

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**Tauana Maria Carlos Guimarães de Paula**

**Determinação da fibra em detergente neutro em alimentos volumosos utilizando  
autoclave com diferentes tempos e temperaturas**

**Uberlândia - MG**

**2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**Tauana Maria Carlos Guimarães de Paula**

Monografia apresentada a coordenação do curso  
graduação em Zootecnia da Universidade Federal  
de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção  
do título de Zootecnista.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliane da Silva Morgado

**Uberlândia - MG**

**2019**

Tauana Maria Carlos Guimarães de Paula

**Determinação da fibra em detergente neutro em alimentos volumosos utilizando autoclave com diferentes tempos e temperaturas**

Aprovada em 2 de dezembro de 2019

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliane da Silva Morgado (FAMEV)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Pedro da Silva (FAMEV)

---

Prof. Dr. Leandro Galzerano (IFTM)

Uberlândia - MG

2019

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por estar comigo todos os dias da minha vida, me fortalecendo, ensinando a ter confiança de que Ele tem o controle de todas as coisas e “todas as coisas contribuem juntamente para o bem daqueles que amam a Deus, daquelas que são chamados segundo o seu propósito” (Romanos 8:28). Como também, por me dar a oportunidade de estar em uma excelente Universidade e por “Até aqui o Senhor nos ajudou” (1Samuel 7:12).

A minha mãe Irani Silva Carlos pelas orações, conselhos, companheirismo, incentivos, apoio, amor e esforços para me manter na faculdade.

Ao meu pai Orivaldo Guimarães de Paula Filho pelos conselhos, incentivos, apoio, amor e esforços para me manter na faculdade.

A minha família pelas orações, carinho e incentivos.

O meu namorado Diego S. Fernandes pelas orações, conselhos, apoio e incentivos.

Aos meus amigos e amigas Rafaela Gontijo, Taíla Ribeiro, Carolina Grilli, Bruna BimBatistton, Andressa R. Gomes, Bruna Matos, Yuri Sato, Paulo Henrique, Marcela Araújo, Eric Pelucio, Beatriz Matos, Ícaro Quites, Helena Lujane João Paulo Peixoto pelas orações, auxílio, incentivo, carinho, risadas, por ter eles como uma família, aprendizado e amizade que levarei comigo para sempre.

Aos colegas de turma pelos conhecimentos compartilhados.

Aos professores da UFU pelos ensinamentos, incentivos de ser uma boa profissional, por contribuírem para a minha formação, pelos conhecimentos e experiências compartilhadas.

A Profa. Dra. Eliane da Silva Morgado pelo ensino, conselhos, por compartilhar seus conhecimentos e suas experiências durante o curso. Como também, por todo auxílio e paciência em me ensinar e orientar no trabalho de conclusão de curso.

A Profa. Dra. Simone Pedro da Silva por compartilhar seus conhecimentos e pela oportunidade de estágio no laboratório de Nutrição Animal e no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal para colocar em prática os conteúdos teóricos e esse aprendizado ter contribuído para a realização do experimento do trabalho de conclusão de curso.

## **Determinação da fibra em detergente neutro em alimentos volumosos utilizando a autoclave com diferentes tempos e temperaturas**

**Resumo:** Vários métodos alternativos ao método original de análise da fibra em detergente neutro (FDN) foram desenvolvidos com o uso de materiais e equipamentos diferentes do método convencional, como o uso de saquinhos filtrantes ao invés de cadinhos filtrantes e uso de autoclave ao invés do digestor de fibras. Objetivou-se com este trabalho avaliar a análise da FDN em três diferentes alimentos volumosos pelo método da autoclave utilizando-se saquinho filtrante de tecido não tecido (TNT 100 g/m<sup>2</sup>) e em diferentes tempos e temperatura de operação (105°C por 60 minutos, 110°C por 40 minutos e 120°C por 40 minutos). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 3) com três tempos e temperaturas de execução e três alimentos volumosos com 5 repetições cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico R 3.4.2. Os teores de FDN não diferiram ( $p > 0,05$ ) para as temperaturas de 105°C por 60 minutos e de 110°C por 40 minutos. Entretanto, a temperatura de 120°C por 40 minutos gerou resultados inferiores ( $p < 0,05$ ) em relação à temperatura de 105°C por 60 minutos, porém não diferiu ( $p > 0,05$ ) dos valores obtidos com a temperatura de 110°C por 40 minutos. Concluiu-se que o uso da autoclave na análise da FDN na temperatura 105°C por 60 minutos e 110°C por 40 minutos, geram resultados semelhantes, no entanto, a temperatura de 120°C por 40 minutos subestima o teor da FDN de alimentos volumosos.

