



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA AMAZÔNIA**

**CLAUDIA MARCIA SERRA FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DOS TEORES DE FIBRA INSOLÚVEL EM DETERGENTE NEUTRO  
EM TORTAS DE OLEAGINOSAS ATRAVÉS DE DIFERENTES MÉTODOS  
ANALÍTICOS**

**BELÉM**

2019

**CLAUDIA MARCIA SERRA FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DOS TEORES DE FIBRA INSOLÚVEL EM DETERGENTE NEUTRO  
EM TORTAS DE OLEAGINOSAS ATRAVÉS DE DIFERENTES MÉTODOS  
ANALÍTICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia, para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Produção e Nutrição animal  
Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi  
Co-orientador: André Guimarães Maciel e Silva  
Co-orientador: Shirley Motta de Souza

BELÉM

2019

**CLAUDIA MARCIA SERRA FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DOS TEORES DE FIBRA INSOLÚVEL EM DETERGENTE NEUTRO  
EM TORTAS DE OLEAGINOSAS ATRAVÉS DE DIFERENTES MÉTODOS  
ANALÍTICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia, para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Produção e Nutrição animal.

Data de aprovação. Belém – PA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Cristian Faturi- Orientador  
Universidade Federal Rural da Amazônia

---

Prof. Dra. Luana M. de Almeida Rufino- 1º Examinador  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará-UNIFESSPA

---

Prof. Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo - 2º Examinador  
Universidade Federal Rural da Amazônia

---

Prof. Dr. Felipe Nogueira Domingues- 3º Examinador  
Universidade Federal Rural da Amazônia

---

Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva- Suplente  
Universidade Federal Rural da Amazônia

BELÉM

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço à DEUS, pela bênçãos, pela vida e pela a saúde.

Aos meus pais, Lucila e Pedro que não mediram esforços para me proporcionarem o melhor e por todo apoio para que eu alcançasse meus objetivos.

Aos meus irmãos, principalmente, a minha irmã Cleide por todo apoio, carinho e dedicação.

Ao meu esposo Carlos Cabral, que vem me acompanhando e apoiando desde quando a realização desse objetivo era apenas um sonho. E que nunca mediu esforços para que eu conseguisse alcança-lo.

Ao meu orientador Cristian Faturi por todo apoio e dedicação a qual me orientou.

Ao meu co-orientador Professor André Guimarães, que não mediu esforços para a realização desse trabalho.

À minha co-orientadora e amiga Professora Shirley Motta, que confiou a mim e no meu potencial para o desenvolvimento desse trabalho, muitíssimo obrigada.

A Professora Luana Rufino, por todo apoio e dedicação.

Ao Professor Emmerson do Laboratório de Óleos da Amazônia (LOA) e toda a equipe do Laboratório.

As Empresas Amazoin Oil e Beraca, que colaboraram com a realização do trabalho cedendo às amostras dos Subprodutos.

Ao corpo Docente e Discente do Grupo de Estudo em Ruminantes e Forragicultura da Amazônia (GERFAM), por todo o aprendizado repassado desde a graduação.

Aos integrantes do grupo GERFAM, por toda ajuda carinho e apoio.

A toda equipe dos Laboratórios de Nutrição Animal.

A Coordenação do Curso de Pós-Graduação e ao secretário Jayme, que sempre foi muito solícito com os Pós-Graduandos.

Aos minhas amigas, Amanda Queiroz, Juliana Pitirini, Rosana Ribeiro e Wânia Mendonça. Meu muito obrigado, por todo apoio e por nunca hesitarem em me ajudar, quando necessário.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Os poucos professores que me impressionaram, não foram os que sabiam mais, mas aqueles que deram o máximo de si, que me olharam de frente, tal como eu era, com um humanismo que despertou e atraiu meu espírito inseguro e me chamou a assumir minha existência com minhas próprias mãos”.*

*Charles Chaplin*

## RESUMO

A quantificação dos teores da fibra dos alimentos é de suma importância, principalmente, na nutrição dos ruminantes, uma vez que, suas características físicas e químicas podem afetar diretamente a fisiologia digestiva do rúmen. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os teores de fibra das tortas de oleaginosas, concentrados e volumosos em diferentes métodos analíticos e compará-los com o método oficial da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC; método 2002.04), com ou sem a utilização do desengorduramento parcial das amostras. O experimento foi conduzido em quatro laboratórios: laboratório de Nutrição Animal pertencente ao Instituto de Medicina Veterinária na Universidade Federal do Pará, em Castanhal-Pará e na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém e Parauapebas-PA. Inicialmente foi realizada a avaliação dos teores de matéria seca e extrato etéreo das amostras. Para análise dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram avaliadas as metodologias da AOAC 2002.04 (uso do extrator do aparelho de refluxo e a retenção do resíduo insolúvel em cadinhos filtrantes) sem o uso do sulfito e modificação no uso da enzima alfa amilase, Analisador de fibra Ankom<sup>2000</sup> (extração sob pressão e o uso de saquinhos de tecido não tecido (TNT), 100 g/m<sup>2</sup>), Autoclave (uso de ambiente pressurizado e saquinhos de tecido não tecido (TNT), 100 g/m<sup>2</sup>) e Tecnal TE-149® (uso de ambiente não pressurizado e saquinhos de tecido não tecido (TNT) 100 g/m<sup>2</sup>) com e sem o desengorduramento parcial das amostras. Para avaliação da FDN utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 13 x 4 x 2 (treze subprodutos de oleaginosas x quatro metodologias x com ou sem desengorduramento parcial). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P < 0,05) através do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System Institute). Não foi verificada interação (p > 0,05) do tipo de amostra, tipo de método e do processamento de desengorduramento parcial. Não houve interação (p > 0,05) entre os métodos e o tipo de processamento com e sem desengorduramento parcial. Os valores de FDN obtidos pelos métodos alternativos da Filter Bag Technique da Ankom (FBT), Autoclave (AUT) e Tecnal (TEC) não diferiram entre si (p > 0,05), mas diferiram do método CONV, possivelmente, esses resultados podem ter sido comprometidos pela perda de partículas através dos sacos de tecido não tecido (TNT) utilizados nos métodos alternativos. Em relação aos resultados da FDN avaliados, houve interação entre o método e o tipo de amostra (p < 0,05) onde as amostras dos subprodutos de bacurí, castanha-do-pará, maracujá e coco não apresentaram diferença significativa (p > 0,05) entre os métodos. Entretanto, foram observadas diferenças (p < 0,05) do método CONV em relação aos métodos alternativos das amostras de subprodutos como a andiroba, ucuúba, cacau, murumuru, patauá, tucumã e dendê. Observou-se que para a avaliação da FDN das amostras de subprodutos de oleaginosas com teores de lipídios acima de 10%, independente do método de análise, deve-se realizar o desengorduramento dessas amostras. A variabilidade observada entre os métodos de análise da FDN dificultam o estabelecimento de um padrão analítico, que seja capaz de avaliar com precisão as estimativas.

**Palavras-chave:** análise de fibra, fibra em detergente neutro, método de análise, solução em detergente neutro, torta.

## ABSTRACT

The quantification of the fiber contents of food is important, mainly, in the nutrition of the ruminants, since its physical and chemical characteristics can directly affect the digestive physiology of the rumen. This study aimed to evaluate the fiber content of oil cake, concentrate ration and roughage in different analytical methods and to compare them with the official method of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC, method 2002.04), with or without the use of partial degreasing of samples. The experiment was conducted in four laboratories: Animal Nutrition Laboratory belonging to the Institute of Veterinary Medicine at the Federal University of Pará, in Castanhal-Pará and at the Federal Rural University of Amazonia, Belém campus and Parauapebas-PA. The dry matter and ethereal extract contents of the samples were evaluated. Neutralizing detergent fiber (NDF) were analyzed using AOAC 2002.04 methodologies (use of the reflux extractor and the retention of the insoluble residue in filter crucibles) without the use of sulphite and modification of the use of the enzyme alpha amylase, Ankom2000 fiber analyzer (pressure extraction and the use of 100 g / m<sup>2</sup> non-woven fabric bags), Autoclave (use of pressurized environment and 100 g / m<sup>2</sup> non-woven bags) and Tecnal TE-149® (use of non-pressurized environment and non-woven bags (TNT), 100 g / m<sup>2</sup>) with and without partial degreasing of samples. A completely randomized experimental design was used in a 13 x 4 x 2 factorial arrangement (thirteen oilseed byproducts x four methodologies x with or without partial degreasing). The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the means were compared by the Tukey test ( $P < 0.05$ ) through the statistical package SAS (Statistical Analysis System Institute). No interaction ( $p > 0.05$ ) was observed for the type of sample, type of method and partial degreasing processing. There was no interaction ( $p > 0.05$ ) between the methods and the type of processing with and without partial degreasing. The NDF values obtained by the Alternative Filter Bag Technique methods from Ankom (FBT), Autoclave (AUT) and Tecnal (TEC) did not differ among themselves ( $p > 0.05$ ), but differed from the CONV method. have been compromised by the loss of particles through the nonwoven bags (TNT) used in alternative methods. In relation to the NDF results evaluated, there was interaction between the method and the sample type ( $p < 0.05$ ), where the bacuri, brown nut, passion fruit and coconut by-product samples did not present a significant difference ( $p > 0,05$ ) between the methods. However, differences ( $p < 0.05$ ) of the CONV method were observed in relation to the alternative methods of by-product samples such as andiroba, ucuúba, cocoa, murumuru, patauá, tucumã and palm oil. In the evaluation of the NDF of oilseed by-product samples with lipid contents above 10%, regardless of the method of analysis, the samples should be degreased. The observed variability among the NDF analysis methods makes it difficult to establish an analytical standard that is capable of accurately evaluating the estimates.

**Key words:** fiber analysis, neutral detergent fiber, analysis method, neutral detergent solution, cake.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teores de matéria seca (%MS) e extrato etéreo (%EE) dos produtos submetidos à análise de FDN.....	30
Tabela 2 - Avaliação dos Métodos de análise de fibra em detergente neutro (FDN) versus o processamento de com e sem extração parcial da gordura.....	32
Tabela 3 - Teores de Fibra em detergente neutro (FDN) das amostras dos subprodutos com e sem o desengorduramento parcial.....	34
Tabela 4 - Teores de fibra em detergente neutro (FDN) dos produtos avaliados pelos métodos CONV, FBT, AUT e TEC.....	35



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	10
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	11
<b>2.</b>	<b>USO DE SUBPRODUTOS DE OLEAGINOSAS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES</b> ..	13
<b>2.1</b>	<b>Características dos subprodutos das Oleaginosas</b> .....	14
2.1.1	Dendê ( <i>Elaeis guineensis</i> ).....	14
2.1.2	Andiroba ( <i>Carapa guianensis</i> ) .....	15
2.1.3	Bacuri ( <i>Platonia insignis</i> Mart.).....	15
2.1.4	Castanha-do-pará ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) .....	16
2.1.5	Murumuru ( <i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.).....	16
2.1.6	Patauá ( <i>Oenocarpus bataua</i> Mart.).....	17
2.1.7	Pracaxí ( <i>Pentaclethra macroloba</i> ).....	18
2.1.8	Tucumã ( <i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.) .....	18
2.1.9	Ucuúba ( <i>Virola surinamensis</i> ) .....	18
2.1.10	Cacau ( <i>Theobroma cacao</i> L.).....	19
2.1.11	Maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> ) .....	19
2.1.12	Coco ( <i>Cocos nucifera</i> ) .....	20
2.1.13	Cupuaçu ( <i>Theobroma grandiflorum</i> ).....	20
<b>2.2</b>	<b>Métodos de análise da fração fibrosa</b> .....	21
2.2.1	Fibra em detergente neutro (FDN).....	22
2.2.2	Variações nas análise em detergente.....	23
<b>2.3</b>	<b>Metodologias para avaliação da fração fibrosa</b> .....	24
<b>2.4</b>	<b>Material e métodos</b> .....	26
2.4.1	Análises Estatísticas .....	31
<b>2.5</b>	<b>Resultados e Discussão</b> .....	31
<b>2.6</b>	<b>Conclusão</b> .....	37
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	38

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Existem diversos métodos para avaliação da fração fibrosa dos alimentos, embora as informações em relação à precisão das estimativas dessa fração ainda sejam escassas e necessitam de mais estudos (LANES et al., 2016). A quantificação dos teores da fibra dos alimentos é de suma importância, principalmente, na nutrição dos ruminantes, uma vez que, suas características físicas e químicas podem afetar diretamente a fisiologia digestiva do rúmen (ALVES et al., 2016).

