

NOTA CIENTÍFICA

AVALIAÇÃO DE TECIDOS E EQUIPAMENTOS ALTERNATIVOS NA ANÁLISE DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E DE FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO¹

JULIANA SANTOS FARIAS², LARISSA DE OLIVEIRA QUEIROZ², GLADSTON RAFAEL DE ARRUDA SANTOS², JAILSON DE LARA FAGUNDES², MÔNICA ALIXANDRINA DA SILVA³

¹Recebido para publicação em 30/01/15. Aceito para publicação em 02/09/15.

²Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

*Autor correspondente: julianafarias.sjf@gmail.com

RESUMO: O objetivo do estudo foi comparar equipamentos e tecidos alternativos na determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA), com o método convencional. Foram utilizados dois tecidos, sendo o nylon (50 µm) e TNT (100g/m²), e dois equipamentos (digestor de fibra e autoclave) para determinação dos teores de FDN e FDA, comparado com o convencional. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e 10 repetições. O teor de FDN obtido utilizando o tecido de TNT, nos dois equipamentos avaliados, diferiu dos valores verificados pelo método convencional (P<0,01). Entretanto, o uso do tecido nylon nos equipamentos autoclave e digestor de fibra foi semelhante (P>0,01), indicando ser uma possível alternativa ao método convencional. Não houve diferença (P>0,01) entre os métodos alternativos de análise de FDN. Na análise dos teores de FDA não foi observado similaridade nos valores obtidos com os equipamentos e tecidos avaliados (P<0,01). No entanto, os valores obtidos com o tecido nylon no equipamento digestor de fibra foram semelhantes ao método convencional (P>0,01), podendo ser indicado como alternativo prático para análises de FDA. O teor de FDN independente do equipamento utilizado, e o teor de FDA obtido no equipamento digestor de fibra, ambos com o tecido nylon, são semelhantes ao método convencional.

Palavras-chave: autoclave, fiber digester, nylon, non-woven.

EVALUATION OF ALTERNATIVE TISSUES AND EQUIPMENT FOR THE ANALYSIS OF NEUTRAL AND ACID DETERGENT FIBER

ABSTRACT: The objective of this study was to compare alternative devices and tissues for the determination of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) with the conventional method. Two tissues, nylon (50 µm) and TNT (100 g/m²), and two devices (fiber digester and autoclave) were used for the determination of NDF and ADF content compared to the conventional method. A completely randomized experimental design, which consisted of five treatments and 10 repetitions, was used. The NDF content obtained with TNT in the two devices differed from that obtained with the conventional method (P<0.01). However, the use of nylon in the autoclave and fiber digester provided similar values (P>0.01), indicating this combination as a possible alternative to the conventional method. There was no difference (P>0.01) between the alternative methods for the analysis of NDF. The content of ADF differed between the devices and tissues evaluated (P<0.01). However, the use of nylon tissue in the fiber digester provided values similar to the conventional method (P>0.01) and may be indicated as a practical alternative for the analysis of ADF. The NDF content obtained with nylon tissue, irrespective of the equipment used, and the ADF content obtained with nylon tissue in the fiber digester were similar to the conventional method.

Keywords: ADF, autoclave, fiber digester, NDF, nylon, non-woven.

INTRODUÇÃO

A qualidade de uma planta forrageira é representada pela composição química, digestibilidade e consumo voluntário, sendo bastante variável entre gêneros, espécies e cultivares. Fatores como o estágio de crescimento, a fertilidade do solo e adubações realizadas, bem como das condições climáticas influenciam a qualidade da planta.

O conhecimento dos teores de fibra dos alimentos permite aos nutricionistas formularem dietas adequadas para os animais de produção, principalmente para os ruminantes, por ser uma fonte de energia e potencializadora dos processos fermentativos, estimulando um ambiente ruminal favorável ao desenvolvimento dos microorganismos responsáveis pela digestão de carboidratos fibrosos (MACEDO JÚNIOR *et al.*, 2007).

A fibra é considerada a fração menos digestível dos alimentos, podendo ser definida como sendo o componente estrutural das plantas (parede celular), representada pelos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Segundo VAN SOEST (1994) a fração nutricional de FDN corresponde à soma de hemicelulose, celulose e lignina, e é determinada pela digestão da forragem em detergente neutro que solubilizará o conteúdo celular. A digestibilidade da hemicelulose é alta, a da celulose é variável e a lignina é a fração indigestível da planta, porém a composição, estrutura e teor podem ser afetados pela maturidade das plantas e por fatores ambientais. A fração FDA, correspondente à soma de celulose e lignina insolúvel e sais minerais, determinada pela solubilização do conteúdo celular e da hemicelulose por reagentes característicos (BIANCHINI *et al.*, 2007). A FDA tem correlação negativa com a digestibilidade da forragem, ou seja, quanto maior o teor na planta, maior será o teor de lignina e menor digestibilidade.

