

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

Laura Rodrigues De Lima

**Determinação da fibra em detergente neutro em autoclave e em bloco digestor
utilizando cadinho filtrante.**

**Uberlândia- MG
2023**

Laura Rodrigues De Lima

**Determinação da fibra em detergente neutro em autoclave e em bloco digestor
utilizando cadinho filtrante.**

Projeto de pesquisa apresentado a coordenação do curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito à aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso. Orientadora Prof^ª. Dr^ª. Eliane da Silva Morgado.

**Uberlândia- MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus que permitiu que toda minha trajetória fosse possível.

Aos meus pais que sempre estiveram comigo me apoiando e me incentivando em todos os momentos, além de serem minha base, é graças a eles que tive a oportunidade de trilhar meu caminho até a Universidade.

Às minhas queridas, tia Vanessa e vó Inês que sempre me ajudaram ao longo de toda a vida e graduação.

Aos meus amigos, em especial a Caroline Dreyer pela parceria e por estar comigo durante todo o curso.

Ao meu querido amigo Lucas Maurício pela irmandade e por sempre estar presente em todos os momentos da minha trajetória, me incentivando, criticando, ajudando e por todas as risadas.

A todos os docentes do curso por todo conhecimento e aprendizado que obtive ao decorrer da graduação.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Eliane Da Silva Morgado por todas as instruções e aprendizado, além de toda paciência que teve durante o desenvolvimento deste trabalho, sempre sendo uma pessoa doce e admirável.

RESUMO

A análise de fibra em detergente neutro (FDN) é o modo mais utilizado para quantificar os componentes da parede celular dos vegetais. Entretanto, o método convencional é demorado, permitindo a análise de um pequeno número de amostra por rodada. No decorrer dos anos, os chamados métodos alternativos foram desenvolvidos com a finalidade de reduzir o tempo e o trabalho para execução de grande quantidade de amostra. O objetivo do presente trabalho foi comparar a análise da fibra em detergente neutro em diferentes alimentos, por duas metodologias alternativas: método da autoclave e método da Embrapa, que utiliza bloco digestor. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (autoclave e bloco digestor) em seis alimentos diferentes, com seis repetições cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de F a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico R 4.4.2. Observou-se que os teores de FDN utilizando o método da autoclave e o método da Embrapa (bloco digestor) diferiram significativamente ($p < 0,05$) para os alimentos: milho, farelo de soja e concentrado para bovinos em recria. Diferentemente, os alimentos volumosos feno e silagem de sorgo e a dieta total que continha os alimentos volumosos avaliados e o concentrado não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as duas metodologias utilizadas. Concluiu-se que a análise da fibra em detergente neutro utilizando o bloco digestor não é recomendado para alimentos concentrados, no entanto, para alimentos volumosos produz resultados semelhantes ao uso da autoclave.

Palavras-chave: FDN, método alternativo, método da Embrapa, parede celular.

ABSTRACT

The neutral detergent fiber (NDF) analysis is the most widely used method for quantifying the components of plant cell walls. However, the conventional method is time-consuming, allowing the analysis of only a small number of samples at a time. Over the years, alternative methods have been developed with the aim of reducing the time and labor required to analyze a large number of samples. The objective of this study was to compare the analysis of neutral detergent fiber in different foods using two alternative methodologies: the autoclave method and the Embrapa method, which utilizes a digestion block. The experimental design used was completely randomized with two treatments (autoclave and digestion block) on six different foods, each with six replications. The results were subjected to analysis of variance, and the means were compared using the F-test at a 5% probability level, with the statistical program R 4.4.2. It was observed that the NDF contents using the autoclave method and the Embrapa method (digestion block) differed significantly ($p < 0.05$) for the foods: corn, soybean meal, and cattle rearing concentrate. Conversely, bulky foods such as hay and sorghum silage and the total diet containing the evaluated bulky foods and concentrate showed no statistically significant differences ($p > 0.05$) between the two methodologies used for NDF content. It was concluded that the analysis of neutral detergent fiber using the digester block is not recommended for concentrated foods, however, for bulky foods it produces results similar to using the autoclave.

