

636.084.4

A 283 a

C92459180

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO DO TEOR DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO(FDN)
E ÁCIDO (FDA) POR MEIO DE DIFERENTES METODOLOGIAS
APLICADAS A ALIMENTOS VOLUMOSOS**

Autor: Rodrigo da Penha Soares Aguiar
Orientador: Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron

UNEMAT
Campus Universitário de Pontes e Lacerda - MT
BIBLIOTECA

"Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA".



PONTES E LACERDA
DEZEMBRO /2011

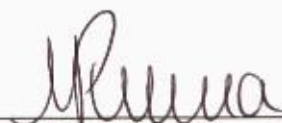
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO DO TEOR DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO
(FDN) E ÁCIDO (FDA) POR MEIO DE DIFERENTES
METODOLOGIAS APLICADAS A ALIMENTOS VOLUMOSOS**

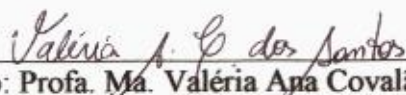
Autor: Rodrigo da Penha Soares Aguiar



Orientador: Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron



Membro: Profa. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangelli



Membro: Profa. Ma. Valéria Apa Covalã dos Santos

PONTES E LACERDA
DEZEMBRO/2011

A minha família, a qual sempre me incentivou,
a meus pais Antonio Ferreira Aguiar,
Domingas da Penha Assis Soares Aguiar,
As minhas irmãs Tatiane Soares Aguiar e
Cristiane Soares Aguiar.

Dedico-lhes de coração.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças e iluminado meu caminho para que pudesse concluir mais uma etapa da minha vida.

A meu pai Antonio Ferreira Aguiar por sempre acreditar em mim e fazer de um sonho realidade por todo amor e dedicação que sempre teve comigo homem pelo qual tenho maior orgulho de chamar de pai; pessoa que sigo como exemplo, pai dedicado, amigo batalhador, que abriu mão de muitas coisas para me proporcionar a realização deste trabalho.

A minha mãe Domingas da Penha Assis Soares Aguiar pelas palavras de sabedoria e carinho nas horas difíceis, me apoiando e acreditando na minha capacidade e não me deixando desistir e mostrando que sou capaz de chegar onde desejo.

As minhas irmãs Tatiane Soares Aguiar e Cristiane Soares Aguiar pelo carinho e atenção que sempre tiveram comigo.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, por ter possibilitado a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron por ter participado da minha formação acadêmica, orientar e auxiliar no desenvolvimento do meu conhecimento científico e profissional e pela confiança em mim depositada durante o período de convívio.

Ao Departamento de Zootecnia e aos professores do curso de Zootecnia, pela paciência, e colaboração no desenvolvimento dos meus conhecimentos, cada um de forma especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e para minha formação profissional.

A prefeitura municipal de Nova Nazaré – MT, hoje na pessoa da prefeita Railda de Fátima Alves por ter contribuindo com uma bolsa de estudo ao longo dessa caminhada, na minha formação na Universidade.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os meus amigos, e colegas, principalmente aos amigos próximos que compartilharam no trabalho e no lazer.

“Zootecnia? O que é isso? Quantas vezes você teve que explicar o que é Zootecnia e o que faz o Zootecnista? Se você tá cansado desabafe relatando suas experiências... O Zootecnista é o profissional das ciências agrárias responsável pela criação racional de animais domésticos ou daqueles em domesticação (silvestres). Entendendo criação como todo o complexo que engloba desde o planejamento agropecuário, a pesquisa nas áreas de seleção e melhoramento animal, nutrição na forma de pastagens e rações balanceadas, as instalações que aliam conforto, produtividade e o envolvimento com o meio ambiente, passando pelas relações humanas entre empresários, técnicos e os trabalhadores rurais, finalizando com um produto econômico e de qualidade. Para o Zootecnista, a preocupação começa antes mesmo do animal nascer, com a aplicação de técnicas para melhorar geneticamente as criações; segue ao longo da vida do animal, com o controle da nutrição e do manejo dos rebanhos; e ultrapassa o abate, com a fiscalização dos alimentos.”

(Anônimo)

RESUMO

Objetivou-se avaliar e comparar o teor de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) de alimentos volumosos (silagem de milho - SMI; silagem de sorgo - SSO; *Brachiaria brizantha* cv. Marandu - BMA; *Panicum maximum* cv. Massai - PMA; *Panicum maximum* cv. Mombaça - PMO; *Brachiaria humidicola* - BHU e cana - de- açúcar - CAN) obtidos pela metodologia convencional (MCO), metodologia do *Filter Bag Technique da Ankom®* (FBT) e pela metodologia da EMBRAPA (EMB). Para as determinações de FDN e FDA dos alimentos pelo MCO foi utilizado 1,0 g de amostra seca ao ar, alocada em um becker de 600 mL e adicionado 100 mL de solução detergente neutro e ácido, respectivamente, o qual foi acoplado no aparelho digestor de fibra modelo MA 455/850 (Marconi®). Para as análises do teor de FDN e FDA obtidas pelo método do *Filter Bag Technique da Ankom®* (FBT), foi utilizados 2.500 mL de solução detergente neutro e ácido, respectivamente, por meio do aparelho determinador de fibra modelo TE-149 (Tecnal®) semelhante a *Ankom®*. Para análise do teor de FDN e FDA dos alimentos proposto pela EMBRAPA, no bloco digestor (Tecnal) foi utilizado a quantidade de 0,35 g de amostra seca ao ar e 35 mL de solução detergente neutra e ácida respectivamente, além de 0,35 g de Na₂SO₃, (sulfeto de sódio anidro). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. As análises estatísticas da variável estudada foram interpretadas por meio de análise de variância. As diferenças obtidas para a variável estudada das diferentes fontes de alimentos foram analisadas por meio de teste de Tukey, considerando 5% de significância. Foi observado que as diferentes metodologias de determinação do teor FDN e FDA não diferiram ($p>0,05$) entre si, para os seguintes alimentos silagem de milho, silagem de sorgo, *Panicum maximum* cv. Massai; *Panicum maximum* cv. Mombaça, cana-de-açúcar. Assim, conclui-se que os pesquisadores e técnicos que realizam a determinação da fibra em detergente neutro e ácido dos alimentos volumosos poderão utilizar a metodologia desenvolvida pela EMBRAPA, uma vez que esta apresenta um menor gasto de reagentes e consequentemente menor custo operacional.

Palavras- chave: determinação bromatológica, equipamentos de análises, forragem.

ABSTRACT

The objective was to evaluate and compare the content of neutral detergent fiber (NDF) and acid (ADF) in forages (corn silage - SMI; sorghum silage - SSO; *Brachiaria brizantha* cv. Marandu - BMA; *Panicum maximum* cv. Massai - WFP, *Panicum maximum* cv. Mombasa - PMO; *Brachiaria humidicola* - BHU and cane - sugarcane - CAN) obtained by conventional methodology (MCO), the methodology of the Filter Bag Technique ® Ankom (FBT) and the methodology of EMBRAPA (EMB). For the determination of NDF and ADF of food by the MCO was used 1.0 g of air dried sample, allocated in a 600 mL beaker and added 100 mL of neutral detergent and acid, respectively, which was engaged in the digestive system MA 455/850 fiber model (Marconi ®). For analysis of the content of NDF and ADF obtained by the method of the Filter Bag Technique ® Ankom (FBT) was used 2500 mL of neutral detergent and acid, respectively, by means of the apparatus determiner fiber model TE-149 (Tecnal ®) similar to Ankom ®. For analysis of the NDF and ADF content of foods proposed by EMBRAPA, the block digester (Tecnal) was used the amount of 0.35 g of dry sample in air and 35 mL of neutral detergent and acid respectively, and 0.35 g of Na₂SO₃ (anhydrous sodium sulfate). The experimental design was completely randomized. Statistical analysis of the variables studied were interpreted by analysis of variance. The differences obtained for the variable studied from different food sources were analyzed by Tukey test, considering 5% significance level. It was noted that different methodologies for determining the content of NDF and ADF did not differ ($p > 0.05$) among themselves, for the following food corn silage, sorghum silage, *Panicum maximum* cv. Massai, *Panicum maximum* cv. Mombasa, cane sugar. Thus, it is concluded that researchers and technicians who perform the determination of neutral detergent fiber and acid from bulky foods may use the methodology developed by EMBRAPA, since this provides a lower cost of reagents and thus lower operating costs.