Dessa forma, a princípio surgiu o sistema em detergente neutro proposto por Peter Van Soest para avaliação dessa fração e, posteriormente, em um estudo colaborativo sugerido por Mertens (2002) e oficializado pela *Association of Analytical chemists* (AOAC, 2002.4) tornando-se o método convencional para a análise da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), em virtude da precisão nos seus resultados (LOURENÇO et al. 2017). No entanto, esse método é considerado mais oneroso em razão do uso de cadinhos filtrantes e béqueres, além de trabalhos árduos para execução das análises, em virtude de suas etapas manuais (CANESIN et al., 2012; LOURENÇO et al., 2017; MARICHAL et al., 2011).

Contudo, desde que surgiu esse método para a quantificação dos teores de FDN, que compreende hemicelulose, celulose, lignina, cinzas e pequenas quantidades de proteína (Ferreira e Mertens, 2006), diversas alterações vem ocorrendo com o surgimento de métodos alternativos, tentando manter a mesma precisão e reprodutibilidade do método convencional, além de permitir a realização de maior número de análises otimizando o tempo e tornando-as menos onerosa (MARICHAL et al., 2011; VALENTE et al., 2011a).

Com isso, esses métodos passaram a fazer parte das rotinas laboratoriais para a análise da fibra em detrimento ao método convencional como, por exemplo, a utilização da autoclave que possibilita utilizar saquinhos filtrantes de tecido-não-tecido (TNT – 100 g/m<sup>2</sup>), coletores autoclaváveis e ambiente pressurizado que, por meio desse método tornou-se possível avaliar, simultaneamente, várias amostras coletivamente (CASALI et al., 2009; PELL & SCHOFIELD, 1993; SENGER et al., 2008).

Além desse método, surgiu o analisador de fibra Filter Bag Technique (FBT) da Ankom que faz uso de saquinhos filtrantes F57, ambiente pressurizado e facilitam a análise de diversas amostras, simultaneamente, além de reduzir as etapas manuais (VOGEL et al., 1999; VALENTE et al., 2011a; MARICHAL et al., 2011). No entanto, os custos com esses sacos impossibilitam a sua utilização nas rotinas laboratoriais, e com isso tem-se estudado materiais

alternativos para análise de fibra, como TNT/ 100 g/m<sup>2</sup> (CASALI et al., 2009). Outro método utilizado nos laboratórios e com funcionamento semelhante ao da Ankom é o digestor de fibra da Tecnal (TE-149) contudo, faz uso de tecido-não-tecido (TNT),100 g/m<sup>2</sup>) em detrimento dos cadinhos filtrantes e ambiente não pressurizado (SILVA et al., 2018).

Entretanto, ainda há muita controvérsia em afirmar qual método utilizar para quantificar os teores de fibra, devido à precisão dos seus resultados (FARIAS et al. 2015). Em função desses possíveis vieses que podem ocorrer nas análises da fibra, ainda temos outro agravante, em relação à avaliação de determinados alimentos como, por exemplo, os subprodutos das oleaginosas, pois alguns desses alimentos apresentam elevados teores de extrato etéreo que, geralmente interfere negativamente na determinação da fibra (VAN CLEEF et al., 2012).

Essa interferência ocorre, normalmente, devido esses alimentos apresentarem teores de lipídios acima de 10%, posteriormente, ao processo agroindustrial. Dessa forma, os lipídios acabam se complexando com a solução em detergente neutro, diminuindo a eficiência de extração e superestimando os teores de fibra. Portanto, seria necessário realizar o desgorduramento parcial dessas amostras, antecipadamente, as análises de fibra para evitar esse viés nas análises (VAN SOEST, ROBERTSON e LEWIS, 1991; MERTENS, 2002).

Com isso, objetivou-se com o presente estudo avaliar a viabilidade do uso de métodos alternativos para avaliação da FDN de tortas de oleaginosas da Região Amazônica, com ou sem o pré desgorduramento parcial das amostras.

## REFERÊNCIAS

- Association of Official Analytica Chemists – AOAC. Official methods os analysis. 12 th ed. Washington, 1975.
- ALVES, A. R. et al. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **PubVet**, Maringá, v. 10, n. 7, p. 568-579, Jul. 2016.
- CANESIN, R.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 938-953, out./dez. 2012.
- CASALI, A. O. et al. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v. 38, n.1, p.130-138, 2009.
- FARIAS, J. S. et al. 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.

- LANES, E. C. M. et al. Comparative efficacy of the conventional and automated methods for determining neutral and acid detergent fiber. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 7, n. 1, p. 30-37, 2016
- LOURENÇO, M. S. N. Comparison of laboratory methods to assess fiber contents in feedstuffs. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, Medellín, v. 30, n. 1, p. 21-29, jan./mar. 2017.
- MARICHAL, M. J. et al. Fiber analysis: Evaluation of screen printing fabric filters bags by three statistical approaches. **Animal Feed Science and Technology**, [S.l.:s.n.], v. 169, p. 79–85, out. 2011.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of dmylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Rockville, v. 85, n. 6, p. 1217-1216, 2002.
- PELL, A. N., SCHOFIELD, P. Computerized Monitoring of Gas Production to Measure Forage Digestion In Vitro. **Journal of Dairy Science**, [S.l.:s.n.], v. 76, p. 1063-1073, Mai. 1993.
- SENGER, C. C. D. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, [S.l.:s.n.], v. 146, p. 169–174, Sept. 2008.
- SILVA et al. On the specificity of different methods for neutral detergent fiber and related problems, **Animal Feed Science and Technology**, [S.l.:s.n.], v. 240, p. 128-144, 2018.
- VALENTE, T. N. P. et al. 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**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 1148-1154, Mai. 2011.
- VAN CLEEF, E. H. C. et al. Determinação do teor de extrato etéreo de grãos de oleaginosas através de diferentes processamentos. **Revista Electrónica de Veterinaria**, Andalucía, v. 13, n. 3, p. 1-6, 2012.
- 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. In: SYMPOSIUM: CARBOHYDRATE METHODOLOGY, METABOLISM, AND NUTRITIONAL IMPLICATIONS IN DAIRY CALTLE. **Journal of Dairy Science**, [S.l.:s.n.], v. 74, p. 3583-3597, Oct.1991.
- VOGEL, K. P. et al. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis, **Crop Science**. Madison, v. 39, n. 1, p. 276-279, jan. 1999.

## **2. USO DE SUBPRODUTOS DE OLEAGINOSAS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**

O Brasil apresenta elevada produtividade de produtos agrícolas e, com isso, gera uma grande quantidade de produtos secundários (VASCONCELOS, 2010). Esses produtos secundários, com menor valor agregado, são gerados a partir do beneficiamento dos produtos agrícolas nas agroindústrias, os quais são denominados de subprodutos. (RETORE et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2014).

Haja vista, que a principal matéria-prima das oleaginosas produzida e comercializada nas agroindústrias, após o processamento industrial, são os óleos vegetais, os quais são destinados para a indústria química, de alimentos, cosméticos, fármacos, adubo e atualmente com destaque para a produção de biodiesel e, com isso, são gerados quantidades elevadas de subprodutos que, normalmente, não tem valor comercial para a indústria (TEIXEIRA et al., 2014; GRANDE e CREN, 2016).

Dentre estes subprodutos, obtêm-se a torta que é o produto originado após o processamento de extração do óleo vegetal das sementes de oleaginosas, a qual ocorre através da prensagem mecânica (OLIVEIRA et al. 2012; MOTA e PESTANA, 2011). Esses subprodutos vêm sendo estudados na possibilidade de utiliza-los na dieta dos ruminantes e na redução dos custos com a mesma, junto com a agregação de valor desses subprodutos que certamente seriam descartados pela agroindústria, além da redução dos riscos de contaminação ambiental quando reaproveitados (COSTA et al., 2015).

No entanto, esses subprodutos possuem algumas particularidades quanto as suas características nutricionais, como elevados teores de extrato etéreo que podem vir a interferir no consumo e digestibilidade de nutrientes e na atividade da microbiota ruminal, que necessitam ser avaliadas cuidadosamente, antes de serem fornecidos aos animais (ABDALLA et al. 2008; CORREIA et al., 2011).

Deste modo, são inúmeras as espécies de oleaginosas utilizadas na agroindústria e diversos subprodutos gerados, os quais possuem grande potencial de uso na suplementação animal, desde que sejam bem avaliados, tendo em vista, a importância e a necessidade do aproveitamento desses subprodutos como fonte de nutrientes na nutrição dos ruminantes, além da redução nos custos dos ingredientes tradicionais e a expansão da produção animal no Brasil (OLIVEIRA et al., 2013).

Tendo em vista que a agroindústria processa vários produtos vegetais com características distintas e diversas finalidades, alguns desses produtos vegetais têm sido bastante utilizados pelo seu potencial de uso, além de sua disponibilidade na região.

Dentre essas, destacam-se o Dendê (*Elaeis guineensis*), Andiroba (*Carapa guianensis*), Bacuri (*Platonia insignis* Mart.), Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.), Patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.), Pracaxí (*Pentaclethra macroloba*), Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.), Ucuúba (*Virola surinamensis*), Cacau (*Theobroma cacao* L.), Maracujá (*Passiflora edulis*), Coco *Cocos nucifera* L.) e Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

## **2.1 Características dos subprodutos das Oleaginosas**

### **2.1.1 Dendê (*Elaeis guineensis*)**

O dendezeiro é uma cultura perene, oriunda da África, com produção continuada durante o ano todo, dando início a sua produção aos 3,5 anos até aproximadamente 25 anos. Estima-se que seu rendimento produtivo ultrapasse a 25 toneladas de cachos por ha/ano e 4-6 t de óleo/ha, o que a torna uma das oleaginosas mais produtivas, dentre as cultivadas (BARCELOS et al., 1995).

Dentre as regiões que essa cultura é cultivada destacam-se o Pará, Bahia e Amapá, respectivamente, como os maiores produtores dessa oleaginosa. Diante deste cenário, evidencia-se o potencial produtivo dessa oleaginosa para suprir parte da demanda crescente do mercado por óleos vegetais e recentemente, pelo setor do biodiesel (MONTEIRO, 2013).

Dessa forma, o processamento do dendê nas agroindústrias visa à extração de dois tipos de óleos: o óleo de palma (polpa ou mesocarpo) e o óleo de palmiste (amêndoa ou endosperma) utilizados para diversas finalidades como combustíveis ou como gordura industrial para fabricação de margarinas, biscoitos e óleos de cozinha, enquanto, que o de palmiste é utilizado especialmente para cosméticos (PARENTE et al., 2003).

Após o processo de extração dos óleos vegetais geram-se alguns subprodutos com pouco ou nenhum valor agregado para as agroindústrias como, por exemplo, a torta de palmiste que tem sido avaliada o seu potencial de uso na alimentação dos ruminantes, através de vários estudos. Oliveira et al. (2015) reuniram vários trabalhos realizados com a torta de palmiste e verificaram uma certa variabilidade na composição químico-bromatológica da torta, onde apontaram o teor de matéria seca (88,11-97,7%), proteína bruta (13,01-18,21%),

extrato etéreo (5,7-13,55%), fibra em detergente neutro (64-81,85%), fibra em detergente ácido(41,29-56,02).

