

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINARIA**

Pedro Henrique Fernandes Naves

**Determinação da fibra bruta em alimento volumoso e concentrado
utilizando a autoclave e o analisador de fibras**

UBERLÂNDIA – MG
2022

Pedro Henrique Fernandes Naves

**Determinação da fibra bruta em alimento volumoso e concentrado
utilizando a autoclave e o analisador de fibras**

Projeto de pesquisa apresentado à coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito à aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientadora: Profa. Dra. **Eliane da Silva Morgado**

RESUMO

A análise do teor de fibra dos alimentos é grande importância para a alimentação animal, principalmente para os animais herbívoros, e existem vários métodos para quantificar o teor de fibra dos alimentos e o método mais antigo é a análise da fibra bruta. Com o objetivo de otimizar o tempo da execução da análise e reduzir a mão de obra foram desenvolvidos métodos alternativos ao método oficial que substitui o extrator de fibras com refluxo por equipamentos como a autoclave e o analisador de fibra que utiliza a técnica do saquinho filtrante. Objetivou-se com o presente trabalho comparar resultados da análise da fibra bruta (FB) de um alimento volumoso, capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim marandu) e uma ração concentrada, composto por ração de gado corte, pela técnica do saquinho filtrante utilizando-se a autoclave e o analisador de fibra (TECNAL, modelo TE-149). Foi utilizando o tecido não tecido (TNT) com gramatura de 100g/m², para confecção dos saquinhos filtrantes, de forma que a possuam 5 cm de comprimento por 5 cm de largura, o que corresponde a uma área de 25 cm². A quantidade de amostra que cada saquinho recebeu obedeceu a relação de 20 mg de MS/cm² de superfície. Foram realizadas cinco repetições para cada alimento avaliado em cada método: autoclave e analisador de fibras. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (dois métodos) e cinco repetições em cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico R 3.4.2. Não foram observadas diferenças significativas para a análise da fibra bruta do capim marandu utilizando a autoclave e o analisador de fibras. No entanto, ao comparar a análise da fibra bruta da ração concentrada pelos dois métodos observou-se diferença significativa nos valores, com maior valor para o analisador de fibras. Conclui-se que a análise da fibra bruta em alimento volumoso utilizando a autoclave ou o analisador de fibras produz resultados semelhantes. No entanto, em ração concentrada o uso do analisador de fibras, sem ambiente pressurizado, superestima o teor de fibra bruta, sendo recomendado para esse tipo de amostra o uso da autoclave.

Palavras-Chaves: análise bromatológica, ambiente não pressurizado, ambiente pressurizado, parede celular, tecido não tecido.

ABSTRACT

The analysis of the fiber content of foods is of great importance for animal feed, especially for herbivorous animals, and there are several methods to quantify the fiber content of foods and the oldest method is the analysis of crude fiber. With the objective of optimizing the execution time of the analysis and reducing the manpower, alternative methods were developed to the official method that replaces the fiber analyzer with reflux for equipment such as the autoclave and the fiber analyzer that uses the filter bag technique. The objective of the present work was to compare the results of the analysis of the crude fiber (CF) of a roughage, *Brachiaria brizantha* grass cv. Marandu (marandu grass) and a concentrate ration, composed of beef cattle feed, by the filter bag technique using an autoclave and fiber analyzer (TECNAL, model TE-149). Non-woven fabric (TNT) with a grammage of 100g/m² was used to make the filter bags, so that they were 5 cm long by 5 cm wide, which corresponds to an area of 25 cm². The amount of sample that each bag received obeyed the ratio of 20 mg of DM/cm² of surface. Five replications were performed for each food evaluated in each method: autoclave and fiber analyzer. No significant differences were observed for the analysis of crude fiber from marandu grass using the autoclave and the fiber analyzer. The experimental design used was completely randomized, with two treatments (two methods) and five replications in each treatment. The results were submitted to analysis of variance and the means were compared by the F test at 5% probability, using the statistical program R 3.4.2. No significant differences were observed for the analysis of crude fiber from marandu grass using the autoclave and the fiber analyzer. However, when comparing the analysis of crude fiber in the concentrate ration by the two methods, a significant difference in values was observed, with a higher value for the fiber analyzer. It is concluded that the analysis of crude fiber in roughage using the autoclave or the fiber analyzer produces similar results. However, in concentrated rations, the use of a fiber analyzer, without a pressurized environment, overestimates the crude fiber content, and the use of an autoclave is recommended for this type of sample.

Keywords: bromatological analysis, non-pressurized environment, pressurized environment, cell wall, non-woven fabric

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Componentes da parede celular dos vegetais	8
2.2 Importância da fibra na alimentação animal.....	9
2.3 Métodos de determinação da fibra dos alimentos	10
2.3.1 Método de Weende.....	10
2.3.2 Método de Van Soest.....	8
2.3.3 Alterações nos métodos originais de análise da fibra	13
3. METODOLOGIA	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição dos alimentos é de grande importância para a nutrição animal, e tem por objetivo otimizar a eficiência de utilização dos alimentos para obter excelente resultado com rebanho e dessa forma, sucesso na produção (CANESIN; FIORENTINI; BERCHIELLI, 2012).

Por meio da análise bromatológica, os alimentos são avaliados quanto a sua composição, sendo possível quantificar as substâncias presentes, gerando informações importantes dos produtos que serão usados na alimentação dos animais, o que permite o produtor construir um planejamento alimentar para seu rebanho (RECH, 2017).

Os alimentos são constituídos por água, proteína, lipídeos, minerais, vitaminas, carboidratos não fibrosos que são facilmente digestíveis e pela fibra. A fibra pode ser definida como a fração menos digestível dos alimentos que não é digerida pelas enzimas digestivas dos animais e somente fermentada por micro-organismos, sendo composta por substâncias presentes na parede celular dos vegetais (WEISS, 1993). Segundo Mertens (1992), a fibra pode ser definida quimicamente como um agregado de compostos na qual a sua composição química depende da sua fonte e do método analítico empregado para sua quantificação, possuindo importância em termos nutricionais, uma vez que a sua definição está vinculada ao método analítico utilizado.

A fibra possui importância na alimentação animal pois auxilia no trânsito digestório evita distúrbios gastrintestinais, mantém da saúde do trato digestivo, além de gerar uma parcela da energia por meio da fermentação microbiana em animais herbívoros, o que depende das condições fisiológicas e da espécie animal (MEURER et al., 2003). Para animais ruminantes, a fibra também é responsável pela ruminação e a saúde do rúmen (MACEDO JÚNIOR et al., 2007).