O surgimento do sistema detergente tornou-se significativo para a caracterização nutricional dos alimentos (MERTENS, 1992) possibilitando o isolamento da fração química que contém a parte grosseira separadamente do conteúdo celular. O método convencional originalmente desenvolvido por Van Soest na década de 60 para obtenção dos teores de FDN e FDA vem sofrendo modificações e aprimoramento por meio de técnicas alternativas, com a mesma acurácia dos resultados.

Vários tecidos de menor custo e estimativas similares de precisão têm sido propostos para avaliação dos teores de fibras, com eficácia

comprovada destacam-se os tecidos de nylon, com porosidade de 50 µm, e o tecido não tecido (TNT) com gramatura de 100g/m² (CASALI *et al.*, 2009; CANESIN *et al.*, 2012). O uso de equipamentos alternativos ao método convencional, como autoclave (CORDEIRO *et al.*, 2007; SENGER *et al.*, 2008), forno micro-ondas (CARAPELLI *et al.*, 2006) e o digestor de fibras (GERON *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2015) também vem sendo utilizados visando maior produtividade, menor tempo de análises e sensível economia das soluções reagentes.

O objetivo do estudo foi comparar equipamentos e tecidos alternativos na determinação fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido, com o método convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe, onde foram utilizadas amostras de capim elefante (*Pennisetum purpureum schum*) proveniente da capineira instalada no Biotério Central.

O capim elefante foi colhido com o corte a 10 cm do solo e a amostra foi composta por folhas e colmo, em seguida procedeu-se a pesagem e a pré-secagem em estufa a 60°C por 72 horas. As amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivo de 1 mm, identificado e armazenado em potes plásticos vedados para posterior análise químicas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e 10 repetições, sendo método convencional e as técnicas alternativas com dois equipamentos (digestor de fibras e autoclave) e dois tipos tecidos (TNT e nylon) na determinação do teor de FDN e FDA.

Foram utilizados os tecidos TNT (tecido não tecido) com gramatura de 100 g/m² e o nylon com porosidade de 50±15µm. Os sacos dos tecidos foram confeccionados manualmente com as dimensões 6,0 cm x 6,0 cm, considerando-se a borda de 1,0 cm a ser selada por calor, desta forma obtendo-se sacos com 5,0 cm x 5,0 cm (25 cm²). Em seguida foi acondicionada 0,5 g (500 mg) de capim elefante pré-seco por saco.

O método convencional foi realizado através da digestão em tubos de ensaio e filtração em Cadinhos de Gooch (porosidade média de 40 a 100 µm). Na técnica dos saquinhos foram utilizados sacos de tecidos TNT (100 g/m²) e nylon (50 µm) determinados em equipamento digestor de fibra (Marconi MA444/CI®) e digestão por 40 minutos em

autoclave à 120°C e pressão de 0,5 bar (DESCHAMPS, 1999). A determinação da fibra em detergente ácido foi realizada o mesmo procedimento, diferindo apenas a solução reagente utilizado (detergente ácido). O preparo dos detergentes para determinação de FDN e FDA foi realizado conforme VAN SOEST (1963), descrito por SILVA e QUEIROZ (2009).

No digestor de fibra foram introduzidos 10 saquinhos, mais três brancos, de cada tipo de tecido para se efetuar a correção nos cálculos finais. A manipulação do digestor foi seguida conforme recomendação do fabricante, caracterizada pela digestão das amostras contidas nos saquinhos, em solução de FDN e/ou FDA, em meio fechado sob aquecimento (120°C) e agitação, por 40 minutos, segundo metodologia descrita em BERCHIELLI *et al.* (2001). Depois de retirados da solução, os saquinhos foram submetidos a três enxágues com água destilada aquecida a 100°C durante dez minutos cada, em agitação no próprio equipamento, em seguida a água foi drenada, os saquinhos retirados e dispostos em uma bandeja para secagem em estufa de ar forçado a 105°C por 24 horas. Posteriormente, os saquinhos foram colocados em dissecador por aproximadamente 40 minutos, para atingirem a temperatura ambiente, e pesados para determinação do teor de FDN e FDA.

