



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO BABAÇU EM  
SILAGENS DE RAÇÃO TOTAL COMO ALTERNATIVA  
NUTRICIONAL PARA RUMINANTES**

**YGOR NASCIMENTO PORTELA**

Chapadinha - MA  
2020



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



YGOR NASCIMENTO PORTELA

**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO BABAÇU EM  
SILAGENS DE RAÇÃO TOTAL COMO ALTERNATIVA  
NUTRICIONAL PARA RUMINANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador(a): Prof. Dr. Anderson de  
Moura Zanine

Coorientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dra. Daniele de  
Jesus Ferreira e Prof<sup>ª</sup>. Dra. Michelle de  
Oliveira Maia Parente

Chapadinha - MA  
2020



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Nascimento Portela, Ygor.

Potencial de utilização de subprodutos do babaçu em silagens de ração total como alternativa nutricional para ruminantes / Ygor Nascimento Portela. - 2020.

118 f.

Coorientador(a): Daniele de Jesus Ferreira.

Orientador(a): Anderson de Moura Zanine.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Animal/ccaa, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2020.

1. Cana-de-açúcar. 2. Degradabilidade in situ. 3. Ensilagem. 4. Farinha do mesocarpo. 5. Perfil fermentativo. I. de Jesus Ferreira, Daniele. II. de Moura Zanine, Anderson. III. Título.



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



**YGOR NASCIMENTO PORTELA**

**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO BABAÇU EM  
SILAGENS DE RAÇÃO TOTAL COMO ALTERNATIVA  
NUTRICIONAL PARA RUMINANTES**

Aprovada em //

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Anderson de Moura Zanine (Orientador)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Profª. Dra. Daniele de Jesus Ferreira (Coorientadora)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Edson Mauro Santos (Examinador externo)  
Universidade Federal da Paraíba

---

Prof. Dr. Alexandre Fernandes Perazzo (Examinador interno)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Thiago Vinicius Costa Nascimento (Examinador interno)  
Universidade Federal do Maranhão



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## EPIGRAFE

“À gratidão é a maior virtude de um homem e a base  
para todas as demais”.

Milton Neves



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## AGRADECIMENTOS

A Deus por me proporcionar o dom da vida, e esse momento que sem ele nada disso seria possível. A Ele toda honra e toda glória!

À toda minha família, em especial minha avó Deusalina, por toda educação, ensinamentos e apoio em todos os momentos. A minha tia Luciana e ao meu tio Edilson, por todo apoio, amor e paciência.

Aos meus pais Manoel e Auricélia, aos meus irmãos Yago, Neto e Ana Mara, pelo carinho e apoio incondicional.

Aos meus tios e tias (Kitta, Ana, Vera, Lucilene, Edir e Renato) por estarem sempre presente, e torcendo por mim. E aos meus primos que não vou citar todos, mas estes sabem quem são.

À minha família materna, em especial minha avó Maria das Graças, as minhas tias (Valdirene, Naurinha, Gracélia, Aldina, Valcirene, Adriana) aos meus tios (Valterli, Vagner, Neto e Filho) e a todos meus primos.

Agradeço também aos meus primos Myllena e Fernando, por todos os conselhos, carinho e momentos divertidos.

Aos meus amigos de escola e da vida (Almir Neto, Jack, Yuri, Ronald, Eurilene e Aristemara), por todos os momentos. E aos meus amigos José Elias Cadete, Aguiomar e Dona Lúcia pelo apoio e ajuda. Muito Obrigado!

A Universidade Federal do Maranhão (UFMA), em especial o Programa de Pós - Graduação em Ciência Animal (PPGCA) e a todos os envolvidos, por colaborar de forma significativa para minha formação profissional até aqui.

Aos meus amigos dos tempos de graduação que me acompanharam nessa jornada ou que seguiram caminhos diferentes, mas que até hoje me ajudam e me apoiam, em especial à Gaby, César, Léo, Geovanne, Juliana, Karol, Nataline, Diana, Samuel, Luana, Grazi, Alayne e Louis, por todo apoio, carinho, companheirismo e por todos os momentos que passamos juntos, desde os alegres aos tristes que jamais irei esquecer. Obrigado por tudo!

Aos meus amigos Cledson e Danrley, pela amizade e pela ajuda imprescindível em todas as etapas desse trabalho. Mesmo durante a Pandemia, vocês estavam lá para me ajudar, serei eternamente grato a vocês. E aos demais amigos que me ajudaram nas análises laboratoriais, Rodolfo, Cláudia, Diana, Thiago, Anderson, Maykon, Felipe, Laryssa, Gaby, Leonardo, Mayara, Cesár, Lavínea e Lyanne. Muito obrigado!

A professora Michelle, pela confiança e oportunidade do estágio internacional, e as companheiras desse estágio, Luana e Grazielle, por cada momento que passamos juntos.



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)



Aos professores do Grupo de Pesquisa em Ruminantes no Maranhão (GEPRUMA) Dr. Henrique Parente e Dra. Michelle Parente, pela oportunidade de fazer parte do grupo, pela paciência e por todos os ensinamentos que me ajudaram no meu crescimento pessoal, muito obrigado por tudo.

Aos atuais e ex membros do Grupo GEPRUMA, Cledson, Aylpy, Danrley, Cláudia, Rodolfo, Ruan, Karlyene, Maycon, Hianne, Jéssica Maria, Grazy, Mayara, Nágila, Alayne, Leonardo, Nítalo, Thays, Diana, Luana, Anderson, Felipe, Thiago de Cássio, Bruno, Edegleicia, Gildeane, Lavínea, Laryssa e Lyanne, por toda dedicação na realização dos experimentos e nos momentos que compartilhados no dia a dia.

Aos amigos e professores Pós Doc, Dr. Miguel, Dr. Ricardo Pinho, Dr. Alexandre Perazzo, Dr. Thiago Nascimento e Dra. Anny Graycy, por contribuírem de forma significativa na realização desse trabalho

Aos integrantes do Grupo LABEM, Prof. Dr. Claudener, Évelyn, Rafael, Ana, Helena, Romério, Sheila e Renato, pelo suporte necessário para a realização das análises.

Aos integrantes do Grupo LANUMA, Prof. Dr. Marcos Bomfim, Rafael, Dayana, Neliane, Jakeline, Maria, Maylanne, Maylla, pela disponibilidade do laboratório e suporte necessário para a realização das análises.

Aos integrantes do Grupo GADLEITE, Prof. Dr. Zinaldo Firmino, Isaías, Paula, Renan, Pedro, Aline e Paulo, por terem me dado todo apoio e suporte necessário na realização do experimento.

A todos os integrantes do Grupo FOPAMA, em especial à Profa. Dra. Rosane, Giovanne, Juliana, Bruno, Zé Neto, Rafaela, Rosilda e Izakiel, pela disponibilidade do laboratório e suporte necessário para a realização das análises.

A todos os funcionários da UFMA, que nas suas respectivas funções nos dão as condições necessárias para a realização das atividades de pesquisa.

Ao meu amigo e secretário TOMAZ, pela amizade, por ser sempre tão solícito e pelo apoio necessário.

Ao meu orientador Prof. Dr. Anderson Zanine, pela a oportunidade de ser orientado por ele, pela confiança no desenvolvimento desse trabalho, pela paciência, ajuda, opiniões, críticas e pelos valiosos ensinamentos profissionais, e a minha Coorientadora profa. Dra. Daniele por todo apoio, ajuda, paciência, confiança, conselhos e ensinamentos. A vocês, todo o meu respeito, carinho e gratidão. Muito obrigado por tudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro que viabilizou a realização desse trabalho. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pesquisa de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida. À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pela oportunidade de estágio internacional.

A todos aqueles que de alguma forma me ajudaram ou torceram por mim, na concretização desse objetivo em minha vida.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO GERAL

Objetivou-se com este trabalho, determinar a composição química e a degradabilidade *in situ* de subprodutos do babaçu, e o potencial de utilização da silagem de ração total como alternativa nutricional para ruminantes. Foram realizados 3 experimentos. No primeiro experimento objetivou-se avaliar a composição química e a degradabilidade *in situ* de quatro subprodutos do babaçu (grumo, torta, farinha fina e farinha 95 micras). O segundo e o terceiro foram realizados com o objetivo de avaliar o perfil fermentativo, determinar composição química e a degradabilidade *in situ* de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros e ovinos, respectivamente. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições, para o primeiro experimento. Para o segundo e terceiro experimento os tratamentos foram SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); SRTP: silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Para o ensaio de degradabilidade *in situ* do primeiro experimento foi utilizado o (DIC), com quatro tratamentos (grumo, torta, farinha fina e farinha 95 micras) e três repetições (três períodos de incubação), em parcelas subdivididas nos tempos de incubação (0, 3, 6, 12, 24 e 72 horas). Já no segundo e terceiro foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema de parcelas subdivididas com quatro tratamentos que consistiram das silagens SC, SRTP, SRTF, SRTT, em que, as vacas foram os blocos, os tratamentos as parcelas, e os tempos de incubação (0, 12, 24 e 72 horas) as subparcelas. Verificou-se maior teor PB para torta 155,16g/kg ( $P < 0,05$ ), sendo superior aos demais subprodutos. A farinha 95 micras apresentou maiores valores de degradação para MS, PB e FDN (67,33, 45,93 e 53,81%, respectivamente), em relação aos demais subprodutos no primeiro experimento. As silagens SRTP, SRTF e SRTT, apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores de RMS, MS, PB, CNF e NDT, degradação potencial (DP), efetiva (DE) da MS e PB, e maiores degradabilidade da MS e PB em relação ao tratamento SC no segundo e terceiro experimento. Entre os subprodutos estudados, a torta do babaçu apresenta superior composição química, entretanto, a farinha 95 micras, apresentou, simultaneamente, valor nutricional e degradação ruminal satisfatória para ser utilizada como a aditivo ou em substituição parcial de outros concentrados tradicionais mediante a disponibilidade e preços acessíveis. Conclui-se que, as silagens na forma de ração total contendo concentrados tradicionais ou com subprodutos do babaçu apresentam melhor perfil fermentativo, menor produção de etanol, melhor valor nutricional e tem melhor degradação da MS e PB em comparação com a silagem exclusiva de cana-de-açúcar, podendo estas serem utilizadas na forma de dietas para bovinos leiteiros e ovinos.

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar, degradabilidade *in situ*, ensilagem, farinha do mesocarpo, perfil fermentativo, torta do babaçu.



## GENERAL ABSTRACT

The aim of this work was to determine the chemical composition and *in situ* degradability of babassu by-products, and the potential for using total feed silage as a nutritional alternative for ruminants. 3 experiments were carried out. In the first experiment, the objective was to evaluate the chemical composition and *in situ* degradability of four babassu by-products (grume, babassu cake, fine flour and flour 95-microns). The second and third were carried out in order to evaluate the fermentative profile, determine chemical composition and *in situ* degradability of total feed silages with babassu by-products, as a nutritional alternative for dairy cattle and sheep, respectively. A completely randomized design (DIC) was used, with four treatments and five repetitions, for the first experiment. For the second and third experiments, the treatments were SC: Sugarcane silage (control); SRTP: sugarcane silage with corn and soybean meal (standard diet); SRTF: sugar cane silage with corn, soybean meal and babassu flour; SRTT: sugar cane silage with corn, soybean meal and babassu cake. For the *in situ* degradability test, the first experiment (DIC) was used, with four treatments (grume, babassu cake, fine flour and flour 95-microns) and three replicates (three incubation periods), in plots subdivided in the incubation times (0, 3, 6, 12, 24 and 72 hours). In the second and third, were randomized block design (DBC) in split-plot arrangement with four treatments consisting of SC, SRTP, SRTF, SRTT silages. In that, the cows were the blocks, the treatments the plots, and the incubation times (0, 12, 24 and 72 hours) the subplots. A higher PB content was found for 155.16g / kg babaçu cake ( $P < 0.05$ ), being higher than the other by-products. The flour 95-microns showed greater degradation for MS, PB and NDF (67.33, 45.93 and 53.81%), in relation to the other by-products in the first experiment. The SRTP, SRTF and SRTT silages obtained higher ( $P < 0.05$ ) values of RMS, DM, PB, CNF and NDT, potential degradation (DP), effective (DE) of DM and PB, and greater degradability of DM and PB in relation to SC treatment in the second and third experiments. Among the by-products studied, the babassu cake has a superior chemical composition, however, the flour 95-microns, presented, simultaneously, nutritional value and satisfactory ruminal degradation to be used as an additive or in partial replacement of other traditional concentrates according to availability and prices accessible. It is concluded that silages in the form of total ration containing traditional concentrates or with babassu by-products have a better fermentation profile, less ethanol production, better nutritional value and have better degradation of DM and CP compared to the exclusive sugarcane silage, which can be used in the form of diets for dairy cattle and sheep.

**Keywords:** Sugarcane, *in situ* degradability, mesocarp flour, babassu cake, ensilage, fermentation profile.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

*a* = fração solúvel em água

AA = ácido acético

AB = ácido butírico

AL = ácido láctico

AP = ácido propiônico

*b* = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável

Bp = fração potencialmente degradável padronizada

*c* = taxa de degradação da fração *b*

CEL = celulose

CNF = carboidratos não fibrosos

CT = carboidratos totais

CV = coeficiente de variação

DE = degradação efetiva

DP = degradação potencial

EE = extrato etéreo

EPM = erro padrão da média

FDA = fibra em detergente ácido

FDAp = fibra em detergente ácido corrigida para proteína

FDN = fibra em detergente neutro

FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

HEM = hemicelulose

Ip = fração não degradável padronizada

K = taxa de passagem

LIG = lignina

MM = matéria mineral

MO = matéria orgânica

MS = matéria seca

NDT = nutrientes digestíveis totais

$P < 0,05$  = houve diferença estatística

$P > 0,05$  = não houve diferença estatística

PB = proteína bruta

PT = poder tampão

$R^2$  = coeficiente de determinação

SC = silagem de cana-de-açúcar

SRTF = silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu;

SRTP = silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja;

SRTT = silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura-1.</b> Palmeiras do babaçu.....	19
<b>Figura- 2.</b> Partes aproveitáveis do coco babaçu.....	20
<b>Figura-3.</b> Diagrama de aproveitamento dos componentes estruturais do babaçu.....	21
<b>Figura-4.</b> Torta de babaçu.....	22
<b>Figura-5.</b> Farinha fina do babaçu.....	22
<b>Figura-6.</b> Farinha do babaçu 95 micras.....	22

## LISTA DE TABELAS

<b>Capítulo II - Composição química e degradabilidade <i>in situ</i> de subprodutos do babaçu.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabela -1.</b> Composição química dos subprodutos do babaçu.....	42
<b>Tabela- 2.</b> Degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos subprodutos do babaçu.....	47
<b>Tabela 3.</b> Tempo de colonização ( <i>lag time</i> ), fração potencialmente degradável padronizada (Bp), fração não degradável padronizada (Ip), taxa de passagem (k) e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) para FDN dos subprodutos do babaçu.....	49
<b>Tabela 4.</b> Degradação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos subprodutos do babaçu.....	50
<b>Capítulo III – Silagem de ração total contendo subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabela 1.</b> Composição percentual dos ingredientes e composição química de dietas experimentais formulada (g/kg).....	63
<b>Tabela 2.</b> Composição química da cana-de-açúcar e das dietas no momento da ensilagem.....	64
<b>Tabela 3.</b> Valores de pH, poder tampão (PT), perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	70
<b>Tabela 4.</b> Valores de ácido láctico (AL); ácido acético (AA); ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP) e etanol de silagens de ração total com subprodutos.....	70
<b>Tabela 5.</b> Composição química de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	71
<b>Tabela 6.</b> Degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	72
<b>Tabela 7.</b> Tempo de colonização ( <i>lag time</i> ), fração potencialmente degradável padronizada (Bp), fração não degradável padronizada (Ip), taxa de passagem (k) e coeficiente de determinação para FDN das silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	73
<b>Tabela 8.</b> Degradação (%) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) para tratamento e tempo de incubação das silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	73
<b>Capítulo IV – Silagem de ração total contendo subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos.....</b>	<b>84</b>
<b>Tabela 1.</b> Composição percentual dos ingredientes e valores estimados composição química de dietas experimentais (% MS).....	94
<b>Tabela 2.</b> Composição química da cana-de-açúcar e das dietas no momento da ensilagem.....	95

<b>Tabela 3.</b> Valores de pH, poder tampão (PT), perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu .....	100
<b>Tabela 4.</b> Valores de ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP) e etanol de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	100
<b>Tabela 5.</b> Composição química de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	101
<b>Tabela 6.</b> Degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	102
<b>Tabela 7.</b> Tempo de colonização ( <i>lag time</i> ), fração potencialmente degradável padronizada (Bp), fração não degradável padronizada (Ip), taxa de passagem (k) e coeficiente de determinação para FDN das silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	103
<b>Tabela 8.</b> Degradação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com os tratamentos e tempo de incubação das silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	103
<b>Tabela 9.</b> Interação tempo x tratamento para a degradação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....	104

## SUMÁRIO

<b>CAPITULO I – POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO BABAÇU EM SILAGEM DE RAÇÃO TOTAL COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA RUMINANTES.....</b>	<b>17</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>17</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 O Babaçu .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Subprodutos do babaçu na alimentação de ruminantes .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Silagem de cana-de-açúcar.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 Aditivos na silagem de cana-de-açúcar .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5 Silagem de Ração Total .....</b>	<b>26</b>
<b>3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>29</b>
<b>CAPITULO II - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DEGRADABILIDADE <i>IN SITU</i> DE SUBPRODUTOS DO BABAÇU.....</b>	<b>35</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>38</b>
<b>2.1 Geral.....</b>	<b>38</b>
<b>2.2 Específicos.....</b>	<b>38</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>39</b>
3.1 Localização.....	39
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	39
3.3 Análises químicas.....	39
3.4 Degradabilidade <i>in situ</i> .....	40
3.5 Análises estatísticas.....	41
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>53</b>

<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>54</b>
	<b>CAPITULO III - SILAGEM DE RAÇÃO TOTAL CONTENDO SUBPRODUTOS DO BABAÇU COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA BOVINOS LEITEIROS.....</b>	<b>58</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>62</b>
<b>2.1</b>	<b>Geral.....</b>	<b>62</b>
<b>2.2</b>	<b>Específicos.....</b>	<b>62</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>63</b>
<b>3.1</b>	<b>Localização.....</b>	<b>63</b>
<b>3.2</b>	<b>Tratamentos e delineamento experimental.....</b>	<b>63</b>
<b>3.3</b>	<b>Preparo e ensilagem das dietas.....</b>	<b>64</b>
<b>3.4</b>	<b>Perfil fermentativo.....</b>	<b>64</b>
<b>3.5</b>	<b>Análises químicas.....</b>	<b>66</b>
<b>3.6</b>	<b>Degradabilidade <i>in situ</i>.....</b>	<b>67</b>
<b>3.7</b>	<b>Análises estatísticas.....</b>	<b>68</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>70</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>74</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>82</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>
	<b>CAPITULO IV - SILAGEM DE RAÇÃO TOTAL CONTENDO SUBPRODUTOS DO BABAÇU COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA OVINOS.....</b>	<b>89</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>91</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>93</b>
<b>2.1</b>	<b>Geral.....</b>	<b>93</b>
<b>2.2</b>	<b>Específicos.....</b>	<b>93</b>

<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>94</b>
3.1	Localização.....	94
3.2	Tratamentos e delineamento experimental.....	94
3.3	Preparo e ensilagem das dietas experimentais .....	95
3.4	Perfil fermentativo.....	95
3.5	Análises químicas.....	97
3.6	Degradabilidade <i>in situ</i> .....	98
3.7	Análises estatísticas.....	99
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>100</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>106</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>113</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>114</b>



## Capítulo I – Potencial de utilização de subprodutos do babaçu em silagens de ração total como alternativa nutricional para ruminantes

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

O aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal atualmente, além de ser visto como uma opção econômica de grande importância na redução do impacto ambiental, propicia produção de alimentos de boa qualidade devido as suas características nutricionais (MENEGHETTI E DOMINGUES, 2008). No Brasil, existem muitos resíduos e subprodutos agroindustriais que podem ser utilizados como alternativas alimentares ou como aditivo nas dietas, possibilitando a utilização dos subprodutos, como os do babaçu (GUIMARAES, 2010).

Neste sentido, os resíduos da agroindústria do babaçu (*Attalea speciosa*), podem contribuir para o sistema de produção de ruminantes, haja vistas a potencialidade regional desse subproduto, como observados por Sá et al. (2015) para a torta do babaçu, a qual apresentou 91,64% de matéria seca (MS), 25,47% de proteína bruta (PB), 7,85% de extrato etéreo (EE), 76,26% de fibra em detergente neutro (FDN), 43,87% de fibra em detergente ácido (FDA), 14,48% de lignina, 39,09% nutrientes digestíveis totais (NDT), Gerude Neto et al. (2016) observaram para a farinha do mesocarpo do babaçu - Tipo II 89,90% de matéria seca (MS), 4,00% de proteína bruta (PB), 0,90% de extrato etéreo (EE), 52,70% de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc), 45,00% de fibra em detergente ácido (FDA), 15,80% de lignina. Santos et al, (2019 para farinha do mesocarpo do babaçu - Tipo I observaram 87,50% de matéria seca (MS), 4,94% de proteína bruta (PB), 1,71% de extrato etéreo (EE), 64,40% de fibra em detergente neutro (FDN), 39,02% de fibra em detergente ácido (FDA), 90,44% de carboidratos totais (CT). Por isso, torna-se importante conhecer a composição química e o potencial de degradação ruminal desses subprodutos de forma individual, bem como utilizar técnicas e/ou tecnologias que melhorem a utilização destes subprodutos.

Diante disso, pode-se utilizar a técnica de degradabilidade *in situ*, pois esta propicia o conhecimento das frações, taxas e extensões da degradação dos subprodutos do babaçu. Já a tecnologia que pode melhorar a utilização desses subprodutos é o uso da silagem na forma de ração total, que é o resultado do processo de ensilagem incluindo a forrageira conjuntamente com todos os componentes do concentrado (CAO et al., 2009; WEINBERG et al., 2011). Essa tecnologia vem sendo difundida com sucesso em países da Ásia e do Oriente Médio, onde diversos experimentos foram conduzidos com o objetivo de reaproveitar subprodutos regionais

pela ensilagem simultânea com volumosos e concentrados, (XU et al., 2010; WEINBERG et al., 2011; KONDO et al., 2015).

Contudo, no Brasil, os estudos sobre silagens de ração total ainda são recentes, com poucas informações científicas disponíveis. Assim, o uso dos subprodutos do babaçu nas silagens de ração total com cana-de-açúcar como forrageira podem reduzir as perdas fermentativas, além de melhorar o valor nutricional desse material, favorecendo o desempenho e a saúde animal. Além disso, com a viabilização da utilização destes subprodutos, evitaria que estes se tornem excedentes e sejam descartados tornando-se poluentes ambientais.

A utilização da cana-de-açúcar para ensilagem representa um desafio devido aos elevados teores de carboidratos solúveis presentes na sua composição, o que resulta em problemas durante o processo fermentativo, com elevada fermentação por leveduras, produção de álcool e baixa estabilidade aeróbia causando elevadas perdas de matéria seca (CARVALHO et al., 2015; SANTOS et al., 2015). Com isso a adição dos concentrados e/ou subprodutos do babaçu utilizados no preparo da ração total, podem atuar inibindo as fermentações indesejáveis pelas leveduras, por aumentar o teor de MS, criando desta forma, um ambiente menos favorável as leveduras e favorecer, além das fermentações pelas bactérias lácticas homofermentativa, a fermentação pela bactérias lácticas heterofermentativas produtoras de ácidos láctico e acético e desta maneira, contribuir para a redução na população de leveduras e conseqüentemente a produção de etanol, resultando em melhoria no padrão de fermentação (LOPES & EVANGELISTA, 2010; SANTOS et al., 2010).

Diante disso, objetivou-se com este trabalho, determinar a composição química e a degradabilidade *in situ* de subprodutos do babaçu, e o potencial de utilização da silagem de ração total contendo cana-de-açúcar e subprodutos do babaçu como alternativa nutricional para bovinos leiteiros e ovinos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O Babaçu

O Babaçu (*Attalea speciosa*) é uma palmeira nativa das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, sendo distribuída por mais de 18 milhões hectares por todo território nacional, também conhecida como, bauaçu, baguaçu, aguaçu, guaguaçu, uauaçu, coco-de-macaco, coco-de-palmeira, coco-pindoba, palha-branca, entre outros (OLIVEIRA et al., 2013).

A palmeira do babaçu (Figura 1) pode atingir até 20 metros de altura, começando a frutificar entre o 7° e 8° ano de vida, alcançando plena produção aos 15 anos, e apresenta vida média de 35 anos (CARNEIRO, 2011). É a palmeira mais utilizada na indústria extrativista brasileira, por ser aproveitada desde raízes as folhas, apresentando inúmeras utilidades que vão desde artesanato a ingredientes na nutrição humana e animal (FERREIRA et al., 2011).

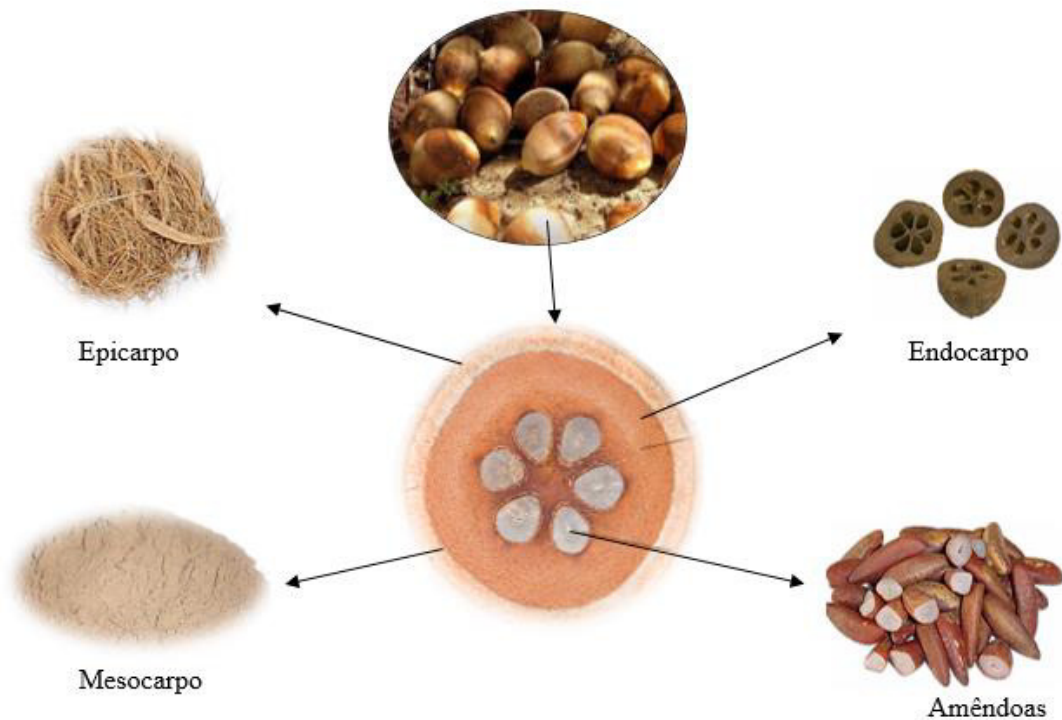


**Figura 1** – Palmeiras do babaçu Fonte: Google imagens

A extração do fruto do Babaçu pode ser feita de forma manual, em sistema caseiro tradicional pelas quebradeiras de coco, ou de forma mecanizada onde os cocos são colocados em um descascador para separação do epicarpo e mesocarpo. A seguir são levados para o quebrador acoplado com sistemas de peneira onde há uma primeira separação do endocarpo grosso e endocarpo fino misturado com as amêndoas. Após esse processo, o material é levado a um separador hidráulico que separa as amêndoas, menos densas, do endocarpo, mais denso (CASTRO, 2012). A partir de um outro processo mecanizado, obtêm-se os resíduos, sendo que os originados do mesocarpo formam as farinhas, que recebem três classificações, de acordo com a granulometria e textura, sendo elas: farinha fina (150 $\mu$  - tipo I), média (150 à 180 $\mu$  - tipo II) e grossa (180 à 240 $\mu$  - tipo III) (SILVA, 2008; CRUZ, 2012).