Keywords: chemical determination, analytical equipment, fodder.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Carboidratos	11
2.2 Método de determinação de fibra	12
2.2.1 Fibra em detergente neutro (FDN) fibra em detergente ácido (FDA)	14
2.3 Ingestão de fibra para ruminantes	15
2.3.1 Fibra efetiva	17
2.4 Digestibilidade da fibra	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5 CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com 176.610.943 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2010), e a maior parte destes animais são produzidos a pasto. Segundo Freitas Neto (2011), os carboidratos constituem cerca de 70 a 80% da alimentação dos ruminantes, tendo sua importância como fonte de energia, sínteses de proteína microbiana, e formação de produtos como leite e carne. Segundo Carvalho et al. (2005), os carboidratos são divididos em estruturais (celulose, hemicelulose, pectina, beta glucanas e etc) e não estruturais (amido e açúcares).

De acordo com Nussio et al. (2006), os carboidratos tem função importantes nos constituintes do leite e no bem estar do animal (ruminação). Sendo que, a fibra representa a fração dos carboidratos contidos nos alimentos, que apresentam a digestão lenta ou menos digestível, entretanto dependendo da sua composição pode limitar o consumo de matéria seca (MS) e energia pelo animal. Porém para que o animal tenham um boa digestão da MS e demais nutrientes há necessidade da dieta conter pequena dose de fibra e que essa seja de qualidade, ou seja, rica em hemicelulose e pectina.

Para a determinação da fibra alimentar pode ser usado os seguintes métodos “fibra bruta (FB)”, “fibra em detergente neutro (FDN)” e “fibra em detergente ácido (FDA)” segundo Lima (2003). De acordo com Neumann (2002), a FB vem sendo substituída pela FDN e FDA há cerca de 30 anos pelos pesquisadores. Segundo Bortolassi et al. (2000), o método de determinação de fibra bruta (FB) foi desenvolvido há mais de um século pela estação experimental de Weende na Alemanha, desde então vem sendo modificada por outros pesquisadores.

Van Soest (1967) citado por Silva e Queiros (2002), aprimorou a determinação da fibra alimentar, baseando-se na separação das frações que compõem as forrageiras, por tratamento com reagentes específicos, sendo detergente neutro e ácido, representando desta maneira, a fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), respectivamente. No entanto, após esse método proposto por Van Soest (1967) outros pesquisadores desenvolveram e adaptaram as técnicas de determinação da fibra alimentar.

Segundo Souza et al. (1999) citado por Vinholis et al. (2006), relataram que o método de determinação de FDN e FDA adaptada pela EMBRAPA, foi uma metodologia que buscou simplificar os procedimentos analíticos originais, sem alterar os princípios do método convencional de Van Soest (1967) citado por Silva e Queiros (2002).

De acordo com Berchielli et al. (2001), o método denominado do *Filter Bag Technique da Ankom* (FBT) é uma técnica que foi lançada no mercado, afim de minimizar a mão de obra, pois alguns dos procedimento que são feitos na realização de amostra pelo método de Van Soest manualmente como a lavagens e filtragens, pode passar a ser feitas no aparelho, otimizando o tempo na determinação da fibra alimentar nos laboratórios de análise de alimentos e nutrição animal.

Diante disso, o objetivo em realizar essa pesquisa foi de avaliar e comparar o teor de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) obtidos pelo método convencional (MCO) de Van Soest (1967) citado por Silva e Queiros (2002); método do *Filter Bag Technique da Ankom* (FBT) e pelo método proposto por Souza et al., (1999) – método da EMBRAPA (EMB), para diferentes alimentos volumosos utilizados na nutrição de animais ruminantes na região Sudoeste do estado de Mato Grosso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Carboidratos

Os carboidratos são os principais constituintes das plantas forrageiras e cereais, correspondendo entre 50-80% da matéria seca (VAN SOEST, 1994). Este fato torna os carboidratos a principal fonte de energia para os ruminantes, devido o seu processo de fermentação no rúmen, o qual gera uma concentração de ácidos graxos voláteis e outros ácidos orgânicos (BRENNECKE, 2007). Segundo Santos (2006), o processo de fermentação dos carboidratos é o principal responsável pela fonte de energia de manutenção e de crescimento para os microrganismos ruminais. Os carboidratos representam entre 70% a 80% da alimentação dos animais ruminantes, sendo que a fibra representa a fração dos carboidratos de lenta digestão, a qual esta ligada com as características químicas e físicas do alimento (NUSSIO et al., 2006).

Os carboidratos são divididos em duas categorias, de acordo com seus fatores de degradação, podendo ser estruturais e não-estruturais, esses critérios de divisão estão ligados ao poder de degradação do animal hospedeiro e dos microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994). Segundo Carvalho et al. (2005), os carboidratos estruturais são a celuloses, a hemicelulose, a pectina e as beta glucanas e os não-estruturais, são o amido e os açúcares, além disso, a pectina e as beta glucanas são considerados carboidratos estruturais, mas com rápida fermentação semelhantes aos dos carboidratos de reserva.

Os carboidratos não estruturais são os mais prontamente digestíveis, porém eles representam a principal fonte de energia que contem nos alimentos. Os carboidratos não estruturais são formados principalmente de açúcares, amido, ácidos orgânicos e outros carboidratos de reserva (TEIXEIRA, 2001; citado por ALVES, 2007).

Os carboidratos estruturais são os principais responsáveis pela qualidade nutritiva dos alimentos, principalmente dos volumosos, devido a parede celular concentrar de 30 - 80 % da MS das plantas forrageiras, sendo representados pela celuloses, hemicelulose e a pectina. Outras substâncias podem estar presentes nos diferentes alimentos, tais como os taninos, o nitrogênio, a lignina, a sílica e etc. A lignina pode estar associada a celulose e a hemicelulose, durante o amadurecimento da planta forrageira ao longo do ano, diminuindo a digestibilidade dos nutrientes (NORTON, 1982; citado por ALVES 2007). De acordo com Brennecke

(2007), a lignificação da parede celular cresce de acordo com o grau de amadurecimento da planta, mas pode variar de uma forrageira para outra.

A lignificação das plantas forrageiras pode chegar a 90% do peso da parede celular, que é formada a partir da união entre a celulose, hemicelulose e lignina, que se unem fortemente. O grau de ligação pode variar de acordo com idade da planta forrageira, o qual apresenta variação para as diferentes partes morfológicas (folhas, colmo, material senescente). Normalmente a lignificação das plantas forrageiras é composta de 45% de celulose, 30% de hemicelulose e 25% de lignina (GLASER; NIKAIDO, 1995; citado por BACHA, 2006).

A fração que constitui os carboidratos estruturais está representado pelos insolúveis em detergente neutro, sendo esses os que formam a parede celular e os mais importantes são celulosas, hemicelulose e a pectina (BRENNECKE, 2007). A lignina que também é um constituinte dos carboidratos estruturais, apresenta uma função parecida como “cimentante”, entre a celulose e hemicelulose, diminuindo a degradação desse carboidrato pelos microrganismos ruminais (SANTOS et al., 2001; citado por BRENNECKE, 2007).

2.2 Método de determinação de fibra

Para a determinação da fibra alimentar pode se usar os seguintes métodos FB, FDN e FDA (LIMA, 2003). De acordo com Neumann (2002), o método de determinação da FB, vem sendo substituída pela metodologia de determinação da FDN e da FDA. Normalmente o método de determinação do teor de FB dos alimentos gera a solubilização da lignina, entretanto o método de análise de determinação da FDN e da FDA dos alimentos, não solubiliza a lignina, o que tornou essas metodologias mais precisas do que a metodologia da FB.