Keywords: NDF, alternative method, Embrapa method, cell wall.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	02
2.1 Fibra: conceito e importância	02
2.2. Principais métodos de determinação da fibra dos alimentos.....	03
2.3 Métodos alternativos de análise da fibra em detergente neutro.....	04
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	06
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	08
5 CONCLUSÃO.....	09
REFERÊNCIAS.....	10

1. INTRODUÇÃO

O termo fibra é utilizado na nutrição animal para descrever a porção do alimento que contém compostos indigestíveis ou de lenta digestão que ocupa espaço no trato gastrintestinal dos animais (Undersander *et al.*, 1993), e acordo com Souza *et al.* (1999), a fibra possui grande importância pela razão de preservar o equilíbrio neurovegetativo do animal.

O método mais antigo de determinação da fibra dos alimentos é a análise da fibra bruta descrito no sistema de Weende, essa metodologia promove dissolução de parte da hemicelulose e da lignina da amostra, o que subestima o teor de fibra, não sendo mais uma análise adequada para quantificar de forma adequada a quantidade de fibra dos alimentos, pois se torna falho ao não gerar valores precisos de fibra nos alimentos (Salman *et al.*, 2010). E segundo Rodrigues (2010) o sistema de Weende teve grande importância para o cálculo de rações devido ter sido um esquema simples e de baixo custo, além de ter sido também fundamental para o desenvolvimento da nutrição animal e de suas macro-características.

A análise da fibra em detergente neutro desenvolvida por Van Soest e Wine (1967), tem substituído a análise da fibra bruta por estimar com maior precisão o teor de fibra dos alimentos, e permite isolar os principais constituintes da parede celular dos vegetais sendo constituída por uma porção indigestível, lignina, e uma porção lentamente fermentável, composta por celulose e hemicelulose.

O método original da análise da fibra em detergente neutro (FDN) utiliza um equipamento extrator de fibras, cadinho filtrante e sistema a vácuo, e o rendimento da análise é dificultado por necessitar de mão de obra individual para cada amostra, o que demanda muito tempo. Dessa forma, métodos alternativos foram desenvolvidos com a finalidade de otimizar o tempo gasto com a análise, e aumentar o número de análises feitas simultaneamente (Souza *et al.* 1999), como o sistema Ankom®, que utiliza filter bag F57 da Ankom® em um sistema fechado e pressurizado, porém esse sistema é de alto custo e necessita de importação (Berchielli *et al.*, 2001).

A substituição ao extrator de fibras pela autoclave também tem sido reportada na literatura, pelo fato desse equipamento ser de baixo custo, comum nos laboratórios, além de permitir a análise de grandes quantidades de amostras, assim diminuindo os custos das análises e aumentando a praticidade da rotina laboratorial (Baumgarten *et al.*, 2016).

Uma outra adaptação ao método original da FDN foi descrita por Souza *et al.* (1999), denominado método da EMBRAPA, que utiliza o bloco digestor, na temperatura de 125°C, e tubos de digestão tampados com funis ou esferas de vidro com diâmetro aproximado de 25 mm,

que tem por finalidade otimizar o tempo para fazer um grande número de análises e reduzir o gasto dos reagentes utilizados, além do bloco digestor ser um equipamento comum em laboratório de análise de alimentos.

Dessa forma, considerando a praticidade do uso da autoclave e do bloco digestor, ambos equipamentos comumente presentes em laboratórios de análise de alimentos, objetiva-se com o presente trabalho comparar duas metodologias alternativas para a análise da fibra em detergente neutro em diferentes alimentos, sendo estas: método da autoclave descrito por Detmann (2012), e o método da Embrapa descrito por Silva *et al.* (1999), que utiliza bloco digestor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fibra: conceito e importância

O termo fibra é uma expressão puramente nutricional, sendo considerado um agrupamento constituído de componentes químicos conhecidos, no entanto, com uma estrutura tridimensional pouco conhecida (Alves *et al.*, 2016). Quimicamente, a fibra é considerada um aglomerado de moléculas complexas e em vista disso, a composição química da fibra é dependente da sua fonte e da metodologia usada na sua determinação laboratorial (Mertens, 1997).

Os constituintes da parede celular dos vegetais são os principais componentes da fibra (Macedo Junior *et al.*, 2007) e, segundo Weiss (1993), a fibra é a fração menos digestível dos alimentos, formada por componentes estruturais das plantas. Ainda sobre a mesma perspectiva Heller *et al.* (1939) e Trowell (1997), afirmam que a fibra dos alimentos é constituída da parede celular e é caracterizada por uma elevada resistência física e grande insolubilidade em meio aquoso.

A fibra possui grande importância para o desenvolvimento e manutenção do organismo de animais herbívoros (Goulart *et al.*, 2016), sendo indispensável o fornecimento de alimentos fibrosos, para manter a saúde e a manutenção dos processos fermentativos realizados pela microbiota que habita o trato digestivo desses animais (Macedo Junior *et al.*, 2007).

