte e a peneira da *PSPS* na maioria das fazendas não é utilizada para averiguar o tamanho das partículas das dietas. Desta forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o tamanho de partículas e o teor de fibra fisicamente efetiva de dietas totais e seus efeitos nos parâmetros fecais de bovinos de corte em confinamentos comerciais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos realizados nesta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais sob o protocolo de número 195/2017.

Foram visitados entre os meses 09/2017 a 03/2018, 15 confinamentos de bovinos de corte no raio de 191 km do município de Montes Claros (16°44'13" S e 43°51'53" O).

Durante as visitas foram coletadas informações de grupo genético (GG), categoria animal (fêmea, macho castrado ou inteiro) de 2 a 4 lotes aleatórios em cada

confinamento. Os GG foram separados em animais da raça nelore, cruzamento industrial (Angus X Nelore) e animais cruzados com outras raças zebuínas ou oriundos de cruzamentos leiteiros (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição das unidades experimentais (baidas) amostradas por confinamento.

Confinamento	Nº baias amostradas	Nº animais amostrados	Grupo Genético	Sexo
1	2	8	Nelore	Macho
2	4	12	Nelore	Macho
3	4	12	AngusxNelore/Nelore	Macho
4	3	9	Cruzado/Guzerá	Macho/Fêmea
5	4	12	Cruzado	Macho
6	4	12	Cruzado/Nelore	Macho
7	2	6	Cruzado	Macho
8	3	9	Cruzado/Nelore	Macho/Fêmea
9	3	9	Nelore	Macho/Fêmea
10	2	6	Nelore	Macho/Fêmea
11	4	12	Cruzado/Nelore	Macho
12	4	12	Cruzado/Nelore	Macho
13	2	6	Nelore	Macho/Fêmea
14	4	12	AngusXNelore	Macho
15	4	12	AngusXNelore	Macho castrado

Além disso, foram coletadas amostras de dieta total, sempre no meio da estação do confinamento, após o período de adaptação à dieta. A dieta total foi coletada diretamente do misturador na hora do trato. As amostras da dieta foram separadas (em duplicata) utilizando a peneira *PSPS* com diâmetros de 19, 8 e 4 mm de porosidade e uma caixa de fundo, e analisadas quanto à distribuição de tamanho médio de partícula (TMP) e % de partículas retidas em cada peneira, conforme descrito por Heinrichs e Kononoff (2013).

O teor FDNfe foi calculado utilizando duas metodologias: FDNfe.FDN da dieta total multiplicado pela proporção cumulativa de partículas retidas nas peneiras acima de 4 mm de porosidade (Heinrichs; Kononoff, 2013); FDNfe₁. somatório dos valores de FDNfe de cada uma das três peneiras (O teor de FDN foi mensurado separadamente em cada peneira e multiplicado pela proporção cumulativa de partículas retidas da correspondente peneira) (Rustomo *et al.*, 2006). Utilizando a metodologia de Heinrichs e Kononoff (2013) para o cálculo, as fazendas foram categorizadas em dois grupos: FDNfe <20% (8 confinamentos) e FDNfe ≥ 20% (7 confinamentos). O valor de 20% de FDNfe para separação dos grupos foi definida com base nas recomendações do NRC

(2016) e Fox e Tedeschi (2002), quando o objetivo é otimizar a degradação da forragem, pelo fato da região estudada utilizar dietas com níveis elevados de volumoso.

A fim de avaliar as ocorrências de distúrbios gastrointestinais foram avaliadas escore e pH fecal nos períodos da manhã e tarde, somente no dia da coleta das amostras de dieta total. A medida de escore fecal (ESC) foi determinada por avaliação visual, como segue: 1= líquido: consistência líquida e espalha-se facilmente no impacto sobre o chão; 2 = suave: fezes moles derramam moderadamente e difusamente com o impacto no solo, fazendo o som de um respingo de objeto em contato com a água; 3=consistente, formando uma massa, mas pastoso e um pouco disperso quanto estabelece o impacto com o solo; 4 = aparência dura, e quando em contato com o solo tem forma inalterada (Irelandpperry; Stalling, 1993).