A determinação do FDN e do FDA, não sequencial, por meio da autoclave foi de acordo com a metodologia descrita por DESCHAMPS (1999). Foram submetidos 10 saquinhos, cada tecido por vez, acondicionados em saco maior (saco de poliéster com malha de 2 mm e dimensão de 30 cm²), contendo em seu interior contrapeso de mármore, para evitar a flutuação dos saquinhos menores. Este conjunto foi acomodado em erlenmeyer de polipropileno com capacidade para 4 litros, e adicionado 1.800 mL de solução detergente neutro, para determinação do teor de FDN das amostras, vedando a boca do erlenmeyer com papel alumínio. Na análise de FDA, o procedimento foi o mesmo, e a solução de detergente ácido foi utilizada.

Esse conjunto foi então levado para uma autoclave, com capacidade para 20 litros, a qual possui um sistema de válvulas que permite controle da temperatura e pressão, e um sistema de controle de tempo (ajustável de 1 a 90 minutos), que atua integrado com o termostato, de modo que o tempo somente começa a ser contado quando a temperatura de operação for atingida. Ao final do tempo de operação, o termostato automaticamente desliga todo o sistema, é realizado o afrouxamento das válvulas para permitir a abertura e retirada do material processado.

O procedimento de digestão da fibra por meio do aparelho autoclave difere do procedimento do equipamento digestor de fibra pela presença da pressão das válvulas do aparelho autoclave. A temperatura ajustada na autoclave foi de 120°C, com variação de $\pm 1^\circ\text{C}$ e pressão 0,5 bar, sendo o tempo de operação de 40 minutos. A adoção deste procedimento, com a utilização da autoclave, permite executar todas as amostras por operação, resultando em grande produtividade no laboratório, com sensível economia de reagentes.

Considerando o peso final dos sacos em branco tanto de nylon quanto o TNT, não houve a necessidade de se realizar o cálculo de correção para branco, devido a perdas ou digestão do tecido. Também não houve correção de acordo com o conteúdo de matéria mineral e/ou de nitrogênio para os resultados obtidos de FDN e FDA.

A análise de variância foi realizada por meio do programa SAS (SAS, Inst. Inc., Cary, NC), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e a significância declarada quando $P < 0,01$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na comparação dos resultados analíticos obtidos nos métodos avaliados, em cada tratamento, observou-se variação significativa de resultados ($P < 0,01$) para os teores de FDN e de FDA. Entre as metodologias testadas houve interação de equipamento e material para as análises de FDA ($P < 0,01$), já para FDN não houve diferença ($P > 0,01$), Tabela 1.

O teor de FDN utilizando o tecido TNT, nos dois equipamentos avaliados, diferiu dos valores verificados pelo método convencional ($P < 0,01$).

Tabela 1. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do capim determinado pelo método convencional e com equipamentos e tecidos alternativos

Método	FDN (% MS)	FDA (% MS)
Convencional	79,56 a	41,83 d
Autoclave + Nylon	76,51 ab	57,67 b
Autoclave + TNT	74,04 b	62,68 a
Digestor de fibra + Nylon	75,84 ab	42,64 d
Digestor de fibra + TNT	75,31 b	46,61 c
CV (%)	3,10	4,17

Médias na coluna seguidas por letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P < 0,01$).

Entretanto, o uso do tecido nylon nos equipamentos autoclave e digestor de fibra foi semelhante ($P>0,01$), indicando ser uma possível alternativa ao método convencional. Pode ser observado que não houve diferença ($P>0,01$) entre os métodos alternativos de análises de FDN. A variação no resultado obtido neste ensaio está de acordo com MARTINS COSTA *et al.* (2008) que verificaram variação de 68,70% a 79,87% no teor de FDN, e 41,37% a 49,40% para FDA, conforme o avanço da idade de corte; e com DERESZ *et al.* (2006) que encontraram variação nos teores de FDN de 59,94% a 76,61%, e FDA de 35,50% a 42,98%, conforme o período do ano.

Os resultados subestimados para FDN, do presente estudo, se devem a provável maior solubilização dos polissacarídeos parcialmente indigeríveis da forragem, em função da temperatura, pressão ou volume da solução, exercidos sobre os sacos dos dois tecidos (MOWAT *et al.*, 1969; JUNG *et al.*, 1996; FUKUSHIMA e HATFIELD, 2003; MACEDO JÚNIOR, 2004). Ainda, é possível que tenha ocorrido rompimento das tramas do tecido nylon no método autoclave com sacos de nylon em função da pressão exercida pelo equipamento junto à alta temperatura provocando o desmembramento e/ou degradação da celulose e/ou possíveis perdas de partículas das amostras, o que pode ter comprometido a análise de FDN. A perda de partículas fibrosas em meio aquoso foi observada por CASALI *et al.* (2009) por meio de lavagem em água (39°C) dos sacos contendo os alimentos (10 amostras/tecido), onde houve perda de partículas fibrosas quando empregado o nylon como tecido para avaliação das amostras.