As adaptações do sistema digestivo de animais ruminantes e animais herbívoros não ruminantes, favorecem o estabelecimento de populações microbianas formadas de bactérias, protozoários e fungos anaeróbicos, que possuem funções importantes como a fermentação de

alimentos fibrosos que são transformados em produtos que são utilizados como fonte de energia pelo animal (Lana, 2007).

A fibra de acordo com Bernardo e Fernandes (2018) é um importante componente dos alimentos e representa a porção destes que ocupa espaço no interior do trato gastrintestinal, sendo resistente a digestão. Animais não herbívoros possuem limitada capacidade de aproveitamento da fibra e o excesso desse nutriente possui um efeito diluidor da energia da dieta, e sua presença é indesejável (Lachange, 1992). No entanto, estudos recentes demonstraram que quando adicionadas em quantidades adequadas, promovem benefícios a saúde de animais não ruminantes, devido apresentar um efeito prebiótico, funcionando como substrato para bactérias benéficas que produzem ácidos graxos de cadeia curta que mantêm o equilíbrio da flora intestinal, além de estimular o crescimento das células do epitélio intestinal, aumentando número de vilos no íleo e portanto, aumentando a área de absorção e renovação das células epiteliais, atuando como imunoestimulante, e conseqüentemente melhorando o desempenho dos animais (Goulart, *et al.*, 2016).

2.2 Principais métodos de determinação da fibra dos alimentos

O método mais antigo de determinação da fibra dos alimentos é a análise da fibra bruta descrito no sistema de Weende, na qual a amostra é submetida ao contato com uma solução de um ácido forte e em sequência de uma base forte, que promove dissolução de parte da hemicelulose e da lignina da amostra, o que subestima o teor de fibra, não sendo mais uma análise adequada para quantificar de forma adequada a fibra dos alimentos (Salman *et al.*, 2010). Além de estar sujeita a erros, por meio dessa análise não é possível representar adequadamente a fração de carboidratos solúveis (Rodrigues, 2010).

Em virtude disso, Van Soest (1963) e Van Soest e Wine (1967) propuseram um novo sistema de detergente para avaliar a qualidade de plantas forrageira e estimar com maior precisão os componentes da parede celular dos vegetais. A determinação da fibra em detergente ácido descrita por Van Soest (1963), envolve o uso de um detergente ácido específico que solubiliza o conteúdo celular e a hemicelulose e retém um resíduo insolúvel composto basicamente por celulose e lignina, sendo possível quantificar os componentes menos solúveis da parede celular. Van Soest e Wine (1967) desenvolveram um detergente neutro específico capaz de solubilizar o conteúdo celular e reter um resíduo insolúvel em detergente neutro composto basicamente por celulose, hemicelulose e lignina, sendo possível quantificar por meio dessa análise os principais componentes da parede celular dos vegetais ou o conteúdo total de

fibra insolúvel do alimento, sendo a análise mais utilizada para o balanceamento de dietas para animais herbívoros (Macedo Junior, *et al.*, 2007), sendo uma análise importante a caracterização nutricional dos alimentos (Mertens, 1992).

Os carboidratos não fibrosos equivalem aos carboidratos solúveis em detergente neutro, que inclui os carboidratos presentes na parede celular dos vegetais como substâncias pécticas, galactanas e β -glucanas e carboidratos presentes no conteúdo celular como ácidos orgânicos, monossacarídeos, oligossacarídeos, amido e frutanas. Esses carboidratos possuem características nutricionais diferentes pois as frutanas, pectina, galactanas e β -glucanas não são digeridas pelas enzimas digestivas dos animais, somente são fermentadas por microrganismos, o que incluem essa categoria na descrição da fibra solúvel em detergente neutro, que possui a capacidade de possibilitar uma maior produção de acetato e realizar a manutenção de valores de pH quase neutro (Hall, 2000).

Em nutrição de animais não ruminantes a análise da fibra dietética tem sido utilizada, por corresponder a fração do alimento que não é digerida pelas enzimas digestivas, mas passível de fermentação no intestino grosso desses animais (AACC, 2001; Pascoal e Watanabe, 2014). A fibra dietética é composta por duas porções, uma insolúvel representada por celulose, hemicelulose e lignina e uma porção solúvel composta por pectinas e gomas, beta-glucanas e amido resistente (Goulart *et al.*, 2016; Oelke *et al.*, 2020). E de acordo com Bertechini (2012) a fibra dietética são porções de polissacarídeos que não são digeríveis pelas enzimas produzidas no trato gastrointestinal do animal, com exceção da lignina que não é um polissacarídeo, mas que é juntamente classificada com a fração de carboidratos estruturais.