Vários são os métodos descritos na literatura para quantificação da fibra, e o método mais antigo, e ainda realizado, é a análise da fibra bruta que foi descrito pelo sistema de Weende, sendo um método oficial de análise descrito pela AOAC (MONZANI, 2013). Esse método consiste na digestão ácida e básica da amostra, em equipamento digestor de fibras com refluxo, sendo o resíduo filtrado sob vácuo em cadinho filtrante e o resultado é obtido após queima em mufla a 500°C. (SILVA e QUEIROZ, 2005). No entanto, esse método possui limitação, pois permite que parte da hemicelulose e da lignina, que fazem parte da fibra, sejam solubilizadas, gerando valores subestimados do teor de fibra dos alimentos (SILVA e

QUEIROZ, 2005; LOURENÇO, 2010; SALMAN, 2010), não sendo mais recomendado para estimar o teor de fibra de alimento (SALMAN et al., 2010), sendo este substituído pelo método da fibra em detergente neutro desenvolvido por Van Soest e Wine (1967), que estimar com maior precisão o teor de fibra dos alimentos.

Ao longo do tempo o método oficial de análise de fibra sofreu adaptações, gerando métodos alternativos, que utilizam desde diferentes equipamentos a diferentes materiais como tecidos para confecção de saquinhos filtrantes que são utilizados em substituição ao cadinho filtrante (ALMEIDA, 2018), com a finalidade de reduzir mão de obra, melhorar a eficiência laboratorial com a realização da análise de uma maior quantidade de amostras por vez e redução dos custos (LOURENÇO et. al., 2017).

Uma das alterações feitas no método oficial foi a substituição do equipamento digestor de fibras pelo sistema ANKOM® que utiliza saquinhos filtrantes. Ao contrário do método oficial, este sistema é menos trabalhoso e permite a análise de um grande número de amostras por dia, eliminando etapas como lavagem manual e filtração. No entanto, uma das barreiras para a utilização desse sistema é o alto custo do equipamento e dos saquinhos que necessitam de importação. Assim, a fim de reduzir os custos analíticos associados ao uso de saquinhos Ankom®, inúmeros estudos foram realizados utilizando saquinhos confeccionadas com tecidos semelhantes, como o TNT (tecido não tecido) (ANJOS, 2020).

Outro método alternativo de análise de fibra é a utilização da autoclave em substituição ao digestor de fibras com refluxo do método oficial, que foi descrito na literatura por diversos autores como Pell e Schofield (1993); Deschamps(1999), Senger et. al. (2008), Barbosa et al., (2015); Farias et al. (2015) e Lourenço et. al. (2017). Segundo Lourenço (2010), a utilização da autoclave para a determinação da fibra pode ser realizada tanto com cadinhos filtrantes e sistema a vácuo, como no método oficial, quanto com saquinhos filtrantes, como no método Ankom®, e tem por finalidade minimizar os custos e aumentar o número de amostras analisadas.

Grande parte dos trabalhos descritos na literatura sobre os métodos alternativos para análise da fibra, descrevem as análises da fibra detergente neutro e da fibra em detergente ácido, sendo escassos os trabalhos que comparam os métodos alternativos para a análise da fibra bruta.

Dessa forma, objetiva-se com o presente trabalho determinar o teor da fibra bruta (FB) de um alimento volumoso, capim *Brachiaria brizantha cv. Marandu* (capim marandu), e de

uma ração concentrada pela técnica do saquinho filtrante utilizando-se a autoclave e o analisador de fibra (TECNAL, modelo TE-149).

1. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Componentes da parede celular dos vegetais

A fibra é formada por substâncias como celulose, hemicelulose, lignina, proteínas, compostos fenólicos e sais minerais localizados na parede celular (FARINAS, 2011). Os polissacarídeos estruturais que compõem a parede celular são denominados de polímeros de pentose e hexoses, que geram dois grupos chamados de homopolissacarídeos e heteropolissacarídeos. Estes grupos formam a fração insolúvel chamada de polissacarídeos não amiláceos que unidos com a lignina constituem a fibra (CASTRO JÚNIOR et al., 2013).

A celulose é o principal constituinte da parede celular e compõe cerca de 20 a 40% desta, sendo um homopolissacarídeo não ramificado formado por moléculas de glicose unidas entre si por ligações glicosídicas do tipo β -1,4, possuindo em sua estrutura uma região cristalina formada por ligações de hidrogênio intra e intermoleculares que dão origem as microfibrilas de celulose, e uma região amorfa, menos organizada onde as cadeias apresentam uma orientação aleatória (FARINAS, 2011). Segundo Van Soest (1994), o grau de cristalinidade das microfibrilas de celulose e a presença de outros polímeros associados a matriz celulósica são de grande importância na avaliação da forragem, pois essa interação pode afetar a sensibilidade das moléculas de celulose à hidrólise enzimática promovida pelos micro-organismos.

As hemiceluloses são um grupo heterogêneo de polissacarídeos ramificados que se ligam à superfície das microfibrilas de celuloses e entre si, mantendo ligações cruzadas, via pontes de hidrogênio, em uma rede complexa e estão presentes em todas as camadas das plantas, principalmente nas camadas primárias e secundárias, em que são ligadas à celulose e lignina (SILVA; FRANCO; GOMES, 1997). As hemiceluloses compõem cerca de 15 a 25% da parede celular dos vegetais, e são classificadas de acordo com os açúcares que se ligam, principalmente por ligações glicosídicas β -1,4, resultando em uma estrutura principal, e as principais hemiceluloses encontradas nas plantas são os xiloglucanos (XyG), os glucuronoarabinoxilanos (GAX) e os mananos (MN), sendo que os glucuronoarabinoxilanos ocorrem em maior quantidade em paredes celulares de gramíneas (FARINAS,2011).

A pectina é encontrada na parede celular primária das células vegetais, e composta por polissacarídeos ricos em ácidos galacturônico, estando associada à celulose e hemiceluloses que auxilia na adesão entre células, sendo considerada o principal agente cimentante que contribui para a firmeza, resistência mecânica e coesividade do tecido (PAIVA et al., 2009), compondo aproximadamente 30% da parede celular dos vegetais (FARINAS, 2011).

Além dos polissacarídeos, a planta também possui a lignina, que é responsável por fornecer rigidez a planta (FARINAS, 2011). A lignina é uma molécula amorfa altamente complexa que forma um polímero derivado de unidades fenilpropanóides, sua rigidez e resistência é explicada por sua estrutura tridimensional, tornando a planta mais resistente ao impacto, evitando quebra da parede celular agindo como agente permanente de ligação entre as células. Além de proteção mecânica, ela é responsável pela proteção contra ação de micro-organismo e transporte de nutrientes, água e metabólitos (SANTOS, 2008).