**Palavras-chave:** FDN, método alternativo, parede celular, saquinho filtrante, tecido não tecido.

## **Determination of neutral detergent fiber in roughage using autoclave with different times and temperatures**

**Abstract:** Several alternative methods to the original method of neutral detergent fiber (NDF) analysis were developed using materials and equipment different from the conventional method, such as the use of filter bags instead of filter crucibles and the use of autoclaves instead of the fiber digester. The objective of this work was to evaluate the NDF analysis in three different roughage by autoclave method, using a non-woven fabric (100 g/m<sup>2</sup>) in the different times and temperature of the operating (105°C for 60 minutes, 110°C for 40 minutes e 120°C for 40 minutes). The experiment design was completely randomized in factorial scheme (3 x3) with three execution times and temperature and three roughages, with 5 repetitions each. The results were submitted to analysis of variance and the averages compared using the Tukey test at 5% probability, using the statistical program R 3.4.2. The NDF content did not differ ( $p > 0.05$ ) at temperature of 105 °C for 60 minutes and 110 °C for 40 minutes. However, the temperature of 120 °C for 40 minutes generated lower results ( $p < 0.05$ ) compared to the temperature of 105 °C for 60 minutes, but did not differ ( $p > 0.05$ ) from the values obtained with the temperature of 110 °C for 40 minutes. It was concluded that the use of autoclave in the NDF analysis at 105 °C for 60 minutes and 110 °C for 40 minutes yields similar results. However, the temperature of 120 °C for 40 minutes underestimates the NDF content of roughages.

**Key words:** alternative method, cell wall, filter bag, NDF, non woven fabric.

## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Referencial Teórico .....</b>	<b>2</b>
2.1    Constituintes da parede celular dos vegetais .....	2
2.2    Métodos de análise de fibra dos alimentos .....	3
2.2.1    Fibra bruta .....	3
2.2.2    Método de Van Soest.....	3
2.2.3    Alterações do método de Van Soest .....	4
<b>3. Material e Métodos .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Resultados e Discussão.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Conclusão .....</b>	<b>9</b>
<b>6. Referência Bibliográfica .....</b>	<b>9</b>

## 1. Introdução

Na área da nutrição animal é de extrema importância a análise de alimentos, e uma análise que vem sofrendo bastantes alterações em seus métodos de determinação é a análise da fibra que deve quantificar as porções das frações mais indigestíveis da parede celular com maior precisão (LOURENÇO et al., 2017).

A análise que estima com maior precisão o teor de fibras dos alimentos é a análise da fibra em detergente neutro que foi descrita por Van Soest e Wine (1967), e desenvolvida para quantificar o teor de fibra de plantas forrageiras, e seu uso em outros tipos de alimentos ocasionou algumas alterações no método original, também chamado de método convencional. Desde então, várias adaptações foram descritas na literatura, como o uso de diferentes tipos de equipamentos e materiais, chamados de métodos alternativos que possuem finalidade de reduzir mão de obra, melhorar a eficiência laboratorial, diminuir os resíduos químicos gerados e o custo das análises (LOURENÇO et al., 2017; GERON et al., 2014; SOUZA et al., 1999).