Para determinação do pH fecal, amostras de fezes foram coletadas diretamente do chão após a avaliação do ESC, retirando uma amostra da parte superior das fezes, sempre tomando todos os cuidados para não haver contaminação com solo. O pH fecal foi determinado após a adição de 100 ml de água destilada e 15 g de fezes frescas em recipiente, com introdução da ponta do eletrodo de um pHmetro microprocessado (AK 103®) (Turgeon *et al.*, 1983).

Foi realizada uma amostra composta da dieta total e fezes de cada fazenda e cada porção foi seca em estufa de ventilação forçada a $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 72 horas e processadas em moinho do tipo Willey com peneira de 1 mm. As amostras foram analisadas quanto aos teores de matéria seca a 105°C , matéria mineral, extrato etéreo e proteína bruta de acordo com a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1975); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) de acordo com metodologia sugerida por Van Soest *et al.* (1991). O carboidrato não fibroso (CNF) foi calculado por meio da equação sugerida por Weiss (1999). Para determinação do amido foi utilizada metodologia laboratorial de Hall (2009) (Tabela 2). As dietas eram constituídas por diferentes fontes de alimentos volumosos (silagens de capim, cana-de-açúcar, milho e sorgo) e concentrado (grãos de milho com diferentes processamentos, sorgo e polpa cítrica), com inclusões diversas dos respectivos alimentos.

Tabela 2 - Composição química e características físicas da dieta total avaliada nos confinamentos comerciais.

NUTRIENTES	FDNfe<20% N=8	FDNfe≥20 N=7
Matéria Seca (%M. Natural)	54,08	43,00
Proteína Bruta (% na MS)	14,86	11,62
Extrato Etéreo (% na MS)	6,63	4,45
FDN (% na MS)	40,01	43,15
FDA (% na MS)	21,89	23,59
Cinzas (% na MS)	7,22	6,89
Amido (% na MS)	33,32	27,69

Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidrato não fibroso (CNF) de acordo com Weiss (1999).

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância, com auxílio do procedimento PROC MIXED do SAS (2004) utilizando o animal como unidade experimental para as características de parâmetros fecais e lote amostrado para as características das dietas. O modelo incluiu os efeitos de tratamento e covariável (sexo e GG).

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + T_k + e_{ijk}$$

Em que: μ = média geral; G_i = efeito de grupo genético; S_j = efeito de sexo; T_k = efeito de tratamento; e_{ijk} = erro residual, assumido identicamente e independentemente distribuído em uma distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

Quando $P \leq 0,05$ o teste de comparação de médias foi realizado usando a instrução LSMEANS com a opção PDIF no SAS. Para todas as análises os efeitos foram considerados significativos a 5%.

Para determinar o coeficiente de correlação entre as variáveis estudadas nesta pesquisa, foi utilizada a correlação de Pearson, segundo procedimento CORR do programa SAS (SAS, 2004).

Resultados e discussão

A porcentagem de partículas retidas em todas as peneiras, foram alteradas pela FDNfe da dieta (Tabela 3). O tratamento FDNfe $\geq 20\%$ apresentou maior ($P < 0,05$) porcentagem de partículas retidas nas peneiras de 19, 8 e 4 mm, maior ($P < 0,0001$)

porcentagem de partículas maiores que 4 mm e uma menor ($P < 0,0001$) porcentagem de partículas menor de 4 mm em comparação com o tratamento FDNfe $< 20\%$ ($P < 0,0001$).

Tabela 3. Separação de partículas de acordo com FDNfe estimado em cada tratamento, e análise química das dietas experimentais.

	Tratamentos		EPM	Pvalor
	FDNfe<20%	FDNfe≥20%		
% Retida nas peneiras na MS				
19 mm	2.5333	5.0441	1.1366	0,0336
8 mm	12.6191	21.9859	2.5959	0,0008
4 mm	25.5404	34.8689	1.8930	<0,0001
Partículas > 4mm	39,4902	62,1818	2,5287	<0,0001
Partículas < 4mm	60,5069	37,8177	2,5288	<0,0001
FDNfe	16,2871	26,0750	1,0158	<0,0001
FDNfe ₁	18,3578	28,0042	1,2751	<0,0001
Análise química Dieta total				
Matéria seca (%M. Natural)	54,0843	43,4372	1,9242	<0,0001
Proteína bruta (% na MS)	14,8612	11,6156	0,5522	<0,0001
Extrato etéreo (% na MS)	6,6292	4,4519	0,5399	0,0002
FDN (% na MS)	40,0121	43,1533	1,7913	0,0868
FDA (% na MS)	21,8877	23,5925	1,1594	0,1489
Amido (% na MS)	33,3213	27,2092	2,2653	0,0100