2.2 Importância da fibra na alimentação animal

Nutricionalmente a fibra pode ser definida como a fração do alimento que é lentamente digestível ou indigestível que ocupa espaço no trato gastrintestinal dos animais (BRITO et al., 2008), e está vinculada ao método analítico utilizado, podendo ser definida como um agregado de compostos na qual a sua composição depende da sua fonte e do método analítico empregado para sua quantificação (MERTENS, 1992).

A fibra é composta principalmente pela celulose, hemicelulose e lignina, presentes na parede celular dos vegetais, além de proteínas e outros compostos minoritários (BIANCHINI, WALDMARYAN et al., 2007; MACEDO JÚNIOR, et al., 2007). e constitui a fração menos digestível dos alimentos que não é digerida pelas enzimas digestivas dos animais e somente fermentada por micro-organismos (WEISS, 1993), sendo o principal nutriente encontrado nas forragens, que de maneira geral correspondem a maior parte da alimentação de herbívoros, sendo uma fonte de energia para esses animais (CASTRO JÚNIOR et al., 2013).

Em animais ruminantes a fibra é importante para a microbiota ruminal, pois ajuda nos processos fermentativos mesmo sendo um componente vegetal de baixa digestibilidade. O alimento volumoso é a principal fonte de fibra para esses animais e deve estar presente na dieta destes mesmo que em pequenas quantidades, e possui a finalidade de dar consistência ao bolo alimentar, regulando a taxa de passagem o que determina o consumo voluntário e responsável por promover o equilíbrio da função do rúmen. Além disso, a fibra tem papel no metabolismo energético, pois são fermentadas pelos micro-organismos convertidos a ácidos

graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente o acético, propiônico e butírico, os quais correspondem a cerca de 80% das necessidades energéticas dos ruminantes (ALVES, et al., 2016).

Altos teores de fibra, na dieta de ruminantes, podem afetar a ingestão de matéria seca, pois a mesma provoca uma sensação de enchimento ruminal gerando saciedade antes que as demandas energéticas sejam supridas, acarretando perdas no desempenho animal. A lignina, é um componente da fibra dos alimentos e é indigestível pelos micro-organismos do rumem e o excesso de ingestão de lignina pode causar indigestibilidade criando uma barreira física para a digestão dos nutrientes no interior da célula disponibilizando menos energia ao animal (GENRO; ORQIS, 2008).

Em animais não ruminantes, a fibra é utilizada pelo organismo de acordo com as especificidades do sistema digestivo do animal, que variam com suas características, o que pode levar a diferentes efeitos fisiológicos dependendo da espécie animal. Em não ruminantes herbívoros a fibra é indispensável, pois auxilia no trânsito da digesta, mantém o equilíbrio da flora microbiana e a integridade da mucosa intestinal, além de suprir parte das necessidades energéticas desses animais pela produção de ácidos graxos de cadeia curta (MORGADO; GALZERANO, 2009). Em animais não ruminantes não herbívoros por muito tempo a fibra foi considerada um nutriente indesejável devido ao efeito diluidor da energia da ração por ser a porção menos digestível do alimento. No entanto, estudos recentes identificaram os efeitos benéficos desse nutriente quando adicionado em quantidades adequadas pelo seu efeito prebiótico em ativar o crescimento de bactérias benéficas que produzem ácidos graxos de cadeia curta, que mantém o equilíbrio da flora intestinal e promove o aumento da área de absorção intestinal por aumentar o número de vilosidades no íleo e conseqüentemente promove a melhora no desempenho dos animais (GOULART et al., 2016).

1.3 Métodos de determinação da fibra dos alimentos

2.3.1 Método de Weende

O método de Weende foi desenvolvido na Alemanha entre os anos de 1860 e 1864, na estação experimental de Weende, (GENRO;ORQIS, 2008). Na qual são determinados seis componentes químicos dos alimentos, sendo eles, matéria seca, matéria mineral ou cinzas, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e extrato não nitrogenado, esses nutrientes compõem

as análises clássicas feitas visando obter as informações sobre um alimento qualquer (FORTES, 2011).

A matéria seca (MS) pode ser definida como alimento desidratado que não contenha água ou umidade natural. A determinação da matéria seca é o ponto de partida da análise dos alimentos e é de grande importância, pois o armazenamento dos alimentos pode depender da umidade presente no material. Além disso, a quantidade de nutrientes presentes nos alimentos é expressa em base seca como medida padronizada (CARVALHO, 2021).

A determinação da matéria seca é feita em estufa, e o procedimento de secagem difere dependendo do teor de umidade do alimento, uma vez que, alimentos com alto teor de umidade necessitam passar primeiro por uma pré-secagem em estufa ventilada a temperatura de 55 a 60°C, e o tempo de secagem depende do teor de umidade do alimentos que pode variar de 16 a 48 horas segundo Silva e Queiroz (2005) e de 24 a 72 horas de acordo com Detmann et al. (2012), e em seguida a amostra pré-seca deve passar por uma segunda secagem, chamada de secagem definitiva em estufa a 105°C, por 16 horas. Em alimentos com baixo teor de umidade, a matéria seca é determinada realizando apenas uma secagem definitiva em estufa a 105°C (SILVA e QUEIROZ, 2005).

A análise de cinzas ou matéria mineral é realizada pela queima da amostra a temperatura entre 500 e 600°C, até que toda a matéria orgânica seja completamente queimada, que ocorre em torno de 3 a 4 horas para a maioria dos alimentos (SILVA e QUEIROZ, 2005). Na análise das cinzas é demonstrado a riqueza de minerais na amostra, mas não fornece informações de quais minerais estão presentes, ou seja, não quantifica os minerais isoladamente. Mas é um passo preparatório para análise elementar dos minerais, sendo necessária também para o cálculo de matéria orgânica, do extrativo não nitrogenado (ENN) e do carboidrato não fibroso (CNF) (RODRIGUES, 2010).

A quantificação da proteína bruta dos alimentos é feita através da determinação do nitrogênio total da amostra, e o método mais comumente utilizado é o método de Kjeldahl que consiste em três passos: digestão da amostra em ácido sulfúrico concentrado, destilação da amônia em uma solução receptora e quantificação da amônia por titulação por volumetria com uma solução padrão. Ao final da análise o resultando obtido do teor de nitrogênio total na amostra é multiplicado por um fator de conversão para proteína bruta, de 6,25 que é utilizado para grande parte dos alimentos (SILVA e QUEIROZ, 2005).

Para determinar o extrato etéreo a amostra é colocada em contato com um solvente orgânico (éter petróleo) em um aparelho extrator de gordura durante período variável de acordo com o tipo de amostra e com a metodologia utilizada (DETMANN et al., 2012).