Um dos métodos alternativos para análise da fibra foi desenvolvido pela Ankom Technology, na qual utiliza a técnica dos saquinhos filtrantes (Ankom<sup>®</sup> F57) e equipamento específico denominado de sistema Ankom, que permite a análise de um grande número de amostra por dia, além de eliminar a necessidade de filtração individual das amostras em cadinho filtrante e sistema a vácuo que dependendo da amostra pode dificultar a filtragem, com isso diminuindo a mão de obra (SENGER et al., 2008).

O uso de saquinhos filtrantes Ankom<sup>®</sup> F57, descrito na técnica acima vem sendo substituído por saquinhos confeccionados por outros tipos de tecidos como o náilon e o tecido não tecido (TNT) com gramatura de 100 g/m<sup>2</sup>. Valente et al. (2010) avaliaram diferentes tecidos para confecção do saquinho para análise da FDN e verificaram que o tecido de náilon de 50 µm subestima o teor de fibra dos alimentos por permitir perda de partícula fibrosa pela malha desse tecido, utilizando o aparelho analisador de fibras (Ankom220<sup>®</sup>), e que o tecido de TNT e Ankom<sup>®</sup> F57 geram estimativas acuradas do teor de fibra dos alimentos.

Outro método alternativo para análise da fibra é o uso da autoclave em substituição ao digestor de fibra com refluxo do método convencional, e foi descrito na literatura por Pell e Schofield (1993); Deschamps (1999), Senger et. al. (2008), Barbosa et al., (2015); Farias et al. (2015) e Lourenço et. al. (2017), com boa precisão em relação ao método convencional. Segundo Barbosa et al. (2015), o uso da autoclave na análise da fibra possui vantagens como o baixo valor de aquisição do equipamento, a facilidade de operação e a maior capacidade



operacional em relação ao método convencional. Além de poder ser realizada utilizando tanto em cadinho filtrante quanto saquinho filtrante sem perder a precisão analítica em substituição ao método convencional (LOURENÇO et al., 2017).

Embora o uso da autoclave na análise da fibra em detergente neutro (FDN) tenha bons resultados, o seu uso na literatura é descrito com diferentes tempo e temperaturas de execução, e diferentes materiais como cadinho filtrante e saquinho filtrante, sendo este último podendo variar em relação ao tipo de tecido como TNT ou náilon. A temperatura de 105°C por 60 minutos, foi reportado por Pell e Schofield (1993) e por Barbosa et al. (2015) utilizando cadinho filtrante; a temperatura de 110°C por 40 minutos, foi descrita por Senger et al. (2008) que utilizaram saquinho de náilon de 50 µm; e o uso da temperatura de 120°C por 40 minutos foi descrito por Deschamps (1999) que utilizou saquinho de náilon de 45 µm, todos esses autores reportaram resultados satisfatórios para análise da FDN. No entanto, segundo Valente et al. (2010), o tecido de náilon não gera resultados confiáveis para análise da fibra. Dessa forma, uma questão pode ser levantada, o uso do tecido não tecido produziria resultados precisos da análise da FDN em diferentes temperaturas na autoclave.

Dessa forma objetiva-se com este trabalho avaliar a análise da fibra em detergente neutro (FDN) em três alimentos volumosos pelo método da autoclave utilizando-se saquinho filtrante de tecido não tecido (TNT 100 g/m<sup>2</sup>) e em diferentes tempos e temperatura de operação (105°C por 60 minutos, 110°C por 40 minutos e 120°C por 40 minutos), para verificar se essas temperaturas e tempos de extração produzem resultados equivalentes ao se utilizar saquinhos filtrantes de TNT.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Constituintes da parede celular dos vegetais**

A parede celular dos vegetais é fundamental para o crescimento, manutenção, reprodução e desenvolvimento e resistência mecânica das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2006). A parede celular pode ser dividida em parede primária e secundária. A parede celular primária é fina e adaptada a expansão da célula, isso acontece pela alta tensão das microfibrilas de celulose e à ligação cruzada de dentro da matriz e da proteína. A principal constituição é de 25 a 50% de hemicelulose; 9 a 25% de celulose; 10 a 35% de pectina e 10% de proteína, na qual é responsável pelas funções de crescimento das células. A parede celular secundária fornece suporte e aparece depois que a célula vegetal para de crescer. Em comparação com a parede celular primária a parede secundária é normalmente mais espessa. Assim sendo, constituída por

41 a 45 % de celulose; 30% de hemicelulose; e 22 a 28% de lignina. A lignina é depositada quando a parede secundária já está formada e é mais rígida que a celulose, com isso, é muito resistente e difícil a compactação (SALISBURY e ROSS, 2013).