Segundo Lima (2003), a fibra alimentar pode ser avaliada através de dois métodos físicos/ químicos, sendo que essa está associada ao balanceamento de rações, para ruminantes devido a fibra limitar o consumo de MS da dieta.

De acordo com Goulart (2010), o método de determinação de fibra bruta descrito pelo método proposto em Weende citado por Silva e Queiros (2002) foi usado por muito tempo para quantificar a fração de fibra dos alimentos, destinados a alimentação de ruminantes e monogástricos. Mas ultimamente esse método tem recebido críticas pelos pesquisadores, devido

ignorar a lignina e a hemicelulose, essa última que é solubilizada parcialmente através dos tratamentos das soluções alcalina e ácida na determinação da fibra bruta dos alimentos.

Segundo Nussio et al. (2006), o sistema de análise de FB vem sendo constantemente substituído pelo método de determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA), nas pesquisas relacionadas a nutrição de ruminantes, tornando mais representativa na análise dos alimentos destinados a nutrição animal.

Entre os métodos de análises de alimento destacam o método de Weende citado por Silva e Queiros (2002), que foi desenvolvido em 1864 por cientistas alemães, que considerou o alimento em seis frações a matéria seca, a proteína bruta, o extrato etéreo, a fibra bruta, os extrativos não nitrogenados e as cinzas. Porém, em 1967, na “Cornell University”, o pesquisador Van Soest, desenvolveu um método que permite a identificação dos constituintes vegetais principalmente os da parede celular, sendo representado na fração de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), sendo estes a hemicelulose, a celulose e a lignina (ALVES et al., 2011).

O método convencional de Van Soest (1967) citado por Silva e Queiros (2002) é baseado na separação das frações em que compõem as plantas forrageiras por tratamento com reagentes específicos, sendo os reagentes definidos como o detergente neutro, o qual atua na separação da celulose, hemicelulose, lignina e proteína danificada pelo calor, e o detergente ácido, que atua na separação principalmente da celulose, lignina e proteínas danificadas pelo calor.

Entretanto, após esse método proposto por Van Soest (1967) outros pesquisadores adaptaram essa técnica de determinação da FDN e da FDA. Assim, Vinholis et al. (2006), relataram que a metodologia adaptada de Van Soest (1967) por SOUZA et al. (1999) método EMBRAPA, para a determinação da FDN e da FDA, visou simplificar os procedimentos analíticos originais, sem alterar os princípios do método convencional de Van Soest.

Segundo Vinholis et al. (2006), o método proposto por Souza et al. (1999) necessita de uma menor quantidade de amostra e reagentes, como isso diminuído a quantidade de poluentes gerado a partir dos resíduos das análises dos alimentos.

De acordo com Berchielli et al. (2001), o método do *Filter Bag Technique da Ankom* (FBT), é uma técnica que foi lançada no mercado afim de minimizar a mão de obra, pois alguns dos procedimento que são realizados pelo método convencional proposto por Van Soest (1967), como as lavagens e filtrações dos cadinhos porosos, podem ser realizados diretamente no aparelho tipo Ankon®, por meio da utilização de filtros chamados “F57” (saquinhos). Os alimentos são alocados dentro dos filtros “F57” os quais são fixados em ambientes fechado dentro do aparelho tipo Ankon®, o que garante uma boa homogeneização

das amostras além de facilitar e agilizar um maior número de amostra por dia em relação ao método convencional de Van Soest.

2.2.1 Fibra em detergente neutro (FDN) fibra em detergente ácido (FDA)

A fibra alimentar não representa uma substância química específica, é uma denominação geral aplicada a diversas matérias compostos de hidrogênio (H) e carbono (C), formado principalmente de celulose, hemicelulose e a lignina, que constitui as paredes celulares dos vegetais, sendo esses os constituintes principais da fibra em detergente neutro (BIANCHINI, 2007).

Segundo Mertens (1992), citado por Macedo Júnior, (2004), relatou que a fibra alimentar é um termo nutricional e a sua definição vai depender do método de análise empregado na sua determinação. Onde a fibra alimentar é definida como um agregado de compostos químicos, e não uma composição química específica. Desta maneira a determinação da concentração de fibra alimentar depende da fonte e da metodologia usada para sua determinação.

De acordo com Freitas Neto (2011), a fibra é uma fração que constitui os carboidratos, representada pela fração de lenta digestão, sendo um dos fatores que interferem na ingestão de MS. Porém, a fibra estimula a mastigação e a produção de saliva nos animais ruminantes, importante pra manter a saúde do rúmen e todo o trato digestório.

A concentração de FDN nas plantas forrageiras pode ser determinado, a partir da solução de detergente neutro, que isola os componentes insolúveis da parede celular das plantas, tendo com principais a celulose, a hemicelulose e a lignina, além de nitrogênio insolúveis em detergente neutro (LIMA, 2003).

O teor de FDN dos alimentos representa a fração da fibra não solúvel em detergente neutro, este teor de FDN dos alimentos pode ser utilizado por técnicos e produtores de ruminantes para o balanceamento de dietas com níveis adequados de fibra alimentar, a qual não irá influenciar na qualidade, no consumo e na digestibilidade da MS das dietas devidamente balanceadas para o teor de FDN (MACEDO JUNIOR et al., 2007).

De maneira geral, tanto a qualidade como a quantidade de fibra alimentar presente nas plantas forrageiras, são parâmetros chaves que podem influenciar a ingestão de MS da dieta, seja ela determinada pela densidade energética ou pelo efeito físico de enchimento do rúmen que a fibra alimentar pode causar nos animais ruminantes (MACEDO JUNIOR et al., 2007).

De acordo com Goulart (2010), os constituintes presentes na FDN são a hemicelulose, celulose e lignina, e os constituintes da FDA compreendem apenas a celulose e lignina, deixado fora a hemicelulose. Desta forma, pode se determinar o valor de hemicelulose por diferença entre os valores de FDN menos FDA.

De acordo com Valadares Filho et al. (2010), os quais relataram a composição química e bromatológica de diferentes alimentos para bovinos, obtidos por diferentes metodologias relatam valores de FDN e FDA para a silagem de milho (SMI); silagem de sorgo (SSO); feno *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BMA); feno *Panicum maximum* cv. Mombaça (PMO); feno *Brachiaria humidicola* (BHU); cana-de-açúcar (CAN) apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Composição química e bromatológica de diferentes alimentos.

Alimentos	% de nutrientes expressos na base da MS	
	% FDN	% FDA
SMI	55,26	31,16
SSO	57,66	31,59
Feno BMA	54,48	33,27
Feno PMO	82,57	46,98
Feno BHU	78,46	45,97
CAN	77,68	55,62

SMI: silagem de milho; SSO: silagem de sorgo; Feno BMA: Feno *brachiaria brizantha* cv. Marandu; Feno PMO: feno *Panicum maximum* cv. Mombaça; Feno BHU: feno *Brachiaria humidicola*; CAN: cana-de-açúcar.

Fonte: Adaptado de Valadares Filho et al. (2010).

2.3 Ingestão de fibra para ruminantes

As forragens têm importante papel na alimentação de bovinos, como fonte de energia de baixo custo, e além de ser fornecedora de fibra alimentar necessária para manutenção ruminal. As forragens tem grande concentração de fibra, porém a digestibilidade vai depender da espécie forrageira, estágio de maturidade e o grau de processamento no caso das silagens (NUSSIO et al., 2000; citado por LIMA, 2003).

De acordo com Carvalho et al. (2005), as características da parede celular das forrageiras, pode apresentar baixo teor de digestão, regular assim o consumo de energia necessário em ruminantes mantido a pasto. Entretanto em alguns caso para atender a demanda energética são fornecidas dietas mais concentradas, porém dietas com alto teor de energia pode acarretar problemas metabólicos. A fibra alimentar apresenta um papel muito importante

para a manutenção do rúmen, a qual pode ser encontrada principalmente na parede celular das plantas, sendo um dos principais contribuintes para determinar a qualidade da dieta.