### 2.1.2 Andiroba (*Carapa guianensis*)

A andiroba é uma espécie florestal, nativa da Amazônia, com potencial madeireiro e frutífero, com período de safra nos meses de fevereiro à julho e cada fruto engloba de 4 a 16 sementes de onde são extraídos óleos, os quais são de grande valia para indústria de cosmético e fitoterápico, podendo ser utilizado na produção de biodiesel, bem como, uma fonte de renda para as famílias locais (MENDONÇA e FERRAZ, 2006).

Após a extração do óleo, obtêm-se um rendimento de aproximadamente 40% de óleo e 60% de torta (SILVA et al., 2013), esse processo de extração ocorre por meio artesanal ou industrial (prensa mecânica), onde o processamento industrial requer menos tempo e mais eficácia quanto a rentabilidade e qualidade do óleo em comparação a extração artesanal (GOMES JUNIOR, 2010). No entanto, essa rentabilidade não ultrapassa 30% do peso de suas sementes (Ferraz, Camargo e Sampaio, 2002). Essa torta gerada, posteriormente, a extração do óleo pode apresentar boas características nutritivas, pois as sementes da andiroba apresentam na sua composição teores de proteína (6,2%), gordura (33,9%), fibra bruta (12%), cinzas (1,8%) e carboidratos (6,1%) (PEREIRA e TONINI, 2012).

### 2.1.3 Bacuri (*Platonia insignis* Mart.)

O bacurizeiro é uma espécie arbórea, nativa da Amazônia, madeireira e frutífera. A maior ocorrência dessa espécie encontra-se na Ilha do Marajó, no Estado do Pará, além dos estados do Maranhão e Piauí (MATOS, HOMMA e MENEZES, 2009). Nas regiões Norte e Nordeste concentram-se a maior produção brasileira do fruto, com destaque para os estados do Pará (80,73%) e Maranhão (16,89%) (IBGE, 2010).

As árvores podem atingir mais de 25 m de altura e 1,5 m de diâmetro, seus frutos pesam em torno de 250g e possuem formato arredondado, envolvido por uma casca, que corresponde 70% do seu peso e 13% é endocarpo (polpa), além de suas sementes que são, em média, quatro por fruto (MORAIS e GUTJAHR, 2012).

A polpa de seus frutos *in natura* é consumida com frequência, bem como, nas agroindústrias para a produção de doces, sorvetes e geleias (SILVA et al., 2010). Enquanto, que suas sementes são utilizadas nas agroindústrias para a obtenção do óleo com o rendimento

em torno de 40%, o qual é utilizado na indústria de cosmético, fabricação de sabão e fitoterápicos (MORAIS e GUTJAHR, 2012).

#### 2.1.4 Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*)

A castanheira é uma espécie de grande porte, oriunda da região Amazônica, uma das espécies mais nobres e valiosas da região, comumente chamado de castanha-do-brasil, castanha-do-pará e castanha-da-amazônia (COSTA et al., 2009). É uma espécie frutífera, o qual é denominado de ouriço e apresenta uma forma esférica, que pode atingir um peso de 200g a 1,5kg e contém, em média, 18 sementes (BALBI et al., 2014).

Essa semente é comercializada, principalmente, sem a casca e desidratado para que a mesma seja conservada de forma adequada, Silva, Ascheri e Souza (2010). Dessa forma, a castanha constitui um dos principais produtos florestais exportado pelo país, e o segundo produto florestal não madeireiro na região Norte, perdendo apenas para o fruto do açaí. Essa exportação rendeu ao país um valor estimado de R\$ 107,443 milhões, com a produção de 40.643 toneladas, no ano de 2015 (IBGE, 2015).

Logo, fica evidenciado o seu potencial para as indústrias de alimentos, não apenas por sua produção, mas também, pelas suas características nutricionais que se mostra como uma valiosa fonte lipídica (60-70%) e proteica (15-20%), bem como, selênio, cálcio, fósforo, magnésio e vitaminas do complexo B (FERREIRA et al., 2006). Além da importância econômica e comercialização da amêndoa na sua forma in natura, seu óleo também desperta grande interesse por parte das indústrias de cosmético e fitoterápico.

Posteriormente, ao processamento da amêndoa da castanha na agroindústria para obtenção do óleo, são geradas as tortas, a qual evidencia características que são favoráveis ao seu uso na alimentação animal, pois são consideráveis fontes de proteína bruta, lipídeos e fibra. Segundo Souza e Menezes (2004), avaliaram a torta da castanha com teores médios de proteína (40,23%), lipídios (25,13%) e fibra (15,72%), Ferreira et al. (2006a) constataram teores de PB (28,34%), lipídios (19,17%) e fibra (18,32%). Santos et al.(2010), obtiveram teores de PB (45,92%), lipídios (26,09%) e fibra (17,14%). Enquanto, Salman et al. (2014) observaram teores de PB (34,22%) e lipídios (43,59%).

#### 2.1.5 Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.)

O murumuru é uma palmeira distribuída em toda bacia amazônica, espécie perene, encontra-se em áreas de terra firme e alagadas, pode também ser encontrada em áreas de capoeira e pastagens cultivadas (BEZERRA, 2012). É uma palmeira que pode atingir até 15



metros de altura, seus frutos são constituídos de uma polpa amarelada (28%) e semente (72%), com seu período de colheita vai de janeiro a junho (PESCE, 2009).

Essa oleaginosa possui um alto teor de óleo, extraído de suas amêndoas, com rendimento de 40%, cujo mesmo transforma-se em uma gordura semissólida, inodora e sem sabor, denominada manteiga de murumuru, utilizada na indústria de cosmético como cremes, sabonetes e xampus (QUEIROZ, BEZERRA e MOCHIUTTI, 2008).

Após o processo de extração de óleos ou gorduras vegetais, são obtidos dois produtos: o óleo ou gordura e a torta de murumuru, que é a parte sólida, produto da prensagem mecânica (RAMALHO e SUAREZ, 2013). Essa torta pode ser utilizada em diferentes aplicações, como adubação orgânica, suplementação animal, e possivelmente, como aditivo absorvente de umidade na silagem de gramíneas tropicais.

Sendo assim, há uma grande quantidade de resíduos produzidos pela agroindústria, já que não é agregado valor a torta e a mesma não é aproveitada pela agroindústria. Segundo Lima et al. (2010), avaliaram a composição química da torta de murumuru na suplementação de búfalas e observaram teores de MS (90,94%), PB (9,34%), EE(13,29%), FDN (56,95%), FDA (49,61%) e lignina (8,59%). Enquanto, Menezes et al. (2016) observaram a composição química da torta para serem adicionados na dieta dos ovinos, com teores de MS (89,02%), PB (9,92%), EE (16,32%), FDN (83,91%), FDA (64,27%) e lignina (28,59%).

#### 2.1.6 Patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.)

O patauá é uma palmeira distribuída em toda região Norte e Centro-Oeste. É uma espécie arbórea que pode atingir até 15 metros de altura, seus frutos são pequenos (2 a 3 cm), de cor roxa, envolvidos por uma camada cerosa e esbranquiçada, os quais podem ser colhidos de setembro a janeiro. Seu fruto é composto por uma polpa amarela (39,25%), envolvida por uma película arroxeadada, que contorna o caroço (60,75%), com rendimento (18%) de óleo da polpa (PESCE, 2009).

O óleo vegetal extraído dessa oleaginosa vem sendo explorada para fins alimentícios, cosméticos e farmacológicos, por causa de suas propriedades biológicas, além da geração de energia (HIDALGO; NUNOMURA e NUNOMURA, 2016). Porém, ainda há pouca exploração técnico científica e escassez de informações em uso na alimentação animal. Vieira, Seixas e Cintra (2015) encontraram teores para o fruto de 14% de proteínas, 5,59% de fração lipídica.

### 2.1.7 Pracaxí (*Pentaclethra macroleoba*)

A árvore do pracaxí encontra-se em áreas de várzea e as margens dos rios, propagada por toda região Norte do Brasil, América central e do Sul. Seu fruto é uma vagem, que são dispersos nos meses de dezembro a março, os quais possuem, em média, quatro a oito sementes. A coloração de seu fruto passa de verde para marrom escuro, quando amadurecem (MORAIS e GUTJAHR, 2012; CRUZ e BARROS, 2015). A sua árvore pode ser explorada para madeira, lenha e carvão, fabricação de papel, bem como, a extração de óleo de suas sementes.

A semente apresenta 45% a 48% de lipídios, 27% a 28% de proteínas e 12% a 14% de carboidratos (JOKER e SALAZAR, 2000) e teores de proteínas de 27,81% avaliados por Pesce (2009). Devido as suas características nutritivas e energéticas, o mesmo tem sido utilizado para diversas finalidades como culinários, cosméticos, terapêuticos e medicinais.

Ao mesmo tempo em que, posteriormente, ao processamento para a obtenção do óleo, assim como na maioria dos demais materiais, gera-se a torta, a qual deve manter as características nutricionais da semente e pode ser utilizado na alimentação animal, pois possuem boa palatabilidade (PESCE, 2009).

### 2.1.8 Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.)

O tucumanzeiro é uma palmeira, nativa da região Amazônia, pode atingir de 10 á 15m de altura. É considerada uma árvore resistente a doenças e queimadas, recupera-se e rebrota com facilidade. O fruto é constituído pelo pericarpo (polpa) de coloração alaranjada, que envolve o caroço e a amêndoa (MORAIS e GUTJAHR, 2012).

A partir da extração do óleo vegetal desse fruto, são gerados dois tipos de óleo: o óleo da polpa que é similar ao de palma; óleo da amêndoa, que é idêntico ao do palmiste (PESCE, 2009). Esses óleos apresentam propriedades nutritivas e de grande valia para a indústria alimentícia e cosmética, as quais utilizam para a produção de diversos produtos. A torta apresenta características nutricionais que podem ser de grande valia na nutrição animal, portanto, a torta da polpa do tucumã foi avaliada por Ferreira et al. (2008b) que verificaram teores de proteína (7,13%), lipídios (14,49%), fibra (18,63%) e carboidratos totais(65,78%).

### 2.1.9 Ucuúba (*Virola surinamensis*)

A ucuubeira é uma árvore frutífera, nativa da Amazônia, que pode alcançar de 25 a 35m de altura. As sementes são arredondadas e envoltas por casca fina, rica em gordura (60-70%),

tradicionalmente chamada manteiga ou sebo da ucuúba. A gordura/manteiga associados a outros componentes são utilizados para a produção de vela, cremes e sabonetes (MORAIS e GUTJAHR, 2012).

Em média, o peso seco da semente de ucuúba é de 1,7g que é constituída por uma casca (17-19%) e a amêndoa oleosa (81-83%) da semente (PESCE, 2009). A semente contém cerca de 15% de proteínas e de 53 a 58,5% de gordura (MOTA e FRANÇA, 2007).

#### 2.1.10 Cacau (*Theobroma cacao* L.)

O cacaeiro é uma planta perene e frutífera, nativa das Américas e possui boa produtividade durante 35 anos. Suas sementes é o principal produto comercializado nas agroindústrias, onde se extrai a manteiga de cacau e a mesma é frequentemente utilizada na indústria farmacêutica e cosmética (SUFRAMA, 2003). Nas regiões Nordeste e Norte concentram-se a maior produção brasileira do fruto, com destaque para os Estados da Bahia (70,6%) e Pará (29,4%) (IBGE, 2018).

Seu fruto é constituído de 80% de casca e 20% de semente (8% de amêndoa). Essas amêndoas são processadas para a obtenção da manteiga e, posteriormente, gera-se o subproduto, que pode apresentar o potencial de uso na dieta de ruminantes (PIRES et al., 2005; SILVA et al., 2005). Silva et al. (2005), ao avaliarem a composição química do farelo de cacau observaram teores de MS (86,14%), FDN (45,56%) e EE (11,09%). Enquanto, Sá et al. (2009), verificaram teores de MS (89%), FDN (41,4%) e EE (4,7%).