## **2.2 Métodos de análise de fibra dos alimentos**

A fibra alimentar é definida pela parte fibrosa do alimento que não é digerida pelas enzimas digestivas dos mamíferos (MOORE e HATFIELD, 1994). Os animais herbívoros são capazes de aproveitar os produtos da fermentação microbiana da fibra como fonte de energia graças à flora microbiana que habitam os compartimentos digestivos e promovem a digestão dos componentes fibrosos da parede celular dos vegetais (VALADARES FILHO e PINA, 2011).

### **2.2.1 Fibra bruta**

A análise da fibra bruta é o método químico-gravimétrico mais antigo de determinação da fibra dos alimentos (FORTES, 2011), e pode ser definida como o resíduo obtido após a digestão ácida e básica, sendo este composto por celulose em sua maior fração e também por hemicelulose e lignina (SILVA e QUEIROZ, 2009). Porém, esse método é considerado inadequado, devido indicar grande variação na composição fibrosa da amostra (WILLIAMS e OLMSTED, 1934), pois o ácido forte solubiliza parte da hemicelulose e a base forte solubiliza parte da lignina, gerando resultados imprecisos do teor total de fibra dos alimentos (VAN SOEST et. al., 1994). Entretanto, o fato de ainda utilizarem a análise de fibra bruta, pode ser porque o processo é simples e têm vários relatos na literatura, sendo indicado para alimentos com baixos teores de fibra (VAN SOEST et. al., 1994).

### **2.2.2 Método de Van Soest**

O sistema de detergentes desenvolvido por Van Soest (1963) e Van Soest e Wine (1967), descreve os métodos mais precisos para quantificar os teores dos componentes insolúveis da parede celular dos vegetais e estimar de forma rápida os seus principais componentes, sendo eles, hemicelulose, celulose e lignina (VAN SOEST, 1994).

Van Soest (1963) propôs um detergente ácido específico capaz de solubilizar o conteúdo celular, os minerais solúveis e também a hemicelulose, isolando um resíduo, composto

basicamente pela celulose e a lignina, chamado de fibra em detergente ácido (FDA), podendo conter alguma contaminação de cinzas e proteínas insolúveis. Van Soest e Wine (1967) desenvolveram um detergente neutro específico capaz de separar o conteúdo celular dos constituintes da parede celular dos vegetais, obtendo-se um resíduo composto mais especificamente por celulose, hemicelulose e lignina, denominado de fibra em detergente neutro (FDN). As análises da FDN e da FDA são baseadas no princípio do tratamento da amostra com a solução determinadora perante temperatura e tempo suficiente para solubilização dos constituintes dissolvíveis nas soluções de detergente neutro ou de detergente ácido utilizadas, obedecendo as proporções de solução: amostra de 100 mL: 1,000 g (SILVA e QUEIROZ, 2002).

Os reagentes usados no método de detergente neutro são detergente aniônico no qual formaram sais de sódio. O ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), considerado um agente quelatante e o laurel sulfato de sódio, proporcionaram a recuperação da maior parte da lignina, celulose e hemicelulose (VAN SOEST, 1994).