Os animais ruminantes apresentam características apropriadas para o desenvolvimento contínuo de microorganismos no rúmen, sendo eles o responsável pela fermentação pré-gástrica do alimento, isso devido as condições de anaerobiose, tendo temperatura média de (39° C) e pH do líquido ruminal em torno de 6,0 a 7,0. Entretanto, os carboidratos estruturais são digeridos pela ação das enzimas produzidas pelos os microorganismos ruminais que transformam estes carboidratos em açúcares simples (glicose, frutose, xilose e etc), os quais são a base da alimentação dos mesmos (VAN SOEST, 1994).

A ingestão de fibra alimentar pode ser regulada por vários fatores, como a qualidade do alimento (fibra, densidade energética, volume), categoria animal (peso, nível de produção e estado fisiológico) e condição de alimentação (disponibilidade de alimento, frequência de alimentação, outras) (MACEDO JUNIOR et al. 2007).

Segundo Van Soest (1994), a ingestão de alimento pode ser controlada, pela capacidade do animal em reduzir o alimento através da ruminação, devido a redução das partículas do alimento, a qual ajuda na passagem pelo trato digestivo, assim a FDN tem grande relação entre a ruminação e o tempo de mastigação, ocasionando a redução da partícula do alimento.

A capacidade de ingestão de alimento esta relacionada com a digestibilidade do mesmo, assim alimento de baixa qualidade reduz a ingestão de MS, conseqüentemente ocorre queda na produção animal. Entretanto para dietas de alta qualidade nutricional, a ingestão de MS passa a ser controlada pelo atendimento das necessidades energética do animal em um volume menor de ingestão (VAN SOEST, 1994). Outro fator importante que pode interferir na capacidade ingestiva de MS dos animais esta ligada a concentração de FDN dos alimentos, a qual tende a reduzir a concentração energética da dieta, ou seja, pode levar a necessidade de maior consumo de alimento para atender essa necessidade.

A presença da fibra na alimentação, tanto em maiores ou menores quantidades podem influenciar vários fatores na nutrição animal como a digestibilidade dos nutrientes, o valor energético, a fermentação ruminal, e ainda pode influenciar no controle da ingestão do alimento (MERTENS, 1992; citado por MACEDO JUNIOR et al., 2004).

Segundo Macedo Júnior et al. (2004) relataram que a FDN presente nos alimentos tem um efeito negativo em relação ao consumo, pois dietas com elevadas concentrações de FDN apresentaram lenta digestão, ao contrário de dietas com concentração menores de FDN as quais apresentaram um aumento na taxa de passagem e conseqüentemente abriram espaço para outra refeição.

Para que haja adequado funcionamento do rúmen existe a necessidade de um bom teor de fibra alimentar, devido esse influenciar diretamente nos movimento peristálticos do rúmen além de auxiliar no reflexo para a regurgitação do bolo alimentar até a boca, aonde irá ocorrer a ruminação dos alimentos com produção de saliva. A salivação que ocorre durante o ato de ruminação dos alimentos mais fibrosos na boca dos animais ruminantes possui a função de auxiliar a manutenção do pH ruminal, por meio dos constituintes que contem na saliva, principalmente a úreia, a qual será transformada em nitrogênio amoniacal no rúmen. Assim, quanto maior o teor de fibra efetiva maior a produção de saliva (CARVALHO et al., 2005).

2.3.1 Fibra efetiva

A fibra efetiva segundo Freitas Neto (2011) é um conceito relativamente novo, o qual pode ser utilizado nas formulações das dietas, tanto bovinos de leiteiros quanto bovino de corte. O mesmo autor relatou que as pesquisas têm sido mais utilizadas em bovinos leiteiros, pelo fato de serem animais que recebem maior quantidade de suplementação, sendo necessário manter a saúde ruminal para que não afetem a produção. Além disso, esses animais normalmente permanecem na propriedade por um período maior, ao contrário dos animais de corte, pois geralmente são animais mantidos a pasto e terminados em confinamento.

A função da fibra efetiva está associada á atividade física motora do tratogastrintesimal (TGI), devido os animais ruminantes reterem a fibra alimentar no rúmen por um maior tempo para digestão em relação aos carboidratos de fácil fermentação (amido). Geralmente o tamanho da partícula da fibra alimentar (carboidrato estrutural) é maior em relação aos alimentos concentrados, assim essas partículas são responsáveis pela ruminação, devido a uma sensação de “arranhão” que estimula a regurgitação do bolo alimentar do rúmen para a boca e assim o animal realiza a ruminação (NEUMANN, 2002).

Animais ruminantes necessitam de uma quantidade mínima de fibra efetiva na composição de sua dieta, para ter um bom funcionamento do rúmen, principalmente os rebanhos leiteiros para que as matrizes possam apresentar uma quantidade satisfatória de gordura do leite. O desempenho do rúmen está ligado á atividade de ruminação, sendo que essa auxilia no controle do ambiente para os microorganismos celulolíticos, responsável pelo degradação da fibra alimenta e geração de ácidos graxos voláteis (AGVs) e da relação acetato: propionato no líquido ruminal (SANTINI et al., 1992 citado por CARVALHO et al., 2006).

2.4 Digestibilidade da fibra

O coeficiente de digestibilidade da FDN, tecnicamente pode ser determinada pela proporção de FDN ingerida pelo animal menos o teor de FDN obtida nas fezes do animal dividida pela ingestão de FDN, a qual é multiplicada por 100 (cem) (BIANCHINI, 2007).

$$\text{CDTMS} = \frac{\text{kgMSI} - \text{kgMSE}}{\text{kgMSI}} \times 100$$

Onde kg - quilos; MS- matéria seca; E - excretado; I- ingestão.

A ingestão de matéria seca está relacionada ao teor de FDN, porém a digestibilidade da matéria seca está relacionada FDA, devido a participação da lignina. A FDA apresenta uma alta percentagem de material altamente indigestível (lignocelulose) que constitui as plantas forrageiras, desta maneira o contrário, ou seja, valores baixo de FDA na dieta de ruminantes representam alta digestibilidade e conseqüentemente maior concentração de energia. Entretanto forragens com baixo teor de FDN tem maior taxa de consumo em relação com aquelas que apresentam alto valor de FDN (MOURA et al., 2010).

O valor nutritivo das plantas forrageiras, normalmente tem uma redução com o aumento da idade, com isso há necessidade de encontra a idade ideal em que associa a produção de matéria seca com o valor nutritivo, o que também varia de uma espécie para outra. Porém de forma geral, a porcentagem de FDN e FDA nas plantas forrageiras, aumentam com a idade da planta (PEREIRA et al., 1999).

De acordo com Balsalobre (2002), as porcentagens de hemicelulose, celulose e lignina, e o processo de lignificação aumentam com o avanço da idade da planta, diminuído a digestibilidade dos nutrientes. Normalmente pode ser observado que na época do florescimento das plantas forrageiras, a lignina forma uma barreira que impede a ação dos microrganismos, evitando a degradação da fibra.

A digestibilidade dos nutrientes está diretamente relacionada com a capacidade que o animal possui em utilizar em maior ou menor escala os nutrientes em que compõem o alimento, ou seja, a digestibilidade é dependente das características do alimento e não apenas do animal (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979; citado por ARAUJO et al., 1998).

A digestibilidade da fibra das plantas forrageiras varia entre os animais e para as diferentes condições de alimentação. Porém se considerado como a principal variação no

valor da digestibilidade da fibra, as diferenças que constitui sua estrutura, como a composição química, estágio de maturidade e a espécie de forrageira (MACEDO JUNIOR, 2004), desta maneira, a variação na digestibilidade da fibra (FDN) de diferentes plantas forrageiras pode ser de 13 a 80%.