2.3 Métodos alternativos de análise da fibra em detergente neutro

O método de análise da fibra em detergente neutro (FDN) descrita por Van soest e Wine (1967) foi desenvolvido com a finalidade de quantificar os principais componentes da parede celular das forragens, na qual o detergente neutro solubiliza substâncias presentes no conteúdo celular, além da pectina, presente na parede celular, restando no resíduo insolúvel em detergente neutro a celulose, hemicelulose e lignina.

Por ser uma análise que estima com maior precisão os principais componentes da parede celular dos vegetais, passou a ocupar grande destaque nas análises de alimentos e substituir a análise da fibra bruta para todos os tipos de alimentos. Dessa forma, a análise da FDN para alimentos concentrados, com altos teores de amido, gerou resultados superestimados devido a

contaminação do amido não dissolvido pelo detergente neutro, para resolver esse problema passou-se a ser necessário o uso da alfa-amilase estável ao calor (Van Soest *et al.*, 1991), estudos recentes recomendam o uso dessa enzima para análise da FDN em qualquer tipo de alimento (Detmann *et al.*, 2012).

O método original da fibra em detergente neutro, utiliza equipamento extrator de fibras com refluxo, cadinho filtrante e sistema a vácuo, o que demanda mão de obra individual para análise e onera o tempo para a realização de grandes quantidades de amostras. Assim, foram desenvolvidos métodos alternativos com a finalidade de reduzir o tempo e o trabalho para execução de grande quantidade de amostra. Um dos métodos desenvolvidos foi o sistema Ankom® que se baseia na digestão e filtragem das amostras de alimentos inclusos em filter bag F57 da Ankom® em sistema fechado que assegura condição homogênea de digestão e filtragem para todas as amostras (Berchielli *et al.*, 2001). Vogel *et al.* (1999) salienta que o sistema Ankom® tem se mostrado dinâmico e vantajoso ao não mostrar diferenças de resultados quando comparado ao sistema convencional com o uso de vidrarias. No entanto, esse método precisa de aparelho Ankom® e *filter bag* específico, sendo necessária importação, o que eleva o custo para fazer a análise (Berchielli *et al.*, 2001).

Para resolver o problema do custo do *filter bag* F57, comercializado pela ANKOM®, foram desenvolvidas pesquisas na tentativa de se encontrar um tecido similar que pudesse substituir o *filter bag* F57 (Ankom®), dessa forma Casali *et al.*, (2009) e Valente *et al.*, (2011), verificaram que o tecido de TNT com gramatura de 100 g/m² produzem resultados similares aos obtidos pelo *filter bag* F57 (Ankom®), proporcionando estimativas acuradas na análise da FDN.

O uso da autoclave em substituição ao equipamento extrator de fibras com refluxo foi reportado na literatura por Pell e Schofield (1993), Deschamps (1999), Senger *et al.* (2008) e Farias (2015). A vantagem do uso da autoclave na análise de fibra está no fato desse equipamento ser de baixo custo, comum nos laboratórios, podendo substituir equipamentos especializados caros que nem sempre estão disponíveis, além de permitir a análise de grandes quantidades de amostras, assim diminuindo os custos das análises e aumentando a praticidade da rotina laboratorial (Baumgarten *et al.*, 2016). Segundo Lourenço *et al.* (2017), o uso da autoclave para determinação da fibra proporciona análises mais rápidas e práticas, permitindo também a utilização tanto do cadinho filtrante quanto do saquinho filtrante.

De acordo com Detmann *et al.* (2012), o uso de cadinho filtrante deve ser utilizado como referência para a análise da FDN, uma vez que é referência internacional o seu uso. Além disso, alguns trabalhos demonstraram que utilização de saquinhos filtrantes pode incorrer em vícios e

erros na quantificação da fibra dos alimentos (Gomes et al., 2011; Barbosa *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018). Segundo Barbosa *et al.* (2015), o uso de saquinho filtrante pode limitar a circulação do detergente neutro pela amostra e assim comprometer a solubilização dos componentes que são solúveis, alterando o resultado final, principalmente para alimentos concentrados.