Partículas maiores que 4 mm (PART>4), partículas menores que 4 mm (PART<4), fibra fisicamente efetiva dos tratamentos (FDNfe<20 e FDN≥20) (Heinrichs; Kononoff, 2013), fibra fisicamente efetiva (FDNfe) (Heinrichs; Kononoff, 2013), fibra fisicamente efetiva 1 (FDNfe₁) – (Rustomo et al., 2006), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA).

O valores de FDNfe e FDNfe₁ foram maiores para no tratamento FDNfe ($P < 0,0001$) devido ao aumento de partículas retidas nas 3 peneiras (total de partículas retidas nas peneiras de 19, 8 e 4,0 mm). Alamouti *et al.*, (2009), ao trabalharem com feno de alfafa picado fino e longo para vacas em lactação, observaram que a dieta contendo feno de alfafa com tamanho de partícula longo, apresentou maior teor de matéria seca retida nas primeiras peneiras e FDNfe mais alto.

Weiss *et al.* (2017) ao avaliaram os efeitos da inclusão (5 e 10 % MS) e do grau de moagem (longa e curta) de caule de milho em dietas de terminação de bovinos de corte observaram maior FDNfe com a inclusão de 10% de caule de milho com moagem longa, mas não observaram diferença na efetividade da fibra entre os outros tratamentos. Os autores sugeriram também que a maior FDNfe para dietas com 10% de caule de

milho com moagem longa foi devido ao aumento de partículas retidas na três peneiras superiores.

Os teores de MS, PB, EE e amido da dieta foram maiores no tratamento FDNfe < 20% ($P < 0,05$), entretanto os teores de FDN e FDA não apresentaram diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). Essa maior concentração de nutrientes nas dietas com FDNfe < 20% pode ser atribuída pela baixa inclusão de volumoso na dieta, pois quando é utilizado maior inclusão de volumoso em dietas de terminação, sua qualidade pode interferir tanto na disponibilidade de energia metabolizável, quando na disponibilidade dos nutrientes.

No atual estudo, as semelhanças nos teores de FDN e FDA podem ser atribuídas à substituição do volumoso no tratamento FDNfe < 20% por um subproduto de alta fibra ou com maior tamanho de partícula, pois uma menor inclusão de volumoso com um partícula maior tamanho pode fornecer FDNfe semelhante ao de uma maior inclusão de volumoso com um tamanho de partícula menor (Weiss *et al.*, 2017).

Caetano *et al.* (2015), avaliaram o desempenho de animais da raça Nelore, alimentados com diferentes concentrações de FDN de forragens (3, 8,13 e 18% de FDN), com a inclusão de dois tipos de milho (milho seco moído e milho úmido), observaram que a dieta com 18% de FDN de forragem, apresentou menor concentração de amido da dieta (36,73% e 42,74% respectivamente) em relação a deita com inclusão de 3%, que possuía maior concentração de amido (50,58% e 55,12% respectivamente).

Resultados de escore, pH e análise química de fezes não foram influenciados pelos tratamentos ($P > 0,05$), exceto para MS fecal que foi maior em dieta com FDNfe < 20% ($P < 0,05$) (Tab. 4).

223 **Tabela 4.** Parâmetros fecais de acordo com FDNfe dos confinamentos.