A digestibilidade da MS das forragens de clima tropical, predominantes em nosso país em relação as de clima temperados apresenta menor digestibilidade, sendo respectivamente 45 a 55% e 50 a 80%, respectivamente (VAN SOEST, 1994).

Segundo Wilson et al. (1989), citado por Paziani, (2004), o processo de mastigação (ruminação) é importante para reduzir o tamanho das partículas das gramíneas principalmente as tropicais, além disso essa gramíneas apresentam duas características que contribuem para diminuir a ingestão de MS, sendo a primeira representada pelo maior conteúdo de parede celular, e a segunda as folhas mais rígidas, em relação as de clima temperados.

Stabile (2009) diz que a fibra representa entre 50 a 80% da MS das plantas forrageiras, tornando a maior fonte de energia para os animais ruminantes, mas mesmo assim com a população microbiana fibrolítica atuando na digestão, menos de 50% da fibra alimentar é digerida e utilizada pelo animal hospedeiro como fonte de energia.

Dessa maneira, conforme Santos (2006), a digestão da fibra alimentar (FDN) irá ocorrer após a ingestão das plantas forrageiras, pela ação das enzimas fibrolíticas liberadas pelas bactérias ruminais, entretanto as bactérias e protozoários existentes no rúmen precisam aderir (fixar) nas partículas das fibras para se associar e iniciar o processo de liberação de enzimas e digestão (fermentação) dos carboidratos estruturais.

Os diferentes microrganismos ruminais digestores de fibra alimentar apresentam tempo de adesão diferentes ao substrato, além disso, o processo de digestão (fermentação ruminal) só vai iniciar a partir do momento em que os microrganismos penetrarem na superfície do alimento, fazendo com que o substrato (fibra) entre em contato direto com as enzimas por eles produzidas (VALADARES FILHO; PINA, 2006 citado por SANTOS, 2006).

De acordo com Church (1993), citado por Nussio et al. (2006), os microrganismos responsáveis pela degradação da fibra do alimento são classificados de acordo com o tipo de substrato em que atua e de acordo com o substrato a ser formado a partir da fermentação. De maneira geral os microrganismos que fermentam as fibras alimentares são classificados em bactérias celulolíticas, hemicelulolíticas, pectinolíticas, além dos protozoários e dos fungos. Alguns microrganismos ruminais associados a degradação da fibra alimentar estão apresentados na Tabela 2.

De acordo com Carvalho et al. (2005), o funcionamento adequado do rúmen necessita de ingestão de fibra alimentar. Entretanto, para os animais criados a pasto, devido às forragens apresentarem grande quantidade de fibra, isso não é problema. Porém, torna se necessário um acompanhamento a partir do momento, que os produtores passam a fornecer ração concentrada no cocho.

Tabela 2: Classificação das principais bactérias e fungos associados a degradação da fibra alimentar presente no rúmen.

Microorganismos	Espécies	Digere
Celulolíticas	<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	Celulose
	<i>Ruminococcus albus</i>	
	<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	
Hemicelulolíticas	<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	Hemicelulose e Pectina
	<i>Ruminococcus fibrisolvens</i>	
	<i>Streptococcus bovis</i>	
Utilizadoras de açúcares simples	<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	Glicose, Celobiose, Sacarose e Maltose
	<i>Lactobacillus ruminus</i>	
	<i>Treponema bryanti</i>	
	<i>Lactobacillus vitulinus</i>	
Fungos Anaeróbios	<i>Neocallimatrix frontalis</i>	Celulose e Xilanas
	<i>Sphaeromonas communis</i>	

Fonte: Adaptado de Church (1993) citado por Nussio (2006).

Conforme Carvalho et al. (2005), novilhas nelore conseguiram se manter por 90 a 120 dias recebendo dietas com baixo teor de fibra. Entretanto, vacas leiteiras em longo prazo, tende a necessidade de consumo de fibra alimentar para manter a saúde, além de manter as condições ruminais e o teor de gordura no leite, devido a síntese de gordura do leite, estar diretamente relacionada à produção de ácido acético, oriundo da fermentação da fibra alimentar. Para manter a porcentagem de gordura do leite ideal (3,0 a 3,5%) há necessidade de do mínimo 25% de FDN na dieta total.

A fibra alimentar (FDN) é um importante nutriente na nutrição de vacas em lactação, podendo regular o consumo máximo de matéria seca (MS) e energia, tendo papel importante na manutenção da fermentação do rúmen além de controlar a porcentagem de gordura no leite (LIMA, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA) pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT.

Os alimentos analisados foram silagem de milho (SMI); silagem de sorgo (SSO); *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BMA); *Panicum maximum* cv. Massai (PMA); *Panicum maximum* cv. Mombaça (PMO); *Brachiaria humidicola* (BHU); cana -de- açúcar (CAN) triturada .

Os alimentos foram coletados em propriedade no município de Pontes e Lacerda- MT. Foram realizadas as coletas de forragem com o auxílio de um quadrado de ferro de 1 m x 1m, o qual foi lançado sobre a área das pastagens em 3 pontos aleatórios afim de obter amostras representativas das forrageiras. As amostras foram cortadas de forma escalonada com atura de 5 a 10 cm do solo, em seguida misturadas formando uma amostra média relativa da forragem.

As silagens de milho e de sorgo foram coletadas em diferentes pontos, na parte de cima, meia altura, e aos lados dos silos, tipo trincheiras, formando uma amostra representativa do conteúdo do silo. Sabe-se que, a composição da silagem pode variar em diferentes profundidade da massa ensilada, desta maneira, as amostras parciais de silagem de milho e sorgo foram misturadas para formar uma amostra composto de cada silo (CAMPOS et al., 2004).

A amostra da cana-de-açúcar foi coletada em diferentes pontos no vagão forrageiro, no momento do corte desta planta forrageira. Após a coleta todos os alimentos foram identificados e levados para o LANNA para serem secos e moídos.

As forrageiras amostrada foram inicialmente cortadas com tesoura, para facilitar o processo de pré-secagem, com excessão das amostras de forragens ensiladas, que não necessitaram desse procedimento (SILVA e QUEIROZ, 2002). Em seguida iniciou-se o processo de pré-secagem em estufa de circulação forçada de 55° a 60° C. Antes de serem colocadas na estufa as amostras dos diferentes alimentos, foram pesadas em balança de precisão para anotação do peso das amostras com umidade, as amostras permaneceram por três dias na estufa, após esse tempo as mesmas foram retiradas e pesadas novamente, constatando-se o valor da pré-secagem das forrageiras (CAMPOS et al., 2004).

Após a pré-secagem os alimentos estudados foram novamente homogenizado, para

depois passarem pelo processo de moagem em moinho willer (tipo faca) com peneira de 1 milímetro (mm) e armazenados em potes plásticos com tampa.

A determinação do teor de matéria seca (MS) dos alimentos estudados foi realizada em estufa a 105° C por aproximadamente 12 horas. O teor de nitrogênio dos alimentos estudados foi obtido pelo método semi-micro-Kjeldahl, usando 6,25 como fator de conversão para proteína bruta (PB), a matéria mineral (MM) e a matéria orgânica (MO) foi realizada pelo método por incineração em mufla a 600° C e o teor de estrato etéreo EE foi determinado pela extração por lavagem com éter de petróleo, segundo citações de (SILVA E QUEIROZ, 2002).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos estudados foi obtido pelo método convencional (Van Soest, 1963) descrita por (Silva e Queiroz 2002), pelo método do *Filter Bag Technique da Ankom*® (FBT) determinado pelo aparelho semelhante ao *Fiber Analyzer-Ankom*²²⁰ e pelo método de Souza et al., (1999) desenvolvido pela Embrapa Pecuária Sudeste.

