

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TROPICAL**

Valor nutritivo de dietas contendo sorgo, milho e farelo do mesocarpo de babaçu em substituição ao milho em ovinos

LUDMILLA GOMES PENHA DE MOURA

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

**ARAGUAÍNA - TO
2013**

LUDMILLA GOMES PENHA DE MOURA

**Valor nutritivo de dietas contendo sorgo, milho e farelo do mesocarpo de
babaçu em substituição ao milho em ovinos**

**Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre, junto ao Programa de Pós-
graduação em Ciência Animal Tropical da
Universidade Federal do Tocantins.**

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

**ARAGUAÍNA - TO
2013**

Dados Internacionais de Catalogação

Biblioteca UFT - EMZV

M929v Moura, Ludmilla Gomes Penha de
Valor Nutritivo de Dietas Contendo Sorgo, Milheto e Farelo do
Mesocarpo de Babaçu em Substituição ao Milho em Ovinos. -- Araguaína:
[s.n.], 2013.
68 f. : Il.

Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade
Federal do Tocantins, 2013.

1. Nutrição Animal. 2. Alimento Alternativo. 3. Nutriente Digestivo.
4. Subproduto. I. Título

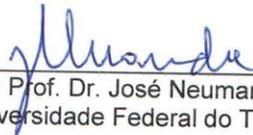
CDD 636.085

VALOR NUTRITIVO DE DIETAS CONTENDO MILHETO, SORGO E FARELO DO
MESOCARPO DE BABAÇU EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM OVINOS

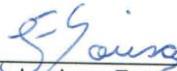
Por

LUDMILLA GOMES PENHA DE MOURA

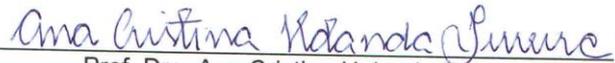
Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins, como requisito para a obtenção do título de Mestre, tendo sido julgada e aprovada pela Banca Examinadora formada pelos professores:



Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dra. Ana Cristina Holanda Ferreira
Universidade Federal do Tocantins



Dr. Frederico Osório Velasco
Bolsista do Programa Nacional de Pós-doutorado (CAPES)

ARAGUAÍNA, 24 de Junho de 2013

DEDICO

À minha filha,

ISADORA GOMES PENHA DE MOURA

Por ser a razão da minha vida, o motivo pelo qual nunca desisti.

AGRADEÇO,

À **DEUS**, por toda graça concebida, por nunca ter me abandonado, por iluminar meus passos e guiar meus pensamentos. Sei que a luta ainda não acabou, mas Contigo chegarei ao fim alcançando a vitória. Obrigada por colocar em meu caminho pessoas tão queridas e dispostas a ajudar;

Ao meu esposo **RODRIGO**, que mesmo contra a sua vontade fez valer a minha, me dando forças e apoio nos momentos de “desespero”, obrigada amor, sei que valerá a pena;

Aos meus pais **ANTONIO E IVONE**, por todo apoio nos momentos que mais precisei, por toda ajuda moral, financeira e psicológica e por simplesmente me amarem incondicionalmente, obrigada por tudo, amo vocês;

Aos meus irmãos e compadres **LUDIELLEN E ANTONIO AUGUSTO**, por estarem sempre presentes nos momentos de alegrias e decisões;

Ao meu sogro e minha sogra, **JOSÉ E ZINEIDE**, pelo apoio nos momentos difíceis;

Ao professor **JOSÉ NEUMAN**, meu orientador, pela paciência, orientação, pelas palavras firmes e por ser um exemplo de ética e profissionalismo;

Aos professores **ANA CLÁUDIA, ANA CRISTINA, FABRÍCIA, FREDERICO, GERSON, JOÃO RESTLE E LUCIANO**, pelas palavras de incentivo e pela colaboração no trabalho;

À **UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**, e ao programa de pós graduação, pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos;

À **ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**, pelo apoio que permitiu a realização de mais essa etapa da minha vida;

Ao **CNPq**, pelo apoio financeiro;

Ao **SINDICATO RURAL DE ARAGUAÍNA**, pela disponibilização de suas instalações para realização deste trabalho;

À **FAZENDA UIRAPURU**, por ceder os animais;

À **AGROCRIA**, pelo fornecimento do suplemento energético-proteico-mineral (Engordim);

Aos meus amigos, **ALINE EVANGELISTA, ALINE AMORIM, JOANA PATRÍCIA, WESCLEY, WANDERSON, LORENA, RAYLON, ROGÉRIO**, que sempre estiveram prontos a me ajudar, por estarem presentes nestes anos do mestrado me incentivando, obrigada;

Às amigas, **ALEANE, KARINA, RAQUEL, MÔNICA**, pelos momentos de alegria e descontração;

Aos alunos da graduação, **ALÍRIA, JOÃO PEDRO, LOANDA E RHAÍZA**, sem vocês eu não teria chegado até aqui;

Ao técnico do laboratório de nutrição animal **ADRIANO**, pelo apoio e incentivo;

Aos funcionários da **Universidade Federal do Tocantins e Fênix**, que contribuíram para a realização deste projeto;

À todos que contribuíram para minha vitória, meu muito **OBRIGADA!**

“Tudo posso Naquele que me fortalece”

Filipenses, 4:13

SUMÁRIO

RESUMO.....	09
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA	15
1.1 – Introdução	15
1.2 - Ovinos	16
1.3 – Consumo e Digestibilidade.....	17
1.4 – Milho.....	18
1.4.1 – Estrutura Física do Grão de Milho	19
1.4.2 – Textura do Grão de Milho.....	21
1.4.3 – Composição Bromatológica.....	22
1.4.4 – Amido e Proteínas	22
1.5 – Sorgo.....	25
1.5.1 – Estrutura Física do Grão de Sorgo.....	25
1.5.2 – Textura do Grão de Sorgo.....	28
1.5.3 – Composição Bromatológica.....	29
1.5.4 – Amido e Proteínas	30
1.5.5 – Taninos.....	31
1.6 – Milheto.....	32
1.6.1 – Estrutura Física do Grão de Milheto.....	33
1.6.2 – Composição Química	34
1.7 – Babaçu	36
1.7.1 – Estrutura Física do Fruto de Babaçu	37
1.7.2 – Farelo do Mesocarpo de Babaçu (FMB).....	38
1.7.3 – Composição Bromatológica do Farelo do Mesocarpo de Babaçu	39
1.8 – Referências Bibliográficas	40
CAPÍTULO II – CONSUMO VOLUNTÁRIO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DE NUTRIENTES EM OVINOS ALIMENTADOS COM SORGO, MILHETO E FARELO DO MESOCARPO DE BABAÇU EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO.....	51
2.1 – Introdução	51
2.2 – Materiais e Métodos	52