A análise da fibra bruta é realizada de forma que simulação o que ocorre no estômago e no intestino dos animais (FORTES,2011). O método analítico da fibra bruta consiste em duas extrações seguidas, onde a amostra seca e desengordurada é submetida primeiramente a uma digestão ácida com uma solução de ácido sulfúrico a 1,25% (SILVA e QUEIROZ, 2002), que remove amido, açúcar e um pouco de pectina e hemiceluloses dos alimentos (MERTENS, 2001 citado por LOURENÇO, 2010), e uma digestão alcalina com uma solução de hidróxido de sódio a 1,25% (SILVA e QUEIROZ, 2005), que remove as proteínas remanescentes, pectinas e hemiceluloses, bem como parte da lignina (MERTENS, 2001 citado por LOURENÇO, 2010), permanecendo no resíduo insolúvel: celulose, parte da lignina e das hemiceluloses, além de minerais que não foram dissolvidos. Para a correção da contaminação com minerais o resíduo insolúvel obtido na análise é incinerado em forno mufla para ser descontado no cálculo (SILVA e QUEIROZ, 2005).

A principal limitação da análise da fibra bruta está relacionada ao fato dos reagente utilizados promover solubilização de parte da lignina e parte das hemiceluloses, que são constituintes da fibra dos alimentos (VAN SOEST e WINE, 1968 citado por LOURENÇO, 2010). A digestões com soluções com ácida e base fortes, leva à perda desses componentes da parede celular, e dessa forma gera valores mais baixos de fibra do que o alimento realmente possui, não sendo mais um método adequado para determinar o teor de fibra de alimentos. Além disso a análise da fibra bruta não permite quantificar os teores de celulose da hemicelulose do alimento (SALMAN, 2010).

O cálculo do extrativo não nitrogenado (ENN) é realizado subtraindo-se da matéria seca, os teores de proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e cinzas, e representa os carboidratos de fácil digestão, como os açúcares, o amido e a pectina (GENRO e ORQIS, 2008). A principal limitação dessa estimativa é que ela leva em consideração todos os erros das análises anteriores, principalmente da fibra bruta, e parte da lignina e das hemiceluloses passam a fazer parte do CNF, o que superestima o seu valor (SALMAN, 2010).

2.3.2 Método de Van Soest

Os métodos de determinação da fibra desenvolvidos por Van Soest possibilitam fracionar os componentes fibrosos dos alimentos, possibilitando maior precisão na estimativa do seu valor nutritivo (BERCHIELLI et al., 2001). O método de Van Soest pode ser descrito por duas técnicas desenvolvidas denominadas sistema de detergentes. Primeiramente Van Soest (1963), desenvolveu um detergente ácido específico capaz de separar o conteúdo celular dos componentes da parede celular, com a finalidade de solubilizar o conteúdo celular e a hemiceluloses, e maior parte da proteína insolúvel, obtendo-se um resíduo insolúvel no detergente ácido (RODRIGUES, 2010).

Posteriormente Van Soest e Wine (1967) desenvolveram um detergente neutro específico capaz de separar o conteúdo celular dos constituintes da parede celular vegetal, isolando um resíduo insolúvel em detergente neutro constituído por celulose, hemiceluloses e lignina, denominada fibra em detergente neutro (FDN). Esse método é o mais preciso para estimar o teor de fibra total dos alimentos, sendo a melhor estimativa do conteúdo de parede celular de um alimento quando comparado com a análise de fibra bruta do método de Weende (FERNANDES, 2017).

A análise de FDN foi primeiramente desenvolvida para forragens, mas o seu uso para alimentos ricos em amido, levou a resultados menos precisos, pois além do amido, outras impurezas como cinzas e proteínas que são insolúveis em detergentes neutros interferiram no resultado final gerando a superestimação final do valor de FDN, portanto, alguns ajustes ao método oficial foram necessários para melhor avaliar os resultados da análise de FDN (VAN SOEST et al.1991).

2.3.3 Alterações nos métodos originais de análise da fibra

O método oficial de determinação da fibra bruta (FB), da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) utilizam um digestor de fibra com refluxo, um cadinho filtrante de vidro e um sistema de vácuo, e possibilita fazer apenas seis provas por vez, o que limita o rendimento das análises e aumenta a mão de obra despendida nessas análises. Esses métodos têm passado por modificações e aprimoramento

com o uso de equipamentos e materiais diferentes com o intuito de tornar as análises mais rápidas e práticas, reduzir a mão de obra, e o custo das análises (LOURENÇO et al., 2017; FARIAS et al., 2015).

Um método alternativo ao método oficial para análise de fibra (FB, FDN e FDA) é o método Ankom Filter Bag Technique (FBT), que é uma técnica que utiliza um digestor de fibra Ankom®, com sistema fechado, em substituição ao digestor de fibras com refluxo, e saquinhos filtrantes F57 (Ankom®), em substituição aos cadinhos filtrantes.

O método denominado Ankom Filter Bag Technique (FBT), é um método alternativo para a determinação da fibra (FB, FDN e FDA) dos alimentos. Este método utiliza um sistema fechado (digestor de fibra Ankom²⁰⁰) e saquinhos filtrantes F57 da Ankom®, em substituição ao cadinho filtrante, utilizado no método oficial (ANKOM, 2022a). Essa técnica tem por finalidade aumentar a praticidade e reduzir a mão de obra, uma vez que pode ser realizada uma grande quantidade de análise de uma vez, otimizando a análise em comparação ao método oficial (GERON, et al., 2014), por não necessitar de lavagens e filtrações sucessivas que eram feitas manualmente e individualmente no método oficial, e passaram a serem feitas no próprio equipamento Ankom® de forma coletiva (BERCHIELLI et al. 2001).

Embora o uso de saquinho F57 da Ankom®, para avaliar o teor de fibra em alimentos ofereça perspectivas favoráveis, os custos associados a esse material podem impossibilitar seu uso rotineiro na análise da fibra dos alimentos por ser de alto custo e necessitar de importação para sua aquisição (BERCHIELLI, et al., 2001). Dessa forma, pesquisas foram feitas com o intuito de encontrar um tecido para confecção de saquinhos filtrantes que fosse uma alternativa mais barata para substituir o saquinho F57 da Ankom®, e foram verificado que o tecido não tecido (TNT) com gramatura de 100 g/m², é similar a do F57 da Ankom®, gerando estimativas acuradas na análise da FDN (CASALI et. al., 2009; VALENTE et al. 2011).

O uso da autoclave é um outro método alternativo que substitui o digestor de fibras com refluxo utilizado no método oficial para a análise da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido descrito na literatura por Pell e Schofield (1993), Deschamps (1999), Senger et al., (2008) e Farias (2015).