	Tratamentos			
	FDNfe<20%	FDNfe≥20	EPM	Pvalor
Escore de fezes				
Manhã	2,6303	2,8599	0,1873	0,2270
Tarde	2,9229	3,0385	0,1788	0,5213
pH fecal				
Manhã	6,0634	6,3196	0,1287	0,0530
Tarde	6,1473	6,2627	0,1035	0,2713
Análise química fezes				
Matéria seca	24,0827	20,9984	0,7287	0,0001
Proteína bruta	13,6855	13,2889	0,4759	0,4094
Extrato etéreo	4,2780	3,7349	0,5098	0,2938
FDN	51,4569	53,0192	1,7084	0,3657
FDA	29,6322	30,4148	1,2704	0,5412
Amido	15,4408	14,2096	1,9677	0,5349

224 Escore de fezes (IRELANPPERRY; STALLING, 1993); EPM=erro padrão da média.

225
226 O maior teor de MS fecal em dietas com menor efetividade de fibra
227 possivelmente ocorreu em consequência do maior teor de MS da dieta total. Além disso,
228 dietas de terminação com maior inclusão de amido tendem a aumentar a digestibilidade
229 da MS. Esses resultados concordam com os de Hales *et al.* (2014) e Weiss *et al.* (2017)
230 que relataram menor digestibilidade de MS quando foram incluídos níveis crescentes de
231 volumoso em dietas de terminação. Weiss *et al.* (2017) observaram que a inclusão de
232 maior porcentagem de fibra na dieta aumentou a produção fecal de MS.

233 Trabalhos que avaliaram parâmetros fecais e FDNfe são escassos e alguns
234 autores observaram que o baixo pH fecal está associado com elevado conteúdo de
235 amido fecal (Irelandpperry; Stallings, 1993; Silva *et al.*, 2012), entretanto no presente
236 trabalho apesar da diferença no teor de amido fecal nas dietas, não observamos
237 diferença na excreção do amido nas fezes, portanto possivelmente não houve
238 fermentação deste amido no intestino grosso.

239 Em trabalho utilizando dietas de milho grão inteiro e dois tipos de volumoso,
240 Silva *et al.*, (2012), observaram que os animais que receberam a dieta com menor teor
241 de FDNfe, apresentaram menor escore de consistência de fezes (2,92), diferente do
242 resultado encontrado no trabalho, onde não foram observadas diferenças na consistência
243 fecal entre os tratamentos.

244 Foi observado correlação positiva ($P<0,0001$), entre partículas maiores que 4mm
245 e FDNfe e FDNfe1 (Tabela 5) e correlação negativa ($P<0,0001$) com a matéria seca
246 fecal.

Houve correlação positiva ($0 < 0,0001$) para os dois métodos utilizados para determinar o FDNfe das amostras, indicando que os dois métodos podem ser utilizados para determinar a efetividade física de dietas em confinamento. Apesar de ser mais precisa, a metodologia de Rustomo *et al.*, (2006) (FDNfe1) a metodologia de Heinrichs; Kononoff (2013) (FDNfe) é mais prática e menos dispendiosa, sendo mais aplicável a campo (Zebelli *et al.*, 2012).

No entanto, deve-se ter cuidado ao utilizar a FDNfe quando se trabalha com grãos inteiros e suplementos peletizados, pois esses ingredientes podem ficar retidos na peneira de 4 mm, aumentando o valor da FDNfe, entretanto são ingredientes rapidamente fermentados (Henrichs; Kononoff, 2013). NRC (2016) indica que esta limitação pode ser superada calculando o FDNfe apenas das forragens utilizadas na dieta total, omitindo o FDNfe de alimentos processados

Observa-se que o amido da dieta total foi correlacionado negativamente ($P < 0,0001$) com a FDNfe, significa que dietas com menor efetividade apresentam maior teor de amido, pois possuem maior porcentagem de partículas menores que 4 mm, sendo esta característica, prevalente em dietas ricas em alimentos concentrado (Gentry *et al.*, 2016).

264 **Tabela 5.** Análise de correlação das variáveis avaliadas nos confinamentos de bovinos de corte.

Características	Part>4 mm	Part<4mm	pH M	pH T	FDNfe	FDNfe1	Amido DT	Amido fezes	MS fezes	FDN fezes
Part>4 mm	1,00	-1,00***	0,239	0,237	0,857***	0,781***	-0,270	-0,256	-0,640***	0,179
Part<4mm		1,00	-0,239	-0,237	-0,873***	-0,781***	0,270	0,256	0,640***	-0,179
pH M			1,00	0,642***	0,311*	0,427**	-0,393**	-0,389**	-0,339*	0,421**
pH T				1,00	0,284*	0,307*	-0,376**	-0,646***	-0,410**	0,557***
FDNfe					1,00	0,862***	-0,594***	-0,209	-0,596***	0,260
FDNfe1						1,00	-0,642***	-0,263	-0,537***	0,276
Amido DT							1,00	0,001	0,313*	-0,111
Amido fezes								1,00	0,554***	-0,787***
MS fezes									1,00	-0,403**
FDN fezes										1,00