2.3 – Resultados e Discussão	55
2.4 – Conclusão	65
2.5 – Referências Bibliográficas	66

RESUMO

Valor nutritivo de dietas contendo sorgo, milho e farelo do mesocarpo de babaçu em substituição ao milho em ovinos

Objetivou-se avaliar o consumo voluntário em ovinos e a digestibilidade aparente de dietas contendo sorgo, milho e farelo de mesocarpo do babaçu (FMB) em substituição ao milho. Utilizou-se 20 ovinos alojados em gaiolas metabólicas individuais e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (milho, milho, FMB e sorgo) e cinco repetições, no qual foi realizada análise de variância para avaliação do efeito dos tratamentos, e o teste t de *student* para comparação das médias dos resultados. Foram coletadas amostras dos alimentos, dos concentrados, das sobras e das fezes, usadas para determinação dos consumos de nutrientes e das digestibilidades aparentes. Os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO) extrato etéreo (CEE), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), foram inferiores para os animais que receberam a dieta com FMB em g/dia (804,92; 750,48; 20,98; 343,84 e 537,98 respectivamente) e g/UTM (60,1693; 56,0805; 1,5689; 25,7987 e 40,1068 respectivamente), já o consumo de proteína bruta (CPB) não sofreu influência das testadas, enquanto que o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) apresentou os maiores valores para os animais que receberam a dieta com milho (383,40 em g/dia e 11,0244 em g/UTM). As digestibilidades da MS, MO e FDN, foram menores quando o FMB substituiu o milho nas dietas (0,6626; 0,6779 e 0,4004 respectivamente), para a digestibilidade da PB os menores valores foram observados quando se substituiu o milho pelo sorgo (0,6383) e as digestibilidades do EE e CNF foram menores quando se utilizou o milho em substituição ao milho (0,3956 e 0,8694). O NDT foi menor quando substituiu o milho pelo FMB (0,667) e depois pelo milho (0,7113). Conclui-se que o milho e o sorgo são boas alternativas em substituição ao milho e que mais estudos são necessários para se avaliar o potencial de substituição do farelo de mesocarpo do babaçu pelo milho.

Palavras-chave: alimentos alternativos, consumo, nutrientes digestíveis totais, subprodutos.

ABSTRACT

Nutritional value of diets containing sorghum, millet and babassu mesocarp meal replacing corn for sheep

The objective of this study was to evaluate the intake in sheep and apparent digestibility of diets containing sorghum, millet and babassu mesocarp meal (BMM) replacement for corn. We used 20 sheep housed in individual metabolic cages and distributed in a completely randomized design with four treatments (maize, millet, sorghum and BMM) and five replications, in which an analysis of variance was carried out to evaluate the effect of treatment, and the Student *t* test for comparison of the results. We collected samples of food, concentrated, leftovers and feces, used to determine the eating of nutrients and apparent digestibility. The dry matter intake (DMI), of organic matter (OMI), ether extract (EEI), non-fiber carbohydrates (CNFI) and total digestible nutrients (TDNI) were lower for animals fed diet with BMM in g/day (804.92, 750.48, 20.98, 343.84 and 537.98 respectively) and g/UTM (60.1693, 56.0805, 1.5689, 25.7987 and 40.1068 respectively); the consumption of crude protein (CP) was not influenced by the tested ones, whereas the consumption of fiber in neutral detergent (NDF) showed the highest values for animals fed diets with millet (383.40 g/day and 11.0244 in g/UTM). The digestibility of DM, OM and NDF were lower when the BMM replaced corn in the diet (0.6626, 0.6779 and 0.4004 respectively), for CP digestibility lower values were observed when we replaced corn by sorghum (0.6383) and digestibility of EE and NFC were lower when using millet instead of corn (0.3956 and 0.8694). The TDN was lower when we replaced corn by BMM (0.667) and afterwards by millet (0.7113). We conclude that millet and sorghum are good alternatives to replace corn and that more studies are needed to evaluate the replacement potential of babassu mesocarp meal by corn.

Keywords: alternative food, byproducts, intake, total digestible nutrients.

Figura 1 – Estrutura física do milho	19
Figura 2 – Tipos de milho e proporções do endosperma farináceo e vítreo	21
Figura 3 – Estrutura física do grão de sorgo.....	27
Figura 4 – Aspectos de uma lavoura de milheto.....	33
Figura 5 – Tipos de grão de milheto	33
Figura 6 – Palmeiras e frutos do babaçu	36
Figura 7 – Fruto do babaçu	38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Composição química-bromatológica dos alimentos que compõem as dietas experimentais, baseado na matéria seca53
- Tabela 2** - Percentual dos alimentos e composição nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca54
- Tabela 3** - Consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo de ovinos alimentados com milho, milheto, farelo do mesocarpo de babaçu (FMB) e sorgo56
- Tabela 4** - Consumos de fibra em detergente neutro (CFN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) de ovinos alimentados com milho, milheto, farelo do mesocarpo de babaçu (FMB) e sorgo..... 59
- Tabela 5** - Médias da digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não fibrosos (DCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) do milho, milheto, farelo do mesocarpo de babaçu (FMB) e sorgo.....61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCNF	Consumo de Carboidratos não Fibrosos
CEE	Consumo de Extrato Etéreo
CFDN	Consumo de Fibra em Detergente Neutro
CMO	Consumo de Matéria Orgânica
CMS	Consumo de Matéria Seca
CNDT	Consumo de Nutrientes Digestíveis Totais
CNF	Carboidratos não Fibrosos
CNFD	Carboidratos não Fibrosos Digestível
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CPB	Consumo de Proteína Bruta
CT	Carboidratos Totais
CV	Coeficiente de Variação
DA	Digestibilidade Aparente
DCNF	Digestibilidade dos Carboidratos não Fibrosos
DEE	Digestibilidade do Extrato Etéreo
DFDN	Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DMO	Digestibilidade da Matéria Orgânica
DMS	Digestibilidade da Matéria Seca
DPB	Digestibilidade da Proteína Bruta
EE	Extrato Etéreo
EED	Extrato Etéreo Digestível
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMVZ	Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FDND	Fibra em Detergente Neutro Digestível
FMB	Farelo do Mesocarpo de Babaçu
G	Gramas
g/dia	Gramas por dia
g/kg PC	Gramas por quilograma de Peso Corporal