Por meio desta técnica é possível realizar a análise simultânea de um grande número de amostras, o que reduz a mão de obra e o tempo gasto na execução de várias análises, otimizando a rotina das análises (BAUMGARTEN et al., 2016). As análises em autoclave

oferecem a possibilidade de pesar amostras tanto em cadinhos filtrantes como em saquinho filtrante (LOURENÇO, 2010).

Na utilização de cadinhos filtrantes a marcha a analítica para a análise da FDN e FDA segue a descrita no método oficial, com substituição do equipamento digestor de fibras com refluxo pela autoclave, sendo então utilizada a lavagem individual das amostras sob vácuo como no método oficial (LOURENÇO, 2010).

O uso do saquinho filtrante na autoclave para a análise de FDN e FDA considera os mesmos procedimentos de pesagem da amostra da técnica do saquinho filtrante, e mantém a relação da quantidade de reagente para a quantidade de amostra do método oficial, e a lavagem dos saquinhos é feita manualmente em um béquer com água destilada fervente (SENGER et al., 2008). A principal vantagem deste método alternativo é a redução do tempo de análise, principalmente devido à eliminação da etapa de filtração e a lavagem das amostras no saquinho filtrante ser realizada coletivamente (LOURENÇO, 2010).

No método oficial, utilizando o digestor de fibras com refluxo, o tempo de digestão da amostra para análise da FDN e FDA é de 60 minutos e a temperatura utilizada é de baixa fervura da solução (SILVA e QUEIROZ, 2005). Com o uso da autoclave diferentes tempo e temperatura de execução da análise da FDN e FDA foram testadas por Senger et al. (2008) que avaliaram a análise em 40 minutos a 110°C, 60 minutos a 110°C, 40 minutos a 120°C e 60 minutos a 120°C, para as análises da FDN e FDA com o objetivo de avaliar qual tempo e temperatura de execução geraria resultados mais próximos do obtido com o método oficial, verificaram que o uso da temperatura 110°C por 40 minutos gerou resultados mais próximos do método oficial. Na pesquisa realizada por Farias et al. (2015), o uso da autoclave a temperatura de 120°C por 40 minutos não diferiu do método oficial para as análises da FDN e FDA.

O método de análise convencional para a determinação da fibra bruta utiliza o digestor de fibras com refluxo, cadinho filtrante e bomba a vácuo (SILVA e QUEIROZ, 2005). O método alternativo de análise da fibra bruta pela técnica do saquinho filtrante está descrito no método da AOCS Ba 6a-05 (ANKOM, 2022b), na qual utiliza saquinho filtrante F57 ou F58 da Ankom® e digestor de fibras ANKOM²⁰⁰. A análise da fibra bruta utilizando a autoclave também foi descrita na literatura por Nascimento et al. (2018), que compararam os métodos de análise de fibra bruta utilizando o método oficial e o método da autoclave utilizando saquinho filtrante de TNT, e temperatura entre 105 a 110°C² por 40 minutos em amostras de farelo de soja e grão de milho, e verificaram que o método da autoclave superestimou o valor

de fibra dos alimentos avaliados. Por outro lado, Kulyk et al. (2017), avaliaram a análise de fibra bruta de alimentos concentrados utilizando a autoclave, a temperatura de 112 °C e verificaram que este método gera resultados precisos.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido de janeiro de 2022 a fevereiro de 2022, no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABAN), pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Foram avaliados os teores da fibra bruta em um alimento volumoso, sendo este a *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* (Capim Marandu) e um concentrado, composto por ração de gado corte, por meio da técnica do saquinho filtrante utilizando dois diferentes equipamentos o analisador de fibras da marca TECNAL®, modelo TL-149, e a autoclave vertical AV50. Foram realizadas cinco repetições por alimento para cada método.

As amostras do volumoso e do concentrado foram coletadas no dia 02 de janeiro de 2022, e posteriormente levadas ao laboratório. A amostra do volumoso foi dividida em três porções (repetição) e alocadas em uma estufa ventilada com temperatura de 60°C por 72 horas para perder umidade, realizando a pré-secagem. As amostras de volumoso e concentrado foram moídas em moinho de facas com peneira de 1mm, e armazenadas em potes plásticos devidamente identificadas. Foi realizada a análise de matéria seca definitiva em estufa a 105°C e feito o cálculo da matéria seca do volumosos e do concentrado conforme o descrito por Detmann et al. (2012).

As soluções para análise da fibra bruta foram feitas de acordo com o descrito por Silva e Queiroz (2005). Para realizar as análises pela técnica do saquinho filtrante, foram confeccionados saquinhos com o tecido não tecido (TNT) com gramatura de 100g/m², de forma que a possuam 5 cm de comprimento por 5 cm de largura, o que corresponde a uma área de 25 cm². Para isso, foram cortados retângulos no tecido de TNT com dimensões de 10 cm de comprimento e 5 cm de largura, e após foram lavados com solução de detergente neutro comercial em ebulição por 15 minutos, e em seguida enxaguados com água destilada fervente por três vezes para a retirada do detergente e então lavados com acetona para a retirada goma presente no tecido, e colocados para secar em estufa ventilada a 60°C por 24 horas. Após os tecidos secos foram selados em seladora nas laterais para formar um saquinho com dimensões 5 x 5 cm, posteriormente foram identificados e levados para estufa a 105°C

por 2 horas. Em seguida foram colocados em dessecador para esfriar por 40 minutos e pesados em balança analítica na qual foi registrado os pesos dos saquinhos vazios.

A quantidade de amostra que cada saquinho recebeu obedeceu a relação de 20 mg de matéria seca por centímetro quadrado de superfície. Considerando a matéria seca dos alimentos testados foram pesados em balança analítica aproximadamente 0,53 gramas de capim marandu e 0,56 gramas de ração concentrada, sendo anotado as quatro casas decimais do peso da amostra.

Para a análise da fibra bruta utilizado o analisador de fibra (TECNAL, modelo TL-149), os dez saquinhos sendo cinco com capim e cinco de ração foram acondicionados nos pratos do equipamento e adicionado a solução ácido sulfúrico a 1,25% permanecendo no equipamento por 30 minutos a temperatura de 100°C, em sequência foi aberta a válvula do equipamento para a saída da solução e após o seu esgotamento a válvula foi fechada e adicionado água destilada fervente para a lavagem dos saquinhos com as amostras por cinco minutos com água fervente, sendo esse processo realizado por três vezes para retirada da solução ácida, logo após foi adicionado a solução de hidróxido de sódio a 1,25% e realizada a rodada de 30 minutos a temperatura de 100°C, em sequência foi aberta a válvula do equipamento para a saída da solução e após o seu esgotamento a válvula foi fechada e adicionado água destilada fervente para a lavagem dos saquinhos por cinco minutos, sendo repetido esse processo por mais três vezes.