Uma outra adaptação ao método original da FDN foi descrita por Souza *et al.* (1999), denominado método da Embrapa, que utiliza o bloco digestor, na temperatura de 125°C e tubos de digestão tampados com funis ou esferas de vidro com diâmetro aproximado de 25 mm, para que os vapores sejam condensados e evitar a perda da solução. Após o período de 60 minutos, as amostras são filtradas em cadinhos filtrantes, lavadas com água fervente e com acetona e então levadas para estufa a 105°C para secar, em seguida, colocados no dessecador, para esfriar, registrando o peso do cadinho mais resíduo insolúvel em detergente neutro. Pela facilidade desse método, com o uso de bloco digestor, equipamento este comumente presente em laboratório de análise de alimentos, e pela menor quantidade de amostra e reagentes necessários para análise, despertou a atenção dos laboratórios e pesquisas foram feitas comparando este método com o método convencional e do filter bag da Ankom®, como o reportado por Geron *et al.*, (2014), que em forrageiras esses três métodos não diferem quanto ao resultado das análises da FDN e FDA. No entanto, comparações feitas do método da Embrapa com o método da autoclave são escassas na literatura, tanto para alimentos volumosos quanto para alimentos concentrados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Foram avaliados os teores da fibra em detergente neutro (FDN) de seis diferentes alimentos por duas metodologias: uso da autoclave (Detmann *et al.*, 2012) e uso do bloco digestor (Silva *et al.*, 1999), usando o cadinho filtrante, com seis repetições por tratamento. Os alimentos avaliados foram: uma dieta total para bovinos em recria e seus constituintes, silagem de sorgo, feno de tifton e um concentrado para bovinos em recria, além dos alimentos concentrados: milho e farelo de soja.

As amostras úmidas (silagem e dieta total) avaliadas foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60° C por 72 horas. Após essas amostras, foram moídas em moinho com peneira com furos de 1mm de diâmetro, assim como o milho, o farelo de soja, o feno e o concentrado. Foram determinados os teores de matéria seca dos seis

alimentos avaliados conforme o descrito por Detmann *et al.* (2012), e os teores de fibra em detergente neutro, segundo a metodologia descrita por Detmann *et al.* (2012) com o uso da autoclave e com o uso do bloco digestor conforme o descrito por Silva *et al.* (1999).

Metodologia 1: uso da autoclave. Foi pesado aproximadamente 0,5 g de amostra em um béquer de vidro de forma alta com capacidade de 100 mL, e foi adicionado 50 ml de solução de detergente neutro e 0,5 mL de alfa amilase termoestável (LNF). Em seguida, selou-se a boca do béquer com papel alumínio. Os béqueres foram acondicionados na autoclave a temperatura de 105°C durante 60 minutos. Após transcorrido o tempo de análise, a autoclave foi desligada e aguardada a saída da pressão para permitir a abertura e retirada dos béqueres com as amostras. Em seguida, o conteúdo dos béqueres foi transferido para cadinhos filtrantes utilizando-se um sistema a vácuo, e lavados várias vezes com água destilada fervente até que não houvesse mais a presença de espuma no resíduo insolúvel em detergente neutro, que em sequência foram lavados com acetona e levados para estufa a 105°C para secar, por um período entre 16 e 24 horas. Posteriormente, foram retirados da estufa e acondicionados em dessecador para esfriar durante aproximadamente 40 minutos, depois pesados e anotado os pesos do cadinho mais resíduo insolúvel em detergente neutro. Foram realizadas seis repetições para cada um dos alimentos avaliados.

Metodologia 2: uso do bloco digestor – método Embrapa. Foi pesado aproximadamente 0,35 g de amostra em um tubo de digestão, e adicionado 35 ml de solução de detergente neutro, e 0,2 mL de alfa amilase termoestável (LNF). Em seguida, foi colocado uma esfera de vidro com diâmetro aproximado de 25 mm na boca do tubo de digestão para que os vapores se condensassem, evitando a perda de água. Este conjunto (tubo + amostra + esfera de vidro) foi levado ao bloco digestor a temperatura de aproximadamente 125°C por 60 minutos. Após transcorrido o tempo de análise, o bloco digestor foi desligado e o conteúdo dos tubos de digestão foi transferido para cadinhos filtrantes, utilizando-se um sistema a vácuo. Foi feita a lavagem do resíduo insolúvel em detergente neutro com água destilada fervente por várias vezes até não ser mais observada a presença de espuma. Em sequência, foi feita a lavagem do resíduo com acetona e levados o conjunto do cadinho mais resíduo insolúvel em detergente neutro para estufa a 105°C para secar, por um período entre 16 e 24 horas. Posteriormente, foram retirados da estufa e acondicionados em dessecador para esfriar por aproximadamente 40 minuto e depois pesados e anotado os pesos do cadinho mais resíduo insolúvel em detergente neutro. Foram realizadas seis repetições para cada um dos alimentos avaliados.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (uso da autoclave e uso do bloco digestor para análise da FDN) e seis repetições