g/UTM	Gramas por Unidade de Tamanho Metabólico
ML	Mililitros
MM	Matéria Mineral
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
PBD	Proteína Bruta Digestível
Ph	Potencial hidrogeniônico
TGI	Trato Gastrointestinal
UFT	Universidade Federal do Tocantins

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Introdução

Em sistemas de criação intensiva, a alimentação é a variável que mais contribui nos custos de produção, sendo o concentrado o item que mais agrega valor à alimentação (PACHECO et al., 2006). O milho é a principal fonte energética que compõe o concentrado, sendo o alimento mais utilizado para compor as dietas e o que possui maior variação de preço devido à sua grande utilização na alimentação humana e de animais monogástricos (principalmente aves e suínos), além disso, sua utilização para produção de etanol vem crescendo a cada dia. Outro fator que tem grande influência no seu preço é a variação de produção nas safras.

Uma das formas de se intensificar a produção é através da terminação em confinamento, mas algumas limitações são atribuídas a essa atividade, como por exemplo, os altos custos de produção, por isso é necessário a utilização de práticas que tem como principal objetivo minimizar os custos e maximizar a produção. Com o objetivo de baixar os custos de produção, a utilização do fornecimento de dietas com alto concentrado pode ser viável já que reduz os custos de mão de obra, diminui o tempo de terminação para o abate, além de aumentar a eficiência de conversão alimentar proporcionando um rápido ganho de peso (BULLE et al., 2002).

De acordo com Preston, (1998 apud BULLE et al., 2002) a prática de se utilizar uma dieta com elevado teor de concentrado pode ocasionar problemas de ordem digestiva acompanhados de diminuição no consumo, baixo ganho de peso e prejuízo à parede do rúmen. Dessa forma o uso de grão inteiro (não processado) na dieta, além de reduzir os custos com alimentação tem ainda como objetivo, evitar problemas de ordem digestiva, pois a utilização do grão de milho inteiro é capaz de promover uma função ruminal adequada, sendo boa alternativa para alimentação de bovinos confinados sem receber volumoso (PORDOMINGO et al., 2002), já que além de diminuir a velocidade de produção de ácidos, promove uma maior mastigação e ruminação, aumentando a produção de saliva e com um consequente efeito tampão (VARGAS JR, 2000).

O uso de alimentos alternativos como sorgo e milheto, e de subprodutos como o farelo do mesocarpo de babaçu em substituição ao milho, pode ser uma alternativa viável para se reduzir os custos com alimentação sem que haja uma

redução na qualidade nutricional das dietas, já que estudos têm mostrado qualidades nutricionais nos grãos de sorgo e milho, bem próximos ao do milho. O farelo do mesocarpo de babaçu vem sendo muito estudado como substituto energético, principalmente na região norte onde ele é adquirido com maior facilidade por ser originado do processamento do fruto da palmeira do babaçu (*Orbygnya sp.*) para retirada do óleo de sua amêndoa, utilizado entre outras coisas para a produção de biodiesel.

Por se tratar de alimentos alternativos e subprodutos, é de grande importância a avaliação do consumo destes alimentos, uma vez que o consumo é quem estabelece a quantidade de nutrientes disponíveis para a saúde e produção dos animais (NRC, 2001). A digestibilidade dos mesmos é outro parâmetro importante a ser avaliado, pois serve para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo, indicando a quantidade percentual de cada nutriente do alimento que o animal tem condições de utilizar (VAN SOEST, 1994).

Dessa forma, estudos sobre o consumo e digestibilidade de alimentos alternativos como sorgo e milho na forma de grão inteiro e o farelo do mesocarpo de babaçu, devem ser avaliados com a intenção de se conhecer seus valores nutritivos e seu potencial de substituição ao milho.

1.2 Os Ovinos

Os ovinos foram uns dos primeiros animais a serem domesticados pelo homem, fornecendo-lhe carne, leite, pele e lã, tendo sua origem na Europa e na Ásia. Sua criação vem se desenvolvendo no Brasil em larga escala nos últimos anos e a demanda por carne ovina no País cresceu chegando ao ponto de importar carne ovina e de ovinos para abate, oriundos da Argentina, do Uruguai e da Nova Zelândia (COUTO, 2001).

A população de ovinos no Brasil em 2011 foi de 17,6 milhões de cabeças (FAO, 2012). Atualmente, segundo IBGE, (2011) os maiores produtores de ovinos são os estados do Rio Grande do Sul, Bahia e Ceará (22,6; 17,4 e 12,1% do rebanho nacional, respectivamente), com o primeiro estado tendo como principal finalidade a produção de lã, enquanto os estados do Nordeste a produção de carne. A alternativa do confinamento de ovinos tem crescido muito nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, apesar do elevado custo de produção (POLLI et al., 2008), possibilitando elevar a

taxa de lotação da propriedade, melhorar as condições alimentares do rebanho e disponibilizar carne ovina de qualidade no período de entressafra (FRESCURA et al., 2005) e ainda reduzir a idade ao abate e aumentar o giro de capital (PEREIRA et al., 2008).

Os ovinos são essencialmente utilizados para a exploração de carne, leite e lã (SUSIN, 1996) e sua produção de carne vem aumentando, estimulada pelo elevado potencial que apresenta o mercado consumidor dos grandes centros urbanos brasileiros (SIQUEIRA, 1996), pois segundo Carvalho et al. (2012) a carne ovina é reconhecida como uma das carnes vermelhas de menor teor de colesterol quando comparada a carne bovina e suína e com boa qualidade e digestibilidade.