265

266 Partículas maiores que 4 mm (PART>4), partículas menores que 4 mm (PART<4), escore de fezes na manhã e na tarde (ESCM, ESCT), pH fecal na manhã e na tarde (PHM, PHT),
 267 fibra fisicamente efetiva das dietas (FDNfe) (Heinrichs; Kononoff, 2013), fibra fisicamente efetiva 1 (FDNfe1) – (Rustomo et al., 2006), amido dieta total (amido DT), matéria seca
 268 (MS), fibra em detergente neutro (FDN). P<0,05 *. P<0,01**. P<0,001***.

A MS fecal foi correlacionada negativamente ($P<0,05$) com partículas maiores que 4mm, FDNfe e pH fecal e positivamente com partículas menores que 4mm, amido da dieta total e fecal. O FDN fecal apresentou correlação positiva ($P<0,05$) com pH fecal e negativamente com amido fecal e MS fecal, portando quanto maior o pH fecal, maior será o FDN fecal e menor amido fecal com menor matéria seca. Apesar de não encontrarmos diferenças entre os tratamentos para o pH fecal, este parâmetro foi correlacionado negativamente ($P<0,05$) com amido da dieta total e fecal, concordando com dados apresentados por Channon, Rowe e Herd (2004).

Caetano (2008) observou correlação positiva entre MS fecal e amido fecal. Resultado este diferente de outros trabalhos, que correlacionaram níveis mais elevados de amido fecal com MS fecal menor, devido à consistência das fezes (Channon; Rowe; Herd, 2004). Os parâmetros fecais aqui estudados, podem fornecer valiosas informações enquanto a saúde ruminal de bovinos, porém devem ser melhor avaliadas quanto ao processamento dos alimentos, genética e correlação entre os parâmetros.

Conclusões

Dietas que possuem mais de 20% de FDNfe, apresentam maior tamanho de partícula, menor teor de amido adicionado na dieta total, conseqüentemente menor MS fecal. A MS fecal apresenta ter correlação positiva com amido da dieta total e fecal, enquanto o pH fecal é correlacionado negativamente com amido da dieta total e fecal, sendo essas duas variáveis, pH e MS, parâmetros mais prático e indiretos de mensuração do amido fecal e avaliação da efetividade da dieta fornecida aos ruminantes.

Embora a mensuração da FDN em cada peneira possa resultar em um valor de FDNfe mais preciso, observamos que a mensuração utilizando da FDN da dieta total é um procedimento mais prático e menos oneroso. Embora os resultados utilizados como referência da efetividade física da dieta para bovinos de corte foram obtidos a partir da *PSPS* com peneira de 1,18mm, concluímos que os níveis de exigência de FDNfe para bovinos confinados utilizando da *PSPS* com peneira de 4mm, serão menores, pois maior será a passagem de partículas para a caixa de fundo, somando uma menor quantidade de material retidos nas três peneiras para o cálculo de FDNfe. Ainda é necessário novos

301 estudos utilizando do novo material, para confirmar os dados obtidos no trabalho, para
302 formulação de dietas com níveis ideais de FDNfe.

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

Referências

ALAMOUTI, A. A. et al. Effects of inclusion of neutral detergent soluble fibre sources in diets varying in forage particle size on feed intake, digestive processes, and performance of mid-lactation Holstein cows. **Animal feed science and technology**, v. 154, n. 1-2, p. 9-23, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840109002314>>. Acessado em: 18 de nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). **Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. 2018. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/estatisticas-mar18.pdf>> Acessado em: 18 de jul. 2018.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: Association of Analytical Chemistry. 1094p. 1975.

CAETANO, M. et al. Effect of flint corn processing method and roughage level on finishing performance of Nellore-based cattle. **Journal of animal science**, v. 93, n. 8, p. 4023-4033, 2015. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/93/8/4023/4701815>>. Acessado em: 15 de abril. 2019.