Após os saquinhos foram retirados do equipamento analisador de fibras e transferidos para um béquer vazio e adicionado álcool etílico absoluto em quantidade suficiente para cobrir todos os saquinhos, e então foram lavados por cinco minutos, e então desprezado o álcool do béquer. Em seguida os saquinhos foram lavados com acetona, na qual a acetona foi colocada em quantidade suficiente para cobrir todos os saquinhos, sendo estes lavados por cinco minutos, e então descartada a acetona e posteriormente foram espremidos os saquinhos para a retirada do excesso de acetona, e em sequência, foram levados para estufa ventilada a 60°C onde permaneceram por 24 horas. Após esse período os saquinhos contendo as amostras digeridas foram transferidos para estufa a 105°C por 2 horas, e por fim foram colocados no dessecador para esfriar, por aproximadamente 40 minutos, e então feita a pesagem na balança analítica para registro do peso do saquinho mais resíduo insolúvel da fibra bruta.

O saquinho mais o resíduo insolúvel da fibra bruta foram acondicionados em um cadinho de porcelana limpo e previamente pesado e levados para a mufla onde foi feita a queima a temperatura de 600°C por 4 horas, ao fim do procedimento a mufla foi desligada, e

ao esfriar foram colocados no dessecador o cadinho mais cinzas para posterior pesagem em balança analítica.

Para análise da fibra bruta utilizando a autoclave, dez saquinhos foram colocados em um saco maior de tecido de tule contendo um contrapeso em seu interior para evitar a flutuação das amostras no béquer (DESCHAMPS, 1999). Esse conjunto foi colocado em um béquer de plástico com capacidade de 2.000 mL e adicionado uma quantidade de solução de ácido sulfúrico a 1,25% de forma que cobrisse todos os saquinhos com as amostras tentando manter a relação de 50 ml de solução por 0,5 grama de amostra. O béquer foi tampado com papel alumínio e com uma liga elástica para evitar a entrada de vapor no béquer. Em seguida o béquer com as amostras foi colocado na autoclave, sendo esta fechada, ligada e programada para um ciclo de 30 minutos a temperatura de 121°C, que corresponde a 1,1 Kgf/cm². Ao finalizar o processo foi aguardado a pressão do equipamento ser liberada, e então o béquer com os saquinhos foi retirado da autoclave, e a solução ácida descartada, em seguida os saquinhos foram lavados com água destilada fervente para retirada da solução ácida por três vezes, quando foi observado que a água de lavagem não havia mais coloração.

Em seguida, os saquinhos com as amostras da digestão ácida foram colocados em um béquer de plástico com capacidade de 2.000 mL e adicionado uma quantidade de solução de hidróxido de sódio a 1,25% de forma que cobrisse todos os saquinhos com as amostras tentando manter a relação de 50 ml de solução por 0,5 grama de amostra. O béquer foi tampado com papel alumínio e com uma liga elástica para evitar a entrada de vapor no béquer. Em seguida o béquer com as amostras foi colocado na autoclave, sendo esta fechada, ligada e programada para um ciclo de 30 minutos a temperatura de 121°C, que corresponde a 1,1 Kgf/cm². Ao finalizar o processo foi aguardado a pressão do equipamento ser liberada, e então o béquer com os saquinhos foi retirado da autoclave, e a solução básica descartada, em seguida os saquinhos foram submetidos a lavagem com água destilada fervente para retirada da solução básica por três vezes, quando foi observado que a água de lavagem não havia mais coloração.

E por fim, os saquinhos com o resíduo da fibra bruta foram transferidos para um béquer de 500 mL e feita a lavagem dos saquinhos com álcool etílico absoluto em quantidade suficiente para cobrir todos os saquinhos, por cinco minutos, e então desprezado o álcool do béquer. Posteriormente, foi adicionado acetona no béquer em quantidade suficiente para cobrir todos os saquinhos, sendo estes lavados por 5 minutos, e então descartada a acetona e espremidos os saquinhos para a retirada do excesso de acetona. Em sequência, os saquinhos

foram levados para estufa ventilada a 60°C onde ficaram por 24 horas. Após esse período os saquinhos contendo as amostras digeridas foram transferidos para estufa a 105°C onde permaneceram por 2 horas, e em seguida foram colocados em dessecador para esfriar, por 40 minutos, e então foi feita a pesagem em balança analítica para registro do peso do saquinho mais resíduo insolúvel da fibra bruta.

O saquinho mais o resíduo insolúvel da fibra bruta foram acondicionados em um cadinho de porcelana limpo e previamente pesado e levados para a mufla onde foi feita a queima a temperatura de 600°C por 4 horas, ao fim do procedimento a mufla foi desligada, e ao esfriar foram colocados no dessecador o cadinho mais cinzas para posterior pesagem em balança analítica.

Os cálculos dos teores de fibra bruta (FB) dos alimentos avaliados foram feito pela fórmula:

$$\%FB = \frac{\{[(\text{peso do cadinho} + \text{saquinho} + \text{resíduo FB}) - (\text{peso do cadinho} + \text{cinzas})] - \text{peso do saquinho}\}}{\text{peso da amostra (g)}} \times 100$$

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (métodos) e cinco repetições em cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico R 3.4.2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas para a análise da fibra bruta do capim marandu utilizando a autoclave e o analisador de fibras. Por outro lado, ao comparar a análise da fibra bruta da ração concentrada observou-se diferença significativa nos valores, com maior valor para o analisador de fibra (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios dos teores de fibra bruta do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e da ração concentrada e pelos métodos da autoclave e do analisador de fibras.

Alimentos	Métodos		Valor de P	EPM ¹
	Autoclave	Analisador de fibras		
Capim Marandu	26,34 a	26,69 a	0,20	0,13
Ração concentrada	4,74 b	6,25 a	<0,001	0,27

*Médias seguidas de mesma letra, na linha, não difere entre si pelo teste F. ¹ Erro padrão da média.

O uso do equipamento analisador de fibras (TECNAL, modelo TL-149), que fornece um ambiente não pressurizado, proporcionou valor 1,51% maior para o teor de fibra bruta da ração concentrada, em comparação ao método da autoclave, que é um ambiente pressurizado. Segundo Gomes et al. (2011), a diferença entre os ambientes pressurizados e não pressurizados para a análise da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido interfere na forma como a solução interage com a amostra, pois a formação de bolhas de ar no interior dos saquinhos promovida pela fervura da solução em um ambiente não pressurizado, pode comprometer o contato da solução com a amostra reduzindo a eficiência de extração dos componentes dos alimentos.