As exigências nutricionais dos ovinos em proteínas, energia, minerais e vitaminas, variam em função de vários fatores como raça, idade, categoria e sistemas de criação (BELLUZO; KANETO; FERREIRA, 2001). Segundo o NRC (2007), para ovinos em terminação e com peso vivo médio de 30 kg, as exigências de consumo de matéria seca, ficam em torno de 1,09 kg/dia, para consumo de proteína bruta ele preconiza uma média de 125 g/dia e com relação ao consumo de nutrientes digestíveis totais uma média de 0,72 kg/dia.

1.3 Consumo e Digestibilidade

Os pequenos ruminantes são animais muito seletivos ao escolher o que consumir e em geral conseguem selecionar uma dieta de melhor qualidade (NRC, 2007). O oferecimento de alimento em excesso, segundo Maggioni et al. (2009), oferece ao animal a oportunidade de selecionar porções palatáveis e não consumir as partes menos desejadas. Para Van Soest (1994) o consumo voluntário é o principal fator que afeta a resposta animal tendo suas medidas variando em função da espécie animal, da condição nutricional, da categoria animal, da demanda energética, da idade e do sexo. Segundo NRC (2001), o consumo de matéria seca é de fundamental importância na nutrição animal, pois estabelece a quantidade de nutrientes disponíveis para a saúde e produção dos animais.

O consumo de alimentos pelos ruminantes pode ser regulado por diversos mecanismos, por esta razão, o tamanho, a condição corporal, a capacidade de distensão ruminal, a raça e o *status* fisiológico são características que influenciam o consumo, pois alteram os requerimentos dos animais (PEREIRA et al., 2003). Para

Mertens (1994) o consumo alimentar é regulado por três mecanismos: o psicogênico, que envolve o comportamento do animal diante de fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente; o fisiológico, onde a regulação é dada pelo balanço nutricional e o físico, relacionado à capacidade de distensão do rúmen do animal.

Muitos fatores afetam o consumo, e a fibra em detergente neutro (FDN), devido a sua baixa taxa de digestão, é considerada como principal constituinte da dieta associada ao efeito do enchimento ruminal (NRC, 2001). A fibra em detergente neutro (FDN) é um fator dietético bastante representativo do volume ocupado pelo alimento (VAN SOEST, 1994) sendo, portanto, inversamente relacionado à densidade energética. Outros fatores que fazem com que os animais cessem a alimentação incluem o apetite, a exigência metabólica e a qualidade do alimento, sendo que para os alimentos de alta qualidade (concentrados), a exigência metabólica tende a ser o fator limitante (MAGGIONI et al., 2009).

A digestão é um processo de conversão de macromoléculas do alimento para compostos simples que podem ser absorvidos a partir do trato gastrintestinal, e medidas de digestibilidade servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo, expressa pelo coeficiente de digestibilidade, que indica a quantidade percentual de cada nutriente do alimento que o animal tem condição de utilizar (VAN SOEST, 1994). A digestibilidade do alimento, basicamente, é a sua capacidade de permitir que o animal utilize os seus nutrientes em maior ou menor escala (SILVA; LEÃO, 1979).

Segundo Alves et al. (2003) existem vários fatores que podem influenciar a digestibilidade, como a composição e preparo dos alimentos e da dieta, além de fatores dependentes dos animais e do nível nutricional, especialmente a densidade energética da ração e para Van Soest (1994) ela também é dada em função do tempo de retenção do alimento no trato digestivo. Parâmetros como a digestibilidade e a taxa de passagem dos alimentos, são em função tanto do animal quanto do alimento (FORBES, 2007) e devem, em teoria, serem previstos a partir de medições feitas separadamente para cada animal ou alimento, mas estes parâmetros são dependentes do nível de consumo dos alimentos.

1.4 Milho

O milho é produzido em quase todos os continentes, sendo utilizado desde a alimentação até a indústria de alta tecnologia (PAES, 2006). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, sendo o principal destino as indústrias de rações para animais (MAPA, 2013), tendo produzido 72.979,5 mil toneladas na safra de 2011/2012 (CONAB, 2013).

1.4.1 Estrutura Física do Grão de Milho

O grão de milho, segundo Paes (2006), possui peso individual variando em média entre 250 a 300mg sendo formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta segundo Callegaro et al. (2005) (Figura 1).

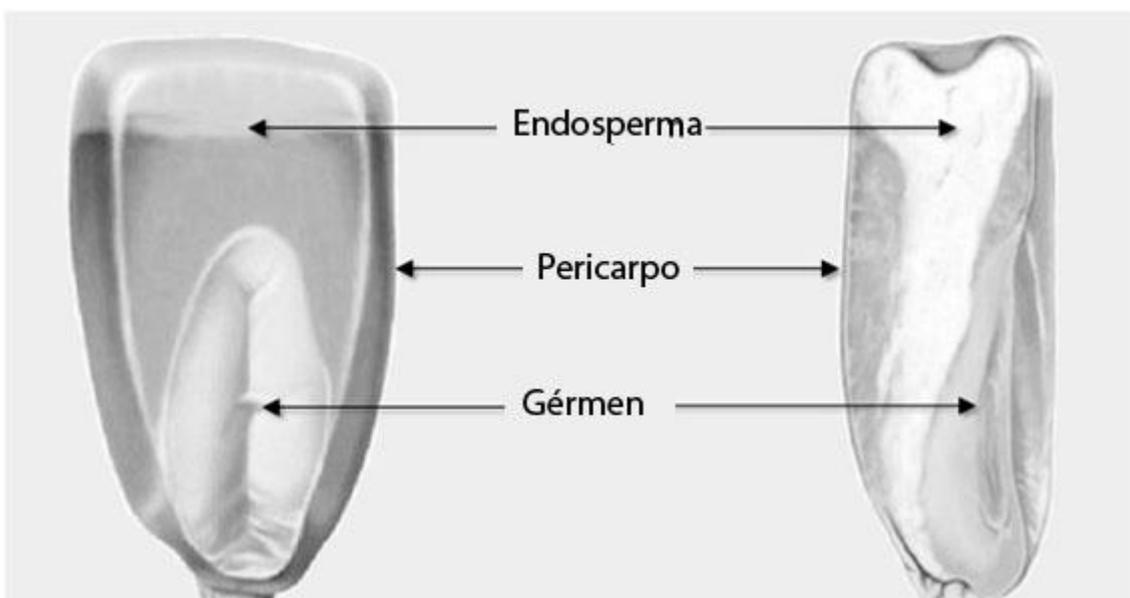


Figura 1. Estrutura física do milho

O pericarpo (camada externa) é derivado da parede do ovário e pode ser incolor, vermelho, marrom ou variegado (MAGALHÃES et al., 2002) e segundo Paes, (2006) representa, em média, 5,0% do grão, conferindo proteção à umidade do ambiente, aos insetos e aos microrganismos. As camadas de células que compõem esta fração são constituídas de hemiceluloses (67,0%) e celulose (23,0%).