CAETANO, M. **Estudo das perdas de amido em confinamentos brasileiros e do uso do amido fecal como ferramenta de manejo de bovinos confinados**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.crpbz.com.br/PortalUploads/Docs/478.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2017.

CHANNON, A. F.; ROWE, J. B.; HERD, R. M. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, n. 5, p. 469-474, 2004. . Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/248891825_Genetic_variation_in_starch_dige

stion_in_feedlot_cattle_and_its_association_with_residual_feed_intake > . Acesso em: 8 mar. 2017.

FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O. Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle. In: **Proceedings of Plains Nutrition Conference**, p.1-16, 2002. Disponível em: <
http://www.nutritionmodels.com/papers/FoxandTedeschiPNC2002.pdf >. Acesso em: 20 ago. 2017.

HALES, K. E.; BROWN-BRANDL, T. M; FREETLY, H. C. Effects of decreased roughage concentration on energy metabolism and nutrient balance in finishing beef cattle. **Journal Animal Science**. v. 92. n. 1, p.264–271. 2014. Disponível em <
https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1263&context=hruskareports >. Acesso em: 02 jan. 2019.

HALL, M. B. Determination of starch, including maltooligosaccharides, in animal feeds: Comparison of methods and a method recommended for AOAC collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 92, n. 1, p. 42-49, 2009. Disponível em <
https://www.ingentaconnect.com/content/aoac/jaoac/2008/00000092/00000001/art00021 >. Acesso em: 02 mar. 2018.

HEINRICHS, J.; KONONOFF, P. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator. **Dairy e Animal Science**, p. 1-14, 2013. Disponível em: <http://storti.com/documenti/doc_app/evaluating-particle-size-of-forages.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2017.

HOFFMANN, A. et al. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período da seca. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 119-130, 2014. Disponível em: <
https://www.researchgate.net/profile/Nativa_Pesquisas_Agrarias_E_Ambientais/publication/266855686_PRODUCAO_DE_BOVINOS_DE_CORTE_NO_SISTEMA_DE_PASTOSUPLEMENTO_NO_PERIODO_SECO_BEEF_CATTLE_PRODUCTION_IN_PASTURESUPPLEMENT_SYSTEM_IN_DRY_SEASON/links/543deec0cf2d6934ebd

0149/PRODUCAO-DE-BOVINOS-DE-CORTE-NO-SISTEMA-DE-PASTO-
SUPLEMENTO-NO-PERODO-SECO-BEEF-CATTLE-PRODUCTION-IN-
PASTURE-SUPPLEMENT-SYSTEM-IN-DRY-SEASON.pdf >. Acesso em: 30 set.
2018.

IRELANDPERRY, R. L.; STALLINGS, C. C. Fecal consistency as related to dietary
composition in lactating Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 4, p. 1074-
1082, 1993. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030293774366> >. Acesso em: 25
maio 2017.

LANNA, D.P.D; ALMEIDA, R; NEPOMUCENO, N.H.B. et al. **RLM 3.0 – ração de
lucro máximo**: versão 3.0, manual do usuário. Piracicaba: ESALQ. Departamento de
Zootecnia, 2005.

MEDEIROS, J. A. V.; DA CUNHA, C. A.; WANDER, A. E. Viabilidade econômica de
sistema de confinamento de bovinos de corte em Goiás. In: **Embrapa Arroz e Feijão-
Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE
BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL,
2015, João Pessoa. Agropecuária, meio ambiente e desenvolvimento: anais. João
Pessoa. 2015. Disponível em: <
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1022229> > Acesso em: 15 mar. 2017.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy
cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997. Disponível em:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030297760752> >. Acesso em:
25 mar. 2017.

MERTENS, D. R. Particle size, fragmentation index, and effective fiber: Tools for
evaluating the physical attributes of corn silages. **State Dairy Nutrition &
Management Conference Proceedings**, p. 211-220, [2005]. Disponível em:

<<ftp://173.183.201.52/Inetpub/wwwroot/DairyWeb/Resources/4SDNMC2005/Mertens.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academic Press. p-242. 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8th ed. Washington, D.C.: National Academic Press. p-304. 2016.