Para a determinação do teor de FDN ou FDA, foi seguida a mesma marcha (metodologia), apenas foi substituído o detergente neutro pelo detergente ácido, respectivamente. O detergente neutro foi constituído pelos seguintes reagentes químicos ácido etilenodiaminotetracetato (EDTA); borato de sódio hidratado; fosfato ácido de sódio anidro; sulfato láurico sódio; sulfito de sódio anidro e trietileno glicol. O detergente ácido foi confeccionado com ácido sulfúrico e brometo-cetil-trimetilamônio (CTBA).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos volumosos frescos e silagem foi obtido pela equação proposta por Chandler (1990):

$$NDT = 105,2 - (0,68 \times \%FDN)$$

O valor extrativos não nitrogenados dos alimentos foi obtido pela equação pelo método de Weende descrito por Silva e Queiros (2002):

$$ENN = 100 - \{MM + EE + FB + PB\}$$

O teor de fibra bruta (FB) seguiu as sugestões de Chandler (1990); citado pelo NRC de (1996) onde a estimativa de FB foi obtida pela seguinte equação:

$$FB = FDA \times 0,80$$

A determinação dos carboidratos totais (CHT) dos alimentos foi obtida pela equação de acordo com Sniffen et al., (1992):

$$CHT = MO - [EE + PB]$$

Os carboidratos não estruturais (CNE) dos alimentos estudados foi estimados pela fórmula descrita por Sniffen et al. (1992):

$$\text{CNE} = \text{MO} - (\text{PB} + \text{EE} + \text{FDN})$$

A composição bromatológica dos alimentos estudados, silagem de milho (SMI); silagem de sorgo (SSO); *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BMA); *Panicum maximum* cv. Massai (PMA); *Panicum maximum* cv. Mombaça (PMO); *Brachiaria humidicola* (BHU); cana-de-açúcar triturada (CAN) esta apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Composição química e bromatológica dos alimentos estudados.

Nutrientes	Alimentos						
% MS	SMI	SSO	BMA	PMA	PMO	BHU	CAN
MS	35,25	42,17	88,25	96,80	83,21	41,65	40,78
MM	5,62	3,98	6,73	7,45	10,16	6,36	4,93
PB	9,00	8,62	3,53	2,99	4,11	4,81	3,74
EE	2,40	2,17	0,55	0,80	0,89	1,31	1,13
FB ²	22,65	27,86	42,48	41,96	42,62	36,50	28,46
FDN ¹	55,21	66,22	77,80	76,30	73,00	74,60	53,60
FDA ¹	28,32	34,83	53,10	52,45	53,27	45,62	35,57
ENN ³	60,32	57,37	46,71	46,81	42,21	51,01	61,73
CNE ⁴	27,76	19,00	11,39	12,47	11,84	12,91	36,90
CHT ⁵	82,98	85,23	89,19	88,76	84,83	87,51	90,19
NDT ⁶	67,21	59,64	51,67	52,71	54,98	53,87	68,53

¹FDN, FDA foi obtido pelo método convencional de Van Soest (1967) citado por Silva e Queiros (2002).

² FB foi obtido pela equação Chandler (1990 citado pelo NRC de 1996) que estima a partir do FDN que foi obtido pela seguinte equação: $\text{FB} = \text{FDA} \times 0,8$.

³ENN foi obtido a parti da equação $(\text{ENN} = 100 - \{\text{MM} + \text{EE} + \text{FB} + \text{PB}\})$ pelo método de Weende descrito por Silva e Queiros (2002).

⁴ CNE Os carboidratos não estruturais dos alimentos estudados foi estimados pela fórmula descrita por Sniffen et al. (1992): $\text{CNE} = \text{MO} - (\text{PB} + \text{EE} + \text{FDN})$.

⁵CHT A determinação dos carboidratos totais dos alimentos foi obtida pela equação $\text{CHT} = \text{MO} - [\text{EE} + \text{PB}]$ de acordo com Sniffen et al., (1992).

⁶NDT O teor de nutrientes digestíveis totais dos alimentos volumosos frescos e silagem foi obtidos pela equação proposta por Chandler 1990 $\text{NDT} = 105,2 - (0,68\% \text{FDN})$.

Para determinação da FDN no método convencional, foi usado 1,0 g de amostra seca ao ar de cada alimento estudado, previamente moído em peneira de 1 mm, alocada em um becker de 600 mL e adicionado 100 mL de solução detergente neutro, em seguida foi acoplado ao aparelho digestor de fibra (Figura 1) modelo MA 455/850 (Marconi®).

As amostras dos alimentos presentes dentro dos tubo permaneceram em fervura com fluxo constante de detergente neutro mantido pelo compensador acoplado na parte superior dos tubo durante 60 minutos no aparelho digestor de fibra modelo MA 455/850 (Marconi®).

Em seguida as amostras digeridas em detergente neutro passaram por filtração a vácuo em cadinho filtrante (previamente seco a 105⁰ C). A sucção a vácuo foi realizada por meio de uma trompa de vácuo (vidro) de maneira lenta do início ao final do processo.

Após a filtração as amostras foram enxaguadas por duas vezes com água destilada quente com temperatura entre 90 a 100⁰ C, para retirar o excesso de detergente neutro retido nos resíduos das amostras. Em seguida os cadinhos filtrantes receberam de 30 a 40 mL de acetona a qual permaneceu de 15 a 30 segundos dentro dos cadinhos e posteriormente filtrado a vácuo, esse procedimento foi realizado em duas vezes, para retirar o excesso de gordura e detergente nos resíduos dos alimentos estudados.



Figura 1. Determinador de fibra convencional, utilizado para obtenção do teor de fibra em detergente neutro - FDN; fibra em detergente ácido - FDA e fibra bruta - FB pelo método convencional de Van Soest, modelo MA 455/850, marca Marconi®.

Os cadinhos filtrantes contendo os resíduos dos alimentos estudados foram secos em estufa a 105⁰ C por oito horas. Posteriormente, esses foram esfriados em dessecador até atingirem a temperatura de equilíbrio com o ambiente e pesados em balança analítica de precisão.

Para a determinação de FDA, foi seguida a mesma marcha acima descrita substituindo apenas o detergente neutro pelo detergente ácido.

A concentração de FDN e FDA obtida por este método (convencional) foi calculada pela diferença entre a tara do cadinho filtrante e o peso do cadinho mais resíduo após digestão e secagem, a equação utilizada está descrita abaixo:

$$\% \text{ FDN} = \frac{[(\text{peso do cadinho} + \text{resíduo ou FDN}) - \text{peso do cadinho}] \times 100}{\text{Peso da amostra seca ao ar (alimento)}}.$$

Para as análises do teor de FDN e FDA pelo método do *Filter Bag Technique da Ankom®* (FBT), foi utilizados 2.500 mL de solução detergente neutro ou ácido para cada 30 amostras (repetições – filtros “F57”) alocados no aparelho determinador de fibra modelo TE-149 (Tecnal®) semelhante a *Ankom®* (Figura 2). As amostras dos alimentos estudados foram colocadas dentro de saquinhos (filtros F57) em quantidade de 0,5 g cada, sendo estes pesados e posteriormente lacrados com auxílio de uma seladora.

Os filtros F57 contendo as amostras dos alimentos foram colocados no aparelho determinador de fibra (tipo *Ankom®*) e posteriormente foram mergulhados na solução de detergente neutro (2.500 mL). Os filtros F57 permaneceram em fervura por 60 minutos. Após essa etapa os filtros foram lavados quatro vezes com água destilada por 10 minutos em fervura. Em seguida as amostras foram imersas em um becker com acetona por 20 minutos. Os filtros F57 contendo os alimentos foram levados para estufa de 105° C onde permaneceram por oito horas para posterior pesagem em balança analítica de precisão.



Figura 2. Determinador de fibra em detergente neutro - FDN e fibra em detergente ácido - FDA, Modelo TE-149 (Tecnal®) semelhante a *Ankom®*.