### 2.2 Subprodutos do babaçu na alimentação de ruminantes

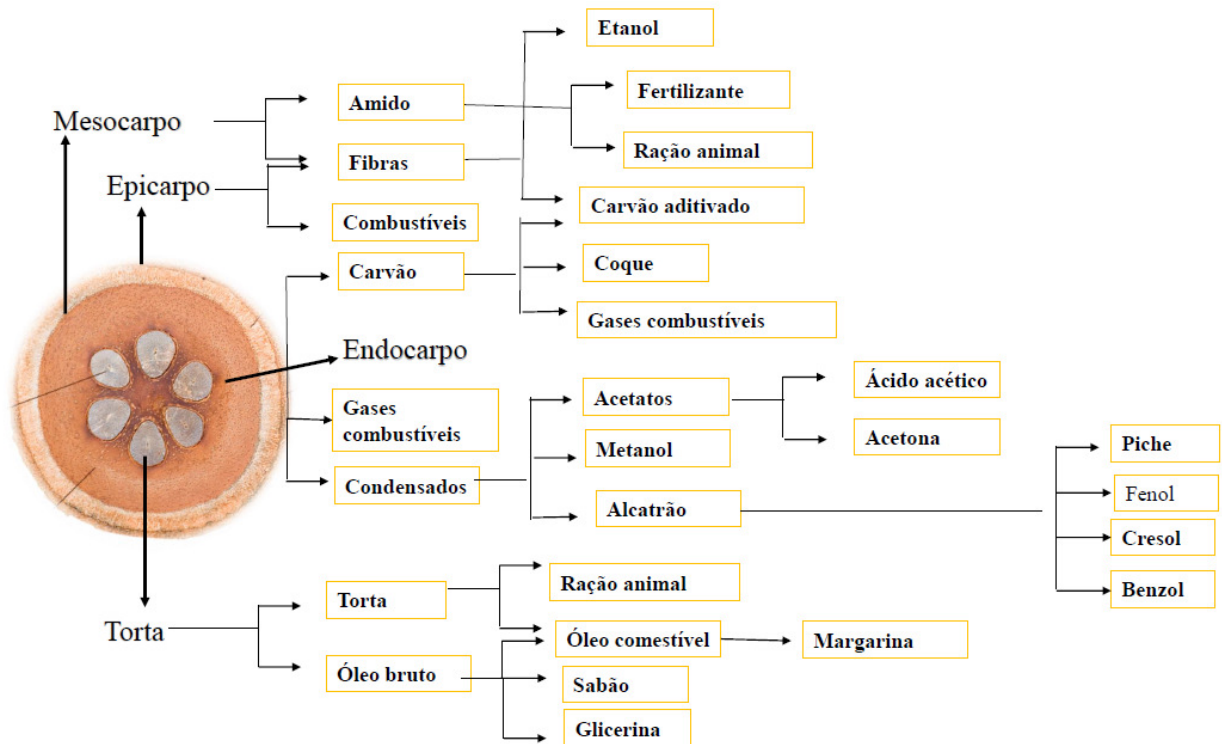
O fruto do Babaçu é composto de quatro partes aproveitáveis (Figura 2): o epicarpo é a camada mais externa e corresponde a 11% do fruto, o mesocarpo é a camada abaixo do epicarpo, corresponde a 23% do fruto, tem aspecto farinhoso e é rico em amido; já o endocarpo protege as amêndoas, o qual é usado para produzir o carvão, e corresponde a 59% do fruto. As amêndoas que são a parte central do fruto e correspondem a 7%, apresentam mais de 60% de óleo (SOLER et al., 2007; SILVA et al., 2019).



**Figura 2** – Partes aproveitáveis do coco babaçu

Fonte: Empresa Tobasa

O processo de industrialização do coco babaçu para produção de óleo comestível, carvão e outros produtos, gera diversos subprodutos (Figura 3), como a torta do babaçu (Figura 4) a qual é obtida a partir da extração do óleo das amêndoas por prensagem mecânica e a farinha do mesocarpo (Figura 5 e 6) que é obtida a partir de um processo mecanizado do mesocarpo, podendo esta, ter diferentes texturas e granulometrias (GERUDE NETO et al., 2016), os quais, segundo a EMBRAPA (1984), constituem os principais subprodutos extraídos do beneficiamento deste fruto.



**Figura 3:** Diagrama de aproveitamento dos componentes estruturais do babaçu.

Fonte: Adaptado de (MAY, 1990; SANTOS, 2018)

A torta ou farelo de babaçu é o produto obtido no processo de extração do óleo da amêndoa do coco do babaçu, após as etapas de moagem, cozimento, prensagem, filtração e extração com solvente (CARNEIRO, 2011), sendo este um produto com teores elevados de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e teores medianos de proteína bruta (PB). De acordo com os valores dispostos no CQBAL 4.0 (2020), a torta ou farelo do babaçu apresenta teores de 90,75% de matéria seca (MS), 71,41% de FDN, 39,66% de FDA e 19,27% de PB. Vale ressaltar que a torta é obtida por prensagem mecânica e o farelo com o uso de solventes.



**Figura 4 – Torta de babaçu**

Fonte: Arquivo pessoal

A farinha de babaçu é obtida por meio do processo de classificação e moagem do mesocarpo como parte do aproveitamento integral do coco, em que para a obtenção desta, é necessário remoção das impurezas do mesocarpo, o que é feito com o auxílio de peneiras, que apresentam furos com diâmetros variados, o que confere a esta diferentes granulometrias para sua comercialização (SILVA, 2008; SANTOS, 2018). Posteriormente ao peneiramento, o mesocarpo é umedecido e torrado em elevadas temperaturas (CRUZ, 2012). Após esse processo são gerados três tipos de farinha, as quais diferem entre si quanto à textura e granulometria, sendo estas: a farinha orgânica (textura mais grosseira), a farinha média e a farinha amilácea (característica mais pulverulenta) (SILVA, 2008). A nível comercial a farinha do mesocarpo (Figuras 5 e 6) é classificada e comercializada de acordo com as seguintes granulometrias: farinha premium (inferior a  $150\ \mu$  - tipo premium), (FLORESTAS BRASILEIRA S.A, 2018), farinha fina ( $150\ \mu$  - tipo I), farinha média ( $150$  à  $180\ \mu$  - tipo II) e farinha grossa ( $180$  à  $240\ \mu$  - tipo III) (SILVA, 2008).

**Figura 5 – Farinha fina do babaçu      Figura 6 – Farinha do babaçu 95 micras**

Fonte: Arquivo pessoal

A farinha de babaçu é obtida por meio do processo de classificação e moagem do mesocarpo como parte do aproveitamento integral do coco, onde segundo Rostagno et al. (2017), a farinha do mesocarpo do babaçu apresenta 86,30% de MS, 37,10% de FDN, 15,10% de FDA e 1,91% de PB. Já Santos et al. (2019), encontraram valores de 87,50% de MS, 64,40% de FDN, 39,02% de FDA e 4,94% de PB para a farinha do babaçu. De acordo Miotto (2011),

essas diferenças na composição da farinha do babaçu são frequentes, e isso se deve principalmente ao tipo de processamento e também pela diferença de clima e região das amostras utilizadas, uma vez que estas variáveis podem alterar a composição química deste ingrediente.

Ao avaliar a substituição do farelo de trigo por torta de babaçu em vacas mestiças em lactação, Silva (2006) observou que a substituição de 100% do farelo de trigo pela torta de babaçu apresentou menor custo-benefício com alimentação quando comparada com a dieta sem torta de babaçu. No entanto, com o nível de 75% de substituição obteve-se melhor relação custo-benefício, em relação à dieta sem torta de babaçu. O autor também verificou que a substituição supriu as necessidades de manutenção e produção dos animais avaliados.

Já Sá et al. (2014), avaliando o efeito da inclusão da torta de babaçu nos níveis (0; 7,5; 15; 22%) na alimentação de ovinos sobre o metabolismo energético, proteico e mineral, verificaram que a inclusão da torta promoveu redução nos teores de ureia sanguínea e aumento nos teores de colesterol sanguíneo e concluíram que a torta do babaçu pode ser utilizada em até 22,5% na dieta de ovinos, uma vez que, esse nível de inclusão não ocasiona distúrbios metabólicos.

Sá et al. (2015), ao avaliarem o comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com crescentes inclusões (0; 7,5; 15; 22%) da torta do babaçu, verificaram que com a inclusão da torta de babaçu não resultou em diferença nos consumos de MS e FDN (g/dia), enquanto que para a taxa de alimentação da MS e FDN consumida por hora, houve aumento no tempo de ruminação e redução no tempo de ócio. Os autores concluíram que a FDN da torta de babaçu aumenta o tempo de mastigação e ruminação dos cordeiros e recomendaram como alternativa alimentar o uso da torta do babaçu até 15% na dieta total.

Miotto et al. (2012) ao avaliarem a inclusão do farelo do mesocarpo de babaçu em substituição ao milho nos níveis 0; 25; 50; 75 e 100, para terminação de tourinhos, verificaram redução linear do peso da carcaça e espessura de gordura subcutânea, sendo recomendados níveis de substituição inferiores a 33,3%.

Ao avaliarem a inclusão dos níveis 0; 10; 20; 30 da farinha do babaçu em substituição ao milho na dieta de caprinos em terminação, Santos et al. (2019), concluíram que este ingrediente pode ser utilizado em até 30% na matéria seca da dieta destes animais, sem comprometer o desempenho, e comportamento ingestivo.

Ao avaliarem os parâmetros de degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta da torta de babaçu em ovinos recebendo dietas a base de feno de tifton-85 e torta de babaçu, Silva et al. (2008), concluíram que a degradabilidade da MS da torta de babaçu em ovinos foi reduzida, não sendo fonte de nutrientes prontamente degradáveis no rúmen.

O tamanho de partículas não interferiu na degradabilidade da MS do farelo de babaçu em ovinos castrados. No entanto, há diferença no tempo de colonização das partículas, em que partículas de 3 mm apresentam menor tempo de colonização em relação as partículas de 5 mm Moraes et al. (2005).

O farelo de babaçu apresenta menor degradação efetiva da MS e PB, em decorrência de sua alta proporção de FDA, e devido à grande quantidade de proteína que está associada à parede celular (MARCONDES et al., 2009).

A torta do babaçu é comumente empregada na literatura como alimento proteico e a farinha como alimento energético. De acordo com Lana (2005), os alimentos concentrados são ricos em energia (acima de 60% de NDT), contendo amido e lipídeos, os quais podem ser subdivididos em concentrados proteicos ou energéticos. Os energéticos possuem menos de 20% de proteína bruta, já os proteicos acima de 20% de proteína bruta. Nesse ponto de vista a farinha do mesocarpo se classifica como concentrados energético e a torta do babaçu embora haja uma variação grande quanto a sua composição, esta pode ser considerada um concentrado proteico.

### **2.3 Silagem de cana-de-açúcar**

Nas últimas décadas a ensilagem da cana de açúcar tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores em razão do potencial dessa forrageira para a ensilagem e por suas vantagens quando usada na alimentação animal na forma de silagem. A ensilagem da cana-de-açúcar permite a concentração das operações de corte, picagem e armazenamento, facilita e maximiza a utilização da mão-de-obra nas fazendas e melhora a logística para sua utilização (MORAES et al., 2017).

Entretanto a ensilagem de cana de açúcar representa um desafio devido aos elevados teores de carboidratos solúveis presentes na sua composição, o que ocasiona intensa fermentação alcoólica, resultando em elevadas perdas de matéria seca, alto teor de etanol e prejuízo no desempenho dos animais (SCHIMIDT et al., 2014). Essas perdas podem variar bastante, como observados na literatura por Silva et al. (2014) e Carvalho et al. (2014), os quais observaram 12,6% e 34,2% de perdas totais, respectivamente.



De acordo com Nussio et al. (2003) o etanol produzido causa grande perda energética da forragem, pois para cada molécula de glicose fermentada são geradas duas moléculas de etanol, duas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e duas de água. Essas perdas reduzem o valor nutritivo da silagem e a ingestão de matéria seca pelos animais quando submetidos a silagens não tratadas (FABRIS et al., 2013). Embora o etanol seja potencialmente aproveitável como substrato energético para ruminantes, por meio da conversão a acetato no rúmen (CHALUPA et al., 1964), parte deste é perdido por volatilização durante o armazenamento e na abertura do silo (ALLI et al., 1982).

De acordo com Lopes e Evangelista (2010), a grande barreira para o uso de cana-de-açúcar na forma de silagem é a intensa fermentação alcoólica quando a forragem é ensilada pura, em razão da grande população de leveduras naturalmente presente na cana-de-açúcar no momento da ensilagem. Com isso, o uso da silagem de cana-de-açúcar sem adoção de aditivos não se justifica, pois a cana-de-açúcar ensilada sem aditivos apresenta valor nutritivo inferior a cana *in natura* (NUSSIO et al. 2003).

#### **2.4 Aditivos na silagem de cana-de-açúcar**

Em razão do principal entrave para a ensilagem da cana-de-açúcar, vários tem sido os estudos buscando reduzir a ação das leveduras e conseqüentemente diminuir produção de etanol e as perdas de matéria seca e do valor nutritivo dessa silagem (ANDRADE, et al., 2001; SCHMIDT, et al., 2007; AMARAL et al., 2009; PEDROSO et al. 2011). Esses estudos estão baseados no uso de diferentes tipos de aditivos, sejam eles químicos, biológicos, nutrientes, absorventes de umidade ou associação entre eles.

Dentre os aditivos químicos utilizados na silagem de cana, a ureia tem sido mais utilizada por seu efeito inibidor sobre as leveduras, uma vez que ao ser transforma em amônia no silo reage com a água formando hidróxido de amônia, elevando o pH, atuando sobre o metabolismo dos microrganismos indesejáveis, principalmente leveduras (KUNG JUNIOR et al., 2003). Além disso, aumenta o teor de proteína da silagem em razão da ureia ser fonte de nitrogênio não-proteico (LOPES & EVANGELISTA, 2010). Pesquisas como de Lopes e Evangelista (2010), Pedroso et al. (2011), demonstraram a eficiência da ureia na melhoria da qualidade de silagens de cana-de-açúcar.

Outros aditivos químicos, como hidróxido de sódio (RIBEIRO et al., 2010), óxido de cálcio (cal) (BALIEIRO NETO et al., 2007), calcário (AMARAL et al., 2009) também vem sendo utilizados na silagem de cana. Amaral et al. (2009), ao avaliarem a adição de 1% de cal

virgem ou 1% de calcário no momento da ensilagem, verificaram menores perdas por gases, menor produção de etanol e maior teor de ácido acético nas silagens acrescidas de cal virgem ou 1% de calcário em relação a silagem controle.

Ávila et al. (2010) avaliar o efeito de aditivos microbianos contendo bactérias heterofermentativas ou homofermentativas sobre as características químicas e microbiológicas de silagens de cana-de-açúcar, verificaram que os aditivos microbianos melhoram o perfil microbiológico e reduzem a produção de etanol, além disso eles constaram que as bactérias heterofermentativas (*Lactobacillus buchneri*) são mais eficientes do que as bactérias homofermentativas. A eficiência das bactérias heterofermentativas se dá pelo aumento do ácido acético, que possui poder antifúngico, reduzindo as leveduras e a produção de etanol (KUNG JR et al., 2018).

Lopes e Evangelista (2010), ao avaliarem a associação de aditivos químicos e absorventes de umidade sobre as características fermentativas e bromatológicas e a população de leveduras da silagem de cana-de-açúcar, verificaram maior inibição do crescimento de leveduras na silagens acrescidas de 1,5% de ureia, 0,5 de ureia + 4% de milho e 1,5% de amiréia em relação a silagem controle, em razão do efeito inibidor da ureia sobre as leveduras e, pela elevação da matéria com adição dos aditivos absorventes de umidade, por favorecer o crescimento de populações de bactérias ácido -láticas heterofermentativas, produtoras de ácido lático e acético em detrimento ao crescimento das bactérias ácido- láticas homofermentativas, capazes de produzir apenas ácido lático. Apenas o aditivo 0,5% de ureia + 4% de mandioca desidratada, não inibiu o desenvolvimento das leveduras, possivelmente pela diferença do amido da mandioca em relação ao amido do milho.

Como observa-se vários tipos de aditivos estão sendo utilizados na silagem de cana-de-açúcar com foco na redução da fermentação alcoólica e das perdas de valor de nutritivo da silagem, a maioria destes atuam silagem interferindo no perfil fermentativo, ou aumentando a pressão osmótica do meio ou mesmo reduzindo o excesso de carboidratos solúveis. Entretanto, além dos problemas relacionados a fermentação alcoólica e perdas do valor nutritivo, a silagem da cana-de-açúcar apresenta algumas limitações nutricionais como baixo teor de proteínas, fibra de baixa disponibilidade e baixo consumo de matéria seca (ANDRADE et al., 2016). Com isso, para tentar contornar essas perdas durante o processo fermentativo e melhorar o valor nutritivo das silagens, tem se sugerido a utilização de aditivos químicos, biológicos e/ ou nutrientes ou a adição de concentrados, como nas silagens de ração total.

## **2.5 Silagem de Ração Total**

A Silagem de Ração Total é o resultado do processo de ensilagem incluindo a forrageira conjuntamente com todos os componentes do concentrado, em que estes atuam como aditivos inibidores de fermentações indesejáveis, resultando em melhoria no padrão de fermentação (CAO et al., 2009; WEINBERG et al., 2011; GUSMÃO et al., 2018).

De acordo com Imai (2001) e Nishino et al. (2003) a produção de Silagem de Ração Total começou a ser mais pesquisada, após a criação da lei dos “3 Rs”, pelo governo japonês em 2001. Essa lei significa reduzir, reutilizar e reciclar, e foi criada devido ao excesso de coprodutos que estavam sendo gerados pelas indústrias alimentícias. A partir disso, várias pesquisas foram iniciadas com o objetivo promover uma associação entre os coprodutos e ingredientes de alta humidade, de forma que se pudesse preservar a qualidade do material ensilado, reduzir as perdas e os custos, (WANG E NISHINO, 2008).

O uso de silagens na forma de ração total (SRT), está sendo difundida com sucesso em países como Japão, Irã, Israel e China, pois tem se mostrado estratégia viável e eficiente para auxiliar no controle da deterioração de alimentos que possuem elevados teores de umidade, além de apresentar características desejáveis de conservação, (WANG E NISHINO, 2008; ABDOLLAHZADEH et al., 2010; WEINBERG et al., 2011; HU et al., 2015).

Diante os dados reportados na literatura, pode-se observar algumas vantagens ao se utilizar silagens na forma de ração total. Sua conservação pode ser feita em silos de forma semelhante à tradicional silagem exclusiva de volumosos, poupando tempo no preparo diário da alimentação do rebanho e, em algumas regiões, facilitando o transporte em longas distâncias que são realizadas por fornecedores contratados, como o que ocorre em outros países (KONDO et al., 2015). Além disso, esta permite disponibilizar silagens na forma de ração completa e balanceada de acordo com as exigências dos animais, pois no processo de produção, a proporção dos ingredientes (a forragem, os concentrados proteicos e energéticos, vitaminas, minerais e aditivos) são ensilados de forma que se possa atender a demanda nutricional de determinado grupo de animais (YUAN et al., 2015).

Geralmente essas silagens apresentam teores médios de matéria seca (MS) de 50 a 60%, entre 15 a 18% de proteína bruta (PB) e de 70 a 74% de nutrientes digestíveis totais (NDT), e podem ser comercializadas em silos fardos, tornando assim, mais uma opção para produtores que possuem limitações de mão de obra e maquinários (WEINBERG et al., 2011; WANG E NISHINO; 2013; MIYAJI et al., 2016).

Outra vantagem das SRT, é que na produção dessas silagens pode-se incluir grandes quantidades de alimentos, permitindo assim, o reaproveitamento dos subprodutos agrícolas e industriais, como acontece em alguns países asiáticos (WEINBERG et al., 2011; KONDO et. al., 2015; YUAN et al., 2015).

Como pode-se observar, o uso de silagens na forma de ração total vem sendo difundida com sucesso e com resultados bastantes promissores em países da Ásia e do Oriente Médio. No entanto, no Brasil, os estudos sobre silagens de ração total ainda são recentes, com poucas informações científicas disponíveis. Além disso ainda é escasso/ou nenhum experimento avaliando as características químico-bromatológicas, perfil de fermentativo e a cinética de degradação ruminal utilizando as Silagens de Ração Total com subprodutos da agroindústria em silagens de cana-de-açúcar.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOLLAHZADEH, F.; PIRMOHAMMADI, R.; FATEHI, F. BERNOUSI, I. The effect of feeding ensiled mixed tomato and apple pomace on performance of Holstein dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.1, p.31-35, 2010.

ALLI, I.; BAKER, B. E.; GARCIA, G. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v.7, n.4, p.411-417, 1982.

AMARAL, R, C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; MENDES, C. Q.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413-1421, 2009.

ANDRADE, F. L.; RODRIGUES, J. P. P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; CASTRO, M. M. D.; TRECE, A. S.; SILVA, T. E.; FISCHER, V; WEISS, K.; MARCONDES, M. I. Nutritional and productive performance of dairy cows fed corn silage or sugarcane silage with or without additives. **Tropical Animal Health and production**, v.48, p.747-753, 2016.

ANDRADE, J. B.; FERRARI JUNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e acrescida de rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 9, p. 1169–1174, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000900010>

ÁVILA, C. L. S.; VALERIANO, A. R.; PINTO, J. C.; FIGUEIREDO, C. P.; REZENDE, A. V.; SCHWAN, R. F. Chemical and microbiological characteristics of sugarcane silages treated with microbial inoculants. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.1, p. 25–32, 2010.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; NOGUEIRA, J, R.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1231–1239, 2007.

CAO, Y.; TAKAHASHI, T.; HORIGUCHI, K. Effects of addition of food by-products on the fermentation quality of a total mixed ration with whole crop rice and its digestibility, preference, and rumen fermentation in sheep. **Animal Feed Science and Technology**. v.151, p.1-11, 2009.

CARNEIRO, M. I. F. **Farelo e mesocarpo do côco do babaçu na alimentação de aves**. 2011, 85 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

CARVALHO, B .F.; ÁVILA, C. L. S.; MIGUEL, M. G. C. P.; PINTO, J. C.; SANTOS, M. C.; SCHWAN, R. F. Aerobic stability of sugar-cane silage inoculated with tropical strains of lactic acid bacteria. **Grass Forage Science** v.70, p.308–323, 2015. [Doi.org/10.1111/gfs.12117](https://doi.org/10.1111/gfs.12117).

CARVALHO, F. A. L.; QUEIROZ; M. A. A; SILVA, J. G; VOLTOLINI, T. V. Características fermentativas na ensilagem de cana-de-açúcar com maniçoba. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2078-2083, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131471>

CASTRO, K. J. **Torta de babaçu: consumo, digestibilidade, desempenho, energia metabolizável, energia líquida e produção de metano em ruminantes**. 89 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), 2012.

CHALUPA, W.; EVANS, J. L.; STILLIONS, M. C. Influence of ethanol on rumen fermentation and nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, v.23, n.3, p.802-807, 1964.

CQBAL 4.0. **Tabela de composição química e bromatológicas de alimentos**. 2017-2018. Disponível em: < <http://www.cqbal.com.br>>. Acesso em: 02/04/2020.

CRUZ, L. A. **Farinha do mesocarpo do babaçu em rações de frangos de corte**. 2012. 60 fp. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2012.

CRUZ, R. S. **Inclusão do farelo do mesocarpo de babaçu em dietas com diferentes níveis de concentrado para bovinos alimentados em confinamento**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO, 119p. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Babaçu- Programa Nacional de Pesquisa, Departamento de Orientação e Apoio à Programação de Pesquisa**. Brasília: EMBRAPA, 198p. 1984.

EMPRESA FLORESTAS BRASILEIRA S.A.,. **Farinha do babaçu**. Disponível em: [http://www.florestasbrasileiras.com/index.php?cont=produto&id\\_produto=4](http://www.florestasbrasileiras.com/index.php?cont=produto&id_produto=4). Acesso: 03 de dezembro de 2020.

FABRIS, L. B.; GOMES, H. R.; DOMINGUES, F. N.; FOLONI, J. S. S.; ZANET, C.; SANTOS, D. H. Composição bromatológica da silagem de dois cultivares de cana-de- açúcar tratadas com doses crescentes de cal virgem. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 21, p. 333–339, 2013.

FERREIRA, E. F.; CASTRO, L. S.; OLIVEIRA, M. M. M.; SILVA, T. L. A.; MORO, D. Utilização de subprodutos do babaçu na nutrição animal. **PUBVET**, Londrina, V.5, N.22, p. 1-9, 2011.

GERUDE NETO, O. J. A.; PARENTE, H. N.; PARENTE, M. O. M.; ALVES, A. A.; SANTOS, P. A. C.; MOREIRA FILHO, M. A.; ZANINE, A. M.; FERREIRA, D.J.; BEZERRA, L. R.; GOMES, R. M. S.. Intake, nutrient apparent digestibility, and ruminal constituents of crossbred Dorper × Santa Inês sheep fed diets with babassu mesocarp flour. **The Scientific World Journal**. P. 1 – 8, 2016. [Doi.org/10.1155/2016/8675836](https://doi.org/10.1155/2016/8675836)

GUIMARÃES, C. R. R. **Valor nutritivo da silagem de capim mombaça (*Panicum maximum*) com níveis crescentes de adição do farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbignya* sp)**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2010.

GUSMÃO, J. O; DANES, M. A. C; CASAGRANDE, D. R; BERNARDES, T. C. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass Forage Science**. P. 1 – 10, 2018. DOI: 10.1111/gfs.12357

HU, X.; HAO, W.; WANG, H.; et al., Fermentation characteristics and lactic acid bacteria succession of total mixed ration silages formulated with peach pomace. **Journal of Animal Science**. v. 28, p. 502 – 510, 2015.

IMAI A. Silage making and utilization of high moisture by-products. 1. Significance of silage making for high moisture by-products. **Grassland Science**. v.47, p.307-310, 2001.

KONDO, M., SHIMIZU, K., JAYANEGARA, A., MISHIMA, T., MATSUI, H., KARITA, S., GOTOA, M., FUJIHARA, T. Changes in nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperatures and periods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 1175–1180, 2015 doi:10.1002/jsfa.7200

KUNG JÚNIOR, L.; MARTIN, R.; LIN, C. J. Silage additives. In: **Silage Science and Technology**. BUXTON, D.R. et al. eds. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America, Madison, WI. 2003, p. 305–360.

KUNG JR, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHIMDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p.4020 – 4033, 2018. [doi.org/10.3168/jds.2017-13909](https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909)

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal** (mitos e realidades). Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 344p

LIMA, J. A.; CUNHA, E. A.; FERRARI JUNIOR, E.; BUENO, M. S.; OKAMOTO, F. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar aditivada com hidróxido de cálcio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, n. 4, p. 329–338, 2007.

LOPES, J. L.; EVANGELISTA, A. R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, p. 984–991, 2010.

MACONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; SILVA, L. F. C.; FONSECA, M. A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta da alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.

MAY, P.H. **Palmeiras em chamas: transformação agrária e justiça social na zona do babaçu**. São Luís. EMAPA, FINEP, Fundação Ford, 1990. 240p.

MENEGHETTI, C. C; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.2, p.512-536, 2008.

MIOTTO, F. R. C. Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do mesocarpo de babaçu para ovinos. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.4, p. 792-801, 2012.

MIOTTO, F. R. C. **Farelo do mesocarpo de babaçu (*Orbygnia sp.*) na terminação de bovinos: composição física da carcaça e qualidade da carne**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO. 140p. 2011

MIYAJI, M.; MATSUYAMA, H.; NONAKA, K. Effect of ensiling process of total mixed ration on fermentation profile, nutrient loss and in situ ruminal degradation characteristics of diet. **Animal Science Journal**, v. 88, p. 134 – 139, 2016. <https://doi.org/10.1111/asj.12610>

MORAES, R. L.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G.; MARCONDES, M. I.; CARDOSO, L. L. Silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculantes microbianos e suas misturas. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.7, n.3, p.76-83, 2017.

MORAES, S. A.; SILVA, A. G. M.; BENEVIDES, Y. I.; GIRÃO, A. J.; BESERRA, L. T.; NEIVA, J. N. M.; BORGES, I. Degradabilidade *in situ* da matéria seca do farelo de babaçu em diferentes granulometrias. In: 42ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Goiânia, 2005. **Anais...** Goiânia: p.3, 2005.

NISHINO, N., YOSHIDA, M., SHIOTA, H., SAKAGUCHI, E., Accumulation of 1,2-propanediol and enhancement of aerobic stability in whole crop maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Journal. Appl. Microbiologic**. v.94, p.800–807, 2003.

NUSSIO, L. G.; SCHIMDT, P.; PEDROSO, A. F. Silagem de cana-de-açúcar. In: PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 2003. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 187 – 205.

OLIVEIRA, A. I. R.; ALEXANDRE, G. P.; MAHMOUD, T. S. Babaçu (*Orbignya sp.*): Caracterização física de frutos e utilização de solventes orgânicos para extração de óleo. In: III Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia. 2013, Londrina. **Anais...** Londrina BBR – Biochemistry and Biotechnology Reports - ISSN 2316-5200 v. 2, n. 3, p. 126-129.

PEDROSO, A. F.; RODRIGUES, A. A.; BARIONI JUNIOR, W.; SOUZA, G. B. Fermentation parameters, quality and losses in sugarcane silages treated with chemical additives and a bacterial inoculant. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2318–2322, 2011.

RIBEIRO, L. S. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, A. B.; FERREIRA, A. R.; BONOMO, P.; SILVA, F. F. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 9, p. 1911–1916, 2010.

ROSTAGNO, H. S. ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2017. v.4, 488p



SÁ, H. M.; TELES, T. L.; BORGES, I.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P. Perfil metabólico em ovinos alimentados com inclusões crescentes da torta do babaçu na dieta. **Revista Veterinária Notícias**, v. 20, n. 2, p. 1 – 9, 2014.

SÁ, H. M.; TELES, T. L.; BORGES, I.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P.; NEIVA, J.N.M.; SOUSA, J. T.; PAULA, S. M. Consumo e comportamento ingestivo de ovinos mestiços alimentados com torta do babaçu. **Revista Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 107-113, 2015.