por tratamento para cada alimento avaliado. Os dados apresentaram distribuição normal, verificado pelo teste de Anderson-darling e homogeneidade de variância, verificado pelo teste de Levene. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico R 4.4.2. (2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a análise da fibra em detergente neutro quando se utiliza a autoclave e o bloco digestor para os alimentos milho, farelo de soja e concentrado, com maior valor observado no uso do bloco digestor. No entanto, para os demais alimentos avaliados que possuem maior teor de fibra, que foram a dieta, feno de tifton e silagem de sorgo, não foram observadas diferenças significativas (tabela 1).

Tabela 1. Valores médios dos percentuais de fibra em detergente neutro (FDN), com base na matéria seca, dos alimentos avaliados utilizando a autoclave e o bloco digestor.

Alimento	% FDN		Valor de P	CV(%)
	Autoclave	Embrapa		
Milho grão	12,29 b	14,45 a	<0,001	2,06
Farelo de soja	12,58 b	15,23 a	<0,001	2,34
Concentrado	11,33 b	13,14 a	<0,001	4,69
Dieta total	54,49 a	54,96 a	0,15	0,96
Feno de tifton	80,09 a	80,50 a	0,37	0,94
Silagem de sorgo	51,68 a	51,66 a	0,97	1,81

*Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.; CV = coeficiente de variação.

O teor de FDN dos alimentos milho, farelo de soja e concentrado pelo método do bloco digestor apresentaram valores significativamente superiores ($p < 0,05$) aos do método da autoclave, possivelmente devido esses alimentos possuírem alto teor de substâncias solúveis em detergente neutro e o uso do bloco digestor possivelmente limitou a eficiência da extração desses constituintes, influenciando no aumento do peso do resíduo insolúvel, por não dissolver por completo as substâncias solúveis no detergente neutro. Foi observado durante a análise que o bloco digestor permite a fervura da solução de forma diferente para os tubos, pois alguns tubos apresentaram fervura mais intensa que outros, dependendo da localização que eram colocados no bloco, o que pode ter limitado a extração dos constituintes solúveis.

Já para os alimentos feno, silagem e dieta total, que é composta pelos volumosos feno e silagem e pelo concentrado analisado, os métodos avaliados não diferiram, possivelmente por terem menores teores de componentes solúveis em detergente neutro. Ausência de diferença estatística para a análise da FDN por diferentes metodologias em alimentos volumosos foi também observado por Geron *et al.* (2014), que avaliaram o teor de FDN de diferentes capins Marandu, Humidicola, Massai e Mombaça utilizando o método da Embrapa, o da Ankom® e o convencional.

Resultados contraditórios aos observados no presente estudo foram obtidos por Almeida (2018), que avaliou a análise da FDN de diversos alimentos concentrados pelo método da Embrapa, pela autoclave utilizando saco de TNT e pelo equipamento Ankom®, utilizando saco de TNT e não observaram diferenças significativas entre os métodos da Embrapa e da autoclave para o milho, farelo de trigo, farelo de soja, torta de babaçu e farinha amilácea de babaçu. No entanto, esse autor observou diferença entre esses dois métodos para o feno de tifton, com maior valor da FDN para o método da Embrapa.

Os resultados observados (tabela 1) demonstram menores valores de coeficiente de variação (%) para alimentos volumosos, sendo assim, menor a heterogeneidade dos valores obtidos. Diante disso, comprovando que os resultados obtidos a partir de alimentos volumosos apresentam maior homogeneidade nas duas diferentes metodologias (autoclave e bloco digestor) quando comparados aos alimentos concentrados. Essa mesma análise de dados, pode ser observada por Berchielli *et al.* (2001), em que ao avaliarem o teor de FDN através do método Ankom® e pelo método convencional obtiveram-se baixos valores de CV (%) e logo uma maior homogeneidade entre os resultados das análises de FDN em alimentos volumosos enquanto isso, dados muito mais heterogêneos em alimentos concentrados.