Calcula se o teor de FDN e /ou FDA foi calculado conforme a equação abaixo:

$$\% \text{ FDN} = \frac{\{(\text{Peso do filtro F57} + \text{resíduo retido no F57}) - (\text{Tara do filtro F57})\}}{\text{Peso da amostra seca ao ar (alimento)}} \times 100$$

Para análise de FDN e FDA proposto por Souza et al. (1999) – método EMBRAPA, as amostras dos alimentos estudados foram pesadas em tubo de digestão (Kjeldahl - proteína) em quantidade de 0,35 g. Em cada tubo de digestão foi adicionando 35 mL de solução detergente neutra e 0,35 g de Na_2SO_3 , (sulfeto de sódio anidro), em seguida os tubos foram levados ao bloco digestor. Esferas de vidro (com diâmetro de aproximadamente de 25 mm) foram encaixadas nos tubos de digestão para que os vapores se condensem, evitando a perda de solução, deixando em ebulição com temperatura de aproximadamente 125°C por 60 minutos, (Figura 3).

Em seguida, o conteúdo de cada tubo de digestão foi transferido para cadinhos filtrantes, previamente secos a (105°C) e pesados. A filtragem das amostras nos cadinhos filtrantes foi realizada com auxílio de uma trompa de vácuo e posteriormente lavados três vezes com água fervente ou até não haver mais presença de espuma.



Figura 3. Bloco digestor utilizado como chapa aquecedora para a determinação do teor de fibra em detergente neutro – FDN e fibra em detergente ácido – FDA pelo método EMBRAPA.

Em seguida foi realizada a adição de 40 mL de acetona em cada cadinho filtrantes de cada alimento estudado, por um período de 30 segundos em seguida procedeu a filtragem dos cadinhos, essa etapa foi realizados duas vezes.

Os cadinhos contendo o resíduo dos alimentos estudados foram levados para estufa de secagem a 105° C, por aproximadamente oito horas ou até peso constante. Após este período os cadinhos foram pesados em balança analítica de precisão.

A porcentagem dos constituintes da parede celular (FDN e /ou FDA) foi obtida por meio da diferença entre as pesagens conforme a equação abaixo:

$$\% \text{ FDN} = \frac{[(\text{peso do cadinho} + \text{resíduo ou FDN}) - \text{peso do cadinho}] \times 100}{\text{Peso da amostra seca ao ar}}$$

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado para avaliação das diferentes metodologias empregadas para a determinação do teor de FDN e FDA dos alimentos volumosos. Foram utilizados duas repetições no tempo (dias diferentes) para as diferentes metodologias empregadas. Em cada bateria de análise para as diferentes metodologias foram utilizados duas duplicatas por forragem estudada.

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) por meio de análise de variância (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1997). As diferenças obtidas para as variáveis estudadas (metodologias para determinação da FDN e FDA) das diferentes fontes de alimentos foram avaliadas por meio de teste de Tukey, considerando 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) expresso em percentagem para a SMI, SSO, PMA, PMO, BHU e CAN, não apresentou diferença ($P > 0,05$) entre as metodologias convencional - MCO (Van Soest, 1963) descrita por (Silva e Queiroz 2002), pelo método do *Filter Bag Technique da Ankom*[®] (FBT) determinado pelo aparelho semelhante ao *Fiber Analyzer-Ankom*²²⁰ e pelo método de Souza et al (1999) desenvolvido pela Embrapa Pecuária Sudeste.

Entretanto, foi observado que para a BMA a metodologia convencional (MCO) e a da Embrapa (EMB) de determinação do teor de FDN não diferiram ($P > 0,07$) entre si, com valores médios de 77,80% e 77,68% na MS, respectivamente, estas metodologias apresentaram teor de FDN inferior ($P < 0,07$) ao método do FBT com valor médio de 80,36% de FDN na MS.

Para o teor de fibra em detergente ácido (FDA) expresso em percentagem da SMI, SSO, PMA, PMO e CAN não houve diferença ($P > 0,05$) entre as metodologias empregadas. Entretanto, para o teor de FDA da BMA foi observado diferenças ($P < 0,07$) entre os métodos, onde as metodologias FBT e a MCO apresentaram diferença entre si, com valor médio de 48,62% e 53,10% na MS, respectivamente. Porém a metodologia da Embrapa (EMB) apresentou valor médio de 51,14, o qual não diferiu ($P > 0,07$) em relação aos outros dois métodos (MCO e FBT).

A avaliação do teor de FDA da *Brachiaria humidicula* (BHU) obtida entre os diferentes métodos avaliados, apresentou maior ($P < 0,05$) teor de FDA para a metodologia da FBT (45,62%) em relação ao MCO (44,29%) e EMB (44,68%) (Tabela 4).

De acordo com Berchielli et al. (2001), estudos realizados que compararam o MCO e a FBT para a determinação do teor de FDN e FDA não apresentaram diferença ($P < 0,05$) entre si, para os seguintes alimentos volumosos cana-de-açúcar, da *Brachiaria ssp* e silagem de milho. Os valores do teor de FDN observados para a MCO e FBT foram de 59,40% e 58,72% respectivamente para a cana-de-açúcar, de 57,47% e 59,82% respectivamente para a *Brachiaria ssp*. e de 47,35% e 49,63%, respectivamente para a silagem de milho.

Da mesma maneira Bortolassi et al. (2000), ao compararem as metodologias convencional (MCO) e a *Filter Bag Technique da Ankom* (FBT) não observaram diferença ($P < 0,05$) entre as metodologias de determinação da FDN da silagem de milho com valor de 57,98% e 58,58% respectivamente e para a FDA com valor de 42,77 e 45,89%

respectivamente, e para o feno tifton 85 observaram valores de FDN de 80,05% e 79,23%, respectivamente e de FDA valores médios de 54,97% e 57,65%, respectivamente.

Tabela 4. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos volumosos obtidos pelas diferentes metodologias laboratoriais (metodologia convencional (MCO) de Van Soest (1963) citado por Silva e Queiros (2002); metodologia do *Filter Bag Technique da Ankom* (FBT) e pela metodologia proposto por Souza et al., (1999) – EMBRAPA - EMB).

Variável	Diferentes métodos de determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA)			% CV
	COM	FBT	EMB	
<i>Teor de fibra em detergente neutro – FDN</i>				
SMI	55,21 ^a	57,69 ^a	55,87a	2,44
SSO	66,22 ^a	64,10 ^a	67,92a	2,57
BMA ²	77,80b	80,36 ^a	77,68b	0,93
PMA	76,30 ^a	77,83 ^a	76,21a	0,69
PMO	72,99 ^a	73,39 ^a	72,86a	1
BHU	74,60 ^a	75,51 ^a	74,78a	1.97
CAN	53,29 ^a	54,90 ^a	54,39a	2,01
<i>Teor de fibra em detergente ácido – FDA</i>				
SMI	28,32 ^a	26,30 ^a	27,04a	2,35
SSO	34,83 ^a	34,15 ^a	32,63a	2,49
BMA ²	53,10 ^a	48,62b	51,14ab	1,69
PMA	52,45 ^a	52,43 ^a	51,76a	1,19
PMO	53,28 ^a	49,90 ^a	51,50a	2,22
BHU ¹	45,62b	44,29 ^a	44,68a	0,63
CAN	35,57 ^a	35,08 ^a	34,60a	2,20

silagem de milho (SMI); silagem de sorgo (SSO); *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BMA); *Panicum maximum* cv. Massai PMA); *Panicum maximum* cv. Mombaça (PMO); *Brachiaria humidicola* (BHU); cana-de-açúcar (CAN). ¹Letras diferentes nas linhas apresentam significância a 5% (P<0,05) pelo teste de Tukey para as metodologias de determinação da FDN e FDA dos alimentos. ²Letras diferentes nas linhas apresentam significância a 7% (P<0,07) pelo teste de Tukey para as metodologias de determinação da FDN dos alimentos.

Os valores obtidos para FDN e FDA no presente trabalho estão de acordo com os obtidos por Valadares Filho et al (2010) onde o teor de teor de silagem de milho foi de (55,26) e (31,16) respectivamente, para silagem de sorgo (57,66) e (31,59) e para feno da *brachiaria* humidicola (78,46) e (45,97).