SÁ, H.C.M.; BORGES, I.; JUNIOR, G.L.M.; NEIVA, J.N.M.; SOUSA, L.F. Farinha do endocarpo I do babaçu na formulação de dietas para ovinos. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 207 – 216, 2015.

SANTOS, A. R. D. **Farinha amilácea de babaçu na dieta de caprinos em terminação**. Dissertação (Mestrado em Ciência animal) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha – MA, 50p. 2018.

SANTOS, A. R. D.; PARENTE, H. N.; MACHADO, N. A. F. et al. The physiological response, feeding behaviour and water intake of goat kids fed diets with increasing levels of babassu mesocarp flour. **Biological Rhythm Research**. p.1-13, 2019. DOI: 10.1080/09291016.2019.1680934

SANTOS, W. C. C.; NASCIMENTO, W. G.; MAGALHÃES, A. L. R.; SILVA, D. K. A.; SILVA, W. J. C. S.; SANTANA, A. V. S.; SOARES, G. S. C. Nutritive value, total losses of dry matter and aerobic stability of the silage from three varieties of sugarcane treated with commercial microbial additives. **Animal Feed Science and Technology**. v. 204, p. 1-8, 2015. [Doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.004](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.004)

SCHIMDT, P.; NUSSIO, L. G.; QUEIROZ, O. C. M.; SANTOS, M. C.; ZAPOLLATO, M.; TOLEDO FILHO, S. G.; DANIEL, J. L. P. Effects of *Lactobacillus buchneri* on the nutritive value of sugarcane silage for finishing beef bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.1, p.8-13, 2014.

SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; NUSSIO, L. G.; PEDROSO, A. F.; PAZIANI, S. F.; WECHLER, F. S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007.

SILVA, A. G. M. BORGES, I.; NEIVA, J. N.; RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E. O. S.; MORAES, S. A.; SILVA, J. J.; MERLO, F. A.; SOUSA, T. A. S.; MAGALHÃES JUNIOR, L. L. Degradabilidade *in situ* da torta de babaçu - matéria seca e proteína. In: 5º CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2008. Aracajú. **Anais...** Aracajú. p.3, 2008.

SILVA, J. G.; QUEIROZ, M. A. A.; ARAUJO, G. G. L.; SILVA, B. G.; CUNHA, J. A.; RODRIGUES, P. H. M. Características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar com erva-sal. **Ciência Rural**, v.44, n.3, p.555-560, 2014.

SILVA, J. S.; SANTOS, M. L.; SILVA FILHO, E. C.; CARVALHO, M. G. F. M.; NUNES, L. C. C. Subprodutos do babaçu (*Orbignya* sp) como novos materiais adsorptivos: uma revisão. *Revista Matéria*, v. 24, n. 3, p. 1-11, 2019. [doi.org/10.1590/s1517-707620190003.0730](https://doi.org/10.1590/s1517-707620190003.0730)

SILVA, N. R. **Desempenho produtivo de bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farinha amilácea de babaçu**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia/Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2008.

SILVA, T. C. P. **Substituição do Farelo de Trigo pela Torta de Babaçu na Alimentação de Vacas Mestiças em Lactação**. 2006. 31 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

SOLER, M. P.; VITALI, A. A.; MUTO, E. F. Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 27, 712 – 722, 2007.

WANG, C.; NISHINO, N. Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. *Journal of Applied Microbiology*, v. 114, p. 1687-1695, 2013.

WANG, F.; NISHINO, N. Ensiling of soybean curd residue and wet brewers grains with or without other feeds as a total mixed ration. *Journal Dairy Science*, v. 91, p.2380-2387, 2008.

WEINBERG, Z. G.; CHEN, Y.; MIRON, D.; RAVIV, Y.; NAHIM, E.; BLOCH, A.; MIRON, J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film – A commercial scale experiment. *Animal Feed Science Technology*, v.164, p.125–129, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.016>

XU, C.; CAI, Y.; ZHANG, J.; MATSUYAMA, H. . Feeding value of total mixed ration silage with spent mushroom substrate. *Animal Science Journal*, v.81, p.194-198, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2009.00728.x>

YUAN, X.; GUO, G.; WEN, A.; et al. The effect of different additives on the fermentation quality, in vitro digestibility and aerobic stability of a total mixed ration silage. *Animal Feed Science and Technology*, v. 207, p. 41-50, 2015.

## Capítulo II - Composição química e degradabilidade *in situ* de subprodutos do babaçu

### RESUMO

Objetivou-se com este estudo, avaliar a composição química e a degradabilidade *in situ* de quatro subprodutos do babaçu (grumo, torta, farinha fina e farinha 95 micras). As amostras dos subprodutos foram divididas em duas partes, sendo uma para a realização das análises químicas, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (MM), e a outra para o ensaio de degradabilidade *in situ*. O delineamento experimental adotado para o ensaio de degradabilidade *in situ*, foi em delineamento inteiramente casualizados (DIC), com quatro tratamentos (grumo, torta, farinha fina e farinha 95 micras) e três repetições (três períodos de incubação), em parcelas subdivididas nos tempos de incubação (0, 3, 6, 12, 24 e 72 horas). Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis da composição química dos subprodutos do babaçu, exceto hemicelulose. Verificou-se maior teor PB para torta 155,16g/kg MS ( $P < 0,05$ ), sendo superior aos demais subprodutos, 52,40g/kg MS para a farinha fina, 30,28g/kg MS para a farinha 95 micras e 20,21g/kg MS para o grumo. Para a degradabilidade da fração solúvel em água (fração *a*) da MS, observou-se maior percentual para a farinha 95 micras (37,34%) em relação aos demais subprodutos estudados. Com relação a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (fração *b*) e a que é a taxa de degradação da fração *b* por hora (fração *c*), foi possível observar que a farinha fina e a farinha 95 micras apresentaram as maiores frações *b*, com valores de 56,63 e 37,34%, respectivamente. As duas farinhas apresentaram os maiores percentuais para a degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da MS. Para a degradação da PB, os maiores percentuais de DP e DE para as três taxas de passagem foram observados para o grumo e a farinha 95 micras. O maior valor da fração potencialmente degradável padronizada (Bp) e a maior taxa de passagem (k) foram obtidas pela farinha 95 micras, que também apresentou maiores ( $P < 0,05$ ) degradação para MS, PB e FDN (67,33, 45,93 e 53,81%), respectivamente. Entre os subprodutos estudados, a torta do babaçu apresenta superior composição química, entretanto, a farinha 95 micras, apresentou, simultaneamente, valor nutricional e degradação ruminal satisfatória para ser utilizada como a aditivo ou em substituição parcial de outros concentrados tradicionais mediante a disponibilidade e preços acessíveis.

**Palavras-chave:** *Attalea speciosa*, alimentação, degradação, ruminantes

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the chemical composition and *in situ* degradability of the four babassu by-products (grume, babassu cake, fine flour and flour 95-microns). The by-products sample was divided in two parts, one to the chemical analyses of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and ash, and the second sample to *in situ* digestibility assay. The experimental design adopted for the *in situ* degradability test was in a completely randomized design (DIC), with four treatments (grume, babassu cake, fine flour and flour 95-microns) and three replications (three incubation periods), in plots subdivided in incubation times (0, 3, 6, 12, 24 and 72 hours). There was a significant difference ( $P < 0.05$ ) for all variables of the chemical composition of babassu by-products, except hemicellulose. A higher CP content was found for 155.16g / kg DM ( $P < 0.05$ ), being higher than the other by-products, 52.40g / kg DM for fine flour, 30.28g / kg DM for flour 95-microns and 20.21g / kg DM for the grume. For the degradability of the water-soluble fraction (fraction a) of DM, a higher percentage was observed for flour 95 microns (37.34%) in relation to the other by-products studied. Regarding the fraction insoluble in water, but potentially degradable (fraction b) and what is the rate of degradation of fraction b per hour (fraction c), it was possible to observe that fine flour and flour 95 microns presented the largest fractions b (56.63 and 37.34%), respectively. The two flours presented the highest percentages for the potential (DP) and effective (DE) degradability of DM. For the degradation of CP, the highest percentages of DP and DE for the three passage rates were observed for grume and flour 95 microns. The highest value of the potentially degradable standardized fraction (Bp) and the highest passage rate (k) were obtained by the flour 95-microns, which also showed greater ( $P < 0.05$ ) degradation for MS, PB and NDF (67.33, 45.93 and 53.81%), respectively. Among the by-products studied, the babassu cake has a superior chemical composition, however, the flour 95-microns, presented, simultaneously, nutritional value and satisfactory ruminal degradation to be used as an additive or in partial replacement of other traditional concentrates according to availability and prices accessible.

**Keywords:** *Attalea speciosa*, alimentation, degradation, ruminants

## 1 INTRODUÇÃO

A introdução dos coprodutos e subprodutos agroindustriais nas dietas de ruminantes representa grande oportunidade para a redução de custos de produção e consequentemente maior lucratividade para a cadeia produtiva, além de ser destino viável para esses produtos, pois a grande maioria deles não possui aplicação estabelecida, sendo considerados excedentes na cadeia produtiva e prováveis causadores de problemas ambientais (SÁ et al., 2014).

O babaçu (*Attalea speciosa*) é uma planta nativa do Brasil, disseminada por quase todo o interior do país, desde o estado do Amazonas até o estado de São Paulo, sendo concentrada principalmente nos estados do Maranhão, Piauí, e algumas áreas isoladas no Ceará, Pernambuco e Alagoas (SILVA et al., 2019). No estado do Maranhão, são encontrados cerca de 10 milhões de hectares de babaçu, sendo responsável por cerca de 94% da produção nacional (IBGE, 2018).

O fruto do Babaçu é composto de quatro partes aproveitáveis: epicarpo (11%), mesocarpo (23%), endocarpo (59%) e amêndoas (7%), sendo mais de 60% da amêndoa constituída de óleo (SOLER et al., 2007). Dentre essas partes, as amêndoas têm o maior potencial econômico, pois delas extrai-se o óleo, o qual é utilizado na indústria alimentícia, farmacêutica e de cosméticos (MIOTTO, 2011). No processo de industrialização do babaçu para a obtenção do óleo são gerados vários subprodutos, como a torta, o farelo, e a farinha do mesocarpo do babaçu em diferentes texturas e granulometrias, (MIOTTO, 2012; GERUDE NETO et al., 2016; SANTOS et al., 2019). Esses subprodutos vêm tendo uso cada vez mais frequente na nutrição animal como alimento alternativo ou em substituição a outros alimentos mais tradicionais.

Contudo, para utilização de subprodutos na alimentação de ruminantes é importante que se faça a análise da composição química, para a obtenção das frações constituintes do alimento, e por esta ser o ponto de partida para a formulação e balanceamento das rações, assim como ensaios de degradabilidade *in situ*, para a determinação da taxa de passagem e o potencial de degradação ruminal.

Desta forma, torna-se essencial estudos avaliando a composição química e degradabilidade *in situ* dos subprodutos do babaçu, a fim de gerar conhecimentos sobre seus constituintes químicos e seus parâmetros de degradação.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar a composição química e a degradabilidade *in situ* de subprodutos do babaçu.

### 2.2 Específicos

- Determinar a composição química com base nos teores de MS, MM, MO, PB, EE, FDNcp, FDAp, HEM, CEL, LIG, CT, CNF e NDT de quatro subprodutos do babaçu.
- Estimar os parâmetros de degradação *in situ* da MS, PB e FDN de quatro subprodutos do babaçu.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização

O experimento foi conduzido no setor de gado de leite em área pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, no Município de Chapadinha, Região do Baixo Parnaíba, situada a 03°44'33" S de latitude e 43°21'21" W de longitude.

#### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizados (DIC), com quatro tratamentos que consistiram dos subprodutos do babaçu (torta, grumo, farinha fina e farinha 95 micras) e cinco repetições. Vale destacar que a torta foi obtida a partir das amêndoas, à farinha fina e farinha 95 micras a partir do mesocarpo e o grumo a partir do mesocarpo e epicarpo. As amostras foram resultantes do acumulo de um mês de processamento dos subprodutos e posteriormente foram cedidos pela empresa Florestas Brasileiras S.A sediada em Itapecuru Mirim – MA.

#### 3.3 Análises químicas

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Produtos de Origem Animal (LAPOA) e no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal, ambos pertencentes a UFMA-CCAA.

As amostras de subprodutos foram divididas em duas partes, sendo uma para a realização das análises da composição química, onde estas amostras foram submetidas à pré-secagem por 72 horas, em estufa de ventilação forçada a  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  e, posteriormente, foram moídas em moinho de facas tipo Willey com peneiras de crivos de 1 mm para a determinação dos teores de matéria seca (MS) pelo método 934,01 (AOAC, 2012), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl 920,87 (AOAC, 2012), extrato etéreo (EE) pelo método 920,39 (AOAC, 2012), matéria mineral (MM) pelo método 930,05 (AOAC, 2012), fibra em detergente neutro (FDN) (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981), fibra em detergente ácido (FDA) (VAN SOEST et al., 1991).

O teor de matéria orgânica (MO) foi obtida pela equação,  $\text{MO} = 100 - \text{MM}$ . A concentração de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) foi determinada pela equação:  $\% \text{FDNcpMS} = \% \text{FDN} - (\% \text{PIDNMS} + \% \text{CIDNMS})$ . A fibra em detergente ácido corrigida para proteína (FDAp) foi calculada a partir da subtração do FDA pela PIDA. A lignina foi determinada de acordo com Van Soest et al. (1963). O teor de hemicelulose (HEM) foi calculado a partir da subtração do FDNcp pela FDAp, e a celulose

(CEL) a partir da subtração do FDAp pela lignina. Os carboidratos totais (CT) foram calculados a partir da equação:  $CT = 100 - (\%PB + \%MM + \%EE)$ , de acordo com Sniffen et al. (1992). A concentração dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtida pela equação,  $CNF = 100 - (\%PB + \%FDNcp + EE + MM)$ , conforme proposto por Detmann et al. (2012). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com Van Soest (1994), pela equação:  $NDT (\%) = Deg + (1,25*EE) - MM$ . (Deg = Degradabilidade; 1,25 = fator de correção; EE = Extrato Etéreo; MM = Matéria Mineral).

### 3.4 Degradabilidade *in situ*

A outra parte das amostras foram destinadas à degradabilidade *in situ*, em que, os subprodutos foram moídos em moinho tipo Willey com peneiras de 5 mm, posteriormente, foram acondicionadas 4 g de cada ingredientes em sacos com dimensões 13 × 4 cm, confeccionados com TNT gramatura 100 (100 g/m<sup>2</sup>) na proporção de 15 a 20 mg da mostra por cm<sup>2</sup> de área de saco (NOCEK, 1988).

Utilizou-se uma novilha 7/8 holandesa de, aproximadamente, 400 kg fistulada no rúmen, onde foram incubados os sacos de TNT com 4 gramas de amostras nos tempos de incubação 0, 3, 6, 12, 24 e 72 horas, incubados em ordem decrescentes para que todos os sacos fossem retirados ao mesmo tempo e passassem pelo mesmo processo de lavagem. Os sacos do tempo zero ou fração solúvel (fração *a*), foram colocados em banho maria à 39°C durante uma hora e, posteriormente, lavados juntos aos sacos dos demais tempos que foram incubados no rúmen até que a água se tornasse límpida. Em seguida, os sacos foram colocados em estufa com circulação forçada de ar a 60±5°C, por 72 horas para a realização das análises de MS, PB e FDN, segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012). Esses procedimentos foram repetidos três vezes, totalizando três períodos de incubação.

A estimativa dos parâmetros da degradabilidade *in situ* foi realizada com base no modelo não linear proposto por Sampaio (1997), a partir de simplificação do modelo exponencial proposto por Ørskov e McDonald (1979), expresso por  $DP = A - B.e^{-c.t}$ , em que, DP = percentagem real do nutriente degradado após t horas de incubação no rúmen; A = potencial máximo de degradação do material no saco de náilon (assíntota); B = fração potencialmente degradável do material que permanece no saco de náilon após o tempo zero; c = taxa de degradação da fração remanescente no saco de náilon após tempo zero; t = tempo de incubação.

A degradabilidade efetiva (DE) constitui à porcentagem de material que é realmente degradado no rúmen e foi estimada considerando-se as taxas de passagens de 2, 5 e 8%/h



(AFRC, 1993), taxas consideradas para volumosos de baixa qualidade e palhadas ou restolhos culturais; dietas compostas e volumosos de boa qualidade; e dietas ou ingredientes concentrados, respectivamente, utilizando-se a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979),  $DE = a + [(b - c) / (c + k)]$ , em que, DE = Degradação efetiva; a = fração solúvel, rapidamente degradada; b = fração insolúvel, lentamente degradada; c = taxa fracional de degradação de b; k = taxa de passagem.

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens e Loften (1980):

$$R_t = B \cdot e^{-ct} + I$$

Em que:  $R_t$  = fração degradada no tempo t; I = fração indegradável.

Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo et al. (1972), utilizando-se as equações:

$$BP = B/(B+I) \times 100$$

$$IP = I/(B+I) \times 100$$

Em que: BP = fração potencialmente degradável padronizada (%); IP = fração indegradável padronizada (%); B, I = como definidas anteriormente.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizados (DIC), com quatro tratamentos que consistiram dos subprodutos do babaçu (torta, grumo, farinha fina e farinha 95 micras) e três repetições (três períodos de incubação), em parcelas subdivididas nos tempos de incubação 0, 3, 6, 12, 24 e 72 horas. As amostras foram incubadas em triplicata.

### 3.5 Análises estatísticas

Para avaliação da degradação, foram realizadas a ANOVA através do procedimento para médias (PROC MEANS) do SAS (2002), e para os parâmetros *a*, *b* e *c* e as curvas de degradação *in situ* dos princípios nutritivos foram obtidos segundo a equação exponencial, proposta por Ørskov e McDonald (1979), pelo procedimento para modelos não lineares (PROC NLIN) do SAS (2002). As médias dos dados de degradação da MS, PB e FDN nos tempos de incubação, bem como para os dados referentes a composição bromatológica dos subprodutos, foram comparadas utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, usando-se o procedimento MIXED do SAS (2002).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) para todas as variáveis da composição química dos subprodutos do babaçu, exceto HEM (Tabela 1). Foi observado maior teor de MS para o grumo 916,02 g/kg seguido da farinha 95 micras 897,95 g/kg, enquanto a torta e a farinha fina apresentaram valores inferiores, sendo 889,22 g/kg e 874,96 g/kg, respectivamente.

**Tabela -1** Composição química dos subprodutos do babaçu

Variáveis (g/kg MS)	Subprodutos				CV (%)	EPM	P-valor
	Grumo	Torta	Farinha fina	Farinha 95 micras			
MS	916,02a	889,22c	874,96d	897,95b	0,31	1,25	<0,0001
MM	18,77c	41,84a	30,88b	31,40b	3,02	0,41	<0,0001
MO	981,23a	958,16c	969,12b	968,60b	0,10	0,41	<0,0001
PB	24,21d	155,16a	52,40b	30,28c	4,75	1,39	<0,0001
FDNcp	279,08c	635,68a	660,52a	434,73b	9,52	21,40	<0,0001
FDAp	167,31c	537,20a	547,84a	252,11b	4,51	7,58	<0,0001
HEM	111,77	98,48	112,67	182,63	39,59	22,37	0,0677
CEL	106,44b	433,33a	379,83a	139,80b	11,34	13,43	<0,0001
LIG	60,87c	103,87bc	168,01a	112,31b	21,48	10,68	<0,0001
EE	194,29b	118,07c	242,60a	4,88d	3,98	2,49	<0,0001
CT	762,73b	684,94c	674,12c	933,43a	0,89	3,02	<0,0001
CNF	483,65a	49,26b	13,60b	498,70a	17,83	20,83	<0,0001
NDT	597,39c	469,95d	634,48b	647,00a	1,13	2,97	<0,0001

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDAp: fibra em detergente ácido corrigida para proteína; HEM: hemicelulose; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; NDT: nutrientes digestíveis totais; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média.

O maior teor de MS apresentado pelo grumo, pode ser devido ao seu processamento, obtido a partir de resíduos do epicarpo e mesocarpo, onde estes possuem na sua constituição um tecido lignificado, duro, impermeável e resistente. O teor de MS da farinha fina está semelhante aos valores descritos por Santos et al. (2019), que encontraram teores de 875,0 g/kg de MS para este subproduto. Em relação à torta, o teor de MS encontrado está abaixo do valor de 907,50 g/kg disposto no CQBAL 4.0 (2020), e próximo do valor descrito por Carvalho et al. (2009), que encontraram valores de 896,10 g/kg para o farelo do babaçu. Vale ressaltar que na literatura são citados os nomes torta ou farelo, já que estes são obtidos no processo de retirada do óleo das amêndoas, podendo ser com uso de solventes (farelo) ou prensagem mecânica (torta).

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) para os teores de MM e MO, entre os subprodutos avaliados (Tabela 1). A torta apresentou maior teor de MM e conseqüentemente menor teor de MO, já o tratamento grumo, apresentou o oposto, menor MM e maior MO. Com isso as diferenças observadas nos teores de MM e MO entre os subprodutos estão relacionadas aos seus constituintes, e nas formas em que estes são obtidos, em que à torta é obtida a partir das amêndoas, à farinha fina e farinha 95 micras é obtida a partir do mesocarpo e o grumo a partir do mesocarpo e epicarpo. Os valores de MM e MO da torta estão acima dos valores dispostos no CQBAL 4.0 (2020), 17,60 e 877,90 g/kg para a MM e MO para a torta, respectivamente. Já em relação a farinha fina e farinha 95 micras os valores de MM e MO estão relativamente próximos aos descritos por Santos et al. (2019), 29,10 e 970,90 g/kg para a MM e MO, respectivamente. Já em relação ao grumo não foram encontrados na literatura dados referentes a sua composição química.

Para a PB (Tabela 1), verificou-se maior valor ( $P < 0,0001$ ) para torta (155,16 g/kg), sendo bem superior ( $P < 0,05$ ), aos demais subprodutos, farinha fina (52,40 g/kg), farinha 95 micras (30,28g/kg) e grumo (24,41 g/kg). O valor de PB apresentado pela torta é superior ao verificado por Silva (2006), 149,7 g/kg e inferior ao valor observado no CQBAL 4.0 (2020), 192,70 g/kg. O teor de PB da farinha fina 52,40 g/kg, está próximo ao observado por Santos et al. (2019), que reportaram 49,40 g/kg. Já o teor de PB da farinha 95 micras de 30,28 g/kg, foi inferior aos descritos Santos et al. (2019).

Essas diferenças na composição dos subprodutos do babaçu são frequentes, e de acordo Miotto (2011), isso se deve principalmente ao tipo de processamento e também pela diferença de clima e região das amostras utilizadas, uma vez que estas variáveis podem alterar a composição química deste ingrediente. Já o menor valor de PB encontrando no grumo, pode ser em razão deste ser obtido do epicarpo e mesocarpo, no qual são mais pobres em nutrientes.

Para a FDNcp (Tabela 1), os maiores valores ( $P < 0,0001$ ) foram observados para a farinha fina (660,52 g/kg) e para a torta (635,68 g/kg), sendo estes valores superiores a farinha 95 micras e ao grumo que apresentaram 434,73 e 279,08 g/kg, respectivamente. O teor de FDNcp da torta está próximo ao observado no CQBAL 4.0 (2020), 630,0 g/kg. Já Santos et al. (2018) observaram teores de FDNcp de 527,0 g/kg para a farinha grossa (tipo II) e Santos et al. (2019) observaram teores de FDN de 644,0 g/kg para a farinha fina (tipo I), sendo estes valores inferiores ao valor da farinha fina e superiores ao valor da farinha 95 micras. Essas variações e diferenças nos teores de FDN, observados para a farinha fina pode ser devido a contaminação

no momento de extração do mesocarpo pelo epicarpo e endocarpo, que são fibrosos, deixando a farinha com maior teor de fibra (SOUSA et al., 2014).

Para a FDAp, o comportamento foi semelhante a FDNcp, em que os maiores valores ( $P < 0,001$ ) foram observados para farinha fina e para a torta e os menores valores foram observados para a farinha 95 micras e para o grumo (547,84; 537,20; 252,11; 167,31 g/kg, respectivamente). O teor de FDAp da torta no presente trabalho é superior ao valor de FDAcp observado no CQBAL 4.0 (2020) 339,10 g/kg. Os valores de FDAp observados para a farinha fina e farinha 95 micras variaram bastante, assim encontrados na literatura, em que Sousa et al. (2014), observou valores de 440,20 e 327,50 g/kg de FDA para as farinhas do mesocarpo tipo I e II, respectivamente, e bem superiores aos valores descritos por Rostagno et al. (2017), que observaram valores de 115,0 g/kg de FDA.

Assim como observado para o teor de FDN, essa variação nos teores de FDA pode ser em razão de contaminações no momento de extração do mesocarpo pelo epicarpo e endocarpo, que são fibrosos, deixando a farinha com maior teor de fibra, (SOUSA et al., 2014). Os menores teores de FDAp observados para a farinha 95 micras e para o grumo são importantes, pois menores FDAp aumenta a digestibilidade do alimento, uma vez a FDAp é composta na sua totalidade pela celulose e lignina que são as porções menos digestíveis da parede celular das forragens pelos microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994; SILVA E QUEIROZ, 2002).

Para a CEL (Tabela 1), assim como para as variáveis FDNcp e FDAp os maiores valores ( $P < 0,0001$ ) foram observados para a torta (433,33 g/kg) e para a farinha fina (379,83 g/kg). Esses maiores teores de CEL apresentados por estes subprodutos foram em consequência dos maiores teores de FDNcp e FDAp presentes nesses tratamentos pois a celulose faz parte da constituição de ambos, que por sua vez fazem parte dos carboidratos fibrosos (celulose e a hemicelulose), que juntamente com a lignina compõem a parede celular vegetal, os quais apresentam lenta digestão, disponibilidade nutricional variável e ocupam espaço no trato gastrintestinal (VAN SOEST, 1967; CABRAL et al., 2002).

O maior ( $P < 0,0001$ ) valor de LIG (Tabela 1) foi verificado para a farinha fina e o menor valor para grumo. Assim, como nos demais dos constituintes da parede celular FDN, FDA e CEL, possivelmente as diferenças dos teores de lignina entre os subprodutos do babaçu estão relacionadas as variabilidades nos constituintes fibrosos destes subprodutos. Vale ressaltar que a lignina é um constituinte indigestível da parede celular, estando ligado a FDN e FDA, em que altos teores deste constituinte compromete tanto o consumo como a digestibilidade do alimento.

Quanto ao EE (Tabela 1), o maior teor ( $P < 0,0001$ ) foi observado para a farinha fina, seguida do grumo, torta e farinha 95 micras que apresentou o menor teor, sendo os valores de 242,60; 194,29; 118,07 e 4,88 g/kg, respectivamente. Os teores de EE observados para as farinhas e a torta diferiram de outros valores encontrados na literatura. O teor de EE observado para a farinha fina foi superior ao descrito por Santos et al. (2019), que encontraram 17,10 g/kg. Já o teor de EE da torta foi superior ao descrito por Sá et al (2014) e ao disposto no CQBAL 4.0 (2020) 78,5 e 80,10 g/kg de EE, respectivamente.

A diferença entre os teores de EE da farinha fina e farinha 95 micras, pode ser em razão do tipo de processamento feito para a obtenção das mesmas, uma vez que estas diferem-se quanto a textura e granulometria, sendo a farinha 95 micras classificada como farinha premium e voltada principalmente para a alimentação humana. O teor de EE da farinha 95 micras está abaixo do nível máximo (70 g/kg de EE) recomendado por Van Soest, (1994) como limitante a fermentação ruminal. Já os teores de EE observados para farinha fina, grumo e torta, estão acima desse nível, merecendo a devida atenção na hora da formulação de ração, com estes subprodutos.

Foram constatadas diferenças significativas ( $P < 0,0001$ ) entre os subprodutos do babaçu para as variáveis CT e CNF (Tabela 1). Para a variável CT, a farinha 95 micras apresentou maior valor (933,43 g/kg) ( $P < 0,0001$ ) em relação aos demais subprodutos, sendo os menores valores observados para a torta (684,94 g/kg) e farinha fina (674,12 g/kg), essa diferença possivelmente foi em decorrência dos menores valores de PB e EE presentes na farinha 95 micras. O valor de CT da farinha 95 micras, foi próximo ao descrito por Santos et al. (2019), 904,40 g/kg, já o valor CT da farinha fina foi inferior a ambos, enquanto os valores da torta estão próximo ao descrito por Sá et al. (2015), 620,80 g/kg.

Já para em relação ao CNF, a farinha 95 micras e o grumo apresentaram maiores valores ( $P < 0,0001$ ) em relação a torta e a farinha fina. Os maiores valores de CNF observados para a farinha 95 micras e grumo em relação aos demais subprodutos, foram em razão dos menores teores de FDNcp presentes nestes subprodutos., como pode-se observar na Tabela 1, a farinha 95 micras e o grumo possuem menores teores de FDNcp em relação em relação a torta e a farinha fina. Os valores de CT e CNF observados para a farinha fina, foram inferiores aos descritos por Santos et al. (2019), (904,40 e 260,40 g/kg) para CT e CNF, respectivamente, enquanto os valores da farinha 95 micras foram próximos aos mesmos. Já em relação a torta, o valor de CT está próximo ao descrito por Sá et al. (2015), (620,80 g/kg de CT), enquanto o valor de CNF foi superior ao observado no CQBAL 4.0 (2020), (27,20 g/kg de CNF). Os CNF

são representados pelas frações degradadas mais rapidamente e incluem açúcares, pectina e amido, os quais apresentam disponibilidade nutricional rápida, completa e constante entre os alimentos cerca de 98 a 100%, (CABRAL et al. 2002; BERCHIELLI et al. 2006).