### **2.2.3 Alterações do método de Van Soest**

Várias alterações foram feitas no método original da fibra em detergente neutro proposto por Van Soest e Wine (1967) como a retirada de reagentes como o éter monoetílico de etilenoglicol que era utilizado para solubilizar o amido da amostra, porém foi comprovado risco a saúde então foi feita a substituição desse reagente pelo trietilenoglicol, na qual é considerado um reagente seguro a saúde. E o reagente decalina que foi removido e não é mais utilizada por remover a lignina. A inclusão de outros reagentes se fez necessário como o uso da alfa-amilase termoestável para promovera eficiente degradação do amido em alimentos concentrados, pois a presença do amido no resíduo da amostra após digestão com detergente neutro é considerada um contaminante, e quando presente em grandes quantidades dificulta o processo de filtração, aumentando o erro analítico e dessa forma superestimando o teor de FDN. O uso de sulfito de sódio também utilizado no método original para dissolver a proteína contaminante, passou a ser opcional, pois promove a dissolução da lignina (VAN SOEST et al., 1991).

Além das alterações dos reagentes utilizados, várias outras adaptações do método original para a determinação dos teores de FDN e FDA foram descritas na literatura, como o uso de diferentes tipos de equipamentos e materiais com a finalidade de reduzir mão de obra, melhorar a eficiência da análise pela maior rapidez em realizar as análises, diminuir os resíduos químicos gerados e o custo das análises (LOURENÇO et al., 2017).

Um dos métodos alternativos utilizados é a técnica dos saquinhos filtrantes que foi desenvolvida pela Ankom Technology, na qual utiliza-se saquinhos filtrantes (Ankom<sup>®</sup> F57), e um equipamento específico denominado de sistema Ankom, que fundamenta-se em um sistema fechado que assegura a homogeneização da digestão e filtragem das amostras em saquinhos, sendo possível realizar um grande número de análises por dia. Entretanto, esse sistema apresenta limitações, como o alto custo do equipamento e dos saquinhos filtrantes que são fabricados pela própria empresa e comprados por importação (BERCHIELLI et. al., 2001). Com o intuito de resolver esse problema do custo dos saquinhos filtrantes (Ankom<sup>®</sup> F57), várias pesquisas foram feitas com tecido de náilon e tecido não tecido (TNT) como alternativa aos saquinhos Ankom<sup>®</sup> F57, como os realizados por Senger et. al. (2008), Berchielli et al. (2001), Casali et. al., (2009), Valente et al. (2011), Farias et al. (2015) e Lourenço et. al. (2017).

Os resultados obtidos por Casali et. al., (2009) e Valente et al. (2011) demonstraram que o tecido TNT com gramatura de 100 g/m<sup>2</sup> gera estimativas acuradas dos teores da FDN, quando comparado ao tecido F57 (Ankom<sup>®</sup>) podendo substituir tecido F57 (Ankom<sup>®</sup>) sem perda da precisão das análises da FDN e sendo uma alternativa mais barata.

Outro método alternativo para a determinação de detergente neutro é o uso da autoclave, na qual é um sistema fechado que utiliza alta temperatura e pressão, podendo reduzir o tempo de análise, facilitando a degradação dos conteúdos da parede celular e podem ser realizadas várias análises simultaneamente, assim resultando em uma análise mais rápida (LOURENÇO et, al., 2010). Outras vantagens do uso da autoclave são: conseguir comportar mais análises no equipamento, o que depende do tamanho da autoclave, menor valor para aquisição do equipamento, facilidade na manipulação do equipamento (BARBOSA et al., 2015) e poder efetuar as análises tanto em cadinho filtrante quanto em saquinho filtrante sem perder a precisão analítica em substituição ao método convencional (LOURENÇO et, al., 2017).

### **3. Material e Métodos**

O experimento foi realizado nos Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal e Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal pertencentes à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Foram avaliados os teores da fibra em detergente neutro (FDN) em três diferentes alimentos volumosos (*Cynodon spp. cv. Tifton 85*, *Urochloa brizantha cv. Marandu* e *Urochloa brizantha cv. Xaraés*), pelo método da autoclave utilizando-se saquinho filtrante de tecido não

tecido (TNT100 g/m<sup>2</sup>) e em diferentes tempos e temperatura de operação (105°C por 60 minutos, 110°C por 40 minutos e 120°C por 40 minutos).