Sendo assim, para alimentos volumosos, a análise da FDN feita pelo método da autoclave ou pelo método da Embrapa produzem resultados semelhantes, e tem-se como vantagem no método da Embrapa o menor gasto de reagente e maior facilidade de operacionalização. No entanto, para alimentos concentrados, o método da Embrapa não é recomendado, pois superestima o teor de FDN.

5. CONCLUSÃO

A análise da fibra em detergente neutro utilizando o bloco digestor não é recomendado para alimentos concentrados, no entanto, para alimentos volumosos produz resultados semelhantes ao uso da autoclave.

REFERÊNCIAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**. v. 46, p. 112–129, 2001. Disponível em:

<https://www.cerealsgrains.org/resources/definitions/Documents/DietaryFiber/DFDef.pdf>.

Acesso em 02 jun 2023.

ALMEIDA, M. N. S. **Determinação da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido por diferentes métodos analíticos**. Trabalho de conclusão de curso. Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Maranhão. p. 27. 2018.

ALVES, Aldivan Rodrigues; PASCOA; Leonardo Augusto Fonseca; CAMBUÍ, Gabriela Brito; TRAJANO, Jaqueline da Silva; SILVA, Claudete Maria da; GOIS, Glayciane Costa. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **PUBVET**. v.10, n.7, p.568-579, jul., 2016. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/62b8/8203d2da07a792f4cc67afe26e22da100094.pdf>. Acesso em: 04 maio 2023.

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, 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.

BERALDO, A. A.; ARAÚJO, S. L. de. ANÁLISE BROMATOLÓGICA DOS ALIMENTOS CONSUMIDOS PELO REBANHO LEITEIRO DO PLANALTO NORTE CATARINENSE – REGIÃO DE CANOINHAS – SC. **Ágora : revista de divulgação científica, [S. l.]**, v. 16, n. 2esp., p. p. 302–317, 2012. DOI: 10.24302/agora.v16i2esp.119. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/agora/article/view/119>. Acesso em: 28 nov. 2023.

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.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2012, 373 p.

BRANDI, Roberta Ariboni; FURTADO, Carlos Eduardo. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.246-258, 2009 (supl. especial). Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/P3nR3fvS8CtqnjxHDTfPkPn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 maio 2023.

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 sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.130-138, 2009.

CASTRO JUNIOR, Fernando Gomes De; CAMARGO, José Carlos de Moura; CASTRO, Alessandra Marnie M. Gomes De; BUDINO, Fábio Enrique Lemos. **Fibra Na Alimentação De Suínos**. Revisão bibliográfica. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Zootecnia Diversificada, Instituto de Zootecnia. Setembro, 2005. Disponível em:<http://www.iz.agricultura.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1297/1292>. Acesso em: 04 maio 2023.

CLOSE, W. H. Fibrous diets for pigs. **Pig News Information**, Oxon, v.15, p. 65, 1994.

DESCHAMPS, F.C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p. 1358-1369, 1999.

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, 2 ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 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.

FURTADO, Carlos Eduardo; BRANDI, Roberta Ariboni. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.246-258, 2009 (supl. especial). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/P3nR3fvS8CtqnjxHDTfPkPn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 abr 2023.

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

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. Forage Fiber Analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). **Agric. Handb.** Forest Servo U. S., Washington, v.379, p.1-20, 1970.

GOULART, F.R.; ADORIAM, T.J.; MOMBACH, P.I.; SILVA, L.P. Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes. **Revista de Ciência e Inovação**. v. 1, n. 1, 2016. Disponível em: <https://periodicos.iffarroupilha.edu.br/index.php/cienciainovacao/article/view/104>. Acesso em 02 jun 2023.

GOULART, Fernanda Rodrigues; ADORIAN, Taida Juliana; MOMBACH, Patrícia Inês; DA SILVA, Leila Picolli. Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes. **Revista de Ciência e Inovação do IF Farroupilha**, v.1, n.1, p.141-154, 23 maio 2016. Disponível em:

<<https://periodicos.iffarroupilha.edu.br/index.php/cienciainovacao/article/view/104/23>>
Acesso em: 20 mar 2023.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis.** Bulletin 339. University of Florida. 2000.

HALL, M.B.; HEREJK, C. Differences in yields of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2486-2493, 2001.

HELLER V. G., EOBEEET W. The Indigestible Carbohydrates of Feeds. **The Journal of Nutrition**, v.19, p 141-149, 1939.