Rocha et al. (2011), ao compararem o teores de fibra em detergente ácido (FDA) e da fibra em detergente neutro (FDN) por diferentes métodos de análises (MCO e EMB), não observaram diferença (P > 0,05) entre as metodologias de determinação da FDN e FDA do capim *Brachiaria* ssp. com valor médio de 73,46% e 37,65%, respectivamente. Para a silagem de milho observaram valor médio de 49,84% e 23,71%, respectivamente.

Segundo Vinholis et al. (2006), o método alternativo (SOUZA, 1999 - EMB) para determinação do teor de FDN e FDA das plantas forrageiras, utiliza uma menor quantidade de

amostra e reagentes, o que possibilita um maior número de análise por dia no bloco digestão em relação ao método convencional (MCO) de Van Soest (1963) citado por Silva e Queiros (2002). Assim, o método de (SOUZA, 1999) necessita de 0,35 g de amostra do alimento e 35 mL de reagentes (detergente) e podendo realizar até 80 amostras por dia. Entretanto o método convencional necessita de 0,5 g de amostra de alimento e 100 mL de reagentes (detergente), podendo realizar por dia apenas 16 amostras, dependendo da capacidade do aparelho utilizado.

5 CONCLUSÕES

O teor da fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) da silagem de milho, silagem de sorgo, *Panicum maximum* cv. Massai; *Panicum maximum* cv. Mombaça, cana-de-açúcar e o (FDN) da *Brachiaria humidicola* podem ser determinadas pelas diferentes metodologias (método convencional, *Filter Bag Technique da Ankom* e EMBRAPA) sem alterar o valor final deste nutriente. Portanto os pesquisadores e técnicos que realizam a determinação da fibra em detergente neutro e ácido dos alimentos volumosos poderão utilizar a metodologia desenvolvida pela EMBRAPA, uma vez que esta apresenta um menor gasto de reagentes e conseqüentemente menor custo operacional.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. A.; MOREIRA FILHO, M. A.; SILVA DA D. C. et al. **Avaliação de alimentos para ruminantes no nordeste do Brasil.** Disponível em: http://www.cbnutricaoanimal.com.br/Palestras/PALESTRA_ALIMENTOS_RUMINANTES_ARNAUD_AZEVEDO.PDF. Acesso em: 27/09/2011.

ALVES, C. T. **Efeitos de diferentes níveis de milho em grãos moídos (relação proteína: carboidratos não estruturais) em dietas para búfalos sobre o metabolismo no rúmen.** 2006. 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos – Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2007.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira.** São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. 2010, p 49.

ARAÚJO de, G. G. L.; SILVA da, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. de C. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.345-354, 1998.

BACHA, C. B. **Determinação do teor de lignina em amostras de gramíneas ao longo do crescimento através de três métodos analíticos e implicações com as aquações de "Cornell net carboydrate and protein system".** 2006. 109p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) Faculdade de Medicina veterinária e zootecnia – Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2006.

BALSALOBRE, M. A. A. **Valor alimentar do capim tanzânia irrigado.** 2002. 113 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 2002.

BERCHIELLI, T.T.; SADER, A. P. de O.; TONANI, F. L. et al. Avaliação da determinação da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido pelo sistema ANKOM. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1572-1578, 2001.

BIANCHINI, W.; RODRIGUES, E. ; JORGE, A. M. et al. Importância da fibra na nutrição de bovinos. **REDVET**, v. VIII n. 2, 2007. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020207/020718.pdf>. Acesso em: 25/09/2011.

BORTOLASSI, R. J.; SANTOS, T. G.; ALCALDE, G. D. G. et al. Comparação dos métodos convencional e Filter Bag Technique da Ankom para determinação de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n.3, p.807- 811, 2000.

BRENNECKE, K. **Fracionamento de carboidratos e proteínas e a predição da proteína bruta e suas frações e das fibras em detergentes neutro e ácido de *brachiaria brizantha* cv. Marandu por uma rede neural artificial.** 2007. 138p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos- USP, Pirassununga-SP, 2007.

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos.** Piracicaba, SP: FEALQ. 2004.135 p.

CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A.; MacDowell, L. R. **Nutrição de bovinos a pasto.** 2º Ed. Belo Horizonte – MG, 2005, 438p.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.2, p.562-568, 2006.

FREITAS NETO, M. D. **Importância da fibra efetiva para bovinos de corte em confinamento.** 2011. 17p. Monografia (Pós graduação em Ciência Animal) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiás – GO, 2011.

GOULART, R. S. **Avaliação da fibra fisicamente efetiva em rações para bovinos de corte.** 2010. 200p. Tese (Doutorado em Ciências) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/ USP, Piracicaba – SP, 2010.

LIMA, M. L. M. **Análise comparativa da efetividade da fibra de volumosos e subprodutos.** 2002. 121p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 2003.

LIMA, R. F. de. **Fracionamento de carboidratos de concentrados energéticos utilizados na alimentação animal.** 2004. 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria- RS, 2004.

MACEDO JÚNIOR, G. de L.; ZANINE, A. de M.; BORGES, I. et al. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, Viçosa, 7-17, 2007.

MACEDO JUNIOR, G. de L. **Influência de diferentes níveis de fdn dietético no consumo, digestibilidade aparente e no comportamento ingestivo de ovelhas santa inês.** 2004. 127p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2004.

MOURA de, R. L.; NASCIMENTO do, M. do P. S. C. B.; RODRIGUES, M. M. et al. **FDN e FDA de estilosantes Campo Grande em diferentes idades de rebrota**. 47º Reunião Anua da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Salvador, BA – UFBA, 27 a 30 de julho de 2010.

NEUMANN, N. **Avaliação, composição, digestibilidade e aspectos metabólicos da fibra**. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/fibra.pdf>. Acesso em: 22/09/2011.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G.; Nutrição de Ruminantes. In: NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. **Metabolismo de carboidratos estruturais**. Editores Telma Teresinha Berchielli, Alexandre Vaz Pires, Simone Gisele de Oliveira. Jaboticabal-SP: Funep, 2006 p. 183 a 223.

PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. de P.; PASSOS, L. P. et al. **For-038 variação dos teores ms, pb, fdn e fda em capim elefante e híbridos de capim-elefante x milheto, em função da idade da planta**. Disponível em: http://www.cca.ufpb.br/revista/pdf/2000_4.PDF. Acesso em: 20/09/2011.

PIZIANI, S. F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim tanzânia**. 2004. 208p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/ USP, Piracicaba – SP, 2004.

ROCHA, M. K. H. R.; SETZNAGL, G.; SILVA da J, M. P. et al. **comparação da fibra em detergente ácido (FDA) e da fibra em detergente neutro (FDN) por diferentes métodos de análises**. Disponível em: http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_36643018897pdf. Acesso em: 20/09/2011.

SANTOS, V. P. **Degradabilidade in situ da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e ácido e digestibilidade in vitro da cana-de-açúcar fresca ou ensilada e silagem de milho em diferentes ambientes ruminais**. 2006. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/ USP, Piracicaba – SP, 2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 2ª ed., Viçosa, MG: UFV. 2002, 178p.

STABILE, S. S. **Qualidade nutricional e expressão de genes da lignificação em genótipos de *panicum maximum* colhidos em três estágios de maturidade**. 2009. 84 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP, 2009.

VALADARES FILHO, S. de C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 3. ed. Viçosa, MG:UFV/DZO, 2010, 520 p.

VAN SOEST, PJ **Ecologia nutricional dos ruminantes**. 2 ed. Rio de Janeiro: Constock Publishing Associates, 1994. 476p.

VINHOLIS, M. M. B.; OSCAR, T.; SOUZA, G. B. et al. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste. 7. Método alternativo de determinação de fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro**. Embrapa Pecuária Sudeste. São Carlos- SP, 2006. 27p.