#### 2.1.11 Maracujá (*Passiflora edulis*)

O maracujazeiro é uma planta vigorosa e de crescimento rápido, seus frutos apresentam forma oval com grande oscilação quanto ao seu tamanho e pigmentação da polpa. O seu fruto é constituído de 51% de casca e 26% de sementes, e desta é extraída os óleos vegetais que são muito utilizados na produção de cosméticos, tintas e vernizes (NASCIMENTO FILHO e FRANCO, 2015; GIORDANI JUNIOR et al., 2015).

Após a extração dos óleos vegetais das sementes, são gerados os subprodutos que podem apresentar oscilações na composição química, que podem estar atrelada as distintas variedades, as proporções de cascas e sementes, o método de extração, além de quantidades elevadas de lipídios (GIORDANI JUNIOR et al., 2014). Nesse cenário, as regiões Nordeste e Norte contribuem, respectivamente, com 48,2% e 10,2% desse fruto (IBGE, 2017).

Com relação à composição química do subproduto do maracujá, Valente, (2011a), pode observar teores de MS (89,3%), FDN (56,2%) e EE (1,0%). Enquanto, Rogério et al. (2015) avaliaram teores de MS (88,26%), FDN (57,14%) e EE (7,97%). Já Pereira et al. (2010), verificaram teores de MS (97,31%), FDN(63,40%) e EE (0,40%) .

#### 2.1.12 Coco (*Cocos nucifera*)

O coqueiro é uma palmeira, nativa de áreas tropicais, sua produção concentra-se na região Nordeste seguida pela região Norte. O coqueiro é cultivado, principalmente, para a produção de óleo, coco ralado, leite e água de coco (MARTINS e JESUS JUNIOR, 2014). O óleo de coco é o produto que apresenta elevado valor econômico para as agroindústrias, o qual é obtido a partir da extração da copra (polpa do coco ou amêndoa) do fruto e, posteriormente, tem-se a torta como produto secundário (BOSA et al., 2012).

Segundo Bosa et al.(2012), após o processo de extração essa torta pode apresentar diferentes teores de lipídios, que podem ser acima de 15% e a proteína bruta entre 20 e 25% o que a torna um ingrediente com potencial de uso na alimentação de ruminantes. Esses autores ao avaliarem a composição química dessa torta, observaram teores 21,64% de PB, 19,05% de EE e 40,62% de FDN na torta. Enquanto, Souza Junior et al. (2011) ao avaliarem o efeito da inclusão da torta de coco na dieta de ovinos, observaram teores de MS (89,19%), EE (8,80%) e FDN(46,71%).

#### 2.1.13 Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)

O cupuaçu é uma árvore frutífera, nativa da Amazônia, que pode atingir de 4 a 8 metros. Seus frutos têm o formato cilíndrico e suas extremidades aboleadas com o peso médio de 1,2 Kg, possuem sua polpa que envolve as sementes, onde essas estão no interior do fruto em quantidades que podem variar de 20 a 30 sementes (MORAIS e GUTJAHR, 2012).

O fruto do cupuaçu é um dos mais apreciados e consumidos, na região Amazônica, por meio de doces, geléias, licores, bombons e sucos. Visto que, a polpa é o produto de maior interesse e valor econômico para indústria de alimentos, a qual é retirada por meio de despolpa manual ou mecânica (GERON et al., 2013). Após o processamento de despolpa, as sementes, são consideradas um resíduo, as quais vem despertando grande interesse por parte das indústrias de cosmético (LOPES; GARCIA; FARFÁN, 2008).

A partir dessa semente é extraída uma gordura branca, chamada de manteiga, que obtém um rendimento em torno de 45% (MORAIS e GUTJAHR, 2012; PEREIRA, 2009) e gera um grande interesse por parte das indústrias, devido as suas propriedades químicas e a sua

utilização na produção de cosméticos, além da torta que apresenta uma grande potencial de uso na dieta animal (ALVES, FIGUEIRAS e HOMMA, 2014).

Tornando possível a sua utilização na dieta dos ruminantes, pois os mesmos possuem particularidades digestivas que viabilizam o uso eficiente desses alimentos, como os microrganismos do rúmen que realizam a síntese e a secreção de enzimas, as quais serão responsáveis pela hidrólise dos compostos fibrosos (RODRIGUES, 2012; ALVES et al, 2016).

No entanto, ainda há uma grande variação na sua composição química, que podem ser inerentes às características edafoclimáticas, fertilidade do solo e maturidade da planta, assim como o método de extração (SALMAN et al., 2014). Essa variação pode ser evidenciada por diversos trabalhos, como os teores MS (91,60; 91,67; 93,52 e 93,06%) PB (19,50; 12,89; 12,59 e 20,20%) EE (20,40; 10,78; 12,33 e 17,38%) e FDN (51,40; 24,17 e 23,55%) relatados por esses autores, respectivamente (PEREIRA, 2009; LIMA et al, 2010; SAMAN et al, 2014; MOTA et al, 2014).

## **2.2 Métodos de análise da fração fibrosa**

Logo, essas análises e seus resultados são extremamente importantes, pois a fibra é a principal fonte de carboidratos utilizada como energia para os microrganismos do rúmen, bem como, usada para caracterizar alimentos e determinar limites máximos de ingredientes na dieta. Considerando-se que os carboidratos abrangem de 70% a 80% da dieta total dos ruminantes, tornando-se o maior precursor de energia para os mesmos (VAN SOEST, 1994; MERTENS, 1997).

Os carboidratos são divididos em fibrosos e não fibrosos, onde a fibra é a fração dos alimentos que é de lenta digestão ou indigestível, a qual pode limitar o consumo de matéria seca (CASTRO et al., 2014). No seu aspecto químico, a fibra é constituída pela celulose, hemicelulose e lignina, apesar deste último não se referir a um carboidrato, e sim, a um composto fenólico (MACEDO JÚNIOR et al., 2007; ALVES et al., 2016).

Com isso, a determinação desses componentes da fibra é de extrema importância, tendo em vista, que o método para determinação da mesma deve estar conforme os princípios biológicos ou com sua utilidade empírica, além de ser imprescindível que o método apresente alta repetibilidade, acurácia analítica, praticidade e baixo custo (MACEDO JÚNIOR et al., 2007).

A definição da fibra na alimentação animal, sobretudo, para ruminantes está continuamente associada com as características químicas e físicas desta fração, assim como, ao aspecto metodológico que determina este constituinte (ALVES et al., 2016). Dessa forma, a composição química da fibra é correspondente a sua fonte e a metodologia utilizada na sua determinação laboratorial (MERTENS, 1997). Em princípios práticos, tem-se utilizado o termo fibra em detergente neutro (FDN).

#### 2.2.1 Fibra em detergente neutro (FDN)

Sabe-se que a FDA foi criado como prosseguimento preparatório para a determinação da lignina (VAN SOEST, 1963) onde a FDA não inclui a hemicelulose, sendo assim, a mesma tornou-se um método menos atraente como parâmetro nutricional da fibra, e isso ocorreu por conta desse método não determinar todos os polissacarídeos parcialmente digestíveis do alimento (MACEDO JÚNIOR, 2004; MONZANI, 2013).

Contudo, o sistema de detergente neutro tornou possível a separação da fração solúvel que é composta por compostos nitrogenados, lipídios, amido, pectina e outros compostos solúveis em água, da fração insolúvel, que é lenta e incompletamente disponível a qual é chamada de fibra em detergente neutro (FDN), composta de celulose, hemicelulose, lignina, proteína danificada pelo calor e cinzas (SILVA e QUEIROZ, 2002).

Atualmente, o método de determinação de fibra mais usado é o de sistema de detergente (BORTOLASSI et al., 2000; GERON et al., 2014), no entanto, ao longo de sua utilização foi verificado que o mesmo apresentava algumas restrições quanto a algumas categorias de alimentos, sobretudo, os cereais ricos em amido e subprodutos agroindustriais ricos em pectina e taninos, com isso, a metodologia foi sofrendo algumas alterações como a inclusão da alfa-amilase termoestável, para remover o amido dessas amostras e com isso facilitar a filtragem, aumentando a eficiência do método (VAN SOEST, ROBERTSON e LEWIS, 1991).

Visto que, há diversos equipamentos e recipientes de filtragem disponíveis para análise dos componentes fibrosos insolúveis, que se diferem do método oficial (AOAC 2002.04) por possuírem ambientes pressurizados ou não e o uso de cadinhos ou sacos filtrantes para retenção do resíduo insolúvel (BARBOSA et al., 2015).

Dessa forma, ainda que o conceito de fibra seja fundamentado em um critério nutricional, a sua medida química é determinada pelo método adotado no laboratório. De acordo com Biachini et al. (2007), a maior fonte de variação na determinação de FDN

ocorridas nos laboratórios, são pertinentes as diferenças em método e técnica laboratorial, no entanto, ambos os problemas seriam atenuados se fosse seguido um método de FDN padronizado e resultados confiáveis.

Pois, os teores de fibra dos alimentos determinados através desses métodos serão utilizados por diversos técnicos e produtores de ruminantes, para o balanceamento de dietas com teores adequados de fibra (Geron et al., 2014), onde essa fibra corresponde à fração fibrosa de digestão lenta ou indigestível dos carboidratos e, de acordo com a sua concentração e digestibilidade podem estabelecer limitações sobre o consumo de matéria seca e energia (CLIPES, 2007; COSTA et al., 2015).

E o fato de nem sempre ter-se a preocupação de realizar o pré-desengorduramento, torna esses problemas ainda mais graves, pois os teores de fibra poderão ser superestimados. Devido ao alto teor lipídico de algumas oleaginosas, que devem ser previamente desengorduradas visando contornar problemas relacionados à moagem, como a perda de parte da gordura da amostra e obstrução das peneiras e, conseqüentemente, a análise de fibra, pois, sabe-se que o teor de lipídios acima de 10% prejudica a ação do detergente neutro (VAN SOEST, ROBERTSON e LEWIS, 1991).

#### 2.2.2 Variações nas análises em detergente

Conceitualmente, a fibra está relacionada com as características químicas e físicas desta fração, sobretudo, na alimentação de ruminantes, assim como, do ponto de vista metodológico que avalia esse componente (ALVES et al., 2016). A princípio, o método apresentado por Van Soest (1963) para avaliação e separação dos constituintes químicos, através da solução em detergente neutro permitia a separação da fração solúvel e fração insolúvel (VAN SOEST, 1963, GERON et al., 2014).

Contudo, Mertens (2002) propôs em um estudo colaborativo o uso da enzima alfa amilase termoestável, pois foi verificado que alguns grupos de alimentos, sobretudo, os ricos em amido apresentavam limitações quanto à solubilização do amido e também o uso de sulfito do sódio para remoção da contaminação proteica (VAN SOEST, ROBERTSON e LEWIS, 1991). Desta forma, o uso da alfa amilase e sulfito de sódio foram adotados como procedimento padrão pela AOAC para as análises de fibra.

Diante do exposto, o uso da alfa amilase termoestável tornou-se frequente nas análises laboratoriais, com o objetivo de facilitar a solubilização e gelatinização do amido, além de facilitar a filtragem das amostras e, conseqüentemente, evitar a superestimação dos compostos

fibrosos. Já, o uso do sulfito caiu em desuso, pois foi avaliado que o mesmo solubilizava a proteína insolúvel e parte da lignina das amostras, o que implicava na subestimação desses compostos (VAN SOEST; ROBERTSON e LEWIS, 1991; MERTENS, 2002; VALENTE et al., 2011a; GOMES et al., 2012).

Além dessas modificações, outras alterações foram ocorrendo desde o surgimento do método proposto por Van Soest (1963), como a inserção dos métodos alternativos em detrimento do método convencional, onde essas modificações devem ser avaliadas e validadas de modo que possa gerar resultados confiáveis e de alta reprodutibilidade (MERTENS, 2002).

Sabe-se que, os resultados das análises químicas estão vulneráveis a variações, assim como qualquer outro sistema de medidas. Tendo em vista, a variabilidade inerente à composição química dos alimentos, que em conjunto com os fatores externos como amostragem, procedimento analítico, desempenho dos analistas também podem comprometer a precisão das análises (DETMANN et al., 2012).