OBEID, J. A. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade e desempenho produtivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2434-2442, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v35n6/33.pdf> >. Acesso em: 8 mar. 2017.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64-75, 2014. Disponível em:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037784011400279X>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

PAULO, R. C; RIGO, E. J. Dietas com milho grão inteiro como alternativa em confinamento sem volumoso. **Cadernos de Pós-graduação da FAZU**, v. 3, 2013. Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/view/510>>. Acesso em: 12 mar. 2017

RUSTOMO, B.; ALZAHAL, O.; CANT, J. P. et al. Acidogenic value of feeds II. Effects of rumen acid load from feeds on dry matter intake, ruminal pH, fibre degradability and milk production in the lactating dairy cow. **Canadian journal of animal science**, v. 86, n. 1, p. 119-127, 2006. Disponível em: < <https://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.4141/A04-075#.XJl6yslKjIU> >. Acesso em: 12 jan. 2019

SILVA, H. L. **Dietas de alta proporção de concentrado para bovinos de corte confinados**. 2009. 87 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009. Disponível em: <
<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/1173/1/tese%20helio%20ciencia%20ani>
 > Acesso em: 20 maio 2017.

SILVA, H. L. et al. Indicadores fecais de bovinos nelore alimentados com dietas de alta proporção de concentrado. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 2, p. 145-156, 2012. Disponível em:< <https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/handle/ri/12445>>. Acesso em: 9 mar. 2017.

STELLA, T. R. **Desempenho, característica de carcaça e parâmetros fecais indicativos da digestão do amido e suas relações com a eficiência alimentar de bovinos nelore**. 2010. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2010. Disponível em:< <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-21022011-113521/en.php>>. Acesso em: 8 mar. 2017.

TURGEON, O. A.; BRINK, JR. D. R.; R. A. BRITTON, R. A. Corn particle size mixtures, roughage level and starch utilization in finishing steer diets. **Journal of Animal Science**, v. 57, n. 3, p. 739-749, 1983. Disponível em: <
<https://academic.oup.com/jas/articleabstract/57/3/739/4768469?redirectedFrom=fulltext>
 >. Acesso em: 12 mar. 2017.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030291785512>>. Acesso em:
 16 mar. 2018.

VASCONCELOS, J. T.; GALYEAN, M. L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. **Journal of animal science**, v. 85, n. 10, p. 2772-2781, 2007. Disponível em: < <https://pdfs.semanticscholar.org/0c18/04d9405eced48ce21d3a7696c5bd272f6ca8.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

WEISS, C. P. et al. Effects of roughage inclusion and particle size on digestion and ruminal fermentation characteristics of beef steers. **Journal of animal science**, v. 95, n. 4, p. 1707-1714, 2017. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jas/article/95/4/1707/4702186> >. Acesso em: 3 set. 2018.

ZEBELI, Q.; ASCHENBACH, J. R.; TAJAJ, M. et al. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1041-1056, 2012. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021200063X> >. Acesso em: 10 jan. 2018.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dietas que possuem mais de 20% de FDNfe, apresentam maior tamanho de partícula, menor teor de amido adicionado na dieta total, consequentemente menor MS fecal. A MS fecal apresenta ter correlação positiva com amido da dieta total e fecal, enquanto o pH fecal é correlacionado negativamente com amido da dieta total e fecal, sendo essas duas variáveis, pH e MS, parâmetros mais prático e indiretos de mensuração do amido fecal e avaliação da efetividade da dieta fornecida aos ruminantes.

Embora a mensuração da FDN em cada peneira possa resultar em um valor de FDNfe mais preciso, observamos que a mensuração utilizando da FDN da dieta total é um procedimento mais prático e menos oneroso. Embora os resultados utilizados como referência da efetividade física da dieta para bovinos de corte foram obtidos a partir da *PSPS* com peneira de 1,18mm, concluímos que os níveis de exigência de FDNfe para bovinos confinados utilizando da *PSPS* com peneira de 4mm, serão menores, pois maior será a passagem de partículas para a caixa de fundo, somando uma menor quantidade de material retidos nas três peneiras para o cálculo de FDNfe. Ainda é necessário novos estudos utilizando do novo material, para confirmar os dados obtidos no trabalho, para formulação de dietas com níveis ideais de FDNfe.