No que diz respeito ao (NDT) (Tabela 1), verificou-se maior valor ( $P < 0,0001$ ) para a farinha 95 micras (647,00 g/kg) e o menor valor para a torta (469,95 g/kg). Possivelmente o maior valor de NDT da farinha 95 micras e o menor valor da torta, estão relacionadas aos componentes fibrosos, e sobretudo aos teores de FDN<sub>ncp</sub> destes subprodutos, pois de acordo Cabral et al. (2002), a FDN é relacionada inversamente com o teor de CNF, e o NDT altamente correlacionado com a porcentagem de FDN ( $R^2 = - 0,95$ ). O valor de NDT da torta está acima dos valores descritos por Sá et al. (2015), 390,90 g/kg, já em relação ao valor de NDT da farinha 95 micras, não foram encontrados na literatura dados referentes a este constituinte. No entanto conforme o valor de NDT observado na farinha 95 micras, espera-se que esta tenha maior disponibilidade de nutrientes para os microrganismos ruminais e para os ruminantes.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores referentes aos parâmetros de degradação ruminal da MS e PB dos subprodutos analisados. Para a fração solúvel em água (fração *a*) da MS, observou-se maior percentual para a farinha 95 micras (37,34%) em relação aos demais subprodutos. Essa diferença pode ser explicada devido aos menores teores de fibras observados na farinha 95 micras e por sua granulometria (Tabela 1), o que proporcionou maior solubilidade da MS, em relação aos demais subprodutos. Fato semelhante foi observado por Herrera-Saldana et al. (1990), que concluíram que o tamanho da partícula dos alimentos incubados (1 mm) pode explicar os altos valores da fração solúvel, em função das perdas no processo de lavagem.

Já para a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (fração *b*), o maior percentual foi constatado na farinha fina (56,93%), e para a taxa de degradação da fração *b* por hora (fração *c*), o grumo apresentou maior valor (8,84%/hora). O maior percentual da fração *b* observado na farinha fina provavelmente é devido aos maiores teores de FDN<sub>ncp</sub>, FDAP, CEL e LIG (Tabela 1). A maior taxa de degradação da fração *b* por hora (fração *c*) observada no grumo possivelmente ocorreu em função dos menores teores de FDN<sub>ncp</sub> e FDAP (Tabela 1).

**Tabela 2.** Degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos subprodutos do babaçu

Item	Subprodutos			
	Grumo	Torta	Farinha Fina	Farinha 95 micras
Degradabilidade <i>in situ</i> da MS				
<i>a</i> (%)	25,63	21,60	20,63	37,34
<i>b</i> (%)	12,79	37,31	56,93	47,26
<i>c</i> (%/hora)	8,84	3,62	1,47	3,87
DP (%)	38,39	55,99	77,56	82,67
DE 2 (%/hora)	36,06	45,63	70,74	68,50
5 (%/hora)	33,80	37,27	63,11	57,96
8 (%/hora)	32,34	33,22	57,50	52,75
R <sup>2</sup>	87,03	75,34	90,03	94,21
Degradabilidade <i>in situ</i> da PB				
<i>a</i> (%)	18,92	24,33	21,23	28,20
<i>b</i> (%)	73,12	15,07	35,23	61,80
<i>c</i> (%/hora)	8,94	3,95	3,63	9,60
DP (%)	91,95	37,61	55,10	89,93
DE 2 (%/hora)	78,67	34,33	43,94	79,34
5 (%/hora)	65,81	30,98	36,05	68,84
8 (%/hora)	57,51	29,31	32,23	61,91
R <sup>2</sup>	93,93	91,11	90,71	90,71

a = fração solúvel em água (%); b = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (%); c = taxa de degradação da fração b (%/h); DP = degradação potencial no tempo 72 horas; DE = degradação efetiva.

A farinha 95 micras e a farinha fina apresentaram maiores valores de DP e DE da MS nas três taxas de passagem (2%, 5% e 8%/h) (Tabela 2). Esses resultados foram em consequência das características das frações “a” e “b” apresentadas pela farinha 95 micras e farinha fina e dos altos teores de amido que estas possuem na sua constituição, como descritos por Cinelli et al. (2014), onde os autores observaram 60,05% de amido, o qual segundo Van Soest (1994), por ser um carboidrato não estrutural pode ser extensamente degradável pelos microrganismos ruminais. Observa-se que a DE para todos os subprodutos, diminuiu à medida que aumentou a taxa de passagem, corroborando com Costa et al. (2016), em que esse resultado é devido ao menor tempo que o alimento permanece no rúmen, reduzindo assim, o tempo que os microrganismos ruminais possam atuar.

Os valores da DE da farinha 95 micras e farinha fina estão acima dos descritos por Sousa et al. (2014) em teste de degradabilidade *in vitro*, que observaram valores para DE da MS de (34,01, 31,78, 29,71 e 27,76%) para farinha do mesocarpo tipo I, e (39,48, 36,94, 34,56 e 32,32%) para farinha do mesocarpo tipo II, isso para taxas de passagem de 5, 6, 7 e 8%, no qual

essa variação foram em detrimento dos teores de fibras, principalmente lignina. Já os valores da DE da torta para as taxas de passagem 2, 5 e 8%/h (Tabela 2), estão próximos aos descritos por Silva (2008), 50,92, 40,52 e 35,08%/hora, para as taxas de passagem (2%, 5% e 8%/h), respectivamente.

Os baixos valores de degradação da MS da torta de babaçu indicam que seus padrões de degradação ruminal condizem com àqueles de alimentos fibrosos (SAMPAIO, 1994). Em relação ao grumo, este apresentou os menores valores de DP e DE, e também valores discrepantes para as frações *a* (25,63%), *b* (12,79%) e *c* (8,34%), o que não condizem com os parâmetros de degradação dos demais subprodutos avaliados. Essa discrepância nos valores pode estar relacionada as proporções de epicarpo e mesocarpo presente nele. Entretanto, não foram encontrados dados na literatura referente ao grumo e também não se sabe ao certo as participações do epicarpo e mesocarpo neste subproduto.

Para os parâmetros de degradação da PB (Tabela 2), observa-se que a farinha 95 micras apresentou maior valor da fração *a*, seguida da torta, farinha fina e grumo. O maior valor dessa fração apresentado pela farinha 95 micras, pode estar relacionado a sua granulometria, levando a maiores perdas durante a lavagem dos sacos. Nocek (1988), ressaltou que as perdas de partícula pela lavagem dos sacos podem levar a grandes variações (desaparecimento físico), e, é o que parece ter ocorrido com a farinha 95 micras.

Quanto a fração *b* da PB, pode-se observar que o grumo (73,12%) e a farinha 95 micras (61,80%), apresentaram valores bem mais elevados em comparação com a farinha fina e a torta (35,23 e 15,07%), respectivamente. Os maiores valores dessa fração apresentado pelo grumo e pela farinha 95 micras, podem ser decorrência dos menores teores de dos constituintes fibrosos FDN<sub>cp</sub>, FDA<sub>p</sub>, CEL e LIG (Tabela 1) apresentados por esses subprodutos e também pelo menor tamanho de partícula da farinha 95 micras. Já à torta apesar de ter o maior teor de PB (155,16 g/kg) entre os subprodutos analisados, foi o subproduto que obteve menor valor da fração *b*, indicando que grande quantidade da proteína desse subproduto pode estar associada à a FDN e FDA.

Com isso, o mesmo comportamento se repetiu para a fração *c*, em que os maiores valores observados dessa fração, foram para a farinha 95 micras, seguido do grumo, torta e farinha fina, indicando que as diferenças foram principalmente devido aos teores de fibras presente na sua constituição (Tabela 1), onde os subprodutos que possuem os maiores valores de FDN<sub>cp</sub> e FDA<sub>p</sub> apresentaram as menores taxas de degradação (fração *c*) da fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (fração *b*).



O grumo e a farinha 95 micras apresentaram DP e DE da PB (Tabela 2) bem superiores a farinha fina e torta. Embora o grumo e a farinha 95 micras apresentem baixos teores de PB (Tabela 1), os maiores valores da DP observados para estes subprodutos foram em consequência das maiores frações *b* e *c*, e em razão dos menores teores de FDN<sub>ncp</sub>, FDA<sub>p</sub>, CEL, LIG e maiores CNF (Tabela 1) em relação aos demais subprodutos. Em relação a DE, esses resultados foram principalmente em consequência dos valores obtidos nas frações *a*, *b* e *c*, no qual são utilizados na equação para se calcular a DE, assim, os resultados seguem os efeitos observados para estas frações.

Ao analisar a DP da PB, observou-se que os maiores valores foram apresentados pelo grumo (91,95%) e pela farinha 95 micras (89,93%), sendo bem superiores a farinha fina e a torta (55,10 e 37,61%), respectivamente. Embora o grumo e a farinha 95 micras apresentem baixos teores de PB (Tabela 1), os maiores valores da DP observados para estes subprodutos foram em consequência das maiores frações *b* e *c*, e possivelmente devido a maiores disponibilidades dos nutrientes para a degradação microbiana, em razão dos menores teores de FDN<sub>ncp</sub>, FDA<sub>p</sub>, CEL, LIG e maiores CNF (Tabela 1) em relação aos demais subprodutos.

Na Tabela 3, estão dispostos os dados do tempo de colonização (*lag time*), fração potencialmente degradável padronizada (B<sub>p</sub>), fração não degradável padronizada (I<sub>p</sub>), e taxa de passagem (k), da FDN dos subprodutos do babaçu. Para o *lag time*, os subprodutos apresentaram tempos próximos, em média 5,77 horas.

**Tabela 3.** Tempo de colonização (*lag time*), fração potencialmente degradável padronizada (B<sub>p</sub>), fração não degradável padronizada (I<sub>p</sub>), taxa de passagem (k) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) para FDN dos subprodutos do babaçu

Item	Subprodutos			
	Grumo	Torta	Farinha fina	Farinha 95 micras
<i>Lag time</i> (horas)	5,64	5,87	5,81	5,77
B <sub>p</sub> (%)	51,58	45,86	66,49	69,90
I <sub>p</sub> (%)	48,42	54,14	33,51	30,10
k (%/hora)	1,93	4,15	3,35	5,84
R <sup>2</sup>	97,40	99,03	95,20	90,77

Os valores do tempo de colonização da farinha fina e da farinha 95 micras, assim como dos demais subprodutos estão próximos aos valores do tempo de colonização observado por Sousa et al. (2014) para a farinha do mesocarpo tipo I (5,45 horas) e farinha do mesocarpo tipo II (5,40 horas) em teste de degradabilidade *in vitro*.

Em relação a fração Bp e fração Ip (Tabela 3), verifica-se que os maiores percentuais da fração Bp foram para a farinha 95 micras e farinha fina, e como consequência apresentaram menores frações Ip. O maior percentual da fração Bp, apresentado pela farinha 95 micras foi proporcionada pelos menores teores de fibras (Tabela 1), já a farinha fina embora tenha altos teores de fibras, também apresentou elevado percentual da fração Bp, possivelmente pelos altos teores de amido que esta possui na sua constituição. Já o maior percentual da fração Ip da torta, pode estar relacionado ao alto teores de fibras e as variações nos seus constituintes fibrosos como celulose, hemicelulose e lignina.

Observa-se na Tabela 3, que o maior percentual da taxa de passagem (k) da FDN, foi para a farinha 95 micras (5,84%/hora). Vale ressaltar que, taxas de passagem a partir de 5% são indicados para volumosos de boa qualidade e rações formuladas contendo partes de volumosos e de concentrados (ØRSKOV E MCDONALD, 1979). A maior taxa de passagem apresentada pela farinha 95 micras possivelmente foi proporcionada pelos menores teores de fibras (Tabela 1) e altos teores de amido presentes na sua constituição. Com isso, pode-se pressupor que a farinha 95 micras é degradada mais rapidamente no rúmen. Já o grumo apresentou menor taxa de passagem (1,93%), valor este próximo a taxa de passagem de 2%, que é característico de alimento de baixa qualidade. A menor taxa de passagem do grumo, sugere que este subproduto é menos degradável e requer mais tempo no rúmen para que possa ser aproveitado. Pires et al. (2006) ressaltaram que, quanto menos degradável a fibra, maior é a permanência do alimento no rúmen e, conseqüentemente, a sensação de enchimento limitará a ingestão de alimentos.

Não houve interação tratamento × tempo de incubação para a degradação da MS, PB e FDN (Tabela 4). Houve efeito ( $P < 0,0001$ ) para tratamento e tempo de incubação na degradação da MS, em que a farinha 95 micras obteve maior degradação em relação aos demais subprodutos.

**Tabela 4.** Degradação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos subprodutos do babaçu

Item	Subprodutos				EPM	P-valor		
	Grumo	Torta	Farinha Fina	Farinha 95 micras		Trat	TI	Trat × TI
MS	37,33b	36,42b	36,21b	67,23a	2,42	<0,0001	<0,0001*	0,1209
PB	26,86b	43,88ab	36,89ab	45,93a	2,43	0,0235	0,1088	0,8141
FDN	33,43b	21,02b	28,41b	53,81a	2,63	<0,0001	0,0785	0,2349

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Trat: tratamento; TI: tempo de incubação

\* $\hat{y} = 35,033 + 0,5747x - 0,0035x^2$ ;  $r^2 = 0,9706$ .

O maior valor de degradação da MS, apresentado pela farinha 95 micras foi devido aos menores teores de fibras (Tabela 1) e pelos altos percentuais da degradação potencial (DP) e efetiva (DE) (Tabela 2), pressupondo que este subproduto tem maior degradação em relação aos demais independentemente do tempo de incubação, podendo inferir que este é melhor aproveitado pela microbiota ruminal.

Houve efeito ( $P=0,0235$ ) para tratamento na degradação da PB (Tabela 4), em que a farinha 95 micras, apresentou maior degradação em relação ao grumo. A maior degradação da PB, obtida pela farinha 95 micras em relação ao grumo, pode ser devido ao tamanho de partícula. Também foi verificado efeito ( $P<0,0001$ ) para tratamento na degradação da FDN (Tabela 4), em que a farinha 95 micras foi superior em relação aos demais subprodutos. A maior degradação da FDN obtida pela farinha 95 micras, pode ser devido a maior fração potencialmente degradável padronizada Bp) e maior taxa de passagem (k) (Tabela 3), aliada aos altos teores de amido, que por ser um carboidrato não estrutural é extensamente degradável pelos microrganismos ruminais.

A degradação da MS observada na farinha 95 micras (67,23%) foi inferior aos valores de degradação do farelo soja (98,32%) e milho triturado (99,15%) constatado por Fortaleza et al. (2009) ao avaliarem a degradabilidade *in situ* da MS, MO, PB, FDN e FDA em bovinos do caroço de algodão integral, farelo de soja, grão de girassol, torta de nabo forrageiro e milho triturado no tempo 72 horas. No entanto a degradação da MS da farinha 95 micras foi superior a degradação do caroço de algodão integral (60,43%) verificado por estes mesmos autores e do farelo de cacau (49,78%) e da torta de dendê (53,68%) observada por Carvalho et al. (2009) ao avaliarem a degradabilidade *in situ* da MS, PB, FDN e FDA do milho, farelo de soja, farelo de cacau e torta de dendê no tempo 48 horas.

Como observado a degradação da (farinha 95 micras) dos subprodutos é inferior aos concentrados tradicionais milho e farelo de soja, que comumente são observadas degradabilidades da MS acima de 90% para estes ingredientes, justificando o fato de serem as duas fontes de concentrados mais utilizadas nas dietas de ruminantes, porém a degradação da MS da farinha 95 micras é próxima ou superior a degradação de outros subprodutos como o caroço de algodão, farelo de cacau e torta de dendê, possibilitando a utilização parcial deste subprodutos em condições de disponibilidade e preços acessíveis.

Quanto degradação da PB observada na farinha 95 micras (45,93%) é inferior a degradação da PB observada caroço de algodão integral, farelo de soja, grão de girassol, torta de nabo forrageiro e milho triturado no tempo 72 horas, constatado por Fortaleza et al. (2009)

que verificam degradação da PB acima de 90% para esses ingredientes. Já a degradação da FDN observada na farinha 95 micras (53,81%) é superior aos valores do milho triturado (50,04%), torta de dendê (50,52%) farelo de cacau (40,15%) constados por Fortaleza et al. (2009), aos verificados por Carvalho et al. (2009) para o milho (49,67%) e torta de nabo (40,89%), e inferior aos valores do farelo de soja 89,48 e 67,15%, observados por Carvalho et al. (2009) e Fortaleza et al. (2009), respectivamente.

Com isso constata-se que a degradação da PB da farinha 95 micras é inferior a degradação da PB dos concentrados tradicionais milho e farelo de soja, e a degradação da FDN é inferior ao farelo de soja e próxima a do milho, o que permite inferir que este subproduto não pode substituir totalmente os concentrados tradicionais, mas possibilita a inclusão parcial deste em dietas para os animais, ficando a depender da exigência dos animais e dos preços dos ingredientes.

## 5 CONCLUSÃO

Entre os subprodutos estudados, a torta do babaçu apresenta superior composição química, entretanto, a farinha 95 micras, apresentou, simultaneamente, valor nutricional e degradação ruminal satisfatória para ser utilizada como a aditivo ou em substituição parcial de outros concentrados tradicionais mediante a disponibilidade e preços acessíveis.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**: an advisory manual prepared by AFRC Technical Committee on responses to nutrients. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureau International, p.159, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. Official methods of analysis. 19th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2012.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p. 616, 2006.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E. et al. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002. [doi.org/10.1590/S1516-35982002000900023](https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000900023)

CARVALHO, G. G. P. C.; PIRES, A. J. V.; GARCIA, R.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; MENDES, F. B. L.; PINHEIRO, A. A.; SOUZA, D. R. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de concentrados e subprodutos agroindustriais. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 689-697. 2009

CINELLI, B. A.; LOPEZ, J. A.; CASTILHO, L. R.; FREIRE, D. M.; CASTRO, A. M. Granular starch hydrolysis of babassu agroindustrial residue: a bioprocess within the context of biorefinery. **Fuel**. v. 124, p.41-48. 2014.

COSTA, C. S.; RODRIGUES, R. C.; ARAÚJO, R. A. et al. Composição química e degradabilidade *in situ* de silagens de capim-Marandu com farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n. 4, p. 572-583. 2016.

CQBAL 4.0. **Tabela de composição química e bromatológicas de alimentos**. 2017-2018. Disponível em: < <http://www.cqbal.com.br>>. Acesso em: 02/04/2020.

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. E.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p. 2012.

FORTALEZA, A. P. S.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; BARBERO, R. P.; MASSARO JUNIOR, F. L.; SANTOS, A. X.; CASTRO, V. S.; CASTRO, F. A. B. Degradabilidade ruminal *in situ* dos componentes nutritivos de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 481,496, 2009.

GERUDE NETO, O. J. A.; PARENTE, H. N.; PARENTE, M. O. M.; ALVES, A. A.; SANTOS, P. A. C.; MOREIRA FILHO, M. A.; ZANINE, A. M.; FERREIRA, D. J.; BEZERRA, L. R.; GOMES, R. M. S. Intake, nutrient apparent digestibility, and ruminal constituents of crossbred Dorper × Santa Inês sheep fed diets with babassu mesocarp flour. **The Scientific World Journal**. P. 1 – 8, 2016. [Doi.org/10.1155/2016/8675836](https://doi.org/10.1155/2016/8675836)

HERREIRA-SALDANA, R. E.; HUBER, J. T.; POORE, M. H. Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.9, p.2386 – 2393, 1990.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura**, 2016. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ma&tema=extracaovegetal2016>. Acesso em: 07 março de 2018.

MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1437-1446, 1980.

MIOTTO, F. R. C. Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do mesocarpo de babaçu para ovinos. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.4, p. 792-801, 2012.

MIOTTO, F. R. C. **Farelo do mesocarpo de babaçu (*Orbygnia sp.*) na terminação de bovinos: composição física da carcaça e qualidade da carne**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO. 140p. 2011.

NOCEK, J. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2051-2069, 1988.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.

PIRES, A. J. V.; REIS, R. A.; CARVALHO, G. G. P.; SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 953-957, 2006.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. “The detergent system of analysis and its 579 application to human foods” in **The analysis of dietary fiber in food**, eds. James, 580 W.P.T., Theander, O. (New York, Marcel Dekker), 123-158, 1981

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2017. v.4, 488p

SÁ, H. M.; TELES, T. L.; BORGES, I.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P. Perfil metabólico em ovinos alimentados com inclusões crescentes da torta do babaçu na dieta. **Revista Veterinária Notícias**, v. 20, n. 2, p. 1 – 9, 2014.

SÁ, H. M.; TELES, T. L.; BORGES, I.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P.; NEIVA, J.N.M.; SOUSA, J. T.; PAULA, S. M. Consumo e comportamento ingestivo de ovinos mestiços alimentados com torta do babaçu. **Revista Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 107-113, 2015.

SAMPAIO, I. B. M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ*. In: 31ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1994. Maringá. **Anais...** Maringá. P.81- 82, 1994.

SAMPAIO, I. B. M. Métodos estatísticos aplicados à determinação de digestibilidade *in situ*. In: TEIXEIRA, J. C. **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: UFLA, p.165-178, 1997.

SANTOS, A. R. D.; PARENTE, H. N.; MACHADO, N. A. F. et al. The physiological response, feeding behaviour and water intake of goat kids fed diets with increasing levels of babassu mesocarp flour. **Biological Rhythm Research**. p.1-13, 2019. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1680934>

SANTOS, P. A.; PARENTE, O. M.; PARENTE, H. N. et al. Babassu mesocarp flour in diet of finishing lambs. **Italian Journal of Animal Science**. p.1-11, 2018. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1504635>

SILVA, A. G. M.; B, I.; NEIVA, J. N. et al. Degradabilidade *in situ* da torta de babaçu - matéria seca e proteína. In: 5º CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2008. Aracajú. **Anais...** Aracajú. p.3, 2008.

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

SILVA, J. S.; SANTOS, M. L.; SILVA FILHO, E. C.; CARVALHO, M. G. F. M.; NUNES, L. C. C. Subprodutos do babaçu (*Orbignya* sp) como novos materiais adsorptivos: uma revisão. *Revista Matéria*, v. 24, n. 3, p. 1-11, 2019. [doi.org/10.1590/s1517-707620190003.0730](https://doi.org/10.1590/s1517-707620190003.0730)

SILVA, T. C. P. **Substituição do Farelo de Trigo pela Torta de Babaçu na Alimentação de Vacas Mestiças em Lactação**. 2006. 31 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992. [doi.org/10.2527/1992.70113562x](https://doi.org/10.2527/1992.70113562x)

SOLER, M. P; VITALI, A. A; MUTO, E. F. Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 27, 712 – 722, 2007.

SOUSA, L. F.; MACEDO JUNIOR, J. L.; SANTOS, R. P.; SILVA, A. G. M.; BORGES, I. Composição bromatológica e cinética da fermentação ruminal de rações contendo resíduos de babaçu. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.1, p.177-185, 2014.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. SAS. **Statistical Analysis Systems User's Guide: Statistics**, Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2002.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 476 p. 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1, p.3583-3597, 1991. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2



VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feeds analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the AOAC**, v.46, n.5, p.829-835, 1963

WALDO, D. R.; SMITH, L. W.; COX, E. L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.125-129, 1972.

### Capítulo III – Silagens de ração total contendo subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, a composição química e a degradabilidade *in situ* de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros. Para a avaliação do perfil fermentativo e composição química utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (silagens) e cinco repetições (silos), os quais foram compostos SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); SRTP: silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Para o ensaio de degradabilidade *in situ*, foram utilizadas três vacas (holandesas/mestiças) de, aproximadamente, 550 kg fistuladas no rúmen, onde foram incubados os sacos de TNT nos tempos de incubação 0, 6, 24 e 72 horas. Os maiores valores ( $p < 0,05$ ) de RMS foram para os tratamentos SRTP, SRTF e SRTT, que também obtiveram maiores teores de MS, PB e CNF, em relação ao tratamento SC, o qual apresentou os maiores teores de FDN<sub>cp</sub>, FDA, LIG e etanol. Os tratamentos SRTP, SRTF e SRTT apresentaram maiores degradação potencial (DP) e efetiva (DE) da MS e PB, e maiores ( $P < 0,05$ ) degradabilidade da MS e PB em relação ao tratamento SC. Conclui-se que, as silagens na forma de ração total contendo concentrados tradicionais ou com subprodutos do babaçu apresentam melhor perfil fermentativo, menor produção de etanol, melhor valor nutricional e tem melhor degradação da MS e PB em comparação com a silagem exclusiva de cana-de-açúcar, podendo estas serem utilizadas na forma de dietas para bovinos leiteiros.

**Palavras-chave:** *Attalea speciosa*, cana-de-açúcar, composição química, degradabilidade *in situ*, perfil fermentativo.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the fermentative profile, chemical composition and in situ degradability of total feed silages with babassu by-products, as a nutritional alternative for dairy cattle. To evaluate the fermentative profile and chemical composition, a completely randomized design (DIC) was used, with four treatments (silages) and five repetitions (silos), which were composed of SC: Sugarcane silage (control); SRTP: sugarcane silage with corn and soybean meal (standard diet); SRTF: sugar cane silage with corn, soybean meal and babassu flour; SRTT: sugar cane silage with corn, soybean meal and babassu cake. For the in situ degradability test, three cows (Holstein / crossbred) of approximately 550 kg rumen fistulated, where TNT bags were incubated at 0, 6, 24 and 72 hour incubation times. The highest values ( $p < 0.05$ ) of RMS were for the SRTP, SRTF and SRTT treatments, which also obtained higher levels of MS, PB and CNF, compared to the SC treatment, which presented the highest levels of NDFcp, FDA, , LIG and ethanol. The SRTP, SRTF and SRTT treatments showed greater potential (DP) and effective (DE) degradation of MS and PB, and greater ( $P < 0.05$ ) degradability of MS and PB compared to SC treatment. It is concluded that silages in the form of total ration containing traditional concentrates or with babassu by-products have a better fermentation profile, less ethanol production, better nutritional value and have better degradation of DM and CP compared to the exclusive sugarcane silage. sugar, which can be used in the form of diets for dairy cattle.

**Keywords:** *Attalea speciosa*, sugar cane, chemical composition, in situ degradability, fermentation profile.

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar na alimentação animal pode ser utilizada na forma *in natura* (picada) ou ensilada. O uso da cana-de-açúcar *in natura* tem um custo operacional muito elevado devido à necessidade de mão-de-obra diária para processos como corte, picagem e transporte, provocando dificuldades em logística e operacionalidade tornando sua adoção limitada a maiores rebanhos (SÁ NETO et al., 2013). Já o uso da cana na forma de silagem possibilita realizar a colheita de grandes áreas em curto espaço de tempo, reduzindo custos, uma vez que elimina a necessidade de corte diário, constituindo benefícios para os produtores (CARVALHO et al., 2015).

Contudo a ensilagem da cana-de-açúcar representa um desafio, pois durante seu processo fermentativo, pode haver elevadas perdas de matéria seca, devido aos altos teores de carboidratos solúveis presentes na sua composição, que favorecem a fermentação alcoólica pelo crescimento da população de leveduras, que convertem açúcares em etanol, CO<sub>2</sub> e água (WOOLFORD, 1984; SÁ NETO et al., 2013). Com isso, o uso exclusivo da cana-de-açúcar, sem associações ou aditivos no processo de ensilagem não se justifica (NUSSIO et al., 2003).

O uso de aditivos tem sido uma das principais tecnologias indicadas, para contornar os problemas durante o processo fermentativo na ensilagem de cana-de-açúcar. Apesar da fermentação ocorrer de forma adequada, os aditivos quando usados, dificilmente conseguem melhorar o valor nutricional das silagens, sendo que a cana de açúcar não atende as exigências nutricionais dos animais, sendo necessário a adição de concentrados no momento da oferta.

Neste sentido, a ensilagem de ração total pode ser uma alternativa para contornar as perdas de matéria seca durante o processo fermentativo e melhorar o valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar, pois esta consiste na ensilagem da forrageira conjuntamente com todos os componentes do concentrado, em que estes atuam como aditivos inibidores de fermentação alcoólica, resultando em melhorias no padrão de fermentação (CAO et al., 2009; WEINBERG et al., 2011; MIYAJI et al., 2016; GUSMÃO et al., 2018).

Desta forma, a hipótese do presente trabalho é que a adição dos concentrados que posteriormente seriam utilizados no preparo da ração pode apresentar um efeito inibidor de fermentações alcoólica, reduzindo as perdas e melhorando o valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar. A inibição da fermentação alcóolica através da inclusão dos concentrados se daria com o aumento da matéria seca, reduzindo desta forma a atividade de água e a atividade de muitos microrganismos, como as leveduras (DUNIERE et al., 2017; GUSMÃO et al., 2018).