A ponta do grão de acordo com Magalhães et al. (2002) é a parte remanescente do tecido (pedicelo), que conecta o grão ao sabugo e segundo Pereira et al., (2009), é a menor estrutura do grão de milho (2,0%), sendo a única

área não coberta pelo pericarpo e constituída essencialmente de material lignocelulósico.

O endosperma é a principal estrutura do grão, pois é nela que se encontra a maior quantidade de amido. O amido tem a função de fornecer ao embrião energia e esqueletos de carbono até que este seja capaz de realizar fotossíntese, enquanto as proteínas de estocagem são fontes de energia, nitrogênio e enxofre durante a germinação (LOPES; LARKINS, 1993). O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido (88%), organizado na forma de grânulos. Nele estão também presentes as proteínas de reserva (8%) que formam os corpos protéicos que compõem a matriz que envolve os grânulos de amido dentro das células no endosperma. Com base na distribuição dos grânulos de amido e da matriz de proteína, o endosperma é classificado em dois tipos: farináceo e vítreo. No primeiro, os grânulos de amido são arredondados e estão dispersos, não havendo matriz protéica circundando essas estruturas, o que resulta em espaços vagos durante o processo de secagem do grão, a partir dos espaços onde antes era ocupado pela água, durante o desenvolvimento do grão. Por outro lado, no endosperma vítreo, a matriz proteica é densa, com corpos protéicos estruturados, que circundam os grânulos de amido de formato poligonal, não permitindo espaços entre estas estruturas (PAES, 2006).

A principal diferença estrutural entre o endosperma vítreo e o endosperma farináceo é a menor concentração de matriz proteica no endosperma farináceo, atribuindo – lhe melhor acessibilidade às enzimas e maior digestibilidade (HOSNEY; DAVIS; HARBERS, 1974).

O gérmen (o embrião dos grãos de cereais) não armazena reservas durante o desenvolvimento da semente, a não ser uma pequena quantidade de lipídios, conforme exposto por Magalhães et al. (2002). Segundo Pereira et al. (2009), ele representa aproximadamente 11,0% do grão de milho e concentra quase a totalidade (83,0%) dos lipídios (óleo e vitamina E) e dos minerais (78,0%) do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas (26,0%) e açúcares (70,0%), sendo composto pelo embrião e por tecidos de estocagem ricos em ácidos graxos poliinsaturados, proteínas, enzimas e minerais, que representam a reserva nutritiva para o embrião. Essa é a única fração viva do grão e é onde estão presentes as proteínas do tipo albuminas, globulinas e glutelinas, que diferem significativamente, em composição e organização molecular, daquelas encontradas no endosperma e,

por conseguinte, diferindo das primeiras em qualidade nutricional e propriedades tecnológicas (PAES, 2006).

1.4.2 Textura do Grão de Milho

Em função de suas características, o grão de milho é classificado em cinco tipos: dentado, duro (*flint*), farináceo, pipoca e doce, sendo o tipo *flint*, a maioria do milho produzido no Brasil (PEREIRA et al., 2009). A principal diferença entre os tipos de milho é a forma e tamanho dos grãos, definidos pela estrutura do endosperma e o tamanho do gérmen (PAES, 2006).

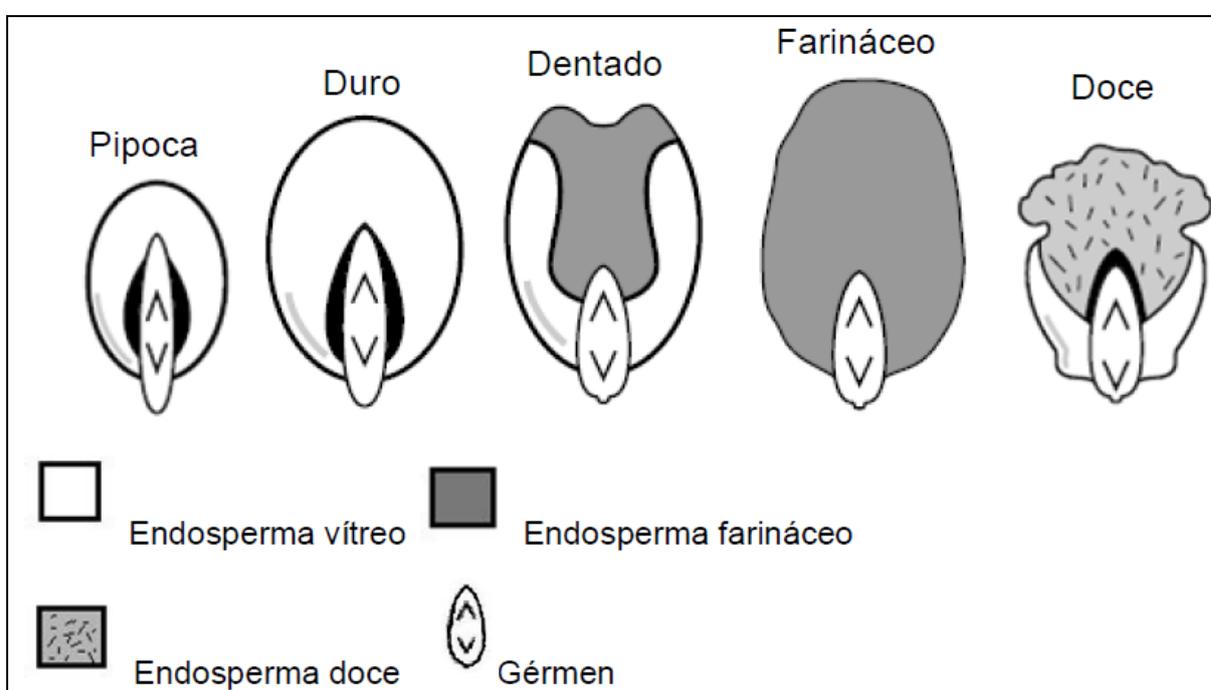


Figura 2. Tipos de milho e proporções do endosperma farináceo e vítreo
Fonte: Dickerson, 2008.