Os saquinhos filtrantes foram confeccionados com tecido não tecido (TNT) com gramatura de 100g/m<sup>2</sup>, estes foram confeccionados de forma a possuírem 10 cm de comprimento por 5 cm de largura, o que corresponde a uma área de 25 cm<sup>2</sup>. Os saquinhos foram lavados com solução em detergente neutro comercial fervente por 15 minutos, e em seguida lavados com água destilada quente e com acetona, para a retirada da goma presente no tecido (DETMANN et al., 2012). Após os saquinhos foram secos em estufa e em seguida colocados em dessecador, para a pesagem das amostras em balança analítica. A quantidade de amostra em cada saquinho obedeceu a relação de 20 mg de matéria seca por centímetro quadrado de superfície selada pelo calor, seguindo as recomendações feitas por Detmann et al. (2012).

Os saquinhos contendo as amostras foram acondicionados em um saco maior do mesmo tecido contendo um contrapeso em seu interior para evitar a flutuação das amostras no béquer (DESCHAMPS, 1999). Esse conjunto foi acondicionado em um béquer com capacidade de 2.000 mL, adicionando-se quantidade de solução de detergente neutro, suficiente para manter a relação de 50 ml de detergente por 0,5 grama de amostra (DETMANN et al., 2012). Foram adicionados no máximo 15 saquinhos contendo amostras e aproximadamente 1.000 mL de solução de detergente, selando-se a boca do béquer com papel alumínio (DESCHAMPS, 1999; SENGER et al., 2008), e em seguida os béqueres foram acondicionados na autoclave com temperatura e tempo de operação ajustado de acordo com a temperatura e tempo pré-determinados: 105°C por 60 minutos (PELL e SCHOFIELD, 1993; DETMANN et al., 2012), 110°C por 40 minutos (SENGER et al., 2008; FARIAS et al., 2015; e LOURENÇO et al., 2017) e 120°C por 40 minutos (DESCHAMPS, 1999; e SENGER et al., 2008).

Dessa forma, iniciava a contagem do tempo quando a temperatura atingia o desejado de cada tempo de operação (105°C por 60 minutos, 110°C por 40 minutos e 120°C por 40 minutos). Durante esse tempo foi observado constantemente se a temperatura da autoclave não apresentou nenhuma alteração, pois se ocorresse era feita a regulação da temperatura em máximo, mínimo ou desliga a fim de recuperar a temperatura desejada.

Após transcorrido o tempo de análise, a autoclave foi desligada e aguardou-se a saída da pressão para permitir a abertura e retirada das amostras. Os saquinhos foram lavados com água destilada quente, por três vezes, e em seguida lavados com acetona durante 5 minutos e levados para estufa ventilada a 60°C por 24 horas e sequencialmente, por 2 horas em estufa não ventilada a 105°C, e posteriormente colocados em dessecador para esfriar, em seguida pesados e anotado os pesos para a realização dos cálculos (DETMANN et al., 2012). Como também,

descrito pelos autores BARBOSA et al., (2015); FARIAS et al., (2015); LOURENÇO et al., (2017); PELL e SCHOFIELD (1993) e SENGER et al., (2008).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x 3) com três tempos e temperaturas de execução e três alimentos volumosos com 5 repetições cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico R 3.4.2.

#### **4. Resultados e Discussão**

Os valores médios da análise estatística dos teores da FDN dos alimentos volumosos: *Cynodon spp. cv Tifton 85*, *Urochloa brizantha*cv. Marandu e *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, em diferentes tempos e temperaturas de execução da autoclave estão descritos, na Tabela 1. Foi observado também que não houve interação significativa entre os três alimentos volumosos e as três temperaturas e tempos utilizados na autoclave.

O teor de FDN dos alimentos volumosos avaliados utilizando a autoclave nas temperaturas de 105°C por 60 minutos e de 110°C por 40 minutos não diferiram estatisticamente entre si, podendo ambas serem utilizadas na análise da FDN, sem prejuízo no resultado final. O que está de acordo com a literatura como o descrito por Barbosa et al. (2015), que avaliaram a análise da FDN em alimentos volumosos utilizando a autoclave, a temperatura de 105°C por 60 minutos, e verificaram que esse método gera resultados similares ao método convencional podendo ser usado em substituição ao digestor de fibras com refluxo. E por Senger et al. (2008), que avaliaram a análise da FDN, em alimentos volumosos, utilizando autoclave a temperatura de 110°C por 40 minutos e observaram que esse método gera resultados precisos em comparação ao método convencional.