LACHANCE, B.; FEURIER, C.; VINET, C. In the growing pig nutrient digestibility may be influenced by the level of dietary fiber and the amount of whey. **Bulletin Agriculture Canada**, Research Branch, n.12, p.20-23, 1992.

LANA, Rogério de Paula. **Nutrição e Alimentação animal: Mitos e realidade.** 2.ed. Viçosa:UFV, 2007.

LASSITER, J.M.; EDUARDS Jr, H.M. **Animal nutrition** Reston Publishing Company. 1982.

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, n. 1, 2017.

MACEDO JÚNIOR, Gilberto de Lima; ZANINE, Anderson de Moura; BORGES, Iran; PÉREZ, Juan Ramón Olalquiaga. Qualidade da Fibra para dieta de Ruminantes. **Ciência Animal**.v.17, n.1, p.7-18, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Anderson-Zanine/publication/275340868_QUALIDADE_DA_FIBRA_PARA_A_DIETA_DE_RUMINANTES_Fiber_quality_for_ruminant_diets/links/5538da590cf226723ab6491f/QUALIDADE-DA-FIBRA-PARA-A-DIETA-DE-RUMINANTES-Fiber-quality-for-ruminant-diets.pdf. Acesso em: 17 abr 2023.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM RUMINANTES, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-212.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirement of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1463, 1997.

MINEIRO, S. A. L.; **Fibra Alimentar: composição, métodos e implicações alimentares.** Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa. Julho, 2014. Disponível em:https://run.unl.pt/bitstream/10362/16070/1/Mineiro_2014.pdf. Acesso em: 09 abr 2023.

OELKE, C.A.; FRAGA, B.N.; ROSSI, P. **Fibra dietética: um novo enfoque na nutrição de suínos.** In: Zootecnia: Nutrição e Produção Animal. Editora Científica Digital. 365 p. 2020.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/345950786_Fibra_dietetica_um_novo_enfoque_na_nutricao_de_suinosa. Acesso em: 02 jun 2023.

OLSON, A.; GRAY, G.M.; CHIU, M. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. **Food Technol.**, n.41, v.2, p.71-80, 1987.

PASCOAL, L. A. F.; WATANABE, P. H. **Fibra dietética na nutrição de suínos**. In: SAKOMURA, N. K. et al. (Coord.). *Nutrição de não ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2014, p. 358–374.

PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 4, p. 1063-1073, 1993.

RODRIGUES, Cassel. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: Métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Embrapa Clima Temperado, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884390/1/documento306.pdf>. Acesso em: 22 maio 2023.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; de SOUZA, J. P. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Embrapa Rondônia-Documentos, 2010. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884369/1/doc136alimentacaoderuminantes.pdf> Acesso em: 25 maio 2023.

SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, V.; SANCHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, n.98, p. 169–174. 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Imprensa Universitária. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais. 3 ed., 235p, 2002.

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 different methods for neutral detergent fiber and related problems. **Animal Feed Science and Technology**, v.240, p.128-144, 2018.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A.; SUMI, L. N.; BATISTA, L. A. R. **Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudoeste, 1999. 21 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/46109/1/PROCIGBS199900154.pdf>. Acesso em: 06 jun 2023.

THEANDER, O.; E. Westerlund.; P. Åman.; H. Graham.; Plant cell wall and monogastric diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, 1989.

TROWELL H. Why a new term for dietary fiber? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 30, p. 1003-1005, 1977.

TROWELL, H.; SOUTHGATE, DA.; WOLEVER, TM.; LEEDS, AR.; GASSULL,MA.; JENKINS, DJ. Dietary fiber redefined. **Lancet**, v.1, n. 967, 1976.

UNDERSANDER, D.; MERTENS, D.R.; THIEX, N. **Forage analyses procedures**. Omaha: National Forage Testing Association, 1993. 139p.

VALENTE, T. N. P.; DETMANN, E.; FILHO, S. C. V.; 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, Peter J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Cornell University, 1985.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **Journal Animal Science**, v. 26, n.1, p. 119-128. 1967.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. Corvallis, Oregon: O & Books, 1982. 373p.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Magazine of the Association of Official Agricultural Chemists**, v. 46, n. 5, pág. 829-835, 1963

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, v. 74, p.3583-3597, 1991.

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.

VOGEL, Kenneth P. et al. Avaliação de um sistema de mangas filtrantes para análise de FDN, FDA e DIVMS de forragem. **Crop Science**,v. 1, pág. 276-279, 1999.

WEISS, WP. Predicting energy values of feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p.1802-1811, 1993.