### **2.3 Metodologias para avaliação da fração fibrosa**

O método para análise da FDN sugerido e avaliado por meio de estudo colaborativo por Mertens (2002) foi legitimado pela *Association of official Analytical Chemists* (AOAC; 2002.04), no empenho de padronizar um método que fosse amplamente aplicável na avaliação do resíduo insolúvel dos alimentos. Nesse método destacam-se o uso de sistema de refluxo com condensadores para extração do conteúdo celular, o uso de cadinhos filtrantes para a filtragem e a detenção do resíduo insolúvel, o uso da enzima alfa amilase termoestável e do sulfito de sódio (MERTENS, 2002).

Esse método se destaca pela precisão e confiabilidade dos seus resultados, no entanto, a onerosidade e períodos prolongados para execução das análises de fibra nos laboratórios, tem motivado vários pesquisadores a proporem métodos alternativos, na tentativa de diminuir os custos e otimizar o tempo para a realização dessas análises, além de manter a precisão dos seus resultados (LOURENÇO et al., 2017).

Dessa forma, surgiu os métodos alternativos na tentativa de aumentar a eficiência do processo, pois alguns pesquisadores afirmam que essas modificações em relação ao método convencional não afetam os resultados, na alegação de que o princípio de funcionamento é o mesmo, além de se conservar os reagentes, o uso da alfa amilase e do sulfito de sódio optativo (SILVA et al., 2018). No entanto, Mertens (2006) relata que esses métodos alternativos denotam importantes desvios metodológicos em relação aos procedimentos padronizados



descritos no método (AOAC; 2002.04), os quais favorecem para reduzir a confiabilidade do método.

Dentre os métodos alternativos, tem-se utilizado diferentes equipamentos que diferem quanto ao uso de ambiente pressurizados ou não, além da adoção de recipiente de filtração que ao invés de cadinhos filtrantes fazem o uso de sacos filtrantes, como o método Filter Bag Technique (FBT) da Ankom, com uma tecnologia inovadora que faz o uso de sacos F57, ambiente pressurizado, possibilitando automatizar a análise de fibra e a análise de vinte e quatro amostras, simultaneamente, permitindo o maior número de análise por dia, além de reduzir a variabilidade associada ao operador (KOMOREK, 1993; MARICHAL et al., 2011; VOGEL et al., 1999; VALENTE et al., 2011a).

Komarek et al.(1993) ao avaliarem diversos alimentos utilizando o método da Ankom verificaram valores de fibra aproximados dos observados no método convencional. Enquanto, Barbosa et al.(2015) ao avaliarem as estimativas das concentrações de FDN das amostras de concentrados utilizando o método AOAC 2002.04 e compará-lo com o método da Ankom220®, observaram que as amostras de forragens e fezes tiveram seu teores de fibra superestimados ao serem analisados pelo método da Ankom.

O analisador de fibra da Tecnal (TE-149) faz uso de tecido-não-tecido (TNT),100 g/m<sup>2</sup>) em detrimento dos cadinhos filtrantes, seu funcionamento se assemelha ao da Ankom pelo seu método de extração que ocorre em agitação vertical, com suas amostras e bandejas distribuídas verticalmente, contudo, não apresenta ambiente pressurizado (SILVA et al. 2018). Esse ambiente não pressurizado facilita a formação de bolhas de gás, no inteiro dos saquinhos, implicando na ação do detergente nas amostras e na extração da fração solúvel da amostra e, conseqüentemente, na superestimação dos compostos fibrosos (GOMES et al., 2011).

Outro método que vem sendo utilizado nos laboratórios é o método da autoclave, que permite a análise de várias amostras, simultaneamente, com ambiente pressurizado além de permitir o uso de sacos de tecido-não-tecido (TNT),100 g/m<sup>2</sup>) em detrimento do cadinho filtrante, o que torna esse método menos oneroso (SENGER et al., 2008). Barbosa et al.(2015) ao avaliarem as estimativas das concentrações de FDN das amostras de concentrados, forragens e fezes de ruminantes utilizando o método AOAC 2002.04 e compará-lo com o método da autoclave, observaram que os teores de fibra das amostras de forragens e fezes não diferiram ( $p < 0,05$ ) do método oficial.

## 2.4 Material e métodos

As amostras dos subprodutos foram obtidas de duas agroindústrias que extraem o óleo dessas oleaginosas, localizadas na região metropolitana de Belém. Essas amostras das tortas foram fornecidas pelas empresas Amazon Oil e Beraca Ingredientes Naturais SA. As amostras de alimentos concentrados foram obtidas na fábrica de ração do Instituto da saúde e Produção Animal da UFRA - Belém, assim como as amostras de volumoso que foram obtidas na mesma Instituição de ensino.

Foram avaliadas amostras de tortas das seguintes oleaginosas: Dendê (n=2), Andiroba (n=2), Bacuri (n=1), Castanha-do-pará (n=2), Murumuru (n=2), Patauí (n=1), Pracaxí (n=2), Tucumã (n=1), Ucuúba (n=2) e Cupuaçu (n=2), Cacau (n=1), Maracujá (n=1) e coco (n=1). Além de amostras de farelo de soja (n=1), grão de milho (n=1), cana-de açúcar (n=1) e silagem de milho (n=1).

As amostras foram processadas no Laboratório de Nutrição Animal, localizada na UFRA, campus Belém-PA. Onde foram armazenadas em sacos plásticos e acondicionadas em freezer, visando preservar as características físico-químicas da amostra. Após a retirada das amostras do freezer para o descongelamento das mesmas em temperatura ambiente, foi realizado o quarteamento até que se obtivesse uma sub-amostra representativa. Previamente, a moagem das amostras, as mesmas foram envolvidas em papel alumínio formando cartuchos (20g) e colocados no botijão de nitrogênio por 20 minutos, para facilitar a moagem e a redução da partícula (1 mm), com o auxílio de um moinho de facas tipo Willey para maior superfície de acesso do solvente à amostra

Para avaliação dos teores de matéria seca (MS) das amostras dos subprodutos (tortas) e concentrados (umidade < 15%) (Tabela 1) foi realizada a secagem em estufa sem circulação forçada (105°C/ 16 horas) ininterrupta, enquanto que para as amostras (umidade > 15%) foi realizado a secagem em estufa de circulação forçada (60°C/72horas- INCT-CA G-001/1) e, posteriormente, em estufa (105°C/16 horas) ininterruptas, segundo método (INCT-CA G-003/1) descrito por Detmann et al. (2012). Cada amostra dos subprodutos foi dividida em duas sub-amostras: uma onde era realizado o processo de desengorduramento parcial, previamente à análise de FDN e outra não submetida ao desengorduramento.

O desengorduramento parcial das amostras foi realizado no Laboratório de óleos da Amazônia no Parque de Ciência e Tecnologia, pertencente à Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Belém-PA, pelo método de Soxhlet (AOAC, 1995), onde foram pesados 80

g de amostra seca ao ar, em papel filtro qualitativos ( $80\text{g/m}^2$ ) em balança ( $0,0001\text{g}$ ) devidamente regulada. Posteriormente, foram inseridos no balão volumétrico o cartucho juntamente com a amostra e submetidos à imersão em éter de petróleo ( $600\text{ mL}$ ). Em seguida, foi encaixado o tubo extrator ao condensador e ao balão contendo o solvente, iniciando o aquecimento do extrator de Soxhlet e elevando a temperatura para  $45^\circ\text{C}$ . Posteriormente, foi iniciado o processo de destilação durante 6 horas em refluxo em aparelho de Soxhlet.

Em seguida, o balão foi retirado com a gordura e as amostras desengorduradas obtidas após o processo de extração foram utilizadas para determinação da fibra. Considerando o desengorduramento parcial previamente realizado nas amostras, foi realizada a correção do teor de MS das amostras parcialmente desengorduradas para obter a matéria seca (% MS) da amostra, a % de MS parcialmente desengordurada (MSPD%MS), a % gordura parcial da amostra (%GMS), % EEMS (extrato etéreo) e % FDNMS no seu estado natural.

Posteriormente, as amostras desengorduradas ou não foram submetidas à análise de FDN em quatro métodos analíticos, de acordo com a metodologia descrita por AOAC 2002.04; Analisador de fibra Ankom®- INCT-CA F-001/1; Autoclave-INCT-CA F-002/1 e Tecnal TE-149®), conforme descrito abaixo. Não foi realizada a correção dos compostos nitrogenados e cinzas insolúveis em detergente neutro em nenhum dos métodos avaliados. E a solução em detergente neutro foi preparada de uma só vez em uma quantidade suficiente para todos os métodos.

A análise de FDN das amostras pelo método (AOAC 2002.04/ Mertens, 2002) sem o uso do sulfito e modificação no uso da enzima alfa amilase, foi conduzida nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal, pertencente ao Instituto de Medicina Veterinária da UFPA, localizada no Município de Castanhal-PA. Para realizar a análise de FDN foram utilizados cadinhos filtrantes ( $50\text{ mL}$ ), devidamente identificados e colocados em estufa sem circulação forçada de ar ( $105^\circ\text{C}/ 16\text{ horas}$ ), posteriormente, foram acondicionados em dessecador e pesados. Em seguida, foram pesado duas alíquotas de  $0,7000\text{ g}$  de amostra, em béqueres de  $600\text{ mL}$  adicionando aos mesmos  $70\text{ mL}$  de solução de detergente neutro (SDN), em seguida, os componentes foram homogeneizados por agitação.

Em seguida, os béqueres foram adicionados nas unidades do extrator do aparelho de refluxo (Marconi® MA450) devidamente aquecido, para que fosse iniciado o processo de extração, no entanto, foi substituída a padronização de utilização da solução de alfa amilase por uma única adição de  $0,5\text{ mL}$  de solução de alfa amilase termoestável (enzima Termamyl 2X) por amostra e mantido em sistema de refluxo em ebulição durante 60 minutos.

Após a extração, foi procedida à filtração, a qual se realizou no cadinho filtrante que foi acoplado à unidade de filtração a vácuo, onde o conteúdo de cada béquer foi transferido para os cadinhos cuidadosamente e lavados com água destilada quente (temperatura > 90°C) até a retirada completa das partículas que ficaram retidas nos béqueres. Após a transferência de todo o resíduo retido no béquer para o cadinho filtrante, esse foi lavado com água destilada quente até que toda a SDN fosse extraída. Posteriormente, foi adicionada a acetona para a retirada de resíduos da amostra.

Posteriormente, os cadinhos com resíduo fibroso foram mantidos em estufa sem circulação forçada de ar (105°C/16 horas), em seguida, levados ao dessecador por 30 minutos e pesados. Seguidamente, os cadinhos com os resíduos foram levados a mufla (500°C/ 2 horas) para serem incinerados, segundo o método (INCT-CA M-002/1; Detmann et al., 2012).

A análise de FDN das amostras utilizando o analisador de fibra (ANKOM/ Método INCT-CA F-001/1), sem o uso de sacos F57, foi realizada nas dependências do Laboratório de Análise de Alimentos, pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Parauapebas-PA. Onde inicialmente, os sacos (TNT), 100 g/m<sup>2</sup>) com área conhecida de 5 x 5 cm<sup>2</sup>, foram devidamente identificados e selados com a seladora, posteriormente, os mesmos foram lavados em solução de detergente neutro comercial com água destilada quente, sequencialmente, lavados com água destilada quente (temperatura ≥ a 90°C) e acetona para a retirada de possíveis resíduos. Em seguida os sacos foram para a estufa com circulação de ar (60°C/48 horas) e em estufa sem circulação forçada de ar (105°C/2 horas), posteriormente, colocados no dessecador por 30 minutos e pesados.

Em seguida, foram pesados aproximadamente 0,7000g de duas alíquotas de cada amostra seca ao ar no saco TNT, onde foram acondicionados no aparelho de analisador de fibra Ankom<sup>2000</sup> com a SDN obedecendo à relação detergente: amostra de (100 mL/g). Sequencialmente foi adicionada a alfa amilase termoestável (enzima Termamyl 2X) na proporção 0,5 mL por alíquota, para que as amostras fossem submetidas ao refluxo em SDN em ambiente fechado à temperatura (105°C por uma hora). Posteriormente, ao refluxo as amostras foram submetidas a cinco enxagues de 5 minutos com água destilada quente, ainda no interior do equipamento.