**Tabela 1.** Valores médios dos percentuais de fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos volumosos utilizando a autoclave em diferentes tempos e temperaturas de execução.

Volumoso	Autoclave (tempo/temperatura)			Geral
	105°C/60 min	110°C/40 min	120°C/40 min	
Tifton 85	67,75	67,64	67,33	67,57
Marandu	65,33	65,08	64,60	65,00
Xaraés	65,32	64,97	64,75	65,01
Geral	66,13a	65,90ab	65,56b	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste Tukey.

Um fator importante que deve ser considerado no uso da autoclave na análise da FDN é a temperatura de execução da análise, e o tipo de amostra que se pretende analisar, pois de acordo com os resultados obtidos por Barbosa et al. (2015), o uso da autoclave a temperatura de 105°C por 60 minutos para alimentos volumosos produz resultados satisfatórios em relação ao método convencional, no entanto, ao realizar a análise em alimentos concentrados os resultados não foram satisfatórios, sendo superestimados. Esses autores inferiram que pela autoclave ser um sistema pressurizado, o ponto de ebulição da água é aumentado, o que pode não levar à fervura a solução de detergente neutro, e assim proporcionar a menor solubilização dos constituintes solúveis em detergente neutro, principalmente o amido, e dessa forma superestimar o teor de FDN. E o fato da temperatura a 105°C por 60 minutos não possuir influência nos alimentos volumosos possivelmente pelo menor teor de componentes a serem solubilizados pelo detergente neutro e menor concentração de amido nesse tipo de alimento. Por outro lado, Senger et al. (2008), avaliaram o teor de FDN em amostras de alimentos concentrados em autoclave utilizando a temperatura de 110°C por 40 minutos, e obtiveram resultados satisfatórios em comparação ao método convencional. Dessa forma, deve-se ter cautela para a escolha de temperatura/tempo na autoclave quando for analisar FDN em amostras de alimentos volumosos.

No presente trabalho, foi verificado que o aumento da temperatura da autoclave para 120°C por 40 minutos provocou redução no teor de FDN em comparação a temperatura de 105°C por 60 minutos, embora não tenha havido diferença estatística entre as temperaturas de 110°C e 120°C. A redução do teor de FDN com o aumento da temperatura e consequentemente da pressão, pode possivelmente ter proporcionado ruptura dos constituintes da parede celular, promovendo assim sua solubilização, ou pode ter ocasionado alteração da malha do tecido de

TNT proporcionado assim perda de partículas pelos poros do tecido. Esses resultados estão de acordo com Farias et al. (2015), que avaliaram o teor da FDN utilizando a autoclave a temperatura de 120°C por 40 minutos e saquinhos de TNT e verificaram valores subestimados em comparação com o método convencional.

## 5. Conclusão

A determinação de fibra em detergente neutro em alimentos volumosos, utilizando a autoclave à temperatura de 105°C por 60 minutos ou 110°C por 40 geram resultados semelhantes.

O uso da autoclave a temperatura de 120°C por 40 minutos subestima os teores de fibra em detergente neutro dos alimentos volumosos.

## 6. Referência Bibliográfica

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.

BERCHIELLI, T.T.; SADER, A.P.O.; TONANI, F.L.; PAZIANI, S.F.; ANDRADE, P. Avaliação da Determinação da Fibra em Detergente Neutro e da Fibra em Detergente Ácido pelo Sistema ANKOM. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1572-15782001. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982001000600027](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982001000600027). Acesso em: 18 fev. 2019.