Os tipos de milho são diferenciados pela variação na relação endosperma vítreo: endosperma farináceo. Segundo Dickerson (2008) o milho tipo duro (*flint*), possui grãos arredondados e lisos, com endosperma vítreo. O farináceo possui pericarpo fino e endosperma farináceo. O dentado possui nas laterais, endosperma vítreo e no centro, endosperma farináceo, que durante a secagem do grão murcha, formando uma indentação. O milho pipoca é classificado em dois tipos: pérola ou arroz e possui variedade de cores além de possuir um endosperma vítreo que envolve uma pequena quantidade de amido úmido no centro. O doce é cultivado para consumo “in natura” e tem aparência enrugada depois de seco por não converter açúcar em amido.

Um parâmetro importante para avaliar com maior precisão a textura do grão é a vitreosidade, em virtude de estar relacionada com a quantidade de endosperma vítreo e farináceo, ou seja, quanto mais duro o grão, maior a quantidade de endosperma vítreo, por outro lado, quanto mais dentado o grão, maior a quantidade de endosperma farináceo (CANTARELLI et al., 2007).

O Endosperma vítreo, segundo Pereira et al. (2004) é duro e cristalino, possui uma matriz proteica contínua e abundante, com corpos proteicos maiores e em maior quantidade, além de possuir grânulos de amido compactos e poligonais. O endosperma farináceo possui uma estrutura celular menos compacta, e os espaços de ar existentes entre os grânulos de amido envolvidos por uma fina e descontínua matriz proteica, permitem que a umidade permaneça mais tempo no endosperma.

1.4.3 Composição Bromatológica

Segundo dados nacionais (ROSTAGNO et al., 2011; VALADARES FILHO et al., 2013), o grão de milho apresenta teor de matéria seca entre 87% e 89%, teor de proteína bruta entre 7,8% e 9%, teor de fibra em detergente neutro variando entre 11% a 12%, apresentando cerca de 62,6% de amido. De acordo com Paes (2006) o grão de milho apresenta uma composição média com base na matéria seca de 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra (a maioria resíduo detergente neutro) e 4% de óleo.

Já de acordo com dados do NRC (2001), o grão de milho apresenta cerca de 88,1% de matéria seca, 9,4% de proteína bruta e 9,5% de fibra em detergente neutro.

A composição do grão de milho se diferencia em função das condições de clima, solo ou sua variedade. De acordo com Pereira et al. (2009), os valores de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, apresentados pelo NRC (2001), são superiores quando comparados aos dados nacionais, atribuindo a essas diferenças, o fato dos diferentes genótipos utilizados e das distintas condições de cultivo, clima, solo e armazenamento.

1.4.4 Amido e Proteínas

O amido é o principal componente de reserva das plantas superiores sendo encontrado nos cloroplastos das folhas e nos amiloplastos de órgãos de armazenamento como sementes e tubérculos (WANG; BOGRACHEVA; HEDLEY, 1998). Segundo Zeoula et al. (1999), ele representa de 70 a 80% da composição dos grãos de cereais, e é um polissacarídeo composto por dois polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina. A amilose apresenta uma estrutura linear, que consiste de cadeias α 1-4 glicopiranosídicas, e a amilopectina apresenta ramificações que ocorrem no sexto carbono (ligação α) para formar cadeias laterais de unidades α 1-4 (VAN SOEST, 1994).

Segundo Wang, Bogracheva e Hedley, (1998) o amido na maioria das espécies, é composto por 30% de amilose e 70% de amilopectina, tendo variações em suas proporções nos cereais que podem ser geneticamente controladas (THEURER, 1986), o que se torna uma ferramenta interessante, já que de acordo com Zeoula et al. (1999) estes polímeros (amilose e amilopectina) são responsáveis pelas diferenças nas taxas de digestão do amido.

A amilose e amilopectina, de acordo com Tester, Karkalas e Qi (2004), têm em comum o tamanho molecular, a forma e a estrutura variando com a origem botânica. Cadeias de amilopectina são relativamente mais curtas em comparação com as moléculas de amilose que possuem um amplo perfil de distribuição.

Para Van Soest (1994) o conteúdo de amilose do milho cresce com a maturidade e a qualidade do grânulo de amido é afetada pelo tipo de amido que contém, já que o endosperma farináceo no milho tem alta proporção de amilose e as características do milho *flinty* estão associadas com a amilopectina.

Por ser insolúvel em água, o amido é armazenado nas plantas sob a forma de partículas ou grânulos discretos, que se dividem em dois grandes grupos, os do tipo A, caracterizado por amido de cereais (milho, trigo, arroz) e os do tipo B, característico dos tubérculos e raízes como batata e mandioca (FRENCH, 1973). Segundo Rooney e Pflugfelder (1986) os grânulos de amido são altamente organizados com moléculas de amilose e amilopectina unidas por ligações de hidrogênio e apresentam conformação de pseudo-cristais, com áreas organizadas (cristais) e áreas relativamente não organizadas (amorfa). O cristalino é composto principalmente de amilopectina e é resistente a entrada de água e a ataques enzimáticos, já a região amorfa é rica em amilose e menos densa que a área

cristalina, possibilitando que a água se mova livremente dentro dela, sendo nesta região, o início do ataque da amilase ao grânulo de amido.

Quando o amido é gradualmente aquecido (até 55°C), os grânulos absorvem 50% ou mais do seu peso em água, sendo este inchaço reversível, e com o amido após o resfriamento e secagem não apresentando alterações. Mas se o aquecimento continuar até atingir entre 60 e 80°C, a maioria dos grânulos de amido são submetidos a uma gelatinização irreversível, causando a perda da sua cristalinidade (FRENCH, 1973).