Este fato pode explicar o maior valor da fibra bruta da ração concentrada observado no presente estudo, quando foi utilizado o analisador de fibras que é um ambiente não pressurizado, no entanto, este comportamento não foi observado para a amostra de alimento volumoso, possivelmente por este último alimento não possuir grandes quantidades de compostos não fibrosos, pois segundo Gomes et al. (2011), em uma situação hipotética a eficiência de extração dos componentes não fibrosos dos alimentos é comprometida quando se utiliza um ambiente não pressurizado para análise da fibra o que causaria superestimativa do seu valor. E devido a ração concentrada possuir maior teor de carboidratos não fibrosos, necessitada, portanto, de maior eficiência de extração dos constituintes desse alimento pelas soluções utilizadas na análise.

Segundo Barbosa et al. (2015), o uso de saquinho filtrante para análise de fibra pode comprometer ou reduzir o fluxo da solução extratora na amostra, além disso, é possível que partículas da amostra se aglomerem no interior do saquinho quando molhadas formando uma massa que pode dificultar o fluxo da solução extratora na amostra e assim afetar a extração da fração solúvel, principalmente em alimentos concentrados. Dessa forma, o uso de diferentes ambientes, pressurizado e não pressurizado, juntamente com a presença de grande quantidade de compostos não fibrosos a serem extraídos pelas soluções extratoras na ração concentrada e o uso de saquinho filtrante promoveu diferença significativa entre os métodos avaliados.

De acordo com Detmann et al. (2021), a pressurização aumenta a temperatura de ebulição da água o que evita a formação de bolhas no interior dos saquinhos, dessa forma, o uso de equipamentos não pressurizados compromete a qualidade e a precisão dos resultados (SILVA et al., 2018), não sendo recomendada a utilização de equipamentos não pressurizados para análise de fibra pela técnica dos saquinhos filtrantes (DETMANN et al., 2021).

Comparação entre o método oficial com o uso do analisador de fibras com refluxo e a autoclave para análise da fibra em detergente neutro foi feita por Barbosa et al. (2015), que verificaram que esses métodos geram resultados similares para os teores de fibra de amostras de forragens e fezes, no entanto, para alimentos concentrados resultou em valores superestimados, possivelmente proporcionado pela alta pressão exercida pela autoclave que faz com que a temperatura de fervura da água aumente e a temperatura usada de 105°C pode não ter proporcionado o refluxo da solução o que afetaria a extração dos componentes solúveis da amostra de concentrado, e o fato de não ter havido diferença para as análises de forragem e fezes, consiste no fato desses alimentos possuírem menores teores de componentes solúveis a serem extraídos pela solução. No presente estudo a pressão e a temperatura utilizada na autoclave foram maiores, e possivelmente não deve ter afetado a extração dos componentes solúveis da ração concentrada.

4. CONCLUSÃO

A análise da fibra bruta em alimento volumoso utilizando a autoclave ou o analisador de fibras produz resultados semelhantes.

A análise da fibra bruta em alimento concentrado utilizando o analisador de fibras, sem ambiente pressurizado, superestima o seu valor, sendo recomendado para esse tipo de amostra o uso da autoclave.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. N. S. Determinação da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido por diferentes métodos analíticos. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Maranhão, p.25.2018.

ALVES, A. R., PASCOAL, L. A. F., CAMBUI, G. B., da SILVA TRAJANO, J., da SILVA, C.M., Gois, G.C. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **Pubvet**, v.10, p.513-579, 2016.

ANJOS, A. N. A., VIEGAS, C. R., GOMES, R. S., SOUZA, J. C. C. Métodos utilizados para determinação dos constituintes da fração fibrosa, uma revisão. **Archivos de Zootecnia**, v.69, n.266, 246-256, 2020.

ANKOM. **Analytical Methods**. Disponível em: <https://www.ankom.com/analytical-methods-support/fiber-analyzer-delta> Acesso em: 16 de março de 2022a.

ANKON. **Crude Fiber Analysis in Feeds By Filter Bag Technique**. Disponível em: <http://www.ssc.com.tw/Ankom/PDF_file/Crude%20Fiber%20Method%20A200.pdf> Acesso em: 16 de março de 2022b.

BARBOSA, M.M.; DETMANN, E.; ROCHA, G.C.; FRANCO, M.O; FILHO, S.C.V. Evaluation of laboratory procedures to quantify the neutral detergent fiber content in forage, concentrate, and ruminant feces. **Journal of AOAC International**, v. 98, n.4, p.883-889, 2015.

BAUMGARTEN, V. G.; CASTAGNARA, D. D.; MALAGUEZ, E. G.; HOCH, G. C.; GAYER, T. O. Substituição do aparelho determinador por autoclave na determinação de fibras em alimentos para ruminantes. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2016, Rio Grande do Sul. **Anais...** Rio Grande do Sul: v. 8, n. 2, 2016.

BERCHIELLI, T. T., SADER, A. P. D. O., TONANI, F. L., PAZIANI, S. D. F., ANDRADE, P. D. Avaliação da determinação da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido pelo sistema ANKOM. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1572-1578, 2001.

BIANCHINI, W.; RODRIGUES, E.; JORGE, A. M., ANDRIGHETO; A. Importância da fibra na nutrição de bovinos. REDVET. **Revista electrónica de Veterinária**, v. 8, n. 2, p. 1-14, 2007.

CANESIN, R.C.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**. Salvador, v.13, n.4, p.938-953, 2012.

CARVALHO, C. B. de M.; MACAMBIRA, G. M.; dos SANTOS, A. C. F.; de HOLANDA OLIVEIRA, H. S.; da SILVA, D. A.; RIBEIRO, A. G.; FRANÇA SILVA, G. K. Métodos de análise da composição química e valor nutricional de alimentos para ruminantes. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, 2021.

CARVALHO, C. S. M.; AGUIAR, L. V. B. D., SALES-CAMPO, C., MINHONI, M. T. D. A., ANDRADE, M. C. N. D. . Determinação bromatológica de *Pleurotus ostreatus* cultivado em resíduos de diferentes cultivares de bananeiras. **Interciencia**. v. 37, n.8, p.621-626, 2012.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; FILHO, S.C.V.; PEREIRA, J.C.; CUNHA, M.; DETMANN, K.S.C.; PAULINO, M.F. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em saco de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.130-138, 2009.

CASTRO J., F.,CAMARGO, J. C. A.,BUDINO, F. E. Fibra na alimentação de suínos. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 3, p. 265-280, 2013.