Assim, o uso de concentrados tradicionais e/ou subprodutos regionais, como os do babaçu, que apresentam elevados teores de matéria seca podem reduzir as perdas fermentativas da silagem (KONDO et al., 2015), além de melhorar o valor nutricional desse material, pode proporcionar uma dieta com formulação adequada de acordo com as exigências nutricionais dos animais. Ademais, diminui os custos com colheita e transporte, e requer menos investimento em infraestrutura, máquinas e mão de obra.

Apesar do uso de silagens na forma de ração total vem sendo difundido com sucesso em países da Ásia e do Oriente Médio, a partir da associação entre os coprodutos e ingredientes de baixa humidade (WANG E NISHINO 2008), no Brasil, ainda são poucas as informações sobre o uso de silagens na forma ração total, tampouco utilizando subprodutos do babaçu como aditivos na silagem de cana-de-açúcar.

Diante disso, torna-se imprescindível trabalhos avaliando o perfil fermentativo, a composição química e a degradabilidade *in situ* de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar o perfil fermentativo, determinar composição química e a degradabilidade *in situ* de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros.

### 2.2 Específicos

- Determinar a composição química-bromatológica com base nos teores MS, MM, MO, PB, FDN<sub>cp</sub>, FDA<sub>p</sub>, LIG, HEM, CEL, EE, NDT, CNF e CT das silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros.
- Quantificar o valor do pH, N-amoniaco, ácidos orgânicos, perdas por gases e efluentes e a recuperação da matéria seca das silagens ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros.
- Obter os parâmetros de degradação *in situ* da MS, PB e FDN das silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização

O experimento foi realizado em área pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, no Município de Chapadinha, Região do Baixo Parnaíba, situada a 03°44'33" S de latitude, 43°21'21" W de longitude. Apresenta clima tropical quente do tipo Aw, segundo classificação de Köppen (1928), com estação chuvosa de novembro a março e precipitação média de 1.670 mm ano<sup>-1</sup>.

#### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (silagens) e cinco repetições (silos). As silagens na forma de ração total (SRT) foram compostas por 60% de volumoso e 40% de concentrado (Tabela 1). Sendo os tratamentos compostos por silagem exclusiva de cana-de-açúcar (SC); silagem de ração total composta por cana-de-açúcar e 40% de concentrado, a base de milho e farelo de soja (SRTP), utilizada como dieta padrão; silagem de ração total composta por cana-de-açúcar e 40% de concentrado, com inclusão de farinha de mesocarpo de babaçu (SRTF); silagem de ração total composta por cana-de-açúcar e 40% de concentrado, com inclusão da torta do babaçu (SRTT).

**Tabela 1.** Composição percentual dos ingredientes (% MS) e composição química estimada das dietas experimentais formulada (g/kg MS)

Ingredientes (% MS)	Dietas			
	SC	SRTP	SRTF	SRTT
Milho	0,0	19,0	9,5	9,5
Farelo de Soja	0,0	18,3	18,2	18,7
Torta Babaçu	0,0	0,0	0,0	9,5
Farinha Babaçu	0,0	0,0	9,5	0,0
Uréia	0,0	1,2	1,3	0,8
Sal mineral	0,0	1,5	1,5	1,5
Cana-de-açúcar	100,0	60,0	60,0	60,0
Composição química (g/kg MS)				
MS	256,0	384,0	385,0	385,0
PB	34,0	155,0	153,0	153,0
FDN	663,0	493,0	522,0	474,0
EE	17,0	17,0	14,0	19,0
MM	40,0	59,0	58,0	63,0
NDT	542,0	690,0	681,0	679,0

SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; NDT: nutrientes digestíveis totais.

As dietas experimentais, na forma de SRT, foram formuladas para atender as exigências nutricionais de vacas leiteiras confinadas, com peso médio de 500 kg, produzindo 15 kg/dia, com um consumo médio estimado de MS de 14 kg/dia de acordo com NRC (2001), (Tabela 1). As SRT foram formuladas para serem isoprotéicas com 150 g/kg de proteína bruta, compostas por 60% de volumoso, silagem de cana-de-açúcar, e 40% de concentrado. Os concentrados foram constituídos de farelo de soja, milho moído, ureia, sal mineralizado e torta do babaçu ou farinha do mesocarpo do babaçu em substituição a 50% do valor do milho da silagem padrão, como fontes de energia. A SRT padrão não incluía em sua composição os subprodutos de babaçu.

### 3.3 Preparo e ensilagem das dietas

Para o processo de ensilagem a cana-de-açúcar foi cortada a aproximadamente 10 cm do solo, picada em máquina forrageira estacionária, misturada aos ingredientes do concentrado de forma manual. Em seguida, foi realizada a ensilagem em silos, com capacidade de 3 L, dotados de válvula de bunsen, para escape dos gases. Em cada balde foi colocado 1 kg de areia desidratada, separada do material por um tecido para evitar contaminação, e posterior quantificação do efluente. Após a compactação, os silos foram pesados, vedados com tampa plástica e envoltos por fita adesiva. A composição química das dietas no momento da ensilagem está apresentada na (Tabela 2).

**Tabela 2.** Composição química da cana-de-açúcar e das dietas no momento da ensilagem

Variáveis (g/kg MS)	Tratamentos			
	SC	S RTP	S RTF	S RTT
MS	236,40	322,00	322,50	321,50
MM	26,40	49,70	42,70	38,10
MO	973,60	950,30	957,30	961,90
PB	32,35	159,54	152,74	141,75
FDN	675,10	646,90	678,50	605,50
FDA	455,50	406,20	446,70	328,40
HEM	219,60	240,70	231,80	277,10
pH	4,71	5,19	5,80	5,59

SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); S RTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); S RTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; S RTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; HEM: hemicelulose.

### 3.4 Perfil fermentativo



Após 45 dias de fermentação os silos foram pesados, abertos e as silagens resultantes do processo fermentativo foram analisadas quanto ao perfil fermentativo, perdas de matéria seca e valor nutritivo.

Para determinação do pH, foram coletadas subamostras de aproximadamente 25 g para análise do pH, às quais foram adicionados 100 mL de água destilada, e, após repouso por 1 h, efetuou-se a leitura do pH, utilizando-se um potenciômetro (BOLSEN et al., 1992). O teor de nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total ( $N-NH_3/NT$ , em %) foi determinado utilizando-se 15 g de silagem fresca. Essa amostra foi transferida para liquidificador, juntamente com 100 mL de solução de cloreto de potássio 15% e processada por 10 minutos, sendo filtrados e coletados 10 mL. O material foi transferido para um tubo digestor contendo 250 mg de óxido de magnésio calcinado e posteriormente destilado para captação da amônia (NOGUEIRA E SOUZA, 2005). As análises dos ácidos orgânicos (ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico) foram determinadas por cromatografia fase líquida de alta precisão (HPLC) segundo metodologia descrita por Siegfried et al., (1984). Para a determinação do poder tampão (PT) uma quantia de aproximadamente 15 g do material foi destinada para a análise conforme descrito por Playne & McDonald (1966).

As perdas de matéria seca nas silagens sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso, segundo metodologias propostas por Jobim et al. (2007). As perdas por gases, foram obtidas pela equação abaixo. Esta equação baseia-se na pesagem dos silos no fechamento e na abertura, em relação à massa de forragem armazenada.

$$PG = [(PSf - PSa)] / [(MFf \times MSf)] \times 100, \text{ em que:}$$

PG = perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial);

PSf = peso do silo na ensilagem;

PSa = peso do silo na abertura;

MFf = massa de forragem na ensilagem;

MSf = teor de MS da forragem na ensilagem.

As perdas por efluente serão calculadas pela equação abaixo, baseadas na diferença de peso da areia colocada no fundo do balde por ocasião do fechamento e abertura dos silos experimentais.

$$E = (Pab - Pen) / (MVfe) \times 1000, \text{ em que:}$$

E = Produção de efluente (kg/t de massa verde);

Pab = Peso do conjunto (silos+areia+ pano+tela) na abertura (kg);

Pen = Peso do conjunto (silos+areia+pano +tela) na ensilagem (kg);

MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

A recuperação da matéria seca foi estimada através da equação abaixo:

$$\text{RMS} = (\text{MFab} \times \text{MSab}) / (\text{MFfe} \times \text{MSfe}) \times 100, \text{ em que:}$$

RMS = índice de recuperação de matéria seca;

MFab= massa de forragem na abertura;

MSab= teor de MS na abertura;

MFfe = massa de forragem no fechamento;

Msfe = teor de MS da forragem no fechamento.

### 3.5 Análises químicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Produtos de Origem Animal (LAPOA) e no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal, ambos pertencentes a UFMA-CCAA.

Para avaliação da composição química, foram colhidas amostras do material fresco, antes da ensilagem, e após a abertura dos silos. Estas amostras foram submetidas à pré-secagem por 72 horas, em estufa de ventilação forçada a  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  e, posteriormente, foram moídas em moinho de facas tipo Willey com peneiras de crivos de 1 mm para a determinação dos teores de matéria seca (MS) pelo método 934,01 (AOAC, 2012), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl 920,87 (AOAC, 2012), extrato etéreo (EE) pelo método 920,39 (AOAC, 2012), matéria mineral (MM) pelo método 930,05 (AOAC, 2012), fibra em detergente neutro (FDN) (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981), fibra em detergente ácido (FDA), (VAN SOEST et al., 1991).

O teor de matéria orgânica (MO) foi obtida pela equação,  $\text{MO} = 100 - \text{MM}$ . A concentração de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>) foi determinada pela equação:  $\% \text{FDN}_{cp} \text{MS} = \% \text{FDN} - (\% \text{PIDNMS} + \% \text{CIDNMS})$ . A fibra em detergente ácido corrigida para proteína (FDA<sub>p</sub>) foi calculada a partir da subtração do FDA pela PIDA. A lignina foi determinada de acordo com Van Soest et al. (1963). O teor de

hemicelulose (HEM) foi calculado a partir da subtração do FDNcp pela FDAp, e a celulose (CEL) a partir da subtração do FDAp pela lignina. Os carboidratos totais (CT) foram calculados a partir da equação:  $CT = 100 - (\%PB + \%MM + \%EE)$ , de acordo com Sniffen et al. (1992). A concentração dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtida pela equação,  $CNF = 100 - (\%PB + \%FDNcp + EE + MM)$ , conforme proposto por Detmann et al. (2012). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com Van Soest (1994), pela equação:  $NDT (\%) = Deg + (1,25 * EE) - MM$ . (Deg = Degradabilidade; 1,25 = fator de correção; EE = Extrato Etéreo; MM = Matéria Mineral).

### 3.6 Degradabilidade *in situ*

Para a determinação da degradabilidade *in situ*, foram coletadas subamostras de cada silo, em que, as silagens foram moídas em moinho de facas tipo Willey com peneiras de 5 mm, e posteriormente acondicionadas 4g de cada subamostra em sacos com dimensões 13 × 4 cm, confeccionados com TNT gramatura 100 (100 g/m<sup>2</sup>) na proporção de 15 a 20 mg da amostra por cm<sup>2</sup> de área de saco (NOCEK, 1988).

Foram utilizadas três vacas (holandesas/mestiças) de aproximadamente, 530±30 kg fistuladas no rúmen, pertencentes Unidade de Pesquisa em Nutrição de Gado de Leite do CCAA/UFMA, as quais eram alimentadas duas vezes ao dia, as 7:00 e as 17:00 com cana-de-açúcar, milho moído, farelo de soja e mistura mineral. Foram incubados os sacos de TNT com 4 gramas de amostras nos tempos de incubação 0, 6, 24 e 72 horas, (SAMPAIO, 1988), incubados em ordem decrescentes para que todos os sacos fossem retirados ao mesmo tempo e passassem pelo mesmo processo de lavagem. Os sacos do tempo zero ou fração solúvel (fração *a*), foram colocados em banho maria à 39°C durante uma hora e, posteriormente, lavados juntos aos sacos dos demais tempos que foram incubados no rúmen até que a água se tornasse límpida. Em seguida, os sacos foram colocados em estufa com circulação forçada de ar a 60±5°C, por 72 horas para a realização das análises de MS, PB e FDN, segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012).

A estimativa dos parâmetros da degradabilidade *in situ* foi realizada com base no modelo não linear proposto por Sampaio (1997), a partir de simplificação do modelo exponencial proposto por Ørskov e McDonald (1979), expresso por  $DP = A - B.e^{-c.t}$ , em que, DP = percentagem real do nutriente degradado após t horas de incubação no rúmen; A = potencial máximo de degradação do material no saco de náilon (assíntota); B = fração potencialmente

degradável do material que permanece no saco de náilon após o tempo zero;  $c$  = taxa de degradação da fração remanescente no saco de náilon após tempo zero;  $t$  = tempo de incubação.

A degradabilidade efetiva (DE) constitui à porcentagem de material que é realmente degradado no rúmen e foi estimada considerando-se as taxas de passagens de 2, 5 e 8%/h (AFRC, 1993), taxas consideradas para volumosos de baixa qualidade e palhadas ou restolhos culturais; dietas compostas e volumosos de boa qualidade; e dietas ou ingredientes concentrados, respectivamente, utilizando-se a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979),  $DE = a + [(b - c) / (c + k)]$ , em que, DE = Degradação efetiva;  $a$  = fração solúvel, rapidamente degradada;  $b$  = fração insolúvel, lentamente degradada;  $c$  = taxa fracional de degradação de  $b$ ;  $k$  = taxa de passagem.

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens e Lofton (1980):

$$R_t = B \cdot e^{-ct} + I$$

Em que:  $R_t$  = fração degradada no tempo  $t$ ;  $I$  = fração indegradável.

Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo et al. (1972), utilizando-se as equações:

$$BP = B / (B + I) \times 100$$

$$IP = I / (B + I) \times 100$$

Em que: BP = fração potencialmente degradável padronizada (%); IP = fração indegradável padronizada (%); B, I = como definidas anteriormente.

Para o ensaio de degradabilidade *in situ* foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em arranjo em parcelas subdivididas com quatro tratamentos que consistiram das silagens SC: silagem de cana-de-açúcar (Controle); SRTP: silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja; SRTF: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do mesocarpo do babaçu; SRTT: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta de babaçu). Em que, as vacas foram os blocos, os tratamentos as parcelas, e os tempos de incubação (0, 12, 24 e 72 horas) as subparcelas.

### 3.7 Análises estatísticas

Para avaliação da degradação, foram realizadas a ANOVA através do procedimento para médias (PROC MEANS) do SAS (2002), e para os parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$  e as curvas de degradação

*in situ* dos princípios nutritivos foram obtidos segundo a equação exponencial, proposta por Ørskov e McDonald (1979), pelo procedimento para modelos não lineares (PROC NLIN) do SAS (2002). As médias dos dados de degradação da MS, PB e FDN nos tempos de incubação, bem como para os dados referentes ao perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas na ensilagem, foram comparados utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, usando-se o procedimento MIXED do SAS (2002).

#### 4 RESULTADOS

Os maiores valores de pH foram observados nas silagens SRTP e SRTT e o menor valor para a SC ( $P < 0,0001$ ), as PG foram maiores na SC em relação às SRTP e SRTF ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 3). Os maiores valores de RMS foram constatadas para as SRT em relação à SC ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores de pH, poder tampão (PT), perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	EPM	P – valor
	SC	SRTP	SRTF	SRTT			
pH	3,44c	3,85b	3,91a	3,89a	0,63	0,010	<0,0001
PT (E. mgNaOH)	0,06	0,06	0,07	0,06	12,49	0,003	0,4594
PG (%MS)	0,29a	0,14b	0,12b	0,24ab	35,09	0,021	0,0034
PE (kg/ton)	48,15	36,32	39,55	33,78	20,08	3,542	0,0552
RMS (%MS)	73,37b	84,72a	86,17a	81,50a	3,83	1,393	<0,0001

PT: poder tampão; PG :perdas por gases; PE: perdas por efluentes; RMS: recuperação da matéria seca; SC: Silagem de cana-de-açúcar(controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média.

A SC apresentou maiores produções de AL, AB, e etanol ( $P < 0,0001$ ) em relação a todas as SRT, além disso o SC só foi superior ao SRTP nas produções de AA e AP ( $P < 0,0001$ ), sendo que no caso do AP a maior produção foi no SRTT (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores de ácido láctico (AL); ácido acético (AA); ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP) e etanol de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	EPM	P – valor
	SC	SRTP	SRTF	SRTT			
AL (% MS)	6,53a	2,53d	3,15c	3,96b	7,50	0,135	<0,0001
AA (% MS)	0,74a	0,32b	0,75a	0,73a	5,51	0,015	<0,0001
AB (% MS)	0,07a	0,04b	0,04b	0,03b	7,58	0,002	<0,0001
AP (% MS)	0,10b	0,05c	0,09b	0,16a	5,31	0,001	<0,0001
Etanol (% MS)	8,10a	1,32c	3,27b	3,28b	6,27	0,111	<0,0001

AL: ácido láctico; AA: ácido acético; AB: ácido butírico; AP: ácido propiônico; SC: Silagem de cana-de-açúcar(controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média.

As SRT apresentaram MS, PB, CNF e NDT maiores que a SC ( $P < 0,0001$ ), porém em relação a FDNcp, FDAp, LIG, CEL e HEM os maiores valores ( $P < 0,05$ ) estão contidos na SC (Tabela 5). O maior MM e consequentemente menor MO ( $P = 0,0366$ ) foram observados na SRTP (Tabela 5).

**Tabela 5.** Composição química de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Variáveis (g/kgMS)	Tratamentos				CV (%)	EPM	P-valor
	SC	SRTP	SRTF	SRTT			
MS	169,39c	311,49a	291,91b	301,90ab	2,72	3,17	<0,0001
MM	45,63ab	50,80a	46,90ab	41,74b	9,51	1,97	0,0366
MO	954,37ab	949,20b	953,10ab	958,26a	0,46	1,97	0,0366
PB	23,33c	130,77b	134,67ab	138,40a	3,69	1,76	<0,0001
FDNcp	724,49a	409,78b	445,65b	442,80b	4,04	9,13	<0,0001
FDAp	647,07a	366,69c	408,71b	414,71b	5,02	10,30	<0,0001
LIG	111,66a	61,18b	85,53ab	82,17b	17,55	6,68	0,0007
CEL	535,41a	305,51b	323,18b	332,54b	6,61	11,05	<0,0001
HEM	77,42a	43,09ab	36,94ab	28,09b	57,80	11,98	0,0498
EE	13,12	12,40	14,59	13,62	28,17	6,85	0,8273
CT	917,92a	806,02b	803,83b	806,24b	0,74	2,77	<0,0001
CNF	193,43c	396,24a	358,18b	363,44ab	6,29	9,22	<0,0001
NDT	338,67c	516,99a	460,34b	513,68a	1,42	2,90	<0,0001

SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDNcp; fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média; Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 6 estão apresentados os parâmetros de degradação ruminal para MS e PB das silagens avaliadas. As SRT apresentaram maiores percentuais da fração solúvel em água (fração *a*) e fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (fração *b*) da MS em relação a silagem de cana-de-açúcar. Já para a taxa de degradação da fração *b* por hora (fração *c*), os maiores valores foram observados para os tratamentos SRTT, SC e SRTF, e o menor valor foi para o tratamento SRTP.

A adição dos concentrados nas silagens de ração total, proporcionaram maiores valores de degradação potencial (DP) e efetiva (DE) da MS nesses tratamentos em relação a silagem de cana-de-açúcar (Tabela 6).

**Tabela 6.** Degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Item	Tratamentos			
	SC	SRTP	SRTF	SRTT
Degradabilidade <i>in situ</i> da MS				
<i>a</i> (%)	25,75	36,34	32,18	34,52
<i>b</i> (%)	22,91	38,23	37,92	27,25
<i>c</i> (%/hora)	3,80	1,49	2,35	5,02
DP (%)	46,83	64,44	62,78	61,17
DE 2 (%/hora)	40,76	52,66	52,67	54,01
5 (%/hora)	35,64	45,12	44,30	48,17
8 (%/hora)	33,13	42,34	40,79	45,03
R <sup>2</sup>	0,3016	0,6744	0,4306	0,6085
Degradabilidade <i>in situ</i> da PB				
<i>a</i> (%)	18,63	41,57	28,69	32,33
<i>b</i> (%)	18,04	32,29	35,82	34,86
<i>c</i> (%/hora)	6,32	2,52	3,44	2,62
DP (%)	36,61	69,45	62,10	63,77
DE 2 (%/hora)	32,33	59,57	51,34	52,10
5 (%/hora)	28,70	52,39	43,29	44,32
8 (%/hora)	26,59	49,30	39,46	40,93
R <sup>2</sup>	0,7176	0,5606	0,6816	0,5599

SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu; *a* = fração solúvel em água (%); *b* = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (%); *c* = taxa de degradação da fração *b* (%/h); DP = degradação potencial no tempo 72 horas; DE = degradação efetiva.

Para os parâmetros de degradação da PB (Tabela 6), verificou-se que as SRT apresentaram maiores valores da fração *a* e fração *b* da PB em relação a silagem de cana-de-açúcar. Já para a taxa de degradação da fração *b* (fração *c*) o comportamento foi oposto, o maior valor foi verificado para o tratamento SC em relação as SRT.

As silagens SRTP, SRTT e SRTF apresentaram maiores degradação potencial (DP) da PB (Tabela 6), em relação a silagem SC, sendo superiores em (47,29; 42,29 e 41,05%) respectivamente. Entre as SRT, verifica-se superioridade da SRTP de 5 e 7 pontos percentuais da SRTP em relação a SRTT e SRTF, respectivamente. Seguindo o mesmo comportamento, os maiores valores para a degradação efetiva (DE) da PB foram observados nas silagens SRTP, SRTT e SRTF em relação a silagem SC, com pequena superioridade da SRTP.

Para o tempo de colonização (*lag time*) (Tabela 7), os maiores valores foram observados nas silagens SRTP e SRTF e os menores valores nas SC e SRTT. Em relação às frações



potencialmente degradável padronizada (Bp) e não degradável padronizada (Ip) e taxa de passagem (k) da FDN, os maiores percentuais foram constatados para a SRTP.

**Tabela 7.** Tempo de colonização (*lag time*), fração potencialmente degradável padronizada (Bp), fração não degradável padronizada (Ip), taxa de passagem (k) e coeficiente de determinação para FDN das silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Item	Tratamentos			
	SC	SRTP	SRTF	SRTT
<i>Lag time</i> (horas)	3,70	5,00	4,19	2,23
Bp (%)	42,62	80,00	49,08	54,94
Ip (%)	57,38	20,00	50,92	45,06
k (%/hora)	2,66	5,00	2,29	1,20
R <sup>2</sup>	0,9972	0,9823	0,9970	0,9975

*lag time*: tempo de colonização; Bp: fração potencialmente degradável padronizada; Ip: fração não degradável padronizada; k: taxa de passagem; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; SC: Silagem de cana-de-açúcar(controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu.

Não houve ( $P>0,05$ ), interação tempo x tratamento, houve efeito ( $P<0,0001$ ) para tratamento e para tempo de incubação (Tabela 8) para a degradação da MS e PB, em que as silagens MFS, MFSFB e MFSTB apresentaram maiores valores em relação a SC. Já para o tempo de incubação, a maior degradação ( $P<0,05$ ) da MS, PB e FDN ocorreu no tempo 72 h, seguido do tempo 24 h, (degradação da MS e PB) e a menor degradação foi para o tempo 6 h.

**Tabela 8.** Degradação (%) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) para tratamento e tempo de incubação das silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Tratamento	Degradação		
	MS	PB	FDN
SC	36,79b	39,99b	33,57a
SRTP	55,23a	64,99a	32,18a
SRTF	48,60a	57,01a	31,96a
SRTT	53,84a	60,91a	33,37a
Tempo	MS	PB	FDN
6	38,62c	48,57b	23,13b
24	48,43b	55,34b	30,74b
72	58,78a	63,26a	44,42a
EPM	2,0509	2,2582	1,9268
P-valor			
Trat	<0,0001	<0,0001	0,9513
Ti	<0,0001	0,0004	<0,0001
Trat x Ti	0,6632	0,5493	0,9784

SC: Silagem de cana-de-açúcar(controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais para o mesmo constituinte químico (MS, PB e FDN), minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EPM:erro padrão da média; Trat: tratamento; Ti: tempo de incubação; Trat x Ti: interação entre tratamento e tempo de incubação.

## 5 DISCUSSÃO

Os maiores valores de pH observados nos tratamentos nas SRT em relação a silagem de cana-de-açúcar, possivelmente foram em virtude do efeito de diluição dos carboidratos solúveis da cana-de-açúcar. O pH da silagem é alterado em virtude da presença dos ácidos orgânicos, principalmente do AL que possui um baixo pKa (3,86) e tem uma ação mais efetiva na redução do pH da silagem (KUNG JR et al., 2018), que é verificado pelos maiores valores de AL na SC a qual possui menores pH (Tabelas 3 e 4), confirmando esta relação direta. Além disso, concentrações típicas de AL em silagens variam de 2 a 4% da MS, no entanto podem ser consideravelmente maiores em silagem com teores de MS abaixo de 30% (KUNG JR et al., 2018), corroborando com os teores de MS e AL e conseqüentemente pH (Tabelas 3, 4 e 5) observados nas silagens do presente trabalho.

Os maiores valores de AL observado no tratamento SC em relação aos demais, é em detrimento dos altos teores de carboidratos solúveis presentes na constituição da cana-de-açúcar (25 a 40 %) Cruz et al. (2014), fazendo com que houvesse um rápido aumento das bactérias ácido-láticas (BAL), que são responsáveis pela conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente o ácido lático. Além disso o aumento da MS influencia a fermentação da silagem pelas BAL produtoras de AL e outros microrganismos como as leveduras produtoras de etanol, uma vez que estes microrganismos requerem atividade de umidade para o crescimento e reprodução (HU et al., 2009; GUAN et al., 2018), corroborando com os valores de pH e os teores de AL e etanol (Tabela 4) observados nas silagens do presente trabalho.

Apesar das SRT, apresentarem valores de pH maiores os mesmos estão de acordo com os padrões recomendado por McDonald et al (1991), que são adequados quando estão entre 3,8 a 4,2, indicando que a adição dos concentrados e subprodutos proporcionaram uma fermentação adequada. A SC obteve valor de pH inferior ao recomendado, em virtude dos altos teores de carboidratos solúveis em água presentes na cana-de-açúcar proporcionando uma queda mais acentuada no pH.

As menores PG observadas nas silagens SRTF e SRTP em comparação à SC, foram em detrimento dos maiores valores de pH (Tabela 3) e menores produções de etanol (Tabela 4) observadas nessas silagens, que ocorreram provavelmente devido à redução de microrganismos produtores de gás, principalmente as leveduras, que são as principais produtoras desse composto na silagem de cana (DRIEHUIS & VAN WIKSELAAR, 2000) (McDONALD, 1981). Com isso, as SRT obtiveram maiores RMS em relação ao à SC, indicando que a adição

dos concentrados ou subprodutos do babaçu nessas silagens reduz a incidência de fermentações indesejáveis.

Em relação ao AB apesar da maior concentração deste na silagem SC, estes valores são baixos em todas as silagens, estando estes, dentro do limite recomendado que seria de menos de 0,1% (MAHANNA, 1994; ROTH E UNDERSANDER, 1995). Em silagens de cana de açúcar sem aditivos o AB é comumente baixo (AMARAL et al., 2009; DANIEL et al., 2013; CUSTÓDIO et al. 2016; ZANINE et al., 2020), pelo fato desta possuir baixos teores de PB e a fermentação ser alcoólica devido a presença de leveduras, contudo, nas SRT apesar dos altos valores de PB, a produção do AB foi baixa, indicando boa fermentação nessas silagens, pois o AB é produzido a partir da proteólise causada por microrganismos indesejáveis, como os Clostrídeos. Os valores de AB das SRT, valores baixos de AB também foram observados em outras SRT, como os valores contatados por Chen et al. (2015) que ao avaliarem os efeitos da substituição da planta inteira do milho por aveia (*Avena sativa*) e ervilhaca comum (*Vicia sativa*) observaram valores de AB de (0,0019%) na SRT planta inteira de milho, e nas demais SRT os valores de AB foram baixos a ponto de não serem detectados.

Diante disso, os valores de AB extremamente baixo na SRT padrão ou nas SRT com os subprodutos do babaçu são excelentes, comprovando que a adição dos concentrados foram eficientes em inibir possíveis fermentação por Clostrídeos, mesmo aumentando os teores de PB das silagens, em função do aumento do teor de MS das dietas.

Os menores valores de AA, AL, AP e etanol observado na SRTP possivelmente foi devido a menores populações de bactérias lácticas presente nessa silagem, (McDONALD et al., 1991; PAHLOW et al., 2003), provavelmente por essa silagem apresentar maiores valores de MM e menores valores de CNF (Tabela 2), dentre estes encontram-se os carboidratos solúveis em água, conseqüentemente menor disponibilidade de substrato para o desenvolvimento das BAL.

De forma geral todos os tratamentos apresentaram valores satisfatórios de AA (<2%) (MUCK, 1988): MAHANNA, 1994) e AP (<0,5%) (ROTH e UNDERSANDER, 1995), indicando boa preservação do material ensilado, além disso as concentrações moderadas de AA, constituem um fator importante na fermentação, em razão do seu poder antifúngico (MOON, 1983; NEGRÃO et al., 2016), e o AP por possuir princípios antifúngicos (KUNG JR et al., 2003) desempenha importante papel no controle de leveduras.