A gelatinização do grânulo de amido começa nas zonas amorfas e durante a gelatinização os grânulos de amido absorvem água, incham e expõem parte da amilose, tornando-se mais suscetíveis à degradação enzimática (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). Segundo ainda a estes mesmos autores as diferenças na estrutura do grânulo de amido afetam a digestibilidade dos grãos, sendo a digestibilidade do amido, geralmente inversamente proporcional ao conteúdo de amilose com o amido dos cereais apresentando mais facilidade de digestão que o amido de raízes e tubérculos.

Segundo French (1973), plantas que sintetizam amido para uso futuro e animais que dependem da digestão do amido, desenvolveram várias rotas metabólicas para converter amido em glicose, sendo a mais usual, envolvendo uma α -amilase (enzima) que reduz a molécula de amido em dextrinas e oligossacarídeos, além da maltase, que converte a dextrina e oligossacarídeo em glicose. Para Philippeau, Deschautt de Monredon e Michalet-Doreau, (1999) o local de digestão do amido altera a natureza dos produtos finais da digestão e sua eficiência de utilização metabólica pelos ruminantes e a diferença na digestão ruminal do amido de milho com diferentes texturas do endosperma, indica que a seleção genética pode manipular o local e extensão da digestão do amido em ruminantes.

A maior parte das proteínas do grão de milho concentra-se no endosperma (74,0%) e são prolaminas, chamadas de zeínas, que compõem a matriz que envolve os grânulos de amido dentro do endosperma. São proteínas de reservas ricas nos aminoácidos metionina e cisteína, mas pobres em lisina e triptofano. O gérmen contém quantidades importantes de proteínas do tipo albuminas, globulinas e gluteínas, que diferem significativamente em composição das encontradas no endosperma, apresentando teores mais elevados de lisina e triptofano (PEREIRA et al., 2009).

Segundo Paes (2006) a classificação do endosperma em vítreo e farináceo é feita com base na distribuição dos grânulos de amido e da matriz de proteína, mostrando assim, uma forte relação entre a concentração de prolaminas com a textura do endosperma (PRATT et al., 1995).

Os grânulos de amido podem ser completamente incorporados na matriz proteica, como no endosperma córneo e periférico do milho e do sorgo e essa interação com a proteína pode reduzir a susceptibilidade do amido à hidrólise enzimática (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986).

De acordo com Van Soest (1994) a melhor utilização de amido dos cereais envolve vários fatores uma vez que o esmagamento da casca do grão aumenta a digestibilidade em bovinos, mas não em ovinos, pelo fato destes possuírem uma melhor mastigação, quebrando os grãos em partículas menores.

1.5 Sorgo

O sorgo é o quinto cereal em importância no mundo, sendo originário das regiões semiáridas tropicais da África e da Ásia, apresentando maior tolerância à seca que outras gramíneas produtoras de grãos como milho, trigo e cevada (FARIA JR. et al., 2009). Segundo Antunes (2010) por ser adaptado as várias condições de solo e clima e resistente à maioria das pragas e doenças, o seu cultivo como alternativa agrônômica e econômica em relação ao milho, vem crescendo no Brasil.

Agronomicamente, de acordo com Ribas (2003) os sorgos são classificados em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta; vassoura. O primeiro grupo inclui tipos de porte baixo (híbridos e variedades). O segundo grupo inclui tipos de porte alto (híbridos e variedades) apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. O terceiro grupo inclui tipos utilizados principalmente para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta. O quarto grupo inclui tipos de cujas panículas são confeccionadas vassouras.

O sorgo granífero é o que possui maior expressão econômica e segundo dados obtidos pela CONAB em Julho de 2013, a produção anual de grãos de sorgo no Brasil na safra de 2012/2013, foi de 2.160,0 mil toneladas sendo o estado de Goiás o maior produtor, detendo cerca de 43% da produção nacional.

1.5.1 Estrutura Física do grão de Sorgo

O grão de sorgo varia na sua cor, que vai desde o branco à tonalidades escuras de roxo, passando pelo amarelo até a cor púrpura, mas os mais comuns são o branco e o pardo, sendo geralmente esféricos mas variando de forma e tamanho (FAO, 1995).

Assim como o grão de milho, o grão do sorgo também é um cariopse e é dividido em três partes principais: pericarpo, endosperma e gérmen (Figura 3).

O Gérmen de acordo com dados da FAO (1995) compõem em média 9,4% do grão e é originado a partir da fusão dos gametas masculinos e femininos. Ele é o componente mais importante do grão, pois garante a sobrevivência da espécie possuindo uma concentração elevada de lipídeos e conseqüentemente de vitaminas lipossolúveis (EVERS; MILLAR, 2002) abrigando uma pequena reserva nutritiva para o embrião (ROONEY; SERNA-SALDIVAR, 1991).

O pericarpo compõem cerca de 6% do grão (FAO, 1995) e segundo Evers e Millar, (2002) é a parte mais externa que reveste o grão e tem como função protegê-lo, podendo variar entre as espécies, mas geralmente é formado por células secas e vazias, sendo composto por epicarpo, mesocarpo, endocarpo e testa. O epicarpo é a camada mais externa, é freqüentemente pigmentado e subdivide em epiderme, com células espessas e retangulares e hipoderme, com células menores que as da epiderme; o mesocarpo é a camada mais fina do pericarpo, com pequenos grânulos de amido e está associado com a proteção do grão contra a proliferação de fungos; o endocarpo é a camada mais interna do pericarpo e é composto por células transversais e uma camada de células tubulares, que são responsáveis pelo transporte de umidade dentro do grão (FAO, 1995; EARP; MCDONOUGH; ROONEY, 2004); a testa fica entre o pericarpo e a camada de aleurona, atuando como uma barreira adicional entre o meio ambiente e a porção interna do grão, impedindo a entrada de microorganismos no mesmo (EARP et al., 2004). A testa segundo Faria Jr. et al. (2009) apresenta grande importância no valor nutritivo dos grãos de sorgo para ruminantes, pois é o principal local de armazenamento dos pigmentos polifenólicos nos grãos de sorgo ricos em taninos, sendo os taninos condensados os responsáveis pela redução do valor nutritivo da dieta.