DESCHAMPS, F.C. Implicações do Período de Crescimento na Composição Química e Digestão dos Tecidos de Cultivares de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p. 1358-1369, 1999.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; FILHO, S. C. V. **Métodos para análise de alimentos-INCT-Ciência Animal**, Visconde do Rio Branco, Minas Gerais: Suprema, 2012, 214p.

DETMANN, E.; COSTA E SILVA, L.F.; ROCHA, G.C.; PALMA, M.N.N.; RODRIGUES, J.P.P. **Métodos para análise de alimentos-INCT-Ciência Animal**, 2ª ed.Visconde do Rio Branco, Minas Gerais: Suprema, 2021, 350p.

FARIAS, J. S.; QUEIROZ, L. O.; SANTOS, G. R. A.; FAGUNDES, J. L. F.; SILVA, M. A. Avaliação de tecidos e equipamentos alternativos na análise de fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 72, n.3, p.229-233, 2015.

FARIAS, J.S.; QUEIROZ, L.O.; SANTOS, G.R.A.; FAGUNDES, J.L.; SILVA, M.A. Avaliação de tecidos e equipamentos alternativos na análise de fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido. **Boletim de Indústria Animal**, p. 229-233, 2015.

FARINAS, C. S. **A parede celular vegetal e as enzimas envolvidas na sua degradação**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/919344/1/DOC542011.pdf>> Acesso em: 22/10/2021.

FERNANDES, R. A. A.; OLIVEIRA, I.; FLUCK, A. C.; MICHELLE de ALMEIDA, O. L. L. E.; TURMINA, R., GEHLEN, J. C. Metodologias para estimar a digestibilidade de alimentos para ruminantes. **Revista Eletronica de Veterinária**, v. 18, n. 11, p. 1-15, 2017.

FORTES, B. D. A. **Métodos de avaliação de alimentos para aves**. 2011. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/semi2011_Bruno_Duarte_2c.pdf> Acesso em: 02/11/2021

GENRO, T. C. M.; ORQIS, M. G. **Informações básicas sobre coleta de amostras e principais análises químico-bromatológicas de alimentos destinados à produção de ruminantes**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/profile/>> Acesso em: 15/10/2021.

GERON, L. J. V.; T.-MACHADO, R. J.; ZEOULA, L. M.; OLIVEIRA, E. B.; GARCIA, J.; AGUIAR, R. P. S. Avaliação do teor de fibra em detergente neutro e ácido por meio de diferentes procedimentos aplicados às plantas forrageiras. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p.1533-1542, 2014.

GOMES, D. I., DETMANN, E., VALENTE, T. N. P., VALADARES FILHO, S. C., QUEIROZ, A. C. Avaliação laboratorial de compostos fibrosos em alimentos e fezes bovinas sob diferentes ambientes físicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.522-525, 2011.

GOULART, F.R.; ADORIAN, T.J.; MOMBACH, P.I.; SILVA, L.P. Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes. **Revista Ciência e Inovação**, v.1, n.1, p.141-154, 2016.

KULYK, M. F., OBERTIUKH, Y. V., ZHUKOV, V. P., VYHOVSKA, I. O., HONCHAR, L. O., RUDENKO, L. I. Determination of crude fiber in feeds with application of autoclaving. **Feeds and Feed Production**, n. 83, p. 150-153. 2017.

LOURENÇO, M. S. N. **Estudo comparativo de metodologias aplicadas em análises de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido com gerenciamento de resíduos químicos**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 117 p. 2010.

LOURENÇO, M.S.N.; MESSANA, J.D.; SADER, A.P.O.; CANESIN, R.C.; MALHEIROS, E.B.; CASTAGNINO, P.S.; BERCHIELLI, T.T. Comparison of laboratory methods to assess fiber contents in feedstuffs. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v.30, p.21-29, 2017.

MACEDO JÚNIOR, G.L.; ZANINE, A.M.; BORGES, I.; PERÉZ, J.R .O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência animal**, v.17, n.1, p.7-17, 2017.

MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: Simpósio internacional em bovinos de leite, 2.,Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, p. 25-36. 2001.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. **Anais...** SBZ-ESAL, 188, MG.,1992.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; Fibra bruta para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 256-261, 2003.

MONZANI, E. E. Padronização de método analítico de fibra em alimentos volumosos. **Dissertação (Mestrado em Produção Animal)**, Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO). Descalvado, 75 p. 2013.

MORGADO, E.; GALZERANO, L.; Fibra na nutrição de animais com fermentação no intestino grosso. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 10, n. 7, p. 1-13, 2009.

NASCIMENTO, E.M.; GONÇALVES, R.M.; SANDRI, D.; CRUZ, D.B.; FRIEDRICH, M. , FERNANDES, S.R.; GARCEZ NETO, A.F. Crude fiber analysis using nonwoven bags in autoclave as alternative to a reference method. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia. 28, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: Zootec. 2018.

PAIVA, E. P.; LIMA, M. S.; PAIXÃO, J. A. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista Iberoamericana de Polímero**, v. 10, n. 4, p. 196-211, 2009.

PELL, A.N.; SCHOFIEL, D.P. Computerized Monitoring of Gas Production to Measure Forage Digestion *In Vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 1063-1073, 1993.

RECH, A. F. Amostragem de alimentos para análise bromatológica. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v.31, n.1, p. 33-36. 2018.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E), p.48,2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884390/1/documento306.pdf>> Acesso em: 02/11/2021.

SALMAN; A. K. D., FERREIRA, A. C. D; SOARES, J. P. G.; SOUSA, J. P. D. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884369/1/doc136alimentacaoderuminantes.pdf>> Acesso em: 29/10/2021.

SANTOS, I. D. **Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica e na contração da madeira e no rendimento e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. p.57, 2008.

SENGER, C. C. D.; KOZLOSKI, G. V.; SNACHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feed stuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, 98 p. 169-174, 2008.

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

SILVA, R.; FRANCO, C.M.L; GOMES,E.; **Pectinases, hemicelulases e celulases, ação, produção e aplicação no processamento de alimentos**. Artigo técnico. Departamento de Química e Geociências Ibilce/Unesp. São José do Rio Preto-S.P, 252p. 1997.

SILVA, R.S.T.; FERNANDES, A.M.; GOMES, R.S.; BEMDIA, L.C.R.; SILVA, L.C.; VIEIRA, R.A.M. On the specificity of diferente methods for neutral detergent fiber and related problems. **Animal Feed Science and Technology**, v.240, p.128-144, 2018.

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; SAMPAIO, C.B.; GOMES, D.I. Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1148-1154, 2011.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B; LEWIS, B. A Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994, p. 476.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds II. A rapid method of determination of fiber and lignina. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.46, p.829-35, 1963.

VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. **Journal of Association of Agricultural Chemistry**, Washington, v.51, p.780-85, 1968.

WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1802, 1993.