Apesar dos baixos valores de AA observados nessas silagens, não se esperam problemas relacionados a estabilidade aeróbia nas SRT, pois comumente verifica-se valores relativamente

baixos de AA em SRT, e ainda assim estas apresentam elevada estabilidade aeróbia (WANG & NISHINO, 2008). Comportamento semelhante ao observados por Gusmão et al. (2018), que verificaram valores de AA de (0,34; 0,32; 0,24; 0,31%) para as SRT a base de milho e farelo; milho, farelo de soja e melaço; poupa cítrica e farelo de soja; poupa cítrica, farelo de soja e melaço; respectivamente, e mesmo assim as SRT apresentaram alta estabilidade aeróbia (acima de 75h), que segundo os autores esse comportamento por ser atribuído ao aumento na MS com a adição dos concentrados reduzindo a atividade de água e o crescimento da população dos microrganismos deterioradores.

Quanto a variável etanol, os menores teores observados nos tratamentos das SRT, foram principalmente devido a presença dos concentrados e subprodutos nessas silagens, que proporcionaram elevação nos teores de MS e redução nos teores de carboidratos solúveis por efeito de diluição, pois a elevada disponibilidade de carboidratos solúveis faz com as BAL promovam uma fermentação seja mais intensa com reduções de pH mais abruptas o que inibe o desenvolvimento de vários grupos de microrganismos e criam um ambiente com pH abaixo de 4, propício ao desenvolvimento de leveduras (WOOLFORD, 1984) que são os microrganismos produtores de etanol, capazes de sobreviver em baixo pH. Freitas et al. (2006), ao avaliarem a qualidade nutricional da silagem de cana com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja, constataram que o aumento da do teor de MS no tratamento silagem de cana com resíduo de soja diminuiu a atividade das leveduras e reduziu a produção de etanol, sendo este comportamento em detrimento do aumento da pressão osmótica da silagem, tornado o ambiente desfavorável as atividades das leveduras.

Para as variáveis da composição química, os maiores teores de MS e PB nas SRT em comparação com a SC, foram devido a adição dos concentrados e subprodutos do babaçu no momento da ensilagem, que atuaram como absorventes de umidade aumentando o teor MS das silagens, e por terem maiores concentrações de PB em relação a cana-de-açúcar, semelhante ao que foi observado por Gusmão et al. (2018), quando avaliaram silagens de ração total contendo capim-elefante como fonte de forragem, onde houve aumentos nos teores de MS e PB dos tratamentos das SRT em relação ao tratamento controle, em virtude do maiores teores de MS e PB presentes no concentrados utilizados.

As silagens SRTP (331,5 g/kg de MS), SRTT (301,9 g/kg de MS) e (SRTF 291,91 g/kg de MS) apresentaram teores de MS dentro da faixa preconizada por McDonald et al. (1991), cujo valor ideal deve se situar entre 280 a 340 g/kg, o que pode limitar perdas de MS evitando que a qualidade das silagens seja comprometida. Já o teor de MS do tratamento SRTF (291,91

g/kg de MS) apesar de não está exatamente dentro dessa faixa, não comprometeu a silagem, pois a PG e a RMS (Tabela 3) deste tratamento não diferiram dos tratamentos SRTP e SRTT. Em relação a PB, apesar dos altos valores observados nas SRT, estes não ficaram dentro do valor estimado para atender as exigências de 150 g/kg de PB (Tabela 1). O não atendimento da exigência nutricional de PB pode ter sido pelas proteólises no silo durante o processo fermentativo. No entanto a boa fermentação ajudou a manter os valores de PB altos, acima de 130 g/kg de PB (Tabela 5).

Os maiores valores de FDN<sub>cp</sub>, FDA<sub>p</sub>, LIG e CEL observados na SC em relação as demais, podem ser justificadas pelos maiores teores desses constituintes presentes na cana-de-açúcar em relação aos ingredientes utilizados nas silagens, que por efeito de diluição fizeram com que as SRT tivessem menores teores de fibras, e também pela maior perda de carboidratos solúveis, que por efeito de concentração da fração fibrosa promovem maior proporção desses constituintes na silagem de cana-de-açúcar. De acordo com Mertens (1987), existe uma relação inversa entre o consumo e FDN e entre a digestibilidade e a FDA. Diante disso, os menores teores desses compostos apresentados pelas SRT são importantes, pois podem permitir maior ingestão de MS e maior disponibilidade de energia para os ruminantes. Ao comparar os teores desses componentes fibrosos entre as SRT, verifica-se que apenas para a FDA<sub>p</sub> e LIG a SRTP apresentou valores inferiores a SRTF ou SRTT, constando que a adição dos subprodutos do babaçu também foram eficientes nas reduções desses componentes fibrosos.

Quanto a HEM, o maior valor constatado para a SC em relação à SRTT, possivelmente foi devido ao aumento dos componentes da parede celular (Tabela 5) em consequência da maior redução dos carboidratos solúveis e maior produção de etanol (Tabela 4) observadas na silagem de cana-de-açúcar. A HEM é a fração da FDN de maior degradabilidade no rúmen, sendo a principal fonte de energia da parede celular. Segundo Berchielli et al. (2006), quanto mais rápida a degradabilidade desta, maior digestibilidade da parede celular e consequente o esvaziamento do rúmen, permitindo maior ingestão de matéria seca.

Para a variável CT, o maior valor observado na SC em comparação as demais, possivelmente por causa do maior teor de FDN<sub>cp</sub> (Tabela 5), associado aos maiores teores de PB presentes nas demais e como observa-se na Tabela 5, entre os componentes do cálculo do CT, o teor de PB das SRT é em média 5,7 vezes maior do que o teor de PB da SC, contribuindo também com as diferenças entre os tratamentos para a variável CT.

Já para as variáveis CNF e NDT, o comportamento foi oposto, sendo os maiores valores observados para nas SRT em relação à SC, com destaque para a SRTP e SRTT, que

apresentaram maiores valores. Os maiores valores de CNF observados nas SRT em relação à SC, possivelmente foram em razão do aumento da proporção de FDN no tratamento SC no momento da ensilagem (Tabela 2) para a silagem (Tabela 5), e pelos menores teores de FDNcp presentes nas SRT. Comportamento parecido pode ser observado no trabalho de Gusmão et al (2018), quando avaliaram SRT contendo capim-elefante como fonte de forragem, em que as SRT apresentaram menores de teores de FDN e maiores teores de CNF em relação ao tratamento controle.

Os teores de CNF nas dietas ou silagens são importantes, pois estes são componentes do conteúdo celular de alta e rápida digestão, tornando-se fontes de energia prontamente disponível para os ruminantes, além disso maiores teores de CNF na silagem podem estar associado às menores perdas de MS, já que este está inversamente correlacionado com o teor de FDN, que por sua vez está ligada as perdas da MS. Entretanto altas concentrações de CNF podem levar ao desequilíbrio no pH ruminal, com isso o sincronismo na relação entre os carboidratos fibrosos e não fibrosos e destes com a fonte de nitrogênio disponível na dieta dos ruminantes é de grande importância para manter as condições de ambiente ruminal adequadas e proporcionar eficiência no desenvolvimento dos microrganismos ruminais e dos ruminantes (OLIVEIRA et al., 2016).

No que diz respeito ao NDT, os maiores valores foram em razão do maior aporte de nutrientes presentes nos concentrados que foram adicionados nessas silagens, em que estes proporcionaram maiores teores de CNF os quais são altamente digestíveis, e menores teores de FDN que são lentamente digestíveis. De acordo Cabral et al. (2002), a FDN é relacionada inversamente com o teor de CNF, e o NDT altamente correlacionado com a porcentagem de FDN ( $r^2 = -0,95$ ), além disso ao avaliarem as alterações na silagem de milho, em função de seu teor de grãos, estes autores constataram que o aumento do teor dos CNF, através dos grãos, aumenta o teor de NDT. Com isso pode-se inferir que a adição dos concentrados nas SRT promove maior disponibilidade de nutrientes para os microrganismos ruminais e para os ruminantes.

Para os parâmetros de degradação ruminal da MS e PB dispostos na Tabela 6, os maiores valores da fração solúvel em água (fração *a*) e fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (fração *b*) da MS observados para as SRT em comparação com a SC, foram em razão dos menores teores de fibras, principalmente FDNcp, lignina e celulose, e pelos maiores teores de CNF (Tabela 5) presentes nestes tratamentos. Em relação a taxa de degradação da fração *b* por hora (fração *c*), as silagens SRTT, SC e SRTF, apresentaram taxa de degradação

superior a 2%/h. De acordo com Araújo et al. (2018), os parâmetros “a” e “c” são os principais na qualificação de uma forragem, aonde um alto valor da fração *a* indica um material muito degradável, enquanto maior valor de *c* significa menos tempo para o desaparecimento da fração *b*, sendo que forragens de alta qualidade devem apresentar taxas de degradação de *b* (fração *c*) superiores a 2 %/hora.

Quanto a degradação potencial (DP) e efetiva (DE) os maiores observados nas SRT em relação a SC, possivelmente em razão dos menores teores de lignina e maiores teores de CNF e PB (Tabela 5) presentes nessas silagens, possibilitando maior replicação dos microrganismos ruminais, estimulando a degradação da fibra e dos demais nutrientes no rúmen.

Quanto à degradabilidade efetiva (DE) da MS, o mesmo comportamento se repete para as três taxas de passagem (2%, 5% e 8%/h), onde tratamentos das SRT também apresentaram maiores valores sobre o tratamento SC, em razão dos menores teores de FDN<sub>cp</sub> e maiores teores de CNF (Tabela 5). Corroborando com Ali et al. (2014), que ao avaliarem a relação entre composição química e as características de degradação *in situ* de silagens de capim em vacas leiteiras, observaram correlações negativas entre o teor de FDN e a DE da MS.

Semelhante aos parâmetros de degradação ruminal da MS, ao avaliar os parâmetros de degradação da PB (Tabela 6), verifica-se que as SRT também apresentaram maiores valores fração *a* e fração *b* da PB em relação à SC. Esses maiores valores podem ser em razão dos menores teores de fibras e maiores CNF (Tabela 5) apresentados por estas silagens em relação à SC, e por possuírem menores teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) presentes nestes tratamentos que obtiveram teores de NIDN (48,69; 52,65 e 53,11%) para os tratamentos SRTP, SRTF e SRTT, respectivamente, enquanto o tratamento SC possui 76,20% de NIDN, proporcionando assim maior fração solúvel em água e maior fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável.

Assim como observados para os parâmetros de degradação da MS, as SRT obtiveram maiores DP e DE da PB em relação à SC, sendo esses resultados consequência dos menores teores de fibras, maiores teores de PB e CNF (Tabela 5) presentes nessas silagens e dos valores obtidos nas frações *a*, *b* e *c*, no qual são utilizados na equação para se calcular a DE. Além disso a SRTP apresentou superioridade de 5 e 7 pontos percentuais em relação as SRTT e SRTF. De acordo com Ribeiro júnior et al. (2014), a degradação potencial da PB influencia o aproveitamento ruminal dos demais componentes nutricionais, em que menores taxas reduzem a quantidade de nitrogênio disponível para o metabolismo, e conseqüentemente, na síntese de proteína microbiana.

Com relação ao *lag time* (Tabela 7), os maiores valores foram observados nas SRTP e SRTF e os menores valores para os tratamentos SC e SRTT, estão controversos aos observados na literatura, em que maiores teores de fibras, em geral, resulta em maiores valores de *lag time* (CORRÊA et al., 2014), comportamento oposto ao observados nas SRTP e SRTF, que apresentaram maiores valores de *lag time* em relação a SC, sendo que o tratamento SC possui maior teor de fibras em relação a estes. Em razão dos maiores *lag time* observados para os tratamentos SRTP e SRTF, pode-se pressupor que essas diferenças podem estar relacionadas as diferenças na composição da parede celular dos concentrados presentes nestes tratamentos. O tempo de colonização corresponde ao tempo compreendido entre o início da incubação até a ação microbiana, e sua redução pode ser influenciada tanto pela ração testada, como maior presença de substratos prontamente fermentáveis, e por características físicas e químicas da parede celular da amostra (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2008).

O maior percentual da fração Bp, apresentado pela SRTP foi proporcionado pelos menores teores de fibras (Tabela 5), principalmente pelo menor teor de FDA e lignina, que foi maior na SC, resultando em menor fração Bp (42,62%) e maior fração Ip (57,38%). Pode-se observar também que apenas os tratamentos SC e SRTF apresentaram fração Bp abaixo de 50%, possivelmente por estes apresentarem maiores teores de lignina (Tabela 5). De acordo com Muniz et al. (2012), a fração Ip é um dos principais determinantes do efeito de enchimento e, por sua vez, do consumo, diminuindo à medida que se aumenta a fração potencialmente degradável. Em detrimento da maior fração Bp e menores teores de fibras (Tabela 5), à SRTP apresentou maior taxa de passagem (k) 5,00%/hora, taxa de passagem esta que segundo Ørskov e McDonald, (1979) é caracterizada para volumosos de boa qualidade e rações formuladas contendo partes de volumosos e de concentrados.

Os maiores percentuais de degradação da MS (Tabela 8), apresentado pelas SRT em relação a silagem de cana-de-açúcar foram em razão dos altos percentuais da degradação potencial (DP) e efetiva (DE) da MS (Tabela 6) e pelos menores teores de fibras e maiores teores de CNF e NDT (Tabela 5) presentes nesses tratamentos.

Para a degradação da PB, o mesmo comportamento se repetiu, em que os maiores valores observados nas SRT em relação à SC, foram em virtude dos altos percentuais da degradação potencial (DP) e efetiva (DE) da PB (Tabela 6) e pelos menores teores de fibras (Tabela 5) e NIDN presentes nesses tratamentos. Quanto ao tempo de incubação, a maior degradação da MS, PB e FDN ocorrida no tempo 72 h, em relação aos demais tempos, é em razão do maior



tempo que os microrganismos ruminais tiveram para atuar sobre as partículas dos alimentos no respectivo tempo.

Com isso, verifica-se que as SRT apresentam degradação da MS e PB iguais, constatando que tanto a adição dos concentrados tradicionais ou subprodutos do babaçu permitem boa degradação da MS e PB, em relação a silagem exclusiva de cana-de-açúcar. Com isso pode-se inferir que a adição dos concentrados as SRT além de melhorar o processo fermentativo, melhora também a degradabilidade dessas silagens.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que, as silagens na forma de ração total contendo concentrados tradicionais ou com subprodutos do babaçu apresentam melhor perfil fermentativo, menor produção de etanol, melhor valor nutricional e tem melhor degradação da MS e PB em comparação com a silagem exclusiva de cana-de-açúcar, podendo estas serem utilizadas na forma de dietas para bovinos leiteiros.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**: an advisory manual prepared by AFRC Technical Committee on responses to nutrients. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureau International, p.159, 1993.

ALI, M.; CONE, J. W.; VAN DUINKERKEN, G.; KLOP, A.; KRUISDIJK, J.; BLOK, M. C.; BRUINENBER, M.; HENDRIKS, W. H. Relationship between chemical composition and in situ rumen degradation characteristics of grass silages in dairy cows. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, v.70-71, p.1-9, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.njas.2014.01.002>

AMARAL, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; MENDES, C. Q.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413-1421, 2009.

ARAÚJO, R. A.; RODRIGUES, R.C.; COSTA, C. S. et al. Nutritive value and degradability “in situ” of dry matter elephant grass silages with addition of babassu meal. **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, p. 2269-2274, 2018. doi: 10.5897/AJAR2016.10948

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. Official methods of analysis. 19th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2012.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p. 616, 2006.

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, C. R. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3066-3083, 1992.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E. et al. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002. doi.org/10.1590/S1516-35982002000900023

CAO, Y.; TAKAHASHI, T.; HORIGUCHI, K. Effects of addition of food by-products on the fermentation quality of a total mixed ration with whole crop rice and its digestibility, preference, and rumen fermentation in sheep. **Animal Feed Science and Technology**. v.151, p.1-11, 2009.

CHEN, L.; GUO, G.; YU, C.; ZHANG, J.; SHIMOJO, M.; SHAO, T. The effects of replacement of whole-plant corn with oat and common vetch on the fermentation quality, chemical composition and aerobic stability of total mixed ration silage in Tibet. **Animal Science Journal** v.86, p. 69–76, 2015. doi: 10.1111/asj.12245

CORRÊA, D. S; MAGALHÃES, R. T; SIQUEIRA, D. C. B. Ruminant dry matter and fiber fraction degradability from two stylos cultivars. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 66, n.4, p.1155-1162, 2014.

CRUZ, L. R; GERASEEV, L. C; CARMO, T. D; SANTOS, L. D. T; BARBOSA, E. A; COSTA; G. A; SANTOS JUNIOR, A. Características agronômicas e composição bromatológica de variedades de cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 30, n.6, p. 1779 – 1786, 2014.

CUSTÓDIO, L.; MORAIS, G.; DANIEL, J. L. P.; PAULY, T.; NUSSIO, L. G. Effects of chemical and microbial additives on clostridium development on sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) ensiled with lime. **Grassland Science**, v.62, n.3, p. 135-143, 2016. doi: 10.1111/grs.12124

DANIEL, J. L. P.; WEISS, K.; CUSTÓDIO, L.; SÁ NETO, A.; SANTOS, M. C.; ZOPOLLATO M.; NUSSIO, L. G. Occurrence of volatile organic compounds in sugarcane silages. **Animal Feed Science and Technology**, v.185, p. 101-105, 2013.

DANTAS, C. C. O., ZANINE, A.M.; SOUZA, A. L.; CABRAL, L. S.; SANTOS, E. M.; NEGRÃO, F. M.; FERREIRA, D. J. Losses through gases and effluent and nutritional value of *Brachiaria decumbens* with addition of soybean hulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.5 p.225-231, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982014000500001>

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. E.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p. 2012.

DRIEHUIS, F.; VAN WIKSELAAR, P. G. V. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high dry matter grass silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.711-718, 2000.

DUNEIRE, L., XU, S., LONG, J., ELEKWACHI, C., WANG, Y., TURKINGTON, K., FORSTER, R., MCALLISTER, A. Bacterial and fungal core microbiomes associated with small grain silages during ensiling and aerobic spoilage. **BMC Microbiology**, v. 17, p. 50- 66, 2017. <https://doi.org/10.1186/s12866-017-0947>

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; COSTA, M. G. C.; LEONEL, F. P.; RIEBIRO, M. D. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.38-47, 2006.

GUAN, H., YAN, Y., LI, X., LI, X., SHUAI, Y., FENG, G., RAN, Q., CAI, Y., LI, Y., ZHANG, X. Microbial communities and natural fermentation of corn silages prepared with farm bunker-silo in Southwest China. **Bioresource Technology**, v. 265, p. 282 – 290, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.06.018>

GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L. C.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; TOMICH, T. R.; PIRES, D. A. A.; JAYME, D. G.; SOUSA, L. F. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1174-1180, 2008

GUSMÃO, J. O; DANES, M. A. C; CASAGRANDE, D. R; BERNARDES, T. C. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass Forage Science**. P. 1 – 10, 2018. DOI: 10.1111/gfs.12357

HU, W., SCHMIDT, R. J., MCDONELL, E. E., KLINGERMAN, C. M., KUNG JR, L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 or *Lactobacillus plantarum* MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. **Journal Of Dairy Science**, v. 92, p. 3907 – 3914, 2009. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1788>

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101–119, 2007.

KONDO, M., SHIMIZU, K., JAYANEGARA, A., MISHIMA, T., MATSUI, H., KARITA, S., GOTOA, M., FUJIHARA, T. Changes in nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperatures and periods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 1175–1180, 2015 doi:10.1002/jsfa.7200

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map b150cmx200cm. 1928.

KUNG JR, L. MARTIN, R.; LIN, C. J. Silage additives. In: BUXTON, D.R et al. (Ed.). **Silage science and technology**. Wisconsin: ASA, 2003. p.305-360.

KUNG JR, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p.4020 – 4033, 2018. [doi.org/10.3168/jds.2017-13909](https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909)

MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, 1994, p.12-56.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley e Sons, 1981. 218p.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: DIJKSTRA, J. FORBES, J. M; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminants digestion and metabolism**. 2. Ed. Madison: USDA, p.13-48, 2005.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JÚNIOR, G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1437-1446, 1980.

MIYAJI, M.; MATSUYAMA, H.; NONAKA, K. Effect of ensiling process of total mixed ration on fermentation profile, nutrient loss and in situ ruminal degradation characteristics of diet. **Animal Science Journal**, v. 88, p.134 – 139, 2016. <https://doi.org/10.1111/asj.12610>

MOON, N. J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, n.11, p.453-460, 1983.

MUNIZ, E. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; RIBEIRO, E. L. A.; PINTO, A. P. Cinética ruminal da fração fibrosa de volumosos para ruminantes. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.3, p.604-610, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000300025>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 381p 2001.

NEGRÃO, F. M.; ZANINE, A. M.; SOUZA, A. L.; CABRAL, L. S.; FERREIRA, D. J.; DANTAS, C. C. O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 13-25, 2016.

NOCEK, J. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2051-2069, 1988.

NOGUEIRA, A.R. de A.; SOUZA, G.B. de. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A. F. Silagem de cana-de-açúcar. In. PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 2003. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003, v.1, p. 187-205.

OLIVEIRA, V. S.; SANTANA NETO, J. A.; VALENÇA, R. L.; SILVA, B. C. D.; SANTOS, A. C. P. Revisão: Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Revista Veterinária Notícias.**, v.22, n.2, p.1-18, 2016. [doi.org/10.14393/VTv22n2a2016.32660](https://doi.org/10.14393/VTv22n2a2016.32660)

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). **Silage science and technology**. Madison, USA: American Society of Agronomy, 2003. p.31-93. (Agronomy Series, 42).

PLAYNE, M.J.; MCDONALD, P.T. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 17, p. 264-268, 1966.

QUEIROZ, M. A. A.; SILVA, J. G.; GALATI, R. L.; OLIVEIRA, A. F. M. Características fermentativas e bromatológicas de silagens de cana-de-açúcar com taboa. **Revista Ciência Rural**, v.45, n.1, p.136-141, 2015.

RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C.; FONTES, C. A. A. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994.

RIBEIRO JUNIOR, G. O.; VELASCO, F. O.; FARIA JÚNIOR, W. G.; TEIXEIRA, A. M.; MACHADO, F. S.; MAGALHÃES, F. A.; JAYME, D. G.; GONÇALVES, L. C. In situ degradation kinetic of *Andropogon gayanus* grass silages harvested at three stages of maturity. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 66, p. 1883-1890, 2014. <http://doi.org/10.1590/1678-6780>.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. "The detergent system of analysis and its 579 application to human foods" in **The analysis of dietary fiber in food**, eds. James, 580 W.P.T., Theander, O. (New York, Marcel Dekker), 123-158, 1981.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: CORN SILAGE PRODUCTION MANAGEMENT AND FEEDING. Madison: **Madison American Society of Agronomy**, 1995. P.27-29.

SÁ NETO, A.; NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATO, M.; JUNGES, D.; BISPO, W. Silagem de milho ou de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com *L. plantarum*. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 5, p. 528-535, 2013

SAMPAIO, I. B. M. **Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants**. Reading: University of Reading, 1988. 214p. Tese (Doctor in Physiology) – University of Reading, 1988.

SAMPAIO, I. B. M. Métodos estatísticos aplicados à determinação de digestibilidade *in situ*. In: TEIXEIRA, J. C. **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: UFLA, p.165-178, 1997.

SIEGFRIED, V. R.; RUCKEMANN, H.; STUMPF, G. Method for the determination of organic acids in silage by high performance liquid chromatography. **Landwirtschaftliche Forsch**, Berlin, v. 37, p. 298-304, 1984.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3 ed. Viçosa, MG. Editora: UFV, 2002.

SILVA, M. A.; EDVAN, R. L.; PARENTE, H. N. et al. Addition of Fermented Corn Juice as Bioinoculant Improved Quality of *Saccharum officinarum* Silage. **International Journal of Agriculture & Biology**, vol 23, n. 2, 2020. doi: 10.17957/ijab/15.1295

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992. doi.org/10.2527/1992.70113562x

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. SAS. **Statistical Analysis Systems User's Guide: Statistics**, Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2002.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 476 p. 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1, p.3583-3597, 1991. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the AOAC**, v.46, n.5, p.829-835, 1963

WALDO, D. R.; SMITH, L. W.; COX, E. L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.125-129, 1972

WANG, F.; NISHINO, N. Ensiling of soybean curd residue and wet brewers grains with or without other feeds as a total mixed ration. **Journal Dairy Science**, v. 91, p.2380-2387, 2008.

WEINBERG, Z. G., CHEN, Y., MIRON, D., RAVIV, Y., NAHIM, E., BLOCH, A., ... MIRON, J. (2011). Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film – A commercial scale experiment. **Animal Feed Science Technology**, 164, 125–129. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.016>

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker inc., 1984. 350p.

ZANINE, A. M.; SENE, O. A.; FERREIRA, D. J.; PARENTE, H. N.; PARENTE, M. O. M.; PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; NASCIMENTO, T. V. C.; LIMA, A. G. V. O.; PERAZZO, A. F.; PORTELA, Y. N.; BANDEIRA, D. M. Fermentative profile, losses and chemical composition of silage soybean genotypes amended with sugarcane levels. *Scientific Reports*, v. 10, p. 1-10, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78217-1>



## Capítulo IV – Silagem de ração total contendo subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, a composição química e a degradabilidade *in situ* de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos. Para a avaliação do perfil fermentativo e composição química utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (silagens) e cinco repetições (silos), os tratamentos foram SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); SRTP: silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja; SRTF: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Para o ensaio de degradabilidade *in situ*, foram utilizadas três vacas (holandesas/mestiças) de, aproximadamente, 550 kg fistuladas no rúmen, onde foram incubados os sacos de TNT nos tempos de incubação 0, 6, 24 e 72 horas. Os maiores valores ( $p < 0,05$ ) de RMS foram para os tratamentos SRTP, SRTF e SRTT, que também obtiveram maiores teores de MS, PB e CNF, em relação ao tratamento SC, o qual apresentou os maiores teores de FDNcp, FDA, LIG e etanol. Os tratamentos SRTP, SRTF e SRTT apresentaram maiores degradação potencial (DP) e efetiva (DE) da MS e PB, e maiores ( $p < 0,05$ ) degradabilidade da MS e PB em relação ao tratamento SC. As maiores degradações ( $p < 0,05$ ) da MS, PB e FDN em cada tratamento ocorreu no tempo 72 h, em que o tratamentos SRTP apresentou maiores degradações em relação aos demais. O uso de silagens na forma de ração total contendo concentrados tradicionais ou subprodutos do babaçu melhoram o perfil fermentativo, a degradabilidade e o valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar. A formulação de dietas na forma de silagem de ração total é uma alternativa alimentar para ovinos, em que os subprodutos do babaçu podem ser utilizados como ingrediente diante de disponibilidade e preços acessíveis.

**Palavras-chave:** *Attalea speciosa*, cana-de-açúcar, composição química, degradabilidade *in situ*, perdas.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the fermentative profile, chemical composition and in situ degradability of total feed silages with babassu by-products, as a nutritional alternative for sheep. To evaluate the fermentative profile and chemical composition, a completely randomized design (DIC) was used, with four treatments (silages) and five repetitions (silos), which were composed of SC: Sugarcane silage (control); SRTP: sugar cane silage with corn and soybean meal; SRTF: sugar cane silage with corn, soybean meal and babassu flour; SRTT: sugar cane silage with corn, soybean meal and babassu cake. three cows (Holstein / crossbred) of approximately 550 kg rumen fistulated, where TNT bags were incubated at 0, 6, 24 and 72 hour incubation times. The highest values ( $p < 0.05$ ) of RMS were for the SRTP, SRTF and SRTT treatments, which also obtained higher levels of MS, PB and CNF, compared to the SC treatment, which presented the highest levels of NDFcp, FDA , LIG and ethanol. The SRTP, SRTF and SRTT treatments showed greater potential (DP) and effective (DE) degradation of MS and PB, and greater ( $p < 0.05$ ) degradability of MS and PB compared to SC treatment. The greatest degradations ( $p < 0.05$ ) of MS, PB and NDF in each treatment occurred at 72 h, in which the SRTP treatments presented greater degradations in relation to the others. The use of silages in the form of total feed containing traditional concentrates or babassu by-products improves the fermentation profile, degradability and nutritional value of sugarcane silage. The formulation of diets in the form of total feed silage is a food alternative for sheep, in which babassu by-products can be used as an ingredient when available and at affordable prices.

**Keywords:** *Attalea speciosa*, sugarcane, chemical composition, in situ degradability, losses.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes entraves na produção animal a pasto no Brasil, é a baixa disponibilidade de forragem no período seco do ano, tornando-se essencial o uso de técnicas e/ou tecnologias para conservação da forragem a ser ofertada durante esse período. Dentre as várias tecnologias de reserva de forragem para fornecimento no período crítico, a silagem consiste numa boa alternativa, por não ser afetada pelas condições climáticas durante seu armazenamento (ZANINE et al., 2007).