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. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982009000100017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000100017). Acesso em: 20 nov.2019



COSGROVE, D. J, Paredes Celulares: Estrutura, Biogênese e Expansão. *In:* TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: 4 ed. Artmed, 2006. p. 407- 434.

D'HEER, B.G.; DE BOEVER, J.L.; VANACKER, J.M.; BOUCQUÉ, CH.V. The filter bag versus the conventional filtration technique for the determination of crude fibre and Van Soest cell wall constituents. **Animal Feed Science and Technology**, v. 9, p. 513-526, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.22358/jafs/68072/2000>. Acesso em: 20 nov 2019

DESCHAMPS, F.C. Implicações do Período de Crescimento na Composição Química e Digestão dos Tecidos de Cultivares de Capim-Elefante (*PennisetumpurpureumSchumach.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p. 1358-1369, 1999. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S151635981999000600025&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S151635981999000600025&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 20 nov.2019

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLE, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M. E AZEVEDO, J.A.G. (Eds.). Métodos para análise de alimentos. INCT. Ciência Animal. 1 ed. Visconde do Rio Branco. Suprema. 2012. 214 p.

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. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/469>. Acesso em: 20 nov. 2019

FORTES, B.D.A. **Métodos de avaliação de alimentos para aves**. 2011. Tese (Doutorado em produção animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011. Disponível em: [https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011\\_Bruno\\_Duarte\\_2c.pdf](https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011_Bruno_Duarte_2c.pdf). Acesso em: 20 fev. 2019.

GERON, L.J.V; CABRAL, L.S.; MACHADO, R.J.T.; 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 meio de diferentes procedimentos aplicados às plantas forrageiras. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.3, p. 1533-1542, 2014. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/13523/14556>. Acesso em: 20 nov. 2019.

KOMAREK, A.R., ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. 1994. **Comparison of the filter bag technique to conventional filtration in the Van Soest NDF analysis of 21 feeds**. National Conference on Forage Quality. Evaluation and Utilization Proceedings. Nebraska. University.

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.

MOORE, K.J.; HATFIELD, R.D. **Carbohydrates and forage quality**. In: FAHEY JR, G.C. (Ed). Forage quality, evaluation, and utilization. Lincoln: University of Nebraska, 1994. cap.6, p.229-280.

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. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030293774354>. Acesso em: 20 nov.2019

SALISBURY, F.B. Células: Águas, soluções e superfícies. *In*: SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia das Plantas**. São Paulo: Cengage Learning. 2013 p.3-198.

SENGER, C. C. D.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and

concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, p.169-174, 2008. Disponível em: <https://bit.ly/2sVWOH8>. Acesso em: 07 maio 2019.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. Determinação de Fibra Bruta. In: **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p.47-51.

SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M.; BATISTA, L.A.R. Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido. **Boletim de Pesquisa**, Embrapa Pecuária Sudeste, v.4. 1999. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/46109/metodo-alternativo-para-a-determinacao-de-fibra-emdetergente-neutro-e-detergente-acido>. Acesso em: 20 nov. 2019.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. 2011. Fermentação ruminal. In. BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, p. 161-189.

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. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n5/a28v40n5.pdf>. Acesso em: 20 nov.2019.

VAN SOEST, P. J. e WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.50, p.50-5, 1967. Disponível em:

[https://catalogo.latu.org.uy/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=1418](https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1418). Acesso em: 20 nov. 2019.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. Disponível em: <http://webpages.icav.up.pt/ptdc/CVT/098487/2008/Van%20Soest,%201991.pdf>. Acesso em: 07 fev 2019.

VAN SOEST, P. J. Fiber and Physicochemical Properties of Feeds. *In: Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Cordenell University Press: Ithaca: Comstock Publishing Association, 1994. p. 140 – 155.

WILLIAMS, R. D.; OLMSTED, W.H. A biochemical method for determining indigestible residue (crude fiber) in feces: lignin, cellulose, and non-water-soluble hemicelluloses. **Journal of Biological Chemistry**, v.108, n. 3, p. 653-666, 1935. Disponível em: <<http://www.jbc.org/content/108/3/653.full.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2019.