Na análise dos teores de FDA não foi observado similaridade nos valores obtidos com os equipamentos e tecidos avaliados ($P<0,01$), com exceção do tecido nylon no equipamento digestor de fibra, em que os valores foram semelhantes em relação ao método convencional ($P>0,01$), podendo ser indicado como alternativo prático para análises de FDA. Os valores superestimados de FDA em relação ao método convencional podem ser relacionados à possível contaminação residual de compostos da parede celular (açúcares, amido, hemicelulose e pectina). Segundo VAN SOEST *et al.* (1991) a FDA isola principalmente celulose e lignina, com contaminação por pectina, minerais (cinzas) e compostos nitrogenados.

CONCLUSÃO

O teor de FDN independente do equipamento utilizado, e o teor de FDA obtido no equipamento digestor de fibra, ambos com o tecido nylon, são semelhantes ao método convencional.

REFERÊNCIAS

- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1572-1578, 2001.
- BIANCHINI, W.; RODRIGUES, E.; MENDES, J.A.; ANDRIGHETO, C. Importância da fibra na nutrição de bovinos. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.8, 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 e Produção Animal**, v. 13, p.938-953, 2012.
- CARAPPELLI, R.; MENEZES, E.A.; CHAVES, F.S.; SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A. Avaliação de métodos de fibra em detergente neutro utilizando forno de micro-ondas "caseiro". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 29., 2006, Águas de Lindóia. **Anais...Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química**, 2006. CD-ROM.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; CUNHA, M.; DETMANN, K.S.C.; PULINO, M.F. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.130-138, 2009.
- CORDEIRO, C.F.A.; PEREIRA, M.L.A.; MENDONÇA, S.S.; ALMEIDA, P.J.P.; AGUIAR, L.V.; FIGUEIREDO, M.P. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes e produção e composição do leite de vacas alimentadas com teores crescentes de proteína bruta na dieta contendo cana-de-açúcar e concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2118-2126, 2007. Suplemento.
- DERESZ, F.; PAIM-COSTA, M.L.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; ABREU, J.B.R. Composição química, digestibilidade e disponibilidade de capim-elefante cv.napier manejado sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.863-869, 2006.
- 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.
- FUKUSHIMA, R.S.; HATFIELD, R.D. Um novo método analítico para a determinação do teor de lignina em produtos vegetais. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MÉTODOS DOS LABORATÓRIOS DA EMBRAPA, 8., 2003, Jaguariúna. **Anais...Jaguariúna: Embrapa**, 2003. CD-ROM.
- GERON, L.J.V.; CABRAL, L.S.; TRAUTMANN-MACHADO, R.J.; ZEULOLA, 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 Ciências Agrárias**, v.35, p.1533-1542, 2014.
- JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D.; MERTENS, D.R.; RALPH, J.; WEIMER, P.J. Improving forage fibre digestibility. **Feed Mix**, v.4, p.30-34, 1996.
- MACEDO JÚNIOR, G.L.; ZANINE, A.M.; BORGES, I.; PÉREZ, J.R.O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Revista Ciência Animal**, v.17, p.7-17, 2007.
- MACEDO JUNIOR, G.L. **Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo, digestibilidade aparente e no comportamento ingestivo de ovelhas Santa Inês**. 2004. 127f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.
- MARTINS-COSTA, R.H.A.; CABRAL, L.S.; BHERING, M.; ABREU, J.G.; ZERVOUDAKIS, J.T.; RODRIGUES, R.C.; OLIVEIRA, Í.S. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, p.397-406, 2008.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1., 1992, Lavras. **Anais...**, Lavras: SBZ, 1992. p.1-32.
- MOWAT, D.N.; KWAIN, M.L.; WINCH, J.E. Lignification and in vitro cell wall digestibility of plant parts. **Canadian Journal of Plant Science**, v.49, p.499-504, 1969.
- SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B.; MESQUITA, F.T.; 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, p.169-174, 2008.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2009.
- SILVA, A.C.; LUZ, Y.S.; FIGUEIREDO, M.P.; BONOMO, P.; PEREIRA, M.L.A.; SILVA, C.G.V. Utilização da raiz de mandioca desidratada, em substituição ao milho, na suplementação de vacas holandesas em pastejo sobre o consumo voluntário, digestibilidade aparente e metabolismo energético. **Revista Ciências Agrárias**, v.36, p.2259-2274, 2015. Suplemento,1.
- 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. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publ. Assoc., 1994.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.