Segundo Weinberg & Chen (2013), ensilagem é um método de conservação de forragens úmidas por meio de bactérias lácticas que convertem carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente ácido lático em condições anaeróbias, como resultado, ocorre a redução do pH e a silagem é preservada por longos períodos de tempo até ser exposta ao ar. Entretanto para que isso aconteça, a forrageira a ser ensilada deve atender alguns pré-requisitos que permitam boa fermentação e qualidade da silagem. De acordo com McDonald et al. (1991), as características de uma cultura que garantem boa fermentação e qualidade da silagem dependem do teor de matéria seca (entre 30 e 35%), carboidratos solúveis e baixo poder tampão.

Diante disso, a cana-de-açúcar possui características favoráveis para a ensilagem, como teor de matéria seca (26,1 a 33%), carboidratos solúveis, em torno de 20,5 a 40%, e baixo poder tampão (CRUZ et al., 2014). Além disso, a cana-de-açúcar é caracterizada por ser uma forrageira de alta produtividade e apresentar melhor valor nutritivo durante o período seco do ano.

No entanto, a ensilagem de cana-de-açúcar representa um desafio devido aos elevados teores de carboidratos solúveis presentes em sua composição, o que ocasiona fermentação alcoólica, resultando em elevadas perdas de matéria seca, alto teor de etanol e prejuízo no desempenho dos animais (SCHIMIDT et al., 2014). Além disso, a silagem da cana-de-açúcar apresenta algumas limitações nutricionais como baixo teor de proteína, fibra de baixa disponibilidade e baixo consumo de matéria seca (ANDRADE et al., 2016). Com isso faz-se necessário o uso de tecnologias que contornem esses problemas.

Um das tecnologias que podem contornar os problemas relacionados a silagem de cana, é a silagem na forma de ração total (SRT), tecnologia esta que vem sendo difundida com sucesso em países como, Japão, Irã, Israel e China, na qual consiste na ensilagem da forrageira conjuntamente com todos os componentes do concentrado (WANG E NISHINO 2008; ABDOLLAHZADEH et al., 2010; WEINBERG et al., 2011; HU et al., 2015). Além disso essa

tecnologia tem se mostrado uma estratégia viável e eficiente para auxiliar no controle da deterioração de alimentos que possuem elevados teores de umidade, além de apresentar características desejáveis de conservação (WANG E NISHINO 2013; MIYAJI et al., 2016).

Nesse sentido, o uso de concentrados e/ou subprodutos do babaçu na silagem de ração total podem atuar como aditivos inibidores de fermentações indesejáveis, melhorando o perfil fermentativo e o valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar, além de possibilitar a formulação de dietas de acordo com as exigências nutricionais dos animais. Além disso, ainda não existem informações sobre uso de subprodutos do babaçu em silagens de cana-de-açúcar na forma de silagem ração total, tampouco avaliando as características químicas, perfil de fermentativo e a cinética de degradação ruminal. Desta forma, a silagem de ração total poderá substituir a tradicional ração total e a mistura diária da silagem com os concentrados para o seu preparo, além de solucionar o problema do excesso de carboidratos solúveis e a fermentação alcoólica, devido à ação absorvente do concentrado

Diante disso, faz-se necessário a realização de trabalhos afim de gerar conhecimentos sobre o perfil fermentativo, a composição química e a degradabilidade *in situ* de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar o perfil fermentativo, determinar composição química e a degradabilidade *in situ* de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos.

### 2.2 Específicos

- Determinar a composição química-bromatológica com base nos teores MS, MM, MO, PB, FDN<sub>cp</sub>, FDA, Lignina, HEM, CEL, EE, NDT, CNF e CT das silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos.
- Quantificar o valor do pH, N-amoniaco, ácidos orgânicos, perdas por gases e efluentes e a recuperação de nutrientes das silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos.
- Obter os parâmetros de degradação *in situ* da MS, PB e FDN das silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização

O experimento foi realizado em área pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, no Município de Chapadinha, Região do Baixo Parnaíba, situada a 03°44'33" S de latitude, 43°21'21" W de longitude. Apresenta clima tropical quente do tipo Aw, segundo classificação de Köppen (1928), com estação chuvosa de novembro a março e precipitação média de 1.670 mm ano<sup>-1</sup>.

#### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (silagens) e cinco repetições (silos). As silagens na forma de ração total (SRT) foram compostas por 50% de volumoso e 50% de concentrado (Tabela 1). Sendo os tratamentos compostos por silagem exclusiva de cana-de-açúcar (SC); silagem de ração total composta por cana-de-açúcar e 50% de concentrado, a base de milho e farelo de soja (dieta padrão) (SRTP); silagem de ração total composta por cana-de-açúcar e 50% de concentrado, com inclusão de farinha de mesocarpo de babaçu (SRTF); silagem de ração total composta por cana-de-açúcar e 50% de concentrado, com inclusão da torta do babaçu (SRTT).

**Tabela 1.** Composição percentual dos ingredientes e valores estimados composição química das dietas experimentais (g/kg MS)

Ingredientes (%MS)	Dietas			
	SC	SRTP	SRTF	SRTT
Milho	0,0	29,0	14,5	14,5
Farelo de Soja	0,0	19,3	19,2	19,6
Torta Babaçu	0,0	0,0	0,0	14,5
Farinha Babaçu	0,0	0,0	14,5	0,0
Uréia	0,0	0,5	0,6	0,2
Sal mineral	0,0	1,2	1,2	1,2
Cana-de-açúcar	100,0	50,0	50,0	50,0
Composição química (g/kg MS)				
MS	256,0	423,0	423,0	389,0
PB	34,0	145,0	142,0	149,0
FDN	663,0	449,0	494,0	418,0
EE	17,0	20,0	15,0	23,0
MM	40,0	44,0	53,0	60,0
NDT	542,0	705,0	693,0	687,0

SC: Silagem de cana-de-açúcar(controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja; SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; NDT: nutrientes digestíveis totais.

As dietas experimentais, na forma de SRT, foram formuladas de forma a atender as exigências nutricionais de ovinos confinados, com peso médio de 20 kg, de acordo com o NRC (2007), (Tabela 1). As SRT foram formuladas para serem isoprotéicas com 140 g/kg de proteína bruta, compostas por 50% de volumoso, silagem de cana-de-açúcar, e 50% de concentrado. Os concentrados foram constituídos de farelo de soja, milho moído, ureia, sal mineralizado e a torta de babaçu ou farinha do mesocarpo de babaçu em substituição a 50% do valor do milho moído da silagem padrão, como fontes de energia. A SRT padrão, não tinha em sua composição os subprodutos de babaçu.

### 3.3 Preparo e ensilagem das dietas experimentais

Para o processo de ensilagem a cana-de-açúcar foi cortada a aproximadamente 10 cm do solo, e picada em máquina forrageira estacionária e misturada aos ingredientes do concentrado de forma manual. Em seguida, foi realizada a ensilagem em silos, com capacidade de 3 L, dotados de válvula de bunsen, para escape dos gases. Em cada balde foi colocado 1 kg de areia desidratada, separada do material por um tecido para evitar contaminação, e posterior quantificação do efluente. Após a compactação, os silos foram pesados, vedados com tampa plástica e envoltos por fita adesiva. A composição química-bromatológica, das dietas no momento da ensilagem estão apresentadas na (Tabela 2).

**Tabela 2.** Composição química da cana-de-açúcar e das dietas no momento da ensilagem

Variáveis (g/kg MS)	Tratamentos			
	SC	SRTP	SRTF	SRTT
MS	236,40	391,90	393,30	398,20
MM	26,40	29,20	38,30	36,30
MO	973,60	970,80	961,70	963,70
PB	32,35	141,75	143,59	145,32
FDN	675,10	583,80	604,30	611,30
FDA	455,50	287,70	343,80	322,80
HEM	219,60	296,10	260,50	288,50
pH	4,71	5,20	5,76	5,09

SC: Silagem de cana-de-açúcar (Controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja; SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu; neutro; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; HEM: hemicelulose.

### 3.4 Perfil fermentativo

Após 45 dias de fermentação os silos foram abertos e as silagens resultantes do processo fermentativo foram analisadas quanto ao perfil fermentativo, perdas de matéria seca e valor nutritivo.

Para determinação do pH, foram coletadas subamostras de aproximadamente 25g para análise de pH, às quais foram adicionados 100 mL de água destilada, e, após repouso por 1 h, efetuou-se a leitura do pH, utilizando-se um potenciômetro (BOLSEN et al., 1992). O teor de nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>/NT, em %) foi determinado utilizando-se 15 g de silagem fresca. Essa amostra foi transferida para liquidificador, e processada juntamente com 100 mL de solução de cloreto de potássio 15% por 10 minutos, sendo filtrados e coletados 10 mL. O material foi transferido para um tubo digestor contendo 250 mg de óxido de magnésio calcinado e posteriormente destilado para captação da amônia (NOGUEIRA E SOUZA, 2005). As análises dos ácidos orgânicos (ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico) foram determinadas por cromatografia fase líquida de alta precisão (HPLC) segundo metodologia descrita por Siegfried et al., (1984). Para a determinação do poder tampão (PT) uma quantidade de aproximadamente 15 g do material foi destinada para a análise conforme descrito por Playne & McDonald (1966).

As perdas de matéria seca nas silagens sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso, segundo metodologias propostas por Jobim et al. (2007). As perdas por gases, foram obtidas pela equação abaixo. Esta equação baseia-se na pesagem dos silos no fechamento e na abertura, em relação à massa de forragem armazenada.

$$PG = [(PSf - PSa)] / [(MFf \times MSf)] \times 100, \text{ em que:}$$

PG = perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial);

PSf = peso do silo na ensilagem;

PSa = peso do silo na abertura;

MFf = massa de forragem na ensilagem;

MSf = teor de MS da forragem na ensilagem.

As perdas por efluente foram calculadas pela equação abaixo, baseadas na diferença de peso da areia colocada no fundo do balde por ocasião do fechamento e abertura dos silos experimentais.

$$E = (Pab - Pen) / (MVfe) \times 1000, \text{ em que:}$$

E = Produção de efluente (kg/t de massa verde);

Pab = Peso do conjunto (silo+areia+ pano+tela) na abertura (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo+areia+pano +tela) na ensilagem (kg);



MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

A recuperação da matéria seca foi estimada através da equação abaixo:

$$\text{RMS} = (\text{MFab} \times \text{MSab}) / (\text{MFfe} \times \text{MSfe}) \times 100, \text{ em que:}$$

RMS = índice de recuperação de matéria seca;

MFab= massa de forragem na abertura;

MSab= teor de MS na abertura;

MFfe = massa de forragem no fechamento;

Msfe = teor de MS da forragem no fechamento.

### 3.5 Análises químicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Produtos de Origem Animal (LAPOA) e no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal, ambos pertencentes a UFMA-CCAA.

Para avaliação da composição química, foram colhidas amostras do material fresco, antes da ensilagem, e após a abertura dos silos. Estas amostras foram submetidas à pré-secagem por 72 horas, em estufa de ventilação forçada a  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  e, posteriormente, foram moídas em moinho de facas tipo Willey com peneiras de crivos de 1 mm para a determinação dos teores de matéria seca (MS), pelo método 934,01 (AOAC, 2012), proteína bruta (PB), pelo método Kjeldahl 920,87 (AOAC, 2012), extrato etéreo (EE), pelo método 920,39 (AOAC, 2012), matéria mineral (MM), pelo método 930,05 (AOAC, 2012), fibra em detergente neutro (FDN), (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981), fibra em detergente ácido (FDA), (VAN SOEST et al., 1991).

O teor de matéria orgânica (MO) foi obtida pela equação,  $\text{MO} = 100 - \text{MM}$ . A concentração de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) foi determinada pela equação:  $\% \text{FDNcpMS} = \% \text{FDN} - (\% \text{PIDNMS} + \% \text{CIDNMS})$ . A fibra em detergente ácido corrigida para proteína (FDAp) foi calculada a partir da subtração do FDA pela PIDA. A lignina foi determinada de acordo com Van Soest et al. (1963). O teor de hemicelulose (HEM) foi calculado a partir da subtração do FDNcp pela FDAp, e a celulose (CEL) a partir da subtração do FDAp pela lignina. Os carboidratos totais (CT) foram calculados a partir da equação:  $\text{CT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{MM} + \% \text{EE})$ , de acordo com Sniffen et al. (1992). A concentração dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtida pela equação,  $\text{CNF} = 100 -$

(%PB + %FDNcp + EE + MM), conforme proposto por Detmann et al. (2012). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com Van Soest (1994), pela equação:  $NDT (\%) = Deg + (1,25 * EE) - MM$ . (Deg = Degradabilidade; 1,25 = fator de correção; EE = Extrato Etéreo; MM = Matéria Mineral).

### 3.6 Degradabilidade *in situ*

Para a determinação da degradabilidade *in situ*, foram coletadas subamostras de cada silo, em que, as silagens foram moídas em moinho tipo Willey com peneiras de 5 mm, posteriormente foram acondicionadas 4g de cada subamostra em sacos com dimensões 13 x 4 cm, confeccionados com TNT gramatura 100 (100 g/m<sup>2</sup>) na proporção de 15 a 20 mg da mostra por cm<sup>2</sup> de área de saco (NOCEK, 1988).

Foram utilizadas três vacas (holandesas/mestiças) de aproximadamente, 530±30 kg fistuladas no rúmen, pertencentes Unidade de Pesquisa em Nutrição de Gado de Leite do CCAA/UFMA, as quais eram alimentadas duas vezes ao dia, as 7:00 e as 17:00 com cana-de-açúcar, milho moído, farelo de soja e mistura mineral. Foram incubados os sacos de TNT com 4 gramas de amostras nos tempos de incubação 0, 6, 24 e 72 horas, (SAMPAIO, 1988), incubados em ordem decrescentes para que todos os sacos fossem retirados ao mesmo tempo e passassem pelo mesmo processo de lavagem. Os sacos do tempo zero ou fração solúvel (fração *a*), foram colocados em banho maria à 39°C durante uma hora e, posteriormente, lavados juntos aos sacos dos demais tempos que foram incubados no rúmen até que a água se tornasse límpida. Em seguida, os sacos foram colocados em estufa com circulação forçada de ar a 60±5°C, por 72 horas para a realização das análises de MS, PB e FDN, segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012).

A estimativa dos parâmetros da degradabilidade *in situ* foi realizada com base no modelo não linear proposto por Sampaio (1997), a partir de simplificação do modelo exponencial proposto por Ørskov e McDonald (1979), expresso por  $DP = A - B.e^{-c.t}$ , em que, DP = percentagem real do nutriente degradado após t horas de incubação no rúmen; A = potencial máximo de degradação do material no saco de náilon (assíntota); B = fração potencialmente degradável do material que permanece no saco de náilon após o tempo zero; c = taxa de degradação da fração remanescente no saco de náilon após tempo zero; t = tempo de incubação.

A degradabilidade efetiva (DE) constitui à percentagem de material que é realmente degradado no rúmen e foi estimada considerando-se as taxas de passagens de 2, 5 e 8%/h (AFRC, 1993), taxas consideradas para volumosos de baixa qualidade e palhadas ou restolhos

culturais; dietas compostas e volumosos de boa qualidade; e dietas ou ingredientes concentrados, respectivamente, utilizando-se a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979),  $DE = a + [(b c) / (c + k)]$ , em que, DE = Degradação efetiva; a = fração solúvel, rapidamente degradada; b = fração insolúvel, lentamente degradada; c = taxa fracional de degradação de b; k = taxa de passagem.

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens e Lofton (1980):

$$R_t = B \cdot e^{-ct} + I$$

Em que:  $R_t$  = fração degradada no tempo t; I = fração indegradável.

Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo et al. (1972), utilizando-se as equações:

$$BP = B/(B+I) \times 100$$

$$IP = I/(B+I) \times 100$$

Em que: BP = fração potencialmente degradável padronizada (%); IP = fração indegradável padronizada (%); B, I = como definidas anteriormente.

Para o ensaio de degradabilidade *in situ* foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em arranjo em parcelas subdivididas com quatro tratamentos que consistiram das silagens SC: silagem de cana-de-açúcar (Controle); MFS: silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja; MFSFB: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do mesocarpo do babaçu; MFSTB: silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta de babaçu). Em que, as vacas foram os blocos, os tratamentos as parcelas, e os tempos de incubação (0, 12, 24 e 72 horas) as subparcelas.

### 3.7 Análises estatísticas

Para avaliação da degradação, foram realizadas a ANOVA através do procedimento para médias (PROC MEANS) do SAS (2002), e para os parâmetros *a*, *b* e *c* e as curvas de degradação *in situ* dos princípios nutritivos foram obtidos segundo a equação exponencial, proposta por Ørskov e McDonald (1979), pelo procedimento para modelos não lineares (PROC NLIN) do SAS (2002). As médias dos dados de degradação da MS, PB e FDN nos tempos de incubação, bem como para os dados referentes ao perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas na ensilagem, foram comparados utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, usando-se o procedimento MIXED do SAS (2002).

#### 4 RESULTADOS

Os maiores valores de pH foram observados para os tratamentos SRTP e SRTT, e o menor valor para a SC ( $P < 0,0001$ ), a silagem SC apresentou maior PT ( $P = 0,0013$ ) em relação as SRTP e SRTF. Foram constatadas maiores ( $P < 0,0001$ ) PG e PE para a silagem SC em relação as SRT. As SRT obtiveram maiores valores de RMS em relação à SC ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores de pH, poder tampão (PT), perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	EPM	P – valor
	SC	SRTP	SRTF	SRTT			
pH	3,44c	4,06a	4,08a	4,01b	0,58	0,010	0,0001
PT(E. mgNaOH)	0,06a	0,05b	0,04b	0,05ab	12,97	0,002	0,0013
PG (%MS)	0,29a	0,09bc	0,11b	0,07c	12,08	0,019	0,0001
PE (kg/ton)	48,15a	22,48b	21,44b	21,11b	20,99	2,655	0,0001
RMS (%MS)	73,37b	83,74a	82,08a	83,92a	3,17	1,144	0,0001

PT: poder tampão; PG :perdas por gases; PE: perdas por efluentes; RMS: recuperação da matéria seca; SC: Silagem de cana-de-açúcar(controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média.

A SRTP apresentou maior teor de N-NH<sub>3</sub> ( $P < 0,0001$ ) em relação a SC (Tabela 4). A SC apresentou maiores valores de AL, AB e etanol ( $P < 0,0001$ ) em relação as demais silagens, apenas nos valores de AA a silagem SC foi igual a SRTP, sendo estes superiores ( $P < 0,0001$ ) as SRTF e SRTT para esta variável. Já para o AP a SRTT apresentou superioridade ( $P < 0,0001$ ) em relação todas as silagens.

**Tabela 4.** Valores de ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP) e etanol de silagens de ração total com subprodutos

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	EPM	P – valor
	SC	SRTP	SRTF	SRTT			
AL (% MS)	6,53a	3,72b	2,61c	3,56b	5,67	0,107	<0,0001
AA (% MS)	0,74a	0,76a	0,62b	0,57b	6,85	0,021	<0,0001
AB (% MS)	0,07a	0,03b	0,03b	0,03b	7,71	0,001	<0,0001
AP (% MS)	0,10b	0,09bc	0,08c	0,15a	11,62	0,005	<0,0001
Etanol (% MS)	8,10a	3,02c	3,20c	3,78b	4,91	0,104	<0,0001

AL: ácido láctico; AA: ácido acético; AB: ácido butírico; AP: ácido propiônico; SC: Silagem de cana-de-açúcar(controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média.

Para as variáveis da composição química (Tabela 5), foram constatados maiores valores ( $P<0,0001$ ) de MS, PB, CNF e NDT para os tratamentos das SRT em relação ao tratamento SC, entretanto para as variáveis FDNcp, FDAp, LIG, CEL e CT, os maiores valores ( $P<0,0001$ ) foram observados para o tratamento SC. As SRTF e SC apresentaram maiores valores ( $P=0,0019$ ) de HEM em relação a SRTP.

**Tabela 5.** Composição química de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Variáveis (g/kg MS)	Tratamentos				CV (%)	EPM	P-valor
	SC	SRTP	SRTF	SRTT			
MS	169,39b	349,07a	344,39a	352,32a	2,40	3,26	<0,0001
MM	45,63	35,75	41,85	40,15	13,76	2,51	0,0837
MO	954,37	964,25	958,15	959,85	0,59	2,51	0,0837
PB	23,33b	151,19a	136,98a	142,14a	7,96	4,03	<0,0001
FDNcp	724,49a	354,84c	455,09b	433,96b	2,73	6,00	<0,0001
FDAp	647,0a	330,74c	360,31bc	393,16b	5,30	10,25	<0,0001
LIG	111,66a	55,04b	70,90b	73,16b	13,55	4,70	<0,0001
CEL	535,41a	275,70b	289,41b	320,00b	7,41	11,77	<0,0001
HEM	77,42ab	24,10c	94,78a	40,80bc	43,71	11,58	0,0019
EE	13,12	13,52	12,68	12,46	17,45	1,01	0,8827
CT	917,92a	799,54b	808,49b	805,25b	1,38	5,12	<0,0001
CNF	193,43c	444,70a	353,40b	371,30b	5,04	7,67	<0,0001
NDT	402,67c	583,15a	520,50b	516,83b	1,42	2,90	<0,0001

SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDNcp; fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os parâmetros de degradabilidade *in situ* da MS (Tabela 6), observa-se maiores percentuais da fração *a*, para as SRT em relação a SC. Para a fração *b* da MS, o comportamento foi semelhante ao da fração *a*, com destaque para o tratamento SRTP, que apresentou superioridade de (32,42; 51,89 e 57,70%) a mais da fração *b* em relação tratamentos SRTF, SRTT e SC, respectivamente. Em relação a fração *c*, os tratamentos SC, SRTT e SRTF apresentaram valores bem próximos, (3,82; 3,75 e 3,56%/hora), respectivamente, apenas o tratamento SRTP (2,02%/hora), apresentou valor inferior a estes. Em consequência das características das frações “a”, “b” e “c”, registrou-se maior DP e DE da MS para as SRT, em relação a SC, como maiores valores observados na SRTP

**Tabela 6.** Degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Item	Tratamentos			
	SC	SRTP	SRTF	SRTT
Degradabilidade <i>in situ</i> da MS				
<i>a</i> (%)	25,56	33,41	30,31	34,23
<i>b</i> (%)	23,08	54,56	36,87	26,25
<i>c</i> (%/hora)	3,82	2,02	3,56	3,75
DP (%)	46,83	74,16	63,84	58,37
DE 2 (%/hora)	40,71	60,83	53,92	51,35
5 (%/hora)	35,56	49,11	45,64	45,48
8 (%/hora)	33,02	44,41	41,66	42,61
R <sup>2</sup>	0,9305	0,5924	0,6617	0,3460
Degradabilidade <i>in situ</i> da PB				
<i>a</i> (%)	20,17	34,05	26,27	30,65
<i>b</i> (%)	20,32	90,15	86,44	33,81
<i>c</i> (%/hora)	3,67	1,00	1,00	3,34
DP (%)	39,47	79,68	62,62	61,37
DE 2 (%/hora)	33,32	63,55	50,81	51,80
5 (%/hora)	28,77	48,74	38,10	44,19
8 (%/hora)	26,56	43,83	34,07	40,61
R <sup>2</sup>	0,7511	0,8801	0,4832	0,8128

SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu; *a* = fração solúvel em água (%); *b* = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (%); *c* = taxa de degradação da fração *b* (%/h); DP = degradação potencial no tempo 72 horas; DE = degradação efetiva.

Para os parâmetros de degradação da PB (Tabela 6), fração *a* e fração *b*, verificou-se que as SRT apresentaram maiores valores dessas frações em relação a SC. Já para a fração *c* o maior valor foi verificado para a SC, seguido da SRTT e os menores valores para as SRTP e SRTF.

Para a DP e d DE da PB (Tabela 6), as SRT apresentaram os maiores valores em relação a silagem de cana-de-açúcar, com destaque para as SRTP e SRTF que apresentaram valores mais elevados para a DP.

A silagem de cana-de-açúcar apresentou maior *lag time* da FDN (Tabela 7), em relação as SRT. Em relação a fração Bp e Ip da FDN (Tabela 7), a SRTF, apresentou maior percentual da fração Bp e conseqüentemente menor fração Ip, já a SC apresentou o oposto menor fração Bp e maior fração Ip. Com isso os valores da taxa de passagem (*k*) também foram baixos e próximos entre os tratamentos, o que resultou em degradações da FDN próximas (Tabela 8) não havendo diferenças entre os tratamentos.

**Tabela 7.** Tempo de colonização (*lag time*), fração potencialmente degradável padronizada (Bp), fração não degradável padronizada (Ip), taxa de passagem (k) e coeficiente de determinação para FDN das silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Item	Tratamentos			
	SC	SRTP	SRTF	SRTT
<i>Lag time</i> (horas)	5,57	3,77	2,28	2,80
Bp (%)	40,96	42,00	50,86	46,33
Ip (%)	59,04	58,00	49,14	53,67
k (%/hora)	3,49	2,13	2,46	1,26
R <sup>2</sup>	0,9978	0,9969	0,9967	0,9984

*lag time*: tempo de colonização; *Bp*: fração potencialmente degradável padronizada; *Ip*: fração não degradável padronizada; *k*: taxa de passagem; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; SC: Silagem de cana-de-açúcar(controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu.

Para a degradação da MS e PB (Tabela 8), os tratamentos SRT apresentaram maiores valores ( $P < 0,0001$ ) em relação ao tratamento SC. Já em relação ao tempo de incubação (Tabela 8), observa-se que a maior degradação ( $P < 0,0001$ ) da MS, PB e FDN, ocorreu no tempo 72 h, seguido do tempo 24 h, e as menores degradações para o tempo 6 h.

**Tabela 8.** Degradação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com os tratamentos e tempo de incubação das silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Tratamento	Degradação		
	MS	PB	FDN
SC	43,19c	41,88c	33,95a
SRTP	60,20a	65,69a	34,16a
SRTF	54,65b	52,29b	36,00a
SRTT	54,14b	57,16b	30,60a
Tempo	MS	PB	FDN
6	39,15c	41,51c	22,48c
24	52,76b	52,27b	30,56b
72	67,22a	69,99a	47,68a
EPM	2,40	2,95	2,05
P-valor			
Trat	<0,0001	<0,0001	0,1126
Ti	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Trat x Ti	0,0002	0,0034	0,0029

SC: Silagem de cana-de-açúcar(controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais para o mesmo constituinte químico (MS, PB e FDN), minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). EPM: erro padrão da média; Trat: tratamento; Ti: tempo de incubação; Trat x Ti: interação entre tratamento e tempo de incubação

Houve interação tempo x tratamento ( $P < 0,05$ ) para a degradação da MS, PB e FDN. Para a interação tempo x tratamento da degradação da MS (Tabela 9), observa-se superioridade ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos SRT em relação ao tratamento SC para todos os tempos de incubação. Observa-se que até o tempo 24 h, os tratamentos SRTP, SRTF e SRTT não diferiram entre si, sendo estes superiores ( $P < 0,05$ ) ao tratamento SC. Já a no tempo 72 h, o tratamento SRTP, foi superior a todos os demais. Observa-se, que a maior degradação da MS de cada tratamento ocorreu no tempo 72 h, e a menor no tempo 6 h.

**Tabela 9.** Interação tempo x tratamento para a degradação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de ração total com subprodutos do babaçu

Degradação da matéria seca (MS)						
Tempo	Tratamentos				EPM	P-valor Trat x TI
	SC	SRTP	SRTF	SRTT		
6	32,57Cb	42,02Ca	38,55Ca	43,47Ca	2,40	0,0002
24	43,75Bb	57,99Ba	55,13Ba	54,15Ba		
72	53,25Ad	80,59Aa	70,25Ab	64,78Ac		
Degradação da proteína bruta (PB)						
Tempo	Tratamentos				EPM	P-valor Trat x TI
	SC	SRTP	SRTF	SRTT		
6	37,25Ab	47,79Ba	36,38Bb	44,63Cab	2,95	0,0034
24	42,78Ab	61,39Aa	47,62Bb	57,29Bab		
72	45,62Ac	87,89Aa	71,88Ab	69,57Ab		
Degradação da fibra em detergente neutro (FDN)						
Tempo	Tratamentos				EPM	P-valor Trat x TI
	SC	SRTP	SRTF	SRTT		
6	22,71Ca	22,37Ba	21,89Ca	22,97Ba	2,05	0,0029
24	34,21Ba	24,43Bb	34,57Ba	29,02Bab		
72	44,91Aabc	55,68Aa	50,33Aab	39,81Ac		

SC: Silagem de cana-de-açúcar (controle); SRTP: Silagem de cana-de-açúcar com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de cana-de-açúcar com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais para o mesmo constituinte químico (MS, PB e FDN), maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). EPM: erro padrão da média; Trat x Ti: interação entre tratamento e tempo de incubação

Para a interação tempo x tratamento da degradação da PB (Tabela 9), observa-se, que nos tempos 6 e 24 h, o tratamento SRTP obteve maior degradação ( $P = 0,0034$ ) em relação aos tratamentos SC e SRTF. Já no tempo 72 h, o tratamento SRTP, foi superior a todos, sendo observada menor degradação para o tratamento SC. Com relação a degradação da PB de cada tratamento de acordo com os tempos 6, 24 e 72 h, percebe-se que a degradação da PB do tratamento SC não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre os tempos de incubação, ao contrario dos demais tratamentos que obtiveram maiores ( $P = 0,0034$ ) degradações no tempo 72 h.