Posteriormente, ao procedimento de extração os saquinhos de TNT com as amostras foram lavados com água quente para retirada total da SDN e adicionado acetona, posteriormente, foram secos, colocados no dessecador por 30 minutos e pesados conforme os procedimentos descritos por Detmann et al. (2012).

A Análise da FDN utilizando a Autoclave (Método INCT-CA F-002/1) foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal, pertencente ao Instituto de Saúde e Produção Animal na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Belém-PA. Para a análise de FDN, antecipadamente, os sacos de tecido não tecido (TNT, 100 g/m<sup>2</sup>) com área conhecida de 5 x5 cm<sup>2</sup> foram lavados, secos e pesados conforme descrito anteriormente. Em seguida, foram pesados aproximadamente 0,700g de amostra seca ao ar, nos saquinhos previamente lavados e identificados.

Em seguida, os mesmos foram colocados em coletores universais autoclaváveis, individualmente, com 70 mL de SDN atendendo a relação detergente: amostra de (100 mL/g) juntamente com a alfa amilase termoestável (enzima Termamyl 2X) na proporção 0,5 mL por alíquota, o conjunto foi levado para a autoclave à temperatura (105°C por uma hora). Após os procedimentos de extração, os saquinhos de tecido não tecido foram lavados com água destilada quente (temperatura  $\geq$  a 90°C) e acetona para remoção de possíveis resíduos, secos e pesados conforme os procedimentos descritos por Detmann et al. (2012).

A análise da FDN das amostras utilizando o método da Tecnal TE-149® foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal, pertencente ao Instituto de Saúde e Produção Animal na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Belém-PA.

Antecipadamente, os sacos de tecido não tecido (TNT, 100 g/m<sup>2</sup>) com área conhecida de 5 x5 cm<sup>2</sup> foram lavados, secos e pesados conforme descrito no item anterior 5.2.5. Em seguida, foram pesados aproximadamente 0,700g de amostra seca ao ar, nos saquinhos previamente lavados e identificados.

Em seguida, os saquinhos foram acondicionados no aparelho analisador de fibra (Tecnal TE-149®), com SDN (100°C/1 hora). Atendendo a relação detergente: amostra de (100 mL/g) juntamente com a alfa amilase termoestável (enzima Termamyl 2X) na proporção de 0,5 mL por alíquota. Após os procedimentos de extração os saquinhos de TNT foram lavados com água destilada quente (temperatura  $\geq$  a 90°C) e acetona para remoção de possíveis resíduos, secos e pesados conforme os procedimentos descritos por Detmann et al. (2012).

A avaliação das concentrações de gordura bruta ou extrato etéreo (EE) pelo método de Randall (método INCT-CA G-005/1; Detmann et al., 2012) (Tabela1), foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, pertencente ao Instituto de Saúde e Produção Animal na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) Campus Belém-PA. Foram pesados aproximadamente 2 g de amostra seca ao ar em (balança analítica de precisão de 0,0001 g),

em duas alíquotas em papéis filtro qualitativo (80g/m<sup>2</sup>) com a confecção de cartuchos, envelopados com o mesmo papel filtro e identificados. Foram utilizados copos próprios para extração de gordura, devidamente lavados, identificados, secos em estufa (105°C por 16 horas) e pesados. Em seguida os cartuchos e seus respectivos copos foram levados à estufa sem circulação forçada de ar (105 °C por 2 horas) para redução da umidade. Posteriormente, foram adicionados 50 mL de éter de petróleo em cada copo e estes acoplados no aparelho extrator de gordura.

Posteriormente, foi iniciado o procedimento de extração de gordura da amostra envolvida no cartucho, submerso no solvente, por um período de 30 minutos. Em seguida, os cartuchos foram suspensos e a extração passou a ser realizada por gotejamento durante 60 minutos. Após a extração, iniciou-se o processo de recuperação do éter até que uma camada delgada (aproximadamente 1 mm) de gordura permanecesse no fundo do copo. Após esse período, os copos foram desacoplados do extrator de gordura e colocados em estufa sem circulação forçada de ar (105° C por 30 minutos) para finalizar a evaporação do éter. Logo depois, os mesmos foram acondicionados em dessecador por 30 minutos até que ocorresse o equilíbrio com a temperatura ambiente e, posteriormente, pesados.

Tabela 1 - Teores de matéria seca (%MS) e extrato etéreo (%EE) dos produtos submetidos à análise de FDN.

Produtos	Empresa 1		Empresa 2	
	(%) MS	(%)EE	(%) MS	(%)EE
Andiroba	93,35	20,23	92,74	14,98
Castanha-do-Pará	93,88	21,53	89,93	12,24
Cupuaçú	95,69	10,62	91,46	12,17
Cacau	93,35	11,05		
Ucuúba	96,54	12,70	90,56	16,62
Pracaxí	92,81	13,58	92,76	29,75
Murumuru	91,09	12,16	91,80	16,16
Maracujá	94,18	7,07		
Patauá	93,96	6,28		
Tucumã	95,31	11,97		
Dendê Dentauá	88,73	26,30		
Dendê Maranhão	90,38	23,28		
Coco	92,78	35,69		
F. Milho	86,68	1,75		
F. Soja	86,34	0,65		
Cana	35,09	0,57		
Sil. Milho	29,47	1,75		

### 2.4.1 Análises Estatísticas

Para avaliação da FDN utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 13 x 4 x 2 (treze subprodutos de oleaginosas x quatro metodologias x com ou sem desengorduramento parcial). As amostras de farelo de soja, grão de milho, cana-de-açúcar e silagem de milho foram analisadas apenas nos diferentes métodos servindo de alimentos controle. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) através do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System Institute), utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + M_k + AP_{ij} + AM_{ik} + PM_{jk} + APM_{ijk} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ = Observação referente ao teor de FDN

$\mu$ = efeito da média

$A_i$ = efeito da amostra i

$P_j$ = efeito do processamento j

$M_k$ = efeito do método k

$AP_{ij}$ = efeito da interação da amostra i e processamento j

$AM_{ik}$ = efeito da interação da amostra i e método k

$PM_{jk}$ = efeito da interação do processamento j e método k

$APM_{ijk}$ = efeito da interação da amostra i e processamento j e método k

$e_{ijk}$ = erro residual

## 2.5 Resultados e Discussão

Através da análise estatística não foi verificada interação ( $P > 0,05$ ) do tipo de amostra, tipo de método e do processamento de desengorduramento parcial. Posteriormente, foi possível observar que não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os métodos e o tipo de processamento com e sem desengorduramento parcial (Tabela 2).

Tabela 2 - Avaliação dos Métodos de análise de fibra em detergente neutro (FDN) versus o processamento de com e sem extração parcial da gordura.

Desengord. Parcial	*Métodos				Desengord. Parcial
	CONV	FBT	AUT	TEC	
COM	49,32	37,39	39,44	38,69	41,21b
SEM	53,36	43,77	44,32	46,1	46,89a
Média	51,34a	40,58b	41,88b	42,40b	

\*Método convencional (CONV); Filter Bag Technique da Ankom (FBT); Autoclave (AUT) e Tecnal (TEC)

Observou-se que à medida que se procedeu o desengorduramento parcial das amostras, os valores da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foram reduzidos, independentemente do método de processamento de análise de fibra. Sendo possível verificar essa diferença ( $P < 0,05$ ) entre as médias de 41,21% com e 46,89% sem o desengorduramento parcial (Tabela 2).

A redução nos valores da FDN ocorreu devido ao decréscimo no teor de extrato etéreo das amostras dos subprodutos, previamente a análise de FDN, pois teores de lipídios acima de 10% interferem negativamente na avaliação da fibra, em razão da complexação da solução em detergente neutro com esse lipídio e, conseqüentemente, na diminuição da eficiência de extração da fração solúvel e superestimação dos teores de fibra (VAN SOEST, ROBERTSON e LEWIS, 1991; VALENTE et al., 2011b; MERTENS, 2002).

Portanto, resultados observados neste trabalho evidenciam que amostras com teores de lipídios abaixo de 10% não há necessidade de se realizar o desengorduramento parcial dessas amostras, o que pode ser comprovado nas amostras de maracujá e patauá que apresentaram teores de EE de 7,07% e 6,28%, respectivamente, e que não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) nos teores de fibra com ou sem o desengorduramento.

Em estudo realizado por Valente et al. (2011b), avaliando a utilização de diferentes níveis de óleo e tecidos na análise da fibra, também observaram que os teores de FDN foram superestimados quando os níveis de óleo ultrapassaram os 10%, onde tal viés pode ser evitado com o desengorduramento parcial dessas amostras.

Entretanto, observou-se que as amostras de castanha-do-pará e tucumã, com e sem o desengorduramento parcial (Tabela 3) não diferiram nos teores de FDN ( $P > 0,05$ ), apesar de a castanha-do-pará apresentar teores de EE entre 21,53% e 12,24% e tucumã com 11,97%. Contudo, a amostra de cupuaçú que obteve teores de EE abaixo desses valores, com teores de EE de 10,62% e 12,17% apresentou diferença nos teores de FDN ( $P < 0,05$ ; Tabela 3)



salientando que, apesar da variação nos resultados encontrados, recomenda-se realizar o desengorduramento parcial das amostras, considerando-se que a maioria das amostras que tinham lipídios acima de 10% demonstraram efeito do desengorduramento parcial.

Contudo, os resultados observados (40,58%, 41,88% e 42,40%) entre os métodos alternativos da Filter Bag Technique (FBT) da Ankom, Autoclave (AUT) e Tecnal (TEC) respectivamente, não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ; Tabela 2), no entanto, foram inferiores aos valores do método convencional (CONV) com valor de 51,34% ( $P < 0,05$ ).

Uma das hipóteses, é que o maior valor encontrado no método CONV tenha sido promovido pelos teores de lipídios das amostras, que podem formar uma camada lipídica nos cadinhos filtrantes, o que foi observado visualmente durante a filtração e que, segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991) pode interferir e prejudicar a filtração da fração insolúvel (VAN SOEST, ROBERTSON e LEWIS, 1991). Entretanto, observa-se que mesmo em amostras desengorduradas a média do método de Van Soest permaneceu superior aos demais métodos.

Deste modo, possivelmente, esses resultados podem ter sido comprometidos pela perda de partículas através dos sacos de TNT utilizados nos métodos alternativos, considerando-se que os mesmos não diferiram entre si, mas diferiram do método CONV. Diversos estudos vêm sendo realizados para avaliar a precisão, estrutura física dos diferentes tipos de tecidos e possíveis causas das perdas de partículas. Farias et al. (2015), ao avaliarem a análise de fibra através dos métodos alternativos e compararem ao método de Van Soest, com o uso de sacos de TNT e nylon, não verificaram diferença entre o tipo de tecido nos métodos alternativos com teores de FDN (74,04%), porém abaixo do observado no método CONV (79,56%). Esses autores justificam essa subestimação no resultado a possíveis perdas e, conseqüentemente, interferência na precisão dos resultados, que podem ter sido provocados pela ruptura dos sacos de TNT, em virtude da pressão exercida pelo equipamento e da alta temperatura do equipamento.

No entanto, no estudo realizado por Valente et al. (2011b), em que ao avaliarem os teores de FDN analisando três tipos de tecidos (nylon, F57 e TNT) e possíveis perdas de partículas através dos mesmos, verificaram perdas significativas ( $P < 0,05$ ) quando utilizaram o tecido de nylon e não observaram diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tecidos de F57 e TNT, sendo recomendando o uso de ambos os tecidos por proporcionarem estimativas precisas dos teores de fibra.

Estudos realizados por Casali et al. (2009), avaliaram a integridade física dos sacos de TNT, F57 e nylon e as possíveis perdas de partículas na análise fibra, os quais verificaram que o tecido de TNT era semelhante ao F57. Contudo, apesar dessa semelhança foi verificada divergência nos resultados com o uso do TNT, com isso os autores sugeriram novas avaliações do tecido para que sua recomendação e o seu uso possam ser difundidos.

Tabela 3 - Teores de Fibra em detergente neutro (FDN) das amostras dos subprodutos com e sem o desengorduramento parcial

Subproduto	Desengord. Parcial (%)	
	COM	SEM
Andiroba	45,09b	53,49a
Bacurí	44,95b	52,72a
Castanha-do Pará	24,21	24,53
Cupuaçu	28,32b	34,13a
Cacau	38,78a	28,21b
Ucuúba	48,20a	58,93b
Pracaxí	21,27b	37,79a
Murumuru	53,34b	60,23a
Maracujá	58,80	64,02
Patauá	53,83	55,95
Tucumã	33,58	36,42
Dendê	50,54b	61,21a
Coco	34,81b	49,93a

Médias na linha seguidas por letras diferentes minúsculas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

Analisando os dados apresentados na Tabela 4, observou-se que houve interação entre o método e o tipo amostra ( $P < 0,05$ ) onde as amostras dos subprodutos de bacurí, castanha-do-pará, maracujá e coco não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os métodos. Esse resultado indica mais de uma possibilidade de realização da análise de fibra dessas amostras, principalmente, nos métodos alternativos que permitiria a avaliação de um maior número de análise em menor tempo, tornando-a menos onerosa e reduzindo a mão de obra em detrimento ao método convencional (MARICHAL et al., 2011; VALENTE et al., 2011a).

Entretanto, foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) do método CONV em relação aos métodos alternativos das amostras de subprodutos como a andiroba, ucuúba, cacau, murumuru, patauá, tucumã e dendê. Enquanto, no cupuaçu o valor de FDN pelo no método CONV diferiu ( $P < 0,05\%$ ) do método FBT, mas foi semelhante ao método AUT e TEC.

Diversos estudos têm sido realizados com esses alimentos e tem-se verificado uma ampla variabilidade na composição química dos mesmos, principalmente, na avaliação da fibra, como os trabalhos de Bosa et al.(2012) e Souza Junior et al.(2011) que ao avaliaram o FDN da torta de coco obtiveram teores de 40,62% e 46,71% respectivamente, superiores ao valor 38,79% observado neste estudo, quando realizou-se o desengorduramento parcial da amostra.

Alguns autores (CUNHA et al.,2015; PIMENTEL et al., 2018; FIGUEREDO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015 e SILVA et al., 2015) avaliaram a torta de dendê e observaram uma variabilidade nos teores de FDN (71,67%; 65,63%; 65,20%; 63,53% e 60,10%, respectivamente). Embora, esses valores sejam semelhantes ao observados neste estudo com a amostra sem o desengorduramento (61,21%; Tabela 3), mas bem superior ao teor de FDN (50,54%) da amostra desengordurada, ratificando a importância do desengorduramento parcial de amostras com teores de lipídios acima de 10 %. Em relação aos teores de FDN da torta de murumuru avaliados por Lima et al.(2010) com 56,96% e Menezes et al.(2016) com 83,91%, os resultados foram superiores ao encontrado neste trabalho, quando a amostra foi desengordurada (53,34%; Tabela 4).

Tabela 4 - Teores de fibra em detergente neutro (FDN) dos produtos avaliados pelos métodos CONV, FBT, AUT e TEC.

Produtos	*Métodos			
	CONV	FBT	AUT	TEC
Andiroba	56,7a	46,68b	44,78b	49,01b
Bacurí	53,16	46,23	48,52	47,43
Castanha-do-Pará	25,03	25,16	21,91	25,39
Cupuaçu	34,31a	25,52b	32,94ab	32,14ab
Cacau	49,22a	28,46b	27,18b	29,11b
Ucuúba	60,22a	42,86b	47,72b	47,45b
Pracaxí	30,87a	35,91a	24,96ab	26,37ab
Murumuru	69,22a	48,52b	55,66b	53,74b
Maracujá	64,61	56,93	62,11	61,98
Patauá	71,19a	47,32b	49,75b	51,29b
Tucumã	43,93a	31,25b	31,72b	33,12b
Dendê	62,47a	53,69b	55,5ab	51,85b
Coco	46,48	38,99	41,70	42,30
Milho	13,19a	8,68b	10,34b	9,37b
F. Soja	19,52b	17,24c	34,7a	15,49d
Sil. Milho	54,13a	44,8c	49,96b	50,37b
Cana	60,12a	48,59d	54,61b	53,33c

Médias na linha seguidas por letras minúsculas diferem estatisticamente pelo teste tukey ( $P < 0,05$ )

\*Convencional (CONV); Filter Bag Technique (FBT) da Ankom; Autoclave (AUT) e Tecnal (TEC).

O teor de FDN do milho (13,19%) obtido pelo método CONV diferiu ( $P < 0,05$ ) dos métodos alternativos, que por sua vez, não diferiram entre si. Os teores de FDN do milho encontrados no método CONV (13,19%) estão de acordo com os 13,98% observados por Valadares Filho et al. al (2006) ao avaliarem 153 amostras de milho. Contudo, os teores de FDN avaliados no presente estudo, no método AUT (10,34%) foi semelhante ao relatado por Bortolassi et al. (2000) ao avaliarem pelo método CONV (10,19%).

O teor de FDN do farelo de soja (34,70%) avaliado pelo método AUT diferiu ( $P < 0,05$ ) dos outros métodos, porém o resultado encontrado no método AUT não estão consistente com os resultados vistos na literatura, como os estudos avaliados por Bosa et al.(2012) com valores de 23,17% e Valadares Filho et al. al (2006) ao avaliarem 151 amostras de farelo de soja observaram um valor de 14,62%, valores esses próximos ao encontrados pelos métodos CONV (19,52%), FBT (17,24%) e TEC (15,49%).

Para os teores de FDN da silagem de milho, o método CONV (54,13%) diferiu ( $P < 0,05$ ; Tabela 4) dos métodos alternativos, no entanto, o método AUT (49,96%) e TEC (50,37%) não diferiram entre si, enquanto o método FBT (44,80%) diferiu de todos os métodos ( $P < 0,05$ ). Os resultados observados neste estudo estão de acordo com Bortolassi et al. (2000), que ao compararem o método CONV e a FBT para os teores de FDN, não verificaram diferença ( $P > 0,05$ ) entre os métodos com teores de 57,93% e 58,58% para silagem de milho e Valadares Filho et al. (2006) ao avaliarem 247 amostras de silagem de milho observaram um valor de 55,41%. Van Soest (1994) relatou que os teores de FDN na silagem de milho variam de 46% a 63,2%, acima do observado neste trabalho através do método FBT. Segundo Farias et al.(2015) essa subestimação ocorrida no resultado do método FBT, pode estar relacionada à pressão e a temperatura do equipamento exercida sobre os sacos, o que pode promover a maior solubilização dos polissacarídeos parcialmente indigeríveis da forragem.

Observou-se que a cana-de-açúcar diferiu ( $P < 0,05$ ) entre todos os métodos, com teor de FDN pelo método CONV de 60,12%, FBT de 48,59%, AUT de 54,61% e TEC de 53,33%. Estudos colaborativos evidenciam semelhança com os resultados do presente estudo, os quais podem ser visto por Valadares Filho et al. al (2006) ao avaliarem 38 amostras de cana observaram um valor de 57,68%. Enquanto, Lanes et al. (2016) ao avaliarem os teores de FDN de cana pelo método CONV (57,32%; 61,25% e 66,52%) e TEC (59,62%; 64,01% e 66,12%) de três híbridos de cana, os quais não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os métodos.

A variabilidade observada entre os métodos de análise da FDN dificultam o estabelecimento de um padrão analítico, que seja capaz de avaliar com precisão as estimativas obtidas, haja vista que, essa variabilidade está correlacionada à heterogeneidade físico-química dos alimentos. Portanto, a comparação direta da precisão dos resultados entre os métodos, não possibilita obter com exatidão os resultados avaliados, onde resultados avaliados neste estudo são corroborados por Casali et al. (2009) e Oliveira et al.(2011).

## **2.6 Conclusão**

Para a avaliação da FDN das amostras de subprodutos de oleaginosas com teores de lipídios acima de 10%, independente do método de análise, deve-se realizar o desengorduramento dessas amostras. A homogeneidade entre os métodos alternativos possibilita a escolha de mais de um método para realização da análise da FDN, mas necessitam de mais estudos para avaliar a estrutura física e, possíveis perdas de partículas que possam vir a interferir na precisão dos resultados obtidos. No entanto, a variabilidade e complexidade físico-química dos alimentos dificultam o estabelecimento de um padrão analítico para a avaliação da FDN.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytica Chemists – AOAC. Official methods os analysis. 12 th ed. Washington, 1995.
- ABDALLA, A. L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. spe, p. 260-268, 2008.
- ALVES, R. M.; FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A.K.O. Aspectos socioeconômicos do cupuaçuzeiro na Amazônia: do extrativismo a domesticação. In: SANTANA, A. C. (Ed.). **Mercado, cadeias produtivas e desenvolvimento rural na Amazônia**. 1 ed. Belém: UFRA, 2014. p. 197-223.
- ALVES, A. R. et al. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **PubVet**, Maringá, v. 10, n. 7, p. 568-579, Jul. 2016.
- BALBI, M. E. Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* Bonpl.): composição química e sua importância para saúde, **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 15, n. 2, abr./Jun. 2014.
- BARBOSA, M. M. et al. Evaluation of laboratory procedures to quantify the neutral detergent fiber content in forage, concentrate, and ruminant feces, **Journal of AOAC International**, Rockville, v. 98, n. 4, 2015.
- BARCELOS, E. **A cultura do dendê**. Brasília: EMBRAPA – SPI/ Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, 1995. p. 68.
- BEZERRA, V.S. **Considerações Sobre a Palmeira Murumuruzeiro (*Astrocaryum murumuru* Mart.)** Macapá: EMBRAPA, 2012. Boletim técnico 130, p. 8.
- BIANCHINI, W. et al. Importância da fibra na nutrição de bovinos. **Revista electrónica de Veterinaria**, Andalucía, v.8, n. 2, feb. 2007.
- BORTOLASSI, J. R. et al. Comparação dos métodos convencional e Filter Bag Technique da Ankom® (FBT) para determinação de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 807-811, 2000.
- BOSA, R. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos, **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 57-62, jan./mar. 2012.
- CANESIN, R.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 938-953, out./dez. 2012.
- CASTRO, W. J. R. et al. Exigências de compostos fibrosos para bovinos em confinamento. **PubVet**, Londrina, v. 8, n. 3, p. 230-0339, fev. 2014.
- CLIPES, R. C. **Degradação ruminal de compostos fibrosos e nitrogenados em gramíneas tropicais**. 2007. 82 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2007.
- CORREIA, B. R. Consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel em substituição ao farelo de soja, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 2, p. 356-363, abr. 2011.
- COSTA, J. R. et al. Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central, **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 4, 2009.