Para a interação tempo x tratamento da degradação da FDN (Tabela 9), observa-se, que as maiores degrações ( $P < 0,0029$ ) da FDN em cada tratamento ocorreu no tempo 72 h, aonde nesse tempo o tratamento SRTP obteve maior degração em relação aos tratamentos SC e SRTT. Já para o tempo 24 h, as degrações são intermediárias e superiores ao tempo 6 h, com exceção dos tratamentos SRTP e SRTT que as degrações ocorridas entre os tempos 24 e 6 h, não diferiram, ainda para o tempo 24 h, pode-se observar que as maiores degrações ocorreram nos tratamentos SC, SRTF e SRTT.

## 5 DISCUSSÃO

Os maiores valores de pH (Tabela 3) observados nas SRT em relação à SC foram em razão da diluição dos carboidratos solúveis da cana-de-açúcar nos tratamentos das SRT, nas quais a cana-de-açúcar representava 50% dos ingredientes da silagem. Embora tenha sido observado maior PT (Tabela 3) na SC em relação as SRTP e SRTF, o menor valor de pH nessa silagem indica que está variável foi influenciada pela maior quantidade de carboidratos solúveis e baixo teor de MS na SC, resultando em fermentação mais intensa e em maior teor de AL (pKa 3,86) (Tabela 4) que contribui mais efetivamente na redução do pH por ser cerca de 10 a 12 vezes mais forte do que o AA (pKa 4,75) e AP (pKa 4,87) (KUNG JR et al., 2018). De acordo com McDonald et al. (1991), a faixa de pH ideal para silagens bem preservadas é de 3,8 a 4,2, reduzindo assim as fermentações indesejadas para a conservação do material ensilado. Com isso, constata-se que a adição dos concentrados e subprodutos nas SRT permitiram boa fermentação do material ensilado, mantendo o pH dentro da faixa recomendada. Apenas a silagem de cana-de-açúcar obteve valor de pH abaixo da faixa recomendada.

Para o PT, apesar dos valores serem próximos entre as silagens, à SC apresentou valor superior em relação as SRTP e SRTF. O maior valor de PT observado na SC, pode ser devido a presença de ácidos orgânicos, como ácido málico, cítrico e oxálico que combinados com sais podem agir como efeito tamponante. De acordo com Jobim et al. (2007), o poder tampão depende basicamente da composição da planta no que se refere ao teor de proteína bruta, íons inorgânicos (Ca, K, Na) e combinação de ácidos orgânicos e seus sais.

Adição dos concentrados e subprodutos do babaçu nas SRT foram eficientes em reduzir a PG e PE, pois essas silagens tiveram menores perdas em relação à SC. As menores PG observadas nas SRT em comparação à SC, foram em detrimento dos maiores valores de pH (Tabela 3) e menores produção de etanol (Tabela 4) observadas nessas silagens. Já para a PE, a redução nas perdas foi em razão da capacidade dos concentrados em absorver a umidade na silagem de cana-de-açúcar. De acordo com Itavo et al. (2010), estas perdas estão relacionadas à atividade de água, associada ao teor de MS da forragem ensilada e também ao tratamento físico aplicado à forragem no momento do corte e ao uso de aditivos. Em detrimento das menores PG e PE, as SRT obtiveram maiores RMS em relação à SC, constatando que adição dos concentrados e subprodutos do babaçu nas SRT foram eficientes para proporcionar RMS acima de 82 %MS, permitindo boa RMS do material ensilado.

Na silagem SC, os altos teores de carboidratos solúveis presentes na constituição da cana-de-açúcar (25 a 40 %) Cruz et al. (2014), fizeram com que houvesse um rápido aumento das

bactérias ácido lácticas (BAL), responsáveis pela conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente o AL (Tabela 4), reduzindo o pH da SC abaixo de 3,8 (Tabela 3), favorecendo a ação de microrganismos como as leveduras que são os microrganismos produtores de etanol (Tabela 4), capazes de sobreviver em baixo pH. Desta forma foi constatado maiores produções de AL e etanol (Tabela 4) na SC em relação as SRT.

Os menores valores de AL nas SRT em relação a silagem de cana-de-açúcar, são importantes pois após a exposição da silagem ao oxigênio as leveduras e outros microrganismos deterioradores usam o AL e carboidratos solúveis residuais para seu desenvolvimento e reduzindo desta forma, o valor nutricional e a estabilidade aeróbia da silagem (WOOLFORD, 1990; MUCK, 2010, MACÊDO et al., 2017).

Quanto ao etanol, os menores valores observados nas SRT em relação à SC constata a importância da adição dos concentrados e subprodutos do babaçu nessas silagens por diluírem o excesso de carboidratos solúveis. Corroborando com Pedroso (2005), que constataram que as concentrações de etanol estão inversamente correlacionadas com o teor de carboidratos solúveis ( $r=-0,863$ ), na silagem. Apesar da silagem SC apresentar o maior valor (8,10%) entre os tratamentos, este foi inferior aos valores descritos por Carvalho et al. (2015) para o tratamento controle (25,60% etanol) ao avaliarem a inclusão de níveis de inclusão de maniçoba, e por Schmidt et al. (2014) para o tratamento controle (15,30% etanol) ao avaliarem o efeito da associação de *Lactobacillus buchneri* com enzimas fibrolíticas.

Quanto ao AA, as diferenças entre as silagens podem ser atribuídas a variações nas populações de bactérias lácticas heterofermentativas presentes nessas silagens, pois estas são as principais responsáveis pela produção de ácido acético a partir da fermentação dos carboidratos (McDONALD et al., 1991; PAHLOW et al., 2003). De maneira geral todos os tratamentos apresentaram valores satisfatórios para esta variável (<2%) (MUCK, 1988; MAHANNA, 1994). Segundo McDonald et al. (1991), valores acima de 2% de ácido acético pode demonstrar a ação de enterobactérias e reduzir o consumo da silagem pelos animais. É importante ressaltar que concentrações moderadas de ácido acético, constituem um fator importante na fermentação, uma vez que sua atuação como antifúngico é mais eficiente que o do ácido láctico (MOON, 1983; NEGRÃO et al., 2016). assim a estabilidade aeróbia é elevada.

Quanto ao AB, apesar do maior valor verificado na silagem de cana-de-açúcar, as concentrações de AB nas silagens estão dentro do recomendado na literatura, que seria de menos de 0,1% para caracterização de silagens bem preservadas (MAHANNA, 1994; ROTH E UNDERSANDER, 1995). Os menores valores de AB (0,03%) nas SRT constata que a

fermentação nessas silagens foi boa, pois apesar dos altos valores de PB, o AB foi quase zero. De acordo com Kung Jr et al. (2018) em silagens bem fermentadas os AB não costuma ser detectado.

Em relação ao AP, a maior concentração deste ácido na SRTT pode ser devido a maiores populações de bactérias propiônicas e BAL heterofermentativas, que são os maiores produtores desse ácido nas silagens (MUCK, 2010). De forma geral todos as silagens apresentaram concentrações de AP dentro da faixa considerada ideal (<0,5%), no qual segundo Roth e Undersander, (1995), concentrações de AP menor que 0,5% são indicativo de silagens bem fermentadas, além disso, concentrações pequenas de ácido propiônico é importante devido sua alta ação antifúngica, o que pode favorecer o aumento da estabilidade aeróbica de silagens.

Para as variáveis da composição química (Tabela 5), os maiores valores de MS e PB verificados para os tratamentos das SRT em relação ao tratamento SC, constatam que a adição dos concentrados e subprodutos do babaçu foram eficientes em atuar como fonte higroscópica aumentando a MS e como fontes proteicas elevando os teores de PB, evidenciando a importância da utilização dos mesmos. No presente trabalho, as SRT apresentaram teores de MS entre 344,39 a 352,32 (g/kg), estando dentro da faixa preconizada por McDonald et al. (1991), que deve ser entre 280 a 340 g/kg, para garantir uma boa fermentação e preservar a qualidade de material ensilado. Os valores de PB observados para as silagens SRTP (151,19 g/kg) e SRTT (142,14 g/kg) atendem as exigências nutricionais de 140 g/kg de, conforme foram formuladas (Tabela 1), já à SRTF (136,98 g/kg) apresentou valor próximo da exigência, podendo esta, permitir ganhos satisfatórios. Com isso constata-se que a adição dos concentrados e subprodutos do babaçu nessas silagens permitiram bom teor de MS e redução adequada do pH, inibindo desta forma enterobactérias e clostrídeos, principais responsáveis pela degradação proteica (MCDONALD et al., 1991)

Para as variáveis FDNcp, FDAp, LIG e CEL, os maiores valores constatados para à SC comparação com as demais, são em razão do aumento da proporção desses constituintes em detrimento as maiores PG e PE (Tabela 3), e também pelos altos teores destes constituintes presentes na cana-de-açúcar, os quais foram diluídos nas demais silagens, pois a cana-de-açúcar representava 50% dos ingredientes nas silagens de ração total. Em relação as SRT, a SRTP apresentou menor teor de FDNcp e FDAp comparação com a SRTF e SRTT, possivelmente em razão dos menores teores de FDN e FDA presentes na SRTP no momento da ensilagem (Tabela 2).

Esses menores teores de fibras observados nas SRT são importantes, pois estes estão diretamente ligados a ingestão e digestibilidade da MS. Segundo Van Soest (1982), é interessante que silagens apresentem teores de FDN baixos, devido sua correlação inversa com a ingestão de MS, já em relação a FDA, Mertens (1982), relata que menores teores deste constituinte caracterizam silagens de melhor qualidade, pois este componente da parede celular é inversamente correlacionado com a digestibilidade da MS. Semelhante a isso, pode-se afirmar que menores teores de CEL e LIG também são importantes, pois estes componentes são as porções menos digestíveis (celulose) e indigestível (lignina) da parede celular das forragens pelos microrganismos ruminais, e estão presentes na FDN e FDA, implicando assim, na ingestão e digestibilidade da MS.

Sobre a HEM, os maiores valores observados nas SRTF e SC em relação à SRTP podem ser em razão das variações entre os teores de FDN e FDA, pois a hemicelulose é obtida a partir da subtração da FDNcp pela FDAp. A HEM é o componente da FDN de maior degradabilidade no rúmen, sendo a principal fonte de energia da parede celular. Segundo Berchielli et al. (2006), quanto mais rápida a degradabilidade desta, maior digestibilidade da parede celular e consequente o esvaziamento do rúmen, permitindo maior ingestão de matéria seca.

Para os CT (Tabela 5), à SC apresentou o maior valor em relação as demais, possivelmente devido aos maiores teores de FDNcp e também devido ao baixo teor de PB da SC em relação as SRT, uma vez que o cálculo dos carboidratos totais é feito a partir da equação:  $CT = 100 - (\%PB + \%MM + \%EE)$ , e como observa-se na Tabela 5, entre os componentes do cálculo do CT, o teor de PB das SRT é em média 6 vezes maior do que o teor de PB da SC, contribuindo também com as diferenças entre as silagens para esta variável.

Quanto ao CNF, as diferenças entre os silagens foram decorrentes principalmente dos teores de FDNcp presentes nas mesmas, uma vez que o cálculo dos CNF é feito a partir da equação:  $CNF = 100 - (\%PB + \%FDNcp + EE + MM)$ , como pode-se observar, o maior valor de CNF observado na silagem SRTP em relação as SRTT e SRTF é devido aos menores teores de FDNcp presente na sua composição (Tabela 5), o oposto disso pode observado na SC que possui em média 1,7 vezes mais FDNcp em relação as demais, fazendo com esta tenha o menor valor de CNF em relação as demais. Os teores de CNF em silagens são importantes, pois estes são componentes do conteúdo celular de alta e rápida digestão, tornando-se fontes de energia prontamente disponível para os ruminantes, os quais de acordo com Cabral et al. (2002), apresentam disponibilidade nutricional rápida, completa e constante entre os alimentos (98 a 100%).

Já para o NDT, as diferenças foram em consequência dos teores de CNF presentes nas silagens, no qual o maior teor de CNF foi verificado para a SRTP, seguida das SRTF e SRTT e o menor à SC, corroborando Cabral et al. (2002), que ao avaliarem as alterações na silagem de milho, em função de seu teor de grãos, estes autores constaram que o aumento do teor dos CNF, através dos grãos, aumenta o teor de NDT. Com isso pode-se aferir que adição dos concentrados nas SRT propicia maior aporte de nutrientes nessas silagens.

Para os parâmetros de degradabilidade *in situ* da MS (Tabela 6), os maiores percentuais da fração *a*, verificados nas SRT em relação à SC, foram em virtude dos menores teores de FDNcp e FDAp e maiores teores de CNF (Tabela 5) apresentados por estas silagens em relação à SC, proporcionando assim maior solubilidade da MS. Em relação a fração *b* da MS, o comportamento foi semelhante ao da fração *a*, com destaque para a silagem SRTP, que apresentou superioridade em comparação com as demais. Em relação a fração *c*, todas as silagens apresentaram taxa de degradação dessa fração superior ou igual a 2%/h, faixa está considerada ideal (2 a 6%/h) para alimentos de boa qualidade (SAMPAIO, 1988).

Em consequência das características das frações “a”, “b” e “c” as SRT obtiveram maior degradação potencial (DP) e degradação efetiva (DE) da MS nas três taxas de passagens (2%, 5% e 8%/h), em razão da maior disponibilidade de nutrientes para a degradação microbiana, devido aos menores teores de FDNcp, FDAp e LIG (Tabela 5), que na silagem de cana-de-açúcar o alto teor de lignina pode reduzir a disponibilidade de celulose e hemicelulose para a degradação ruminal, com consequente déficit de energia (RIBEIRO JUNIOR et al., 2014). A SRTP apresentou superioridade em relação a SRTF e SRTT, possivelmente devido aos menores teores de FDNcp e FDAp.

Para os parâmetros de degradação da PB (Tabela 6), fração *a* e fração *b*, os maiores percentuais dessas frações apresentados pelas SRTT, SRTP e SRTF, podem ser em razão dos menores teores de FDNcp, FDAp e LIG (Tabela 5) apresentados por estas silagens em relação à SC, e por possuírem menores teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) presentes nestes tratamentos que obtiveram teores de NIDN (42,09; 46,05 e 50,51%) para as SRTP, SRTT e SRTF, respectivamente, enquanto a SC possui 76,20% de NIDN, proporcionando assim maior fração “a” e “b”. Quanto a DP e DE da PB (Tabela 6), os maiores valores observados nas SRT em relação à SC, se dar pela maior disponibilidade de nutrientes para a degradação microbiana, em razão dos menores teores de fibras, maiores teores de CNF e PB (Tabela 5) e menor valor de NIDN presentes nessas silagens. Com isso, os maiores valores de DP e DE observados nas SRT podem influenciar o aproveitamento ruminal dos demais

componentes nutricionais, que em menores taxas reduzem a quantidade de nitrogênio disponível para o metabolismo e síntese de proteína microbiana (RIBEIRO JUNIOR et al., 2014). Além, a degradação da PB reflete além da disponibilidade de compostos nitrogenados a nível ruminal, o teor de aminoácidos que chegam ao intestino, provenientes da fração proteica dietética não degradada no rúmen (SILVA et al., 2017).

O maior *lag time* apresentado pela silagem de cana-de-açúcar em relação as demais, foi em razão dos maiores teores de FDN<sub>cp</sub>, FDA<sub>p</sub> e LIG (Tabela 5) presente nesta silagem. De acordo com Magalhães et al. (2012), se o tempo de colonização for muito alto, a presença do alimento não degradado no rúmen impedirá o consumo de mais alimento pelo animal. Com os menores valores de *lag time* observados nas SRT, esperar-se que essas silagens sejam mais degradadas.

No que diz respeito as frações B<sub>p</sub> e I<sub>p</sub> da FDN, geralmente maiores valores da fração B<sub>p</sub> estão associadas a menores teores de fibras, o que pode ter acontecido com a SC, que possui maiores teores de fibras em relação as demais, no entanto as SRTP, SRTT e SRTF apresentaram frações B<sub>p</sub>, próximas à SC, mesmo estas possuindo menores teores de fibras, possivelmente isso aconteceu devidos as diferenças nos constituintes fibrosos dos ingredientes presentes nesses tratamentos. Com isso os valores da taxa de passagem (k) também foram baixas e próximas entre as silagens, o que resultou em degradações da FDN próximas (Tabela 8) não havendo diferenças entre estas.

Para a degradação da MS e PB (Tabela 8), as diferenças foram por causa dos maiores percentuais da degradação potencial (DP) e efetiva (DE) da MS e PB (Tabela 6), e pelos menores teores de FDN<sub>cp</sub>, FDA<sub>p</sub> e maiores teores de CNF (Tabela 5) da SRTP, em relação as demais. Com isso pode-se inferir que, a adição dos concentrados nas SRT promoveu maior disponibilidade dos nutrientes contidos na MS, resultando numa maior degradação ruminal dos mesmos, o que pode ser explicado pelo maior conteúdo de CNF e NDT (Tabela 5) dessas silagens, mas especificamente para o tratamento SRTP.

Quanto ao tempo de incubação (Tabela 8), essas diferenças foram principalmente, em razão do tempo que os microrganismos ruminais tiveram para atuar sobre as partículas do alimento nos respectivos tempos, resultando na superioridade do tempo 72 h em relação aos demais.

Para a interação tempo x tratamento (Tabela 9), a menor degradação da MS, apresentada pela SC, foi em razão dos maiores teores de fibras (Tabela 5) desta silagem em relação as

demais. Já a maior degradação da MS apresentada pela SRTP no tempo 72 h, em relação em relação aos SRTF e SRTT, e também em relação à SC, foi em razão da maior degradação potencial (DP) e efetiva (DE) (Tabela 6), e possivelmente pela maior concentração de CNF (Tabela 5) observada neste tratamento em relação aos demais. Com isso pode-se pressupor que a partir do tempo 24 h, a maior degradação ocorrida no tratamento SRTP foi do conteúdo celular.

Para a interação tempo x tratamento da degradação da PB (Tabela 9), a menor degradação da PB, observada na SC, foi em consequência dos maiores teores de fibras (Tabela 5) e maior teor de NIDN (70,20%) desta silagem em relação aos demais. Já a maior degradação da PB nos tempos 6 e 24 h das SRTP e SRTT, foi em virtude dos menores teores de fibras, associada aos menores valores de NIDN destes tratamentos SRTP (42,09%) e SRTT (46,05%), respectivamente. Pressupondo que nesse tempo de incubação havia maior teor de nitrogênio disponível para os microrganismos ruminais, possibilitando o aumento das bactérias celulolíticas e proteolíticas. Já as diferenças na degradação da PB entre os tratamentos no tempo 72 h, possivelmente foram a razão da maior DP e DE da PB (Tabela 6), maior CNF (Tabela 5) e menor valor de NIDN (42,09%) observado na SRTP, fazendo com que esta fosse superior aos demais, fornecendo condições adequadas aos microrganismos ruminais.

Com relação à degradação da PB de cada tratamento de acordo com os tempos de incubação, a maior degradação ocorrida no tempo 72 h, foi devido ao maior tempo que os microrganismos tiveram para atuar, somente na SC a degradação da PB não diferiu de acordo com os tempos, possivelmente isso ocorreu, devido à menor disponibilidade de PB associada aos altos teores de fibras presente na cana-de-açúcar.

Para a interação tempo x tratamento da degradação da FDN (Tabela 9), as diferenças observadas na degradação da FDN para os tempos e os tratamentos, são atribuídas ao maior tempo que os microrganismos ruminais tiveram para atuar, e em consequência das diferenças dos teores de fibras (Tabela 5) e possivelmente dos constituintes fibrosos de cada tratamento.

Com isso, verifica-se que a adição dos concentrados e subprodutos do babaçu melhoram a degradação da MS e PB em relação à silagem de cana-de-açúcar, e que a SRTP apresenta melhor degradabilidade em relação aos demais.



## 6 CONCLUSÃO

O uso de silagens na forma de ração total contendo concentrados tradicionais ou subprodutos do babaçu melhoram o perfil fermentativo, a degradabilidade e o valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar.

A formulação de dietas na forma de silagem de ração total é uma alternativa alimentar para ovinos, em que silagem de ração total a base de milho e farelo de soja é a melhor opção para a formulação da dieta, contudo os subprodutos do babaçu podem ser utilizados como ingrediente diante de disponibilidade e preços acessíveis.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOLLAHZADEH, F.; PIRMOHAMMADI, R.; FATEHI, F. BERNOUSI, I. The effect of feeding ensiled mixed tomato and apple pomace on performance of Holstein dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.1, p.31-35, 2010.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**: an advisory manual prepared by AFRC Technical Committee on responses to nutrients. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureau International, p.159, 1993.

ANDRADE, F. L.; RODRIGUES, J. P. P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; CASTRO, M. M. D.; TRECE, A. S.; SILVA, T. E.; FISCHER, V.; WEISS, K.; MARCONDES, M. I. Nutritional and productive performance of dairy cows fed corn silage or sugarcane silage with or without additives. **Tropical Animal Health and production**, v.48, p.747-753, 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. Official methods of analysis. 19th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2012.

BERCHIELLI, T. T.; RODRIGUEZ, N. M.; OSÓRIO NETO, E. **Nutrição de ruminantes. Jaboticabal**: Funep, 2006. 583p.

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, C. R. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3066-3083, 1992.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E. et al. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002. [doi.org/10.1590/S1516-35982002000900023](https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000900023)

CARVALHO, F. A. L.; QUEIROZ; M. A. A; SILVA, J. G; VOLTOLINI, T. V. Características fermentativas na ensilagem de cana-de-açúcar com maniçoba. **Revista Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2078-2083, 2015.

CORRÊA, D. S; MAGALHÃES, R. T; SIQUEIRA, D. C. B. Ruminal dry matter and fiber fraction degradability from two stylos cultivars. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 66, n.4, p.1155-1162, 2014.

CRUZ, L. R; GERASEEV, L. C; CARMO, T. D; SANTOS, L. D. T; BARBOSA, E. A; COSTA; G. A; SANTOS JUNIOR, A. Características agronômicas e composição bromatológica de variedades de cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 30, n.6, p. 1779 – 1786, 2014.

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. E.;

AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p. 2012.

HU, X.; HAO, W.; WANG, H.; et al., Fermentation characteristics and lactic acid bacteria succession of total mixed ration silages formulated with peach pomace. **Journal of Animal Science**. v. 28, p. 502 – 510, 2015.

ITAVO, L. C.V.; ITAVO, C. C. B. F.; MORAIS, M. G.; DIAS, A. M.; COELHO, E. M.; JELLER, H.; SOUZA, A. D. V. Composição química e parâmetros fermentativos de silagens de capim-elefante e cana-de-açúcar tratadas com aditivos. **Revista Brasileira. Saúde Produção. Animal**, v.11, n.3, p.606-617, 2010.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101–119, 2007.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map b150cmx200cm. 1928.

KUNG JR, L.; SHAVER. R. D.; GRANT, R. J.; SCHIMDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic componetd of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p.4020 – 4033, 2018. [doi.org/10.3168/jds.2017-13909](https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909)

MACÊDO, A. S. J.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F. Microbiologia de silagens: Revisão de Literatura. *Revista Electrónica Veterinaria*, v.18, p.1-11, 2017.

MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, 1994, p.12-56.

McCULLOUGH, M. E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, v.49, n.13, p.49-52, 1977.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley e Sons, 1981. 218p.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. s.l.: Scholium International, 1991. 155p.

MERTENS, D. R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations. In: NUTRITION CONFERENCE PROCESS GANT CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY, 1982, Athens. **Proceedings...** Athens: University of Georgia, 1982. p.116-126

MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinectis *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1437-1446, 1980.

MIYAJI, M.; MATSUYAMA, H.; NONAKA, K. Effect of ensiling process of total mixed ration on fermentation profile, nutrient loss and in situ ruminal degradation characteristics of diet. **Animal Science Journal**, v. 88, p.134 – 139, 2016. <https://doi.org/10.1111/asj.12610>

MOON, N. J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, n.11, p.453-460, 1983.

MUCK, R. E. Factors influencing silage quality e their implacation no management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.

MUCK, R.E. Microbiologia silagem e seu controle por meio de aditivos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 183-191, (supl. Especial) 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300021>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

NEGRÃO, F. M.; ZANINE, A. M.; SOUZA, A. L.; CABRAL, L. S.; FERREIRA, D. J.; DANTAS, C. C. O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 13-25, 2016.

NOCEK, J. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2051-2069, 1988.

NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). **Silage science and technology**. Madison, USA: American Society of Agronomy, 2003. p.31-93. (Agronomy Series, 42).

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. *Scientia Agricola*, v.26, n.5, p.427-432, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162005000500003>

PLAYNE, M.J.; MCDONALD, P.T. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 17, p. 264-268, 1966.

RESTELATTO, R.; NOVINSKI, O. C.; PEREIRA, L. M.; SILVA, E. P. A.; VOLPI, D.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; FACIOLA, A. P. Chemical composition, fermentative loss, and microbial counts of total mixed ration silages inoculated with differnt *lactobacillus* species. **Journal of Animal Science**, v. 97, p. 1634 – 1644, 2019. [doi.org/10.1093/jas/skz030](https://doi.org/10.1093/jas/skz030)

RIBEIRO JUNIOR, G. O.; VELASCO, F. O.; FARIA JÚNIOR, W. G.; TEIXEIRA, A. M.; MACHADO, F. S.; MAGALHÃES, F. A.; JAYME, D. G.; GONÇALVES, L. C. In situ

degradation kinetic of *Andropogon gayanus* grass silages harvested at three stages of maturity. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 66, p. 1883-1890, 2014. <http://doi.org/10.1590/1678-6780>.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. “The detergent system of analysis and its 579 application to humam foods” in **The analysis of dietary fiber in food**, eds. James, 580 W.P.T., Theander, O. (New York, Marcel Dekker), 123-158, 1981.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: CORN SILAGE PRODUCTION MANAGEMENT AND FEEDING. Madison: **Madison American Society of Agronomy**, 1995. P.27-29.

SAMPAIO, I. B. M. **Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants. Reading**: University of Reading, 1988. 214p. Tese (Doctor in Physiology) – University of Reading, 1988.

SCHIMDT, P; NUSSIO, L. G; QUEIROZ, O. C. M; SANTOS, M. C; ZAPOLLATO, M; TOLEDO FILHO, S. G; DANIEL, J. L. P. Effects of *Lactobacillus buchneri* on the nutritive value of sugarcane silage for finishing beef bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.1, p.8-13, 2014.

SCHIMDT, P; NUSSIO, L. G; QUEIROZ, O. C. M; SANTOS, M. C; ZAPOLLATO, M; TOLEDO FILHO, S. G; DANIEL, J. L. P. Effects of *Lactobacillus buchneri* on the nutritive value of sugarcane silage for finishing beef bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.1, p.8-13, 2014.

SIEGFRIED, V. R.; RUCKEMANN, H.; STUMPF, G. Method for the determination of organic acids in silage by high performance liquid chromatography. **Landwirtschaftliche Forsch**, Berlin, v. 37, p. 298-304, 1984.

SILVA, D. J; QUEIROZ, A. C. **Analise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3 ed. Viçosa, MG. Editora: UFV, 2002.

SILVA, E. J. A.; BORGATTI, L. M. O.; MEYER, P. M.; MARINO, C. T.; RODRIGUES, P. H. M. Efeitos do teor de carboidratos solúveis sobre as características da silagem de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.8, p.1-8, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000800006>

SILVA, M. A.; EDVAN, R. L.; PARENTE, H. N. et al. Addition of Fermented Corn Juice as Bioinoculant Improved Quality of *Saccharum officinarum* Silage. **International Journal of Agriculture & Biology**, vol 23, n. 2, 2020. doi: 10.17957/ijab/15.1295

SILVA, R. N. P.; ALVES, A. A.; GARCEZ, B. S. et al. Degradabilidade ruminal de casca de vagem de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) amonizada com ureia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.18, n.1, p.26-37, 2017. <http://doi.org/10.1590/S1519-99402017000100004>

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992. [doi.org/10.2527/1992.70113562x](https://doi.org/10.2527/1992.70113562x)

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. SAS. **Statistical Analysis Systems User's Guide: Statistics**, Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2002.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 476 p. 1994.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1, p.3583-3597, 1991. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the AOAC**, v.46, n.5, p.829-835, 1963

WALDO, D. R.; SMITH, L. W.; COX, E. L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.125-129, 1972

WANG, C.; NISHINO, N. Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. **Journal of Applied Microbiology**, v. 114, p. 1687-1695, 2013.

WANG, F.; NISHINO, N. Ensiling of soybean curd residue and wet brewers grains with or without other feeds as a total mixed ration. **Journal Dairy Science**, v. 91, p.2380-2387, 2008.

WEINBERG, Z. G., CHEN, Y., MIRON, D., RAVIV, Y., NAHIM, E., BLOCH, A., ... MIRON, J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film – A commercial scale experiment. **Animal Feed Science Technology**, v. 164, p.125–129, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.016>

WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y. Effects of storage period on the composition of whole crop wheat and corn silages. **Animal and Feed Science Technology**, v.185, p. 196-200, 2013.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker inc., 1984. 350p.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; ALMEIDA, J. C. C.; PEREIRA, O. G. Avaliação das perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica da silagem de capim-tanzânia com cana-de-açúcar. **Revista Universidade Rural**, v.27, p.40-47, 2007.