- COSTA, R. V. Girassol (*Helianthus annuus* L.) e seus coprodutos na alimentação animal. **PubVet**, Maringá, v. 9, n. 7, p. 303-320, Jul. 2015.
- CRUZ, E. D., BARROS, H. S. D. **Germinação de sementes de espécies amazônicas: pracaxi [*Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze]**, Belém: EMBRAPA, 2015. Comunicado técnico 269, p. 5.
- CUNHA, O. F. R. et al. Palm (*Elaeis guineensis* L.) kernel cake in diets for dairy cows. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 445-454, jan./fev. 2013.
- Detmann, E. ; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C.; Queiroz, A.C.; Berchielli, T.T.; Saliba, E.O.S.; Cabral, L.S.; Pina, D.S.; Ladeira, M.M.; Azevedo, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- FARIAS, J. S. et al. 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.
- FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D. C.): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. **Acta amazônica**, Manaus, v. 32, n. 4, p. 647-661, 2002.
- FERREIRA, E. S. et al. Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da castanha-do brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K), **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 203-208, abr./jun. 2006.
- FERREIRA, G.; MERTENS, D. R. Measuring detergent fibre and insoluble protein in corn silage using crucibles or filter bags. **Animal Feed Science and Technology**, [S.l.:s.n.], v. 133, p. 335-340, fev. 2007.
- FERREIRA, E. S. et al. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum Vulgare* Mart.), **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.4, p. 427-433, out./dez. 2008.
- FIGUEREDO, R. S. et al. Silage quality of Piata palisadegrass with palm kernel cake. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 505-518, jan./fev. 2014.
- GOMES, D. I. et al. Avaliação laboratorial de compostos fibrosos em alimentos e fezes bovinas sob diferentes ambientes físicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 2, p. 522-525, abr. 2011.
- GOMES, D. Í. et al. Evaluation of sodium sulfite and protein correction in analyses of fibrous compounds in tropical forages, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n.1, p. 225-231, jan. 2012.
- GERON, L.J.V. et al. Caju, canola, cevada, cupuaçu e seus resíduos utilizados na nutrição de ruminantes. **PubVet**, Londrina, v. 7, n. 12, p. 1002-1136, Jun. 2013.
- GERON, L. J. V et al. Avaliação do teor de fibra em detergente neutro e ácido por meio de diferentes procedimentos aplicados às plantas forrageiras. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1533-1542, maio/jun. 2014.
- GIORDANI JUNIOR, R. et al. Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Rolim de Moura, v. 3, n. 1, p. 93-104, 2014.
- GRANDE, S.C.; CREN, E. C. Demanda de proteínas vegetais: potencialidades e o diferencial dos farelos de macaúba (revisão), **Journal of Chemical Engineering and Chemistry**, [S.l. s.n.], v. 2, v. 3, p.190-214, 2016.

- HIDALGO, P. S. P.; NUNOMURA, R. C. S.; NUNOMURA, S. M. Plantas oleaginosas amazônicas: química e atividade antioxidante de pataúá (*Oenocarpus bataua* Mart.), **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 8, n. 1, p. 130-140, jan./fev. 2016.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Estatística da produção agrícola. Indicadores IBGE, jan. 2018. p. 80.
- JOKER, D.; SALAZAR, R. *Pentaclethra macroleoba* (Willd.) Kuntze. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 2 p. (Seed Leaflet, 35).
- Komarek, A.R. 1993. An improved filtering technique for the analysis of neutral detergent fiber and acid detergent fiber utilizing the filter bag technique. ANKOM Technical Corp., Fairport, USA. 10 p.
- LIMA, S. C. G. et al. Suplementação de búfalas com resíduos agroindustriais – efeito na qualidade sensorial e físico-química do leite. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4., 2010, Estância de São Pedro. **Anais...** Estância de São Pedro: CBNA, 2010. p.239-240.
- LOPES, S. A.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; AMAYA-FARFÁN, J. Qualidade nutricional das proteínas de cupuaçu e de cacau. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 263-268, abr./jun. 2008.
- LOURENÇO, M. S. N. Comparison of laboratory methods to assess fiber contents in feedstuffs. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, Medellín, v. 30, n. 1, p. 21-29, jan./mar. 2017.
- MACEDO JÚNIOR, G. L. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes, **Ciência Animal**, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 7-17, jun. 2007.
- MARICHAL, M. J. et al. Fiber analysis: Evaluation of screen printing fabric filters bags by three statistical approaches. **Animal Feed Science and Technology**, [S.l.:s.n.], v. 169, p. 79–85, out. 2011.
- MATOS, G. B.; HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A. **Levantamento socioeconômico do bacurizeiro nativo das mesorregiões do Nordeste paraense e do Marajó**. Belém: EMBRAPA, 2009. Documento 351, p.83.
- MARTINS, C.R; JESUS JUNIOR, L.A. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: Panorama 2014**. EMBRAPA, 2014. Documento 184, p.1678-1953.
- MENDONÇA, A. P.; FERRAZ, I. D. K. Procedimento para exportação do óleo de andiroba no estado do Amazonas. **Revista Fitos**, v. 2, n. 2, set. 2006.
- MENEZES, B. P et al. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações contendo diferentes teores de torta de murumuru em dietas para ovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 415-428, jan./fev. 2016.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, [S.l.:s.n.], v. 80, n. 7, 1997.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of dmylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Rockville, v. 85, n. 6, p. 1217-1216, 2002.
- MORAIS, L. R. B.; GUTJAHR, E. **Química de oleaginosas: valorização da biodiversidade amazônica**. Belém: Ed. do Autor, 2012. p. 75.



- MOTA, R. V.; FRANÇA, L. F. Estudo das características da Ucuuba (*Virola Surinamensis*) e do Inajá (*Maximiliana Regia*) com vistas à produção de biodiesel. **Revista Científica da UFPA**, Belém, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2007.
- MONTEIRO, K. F. G. **Análise de indicadores de sustentabilidade socioambiental em diferentes sistemas produtivos com palma de óleo no Estado do Pará**. 2013,198 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia-Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, 2013.
- MONZANI, E. E. **Padronização de método analítico de fibra em alimentos volumosos**. 2013,75 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Camilo Castelo Branco, Descalvado, SP, 2014.
- NASCIMENTO FILHO, W. B., FRANCO, C. R. Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 7, n. 6, p.1968-1987, jul. 2015.
- OLIVEIRA, A. S. et al. Utilização de coprodutos agroindustriais na alimentação de bovinos. In: CONGRESSO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 11., 2012, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2012. p. 1-39.
- OLIVEIRA, A. S. et al. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 7, p.1587-1595, 2011.
- OLIVEIRA, R. L. et al. Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v. 15, n. 2, p. 141-160, 2013.
- PARENTE, V. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. R.; COSTA, A. M. **Projeto potencialidades regionas: Estudo de viabilidade econômica - açaí**. Manaus: ISAE/FGV, 2003a. Ficha técnica, p. 66.
- PARENTE, V. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. R.; COSTA, A. M. **Projeto potencialidades regionas: Estudo de viabilidade econômica - cacau**. Manaus: ISAE/FGV, 2003b. Ficha técnica, p. 66.
- PASCOAL, L. A. F. Inclusão de farelo de coco em dietas para suínos em crescimento com ou sem suplementação enzimática. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 1, p. 160-169 jan/mar. 2010.
- PELL, A. N., SCHOFIELD, P. Computerized Monitoring of Gas Production to Measure Forage Digestion In Vitro. **Journal of Dairy Science**, [S.l.:s.n.], v. 76, p. 1063-1073, Mai. 1993.
- PEREIRA, E. M. O. **Torta de cupuaçú (*Theobroma randiflorum*) na alimentação de ovinos**. 2009. 126 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) Unesp, Campus de Jaboticabal, São Paulo, 2009.
- PEREIRA, E. S. P. et al. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, out./dez. 2010.
- PEREIRA, M. R. N., TONINI, H. Fenologia da Andiroba (*Carapa guianensis*, Aubl., *Meliaceae*) no Sul do Estado de Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 47-58, jan./mar. 2012.

- PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia. Museu Paraense Emílio Goeldi**. 2. ed. rev. e atual. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. 335 p.
- PIMENTEL, L. R. et al. Production performance of crossbred dairy cows fed palm kernel cake in feedlots. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 2103-2112, set./out. 2018.
- PIRES, M.M. et al. A cultura do coco: uma análise econômica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 173-176, Abr. 2004.
- PIRES, A. J. V. et al., Níveis de farelo de cacau (*Theobroma cacao*) na alimentação de bovinos. **Revista Electrónica de Veterinaria**, Andalucía, v. 7, n. 2, fev. 2005.
- QUEIROZ, J. A. L, BEZERRA, V. S. A palmeira Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.) no estuário do rio Amazonas no estado do Amapá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS, E BIODIESEL, 5., CLINICA TECNOLÓGICA EM BIODIESEL 2., 2008, **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. p. 1-9.
- RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 5, n. 1, p. 2-15, jan./fev. 2013.
- RETORE, M. et al. Efeito da fibra de coprodutos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 5, p.1232-1240, out. 2010.
- ROGÉRIO, M. C. P. et al. Utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de novilhas leiteiras. In: XIMENES, L. J. F. (Coord.). **Produção de bovinos no nordeste do Brasil: desafios e resultados**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2011, p. 263-297.
- SA, J.F. et al. Composição química e fracionamento dos carboidratos de diferentes coprodutos agroindustriais. **PubVet**, Londrina, v. 3, n. 24, Art. 619, Jul. 2009.
- SALMAN, A. K. D. et al. **Avaliação nutricional de subprodutos do processamento agroindustrial de cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil em Porto Velho, Rondônia**. Rondônia: EMBRAPA, 2014. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, p. 72.
- SENGER, C. C. D. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, [S.l.:s.n.], v. 146, p. 169–174, Sept. 2008.
- SILVA, H. G. O. et al. Farelo de Cacau (*Theobroma cacao* L.) e Torta de Dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) na Alimentação de Cabras em Lactação: Consumo e Produção de Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1786-1794, 2005.
- SILVA, R. S. T. et al. On the specificity of different methods for neutral detergent fiber and related problems, **Animal Feed Science and Technology**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1293-1300, set./out. 2010.
- SANTOS, O. V. et al. Processing of Brazil-nut flour: characterization, thermal and morphological analysis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n.1, p. 264-269, mai. 2010.
- SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; SOUZA, J. M. L., Influência do processo de beneficiamento na qualidade de amêndoas de Castanha-do-Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 445-450, mar./abr. 2010.
- SILVA, V. K. L. et al. Estabilidade da polpa do bacuri (*Platonia insignis* Mart.) congelada por 12 meses. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1293-1300, set./out. 2010.

- SILVA, C. H. et al. Potencial de resíduos do processamento de frutos de andiroba para elaboração de co-produtos agropecuários na Amazônia. In: III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 2013, São Pedro – SP. **Resumos**, 2013.
- SILVA, A. L. et al. Simulation of rumen fermentation kinetics of by-products from the biodiesel industry with *in vitro* gas production technique. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 6, p. 3851-3862, nov./dez. 2015.
- SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 120-128, jan./mar. 2004.
- SOUZA JUNIOR, L. et al. Ingestão de alimentos e digestibilidade aparente das frações fibrosas da torta de coco para ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 2, p. 169-174, 2011.
- TEIXEIRA, U. H. G. et al. Co-produtos agroindustriais para suplementos. **PubVet**, Londrina, v. 8, n. 14, p. 1698-1821, art. 1749, Jul., 2014.
- VALADARES FILHO, S. C. et al. Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais de zebuínos: dados brasileiros. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. 5., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 2006, Viçosa. **Anais... Viçosa: SIMCORTE**, 2006. p. 47-80.
- VALENTE, T. N. P. et al. 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**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 1148-1154, Mai. 2011.
- VALENTE, T. N. P. et al. Simulation of variations in the composition of samples in the evaluation of neutral detergent fiber contents by using cellulose standard in filter bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 7, p. 1596-1602, jul. 2011.
- VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the A.O.A.C.**, [S.l.:s.n.], v. 46, n. 5, p. 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. In: SYMPOSIUM: CARBOHYDRATE METHODOLOGY, METABOLISM, AND NUTRITIONAL IMPLICATIONS IN DAIRY CALTLE. **Journal of Dairy Science**, [S.l.:s.n.], v. 74, p. 3583-3597, Oct.1991.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Comstock Publishing Association; 1994. 476 p.
- VASCONCELOS, H. G. R. **Potencial nutritivo da torta de dendê na alimentação de ruminantes no estado do Pará**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Federal do Pará- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém-PA, 2010.
- VISÓNA-OLIVEIRA, M. et al. Consumo e digestibilidade de nutrientes da torta de dendê na dieta de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 16, n. 2, P. 179-192, abr./jun. 2015.
- VOGEL, K. P. et al. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis, **Crop Science**. Madison, v. 39, n. 1, p. 276-279, jan. 1999.