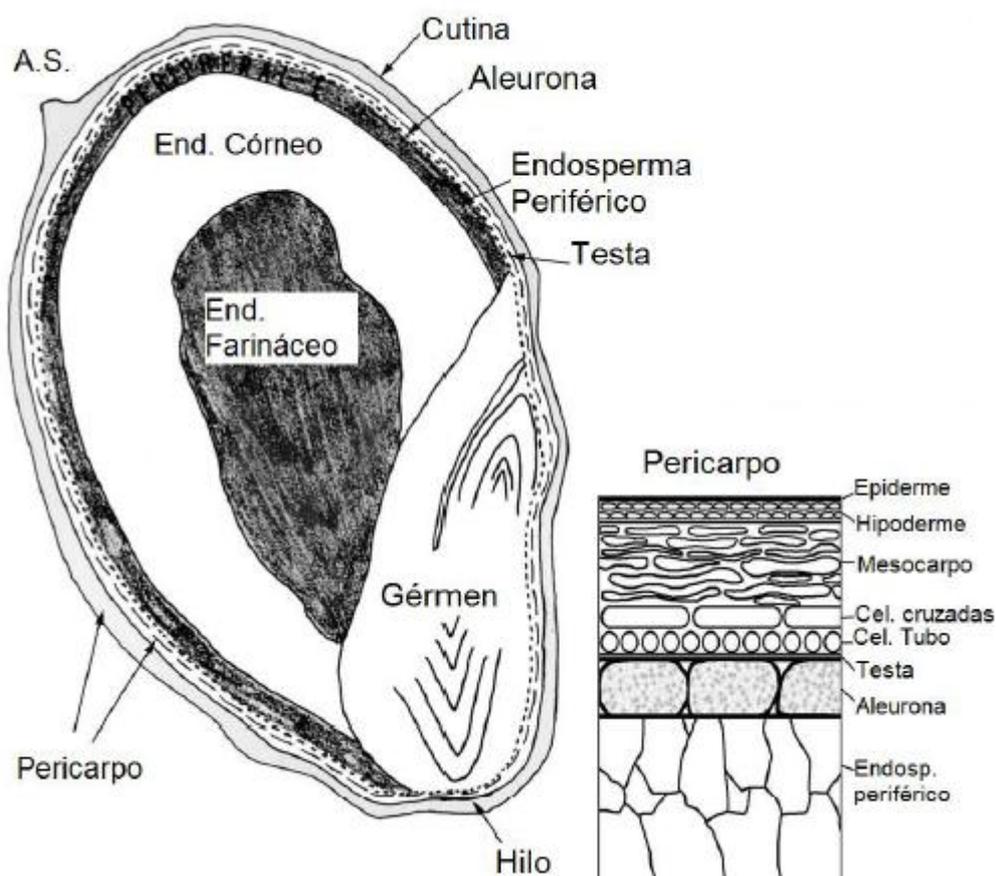


Figura 3. Estrutura física do grão de sorgo
 Fonte: Antunes, 2005

O endosperma é o componente de maior valor no grão e o principal tecido de estocagem e representa cerca de 84% do grão de sorgo de acordo com dados da FAO (1995). Segundo Evers e Millar, (2002) ele é dividido em endosperma amiláceo e aleurona. O endosperma amiláceo é uma massa sólida que ocupa o centro do grão. A aleurona são células em forma de blocos com paredes espessas e com grandes núcleos aparentes, que envolvem o endosperma amiláceo, possuindo quantidades significativas de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais.

O endosperma amiláceo se divide em duas partes, o endosperma córneo, a parte mais externa e o endosperma farináceo a parte mais opaca e localizada centralmente no endosperma do grão. A razão entre estas duas partes parece depender de questões genéticas (CORREIA, 2010).

O endosperma córneo é composto por pequenas células retangulares preenchidas por densos grânulos de amido poligonais, incrustados por corpos protéicos e por uma matriz protéica contínua de difícil digestão enzimática, conferindo grande dureza a essa região do grão (SULLINS; ROONEY, 1975), e de acordo com Hosney, Davis e Harbers (1974) apresenta um aspecto translúcido ou

vítreo devido à ausência de espaços de ar entre grânulos de amido, provocada pela forte compactação dos grânulos pela matriz protéica. Já o endosperma farináceo é composto por grânulos de amido esféricos, maiores e menos densos que os encontrados no endosperma córneo, possuindo uma matriz proteica descontínua, o que faz com que essa região do grão apresente textura macia (SHULL;CHANDRASHEKAR; KIRLEIS, 1990), o que dessa forma, segundo Sullins e Rooney (1975) torna o amido do endosperma farináceo mais susceptível ao ataque enzimático que o amido contido na região vítrea, por se encontrar mais disponível. A diferença ultra-estrutural mais importante entre os endospermas vítreo e farináceo é a menor concentração de matriz protéica no endosperma farináceo (HOSENEY; DAVIS; HARBERS , 1974). Portanto, quanto maior a proporção de endosperma farináceo em relação ao córneo, mais macio é o grão e, conseqüentemente, maior será a sua digestibilidade (FARIA JR et al., 2009).

1.5.2 Textura do Grão de Sorgo

A composição protéica do grão e o arranjo ultraestrutural da matriz protéica nos endospermas vítreo e farináceo são os principais fatores para se determinar a textura do grão (CHANDRASHEKAR; MAZHAR, 1999), pois sua vitreosidade é dada em função da proporção do endosperma vítreo em relação ao endosperma farináceo (CAGAMPANG; KIRLEIS, 1984).

De acordo com Antunes (2005) a composição e a distribuição das frações protéicas nos grãos estão envolvidas diretamente na textura do endosperma, já que segundo alguns autores, pelo fato das prolaminas (proteínas que compõem os corpos proteicos do grão) aparecerem em concentrações bem maiores nos grãos vítreos, elas podem ser as responsáveis por determinar a textura do endosperma nos grãos, contribuindo para a rigidez do endosperma vítreo, por ser a fração proteica mais hidrofóbica do grão (CAGAMPANG; KIRLEIS, 1984; CHANDRASHEKAR; MAZHAR, 1999). Dessa forma grãos com maior quantidade de endosperma vítreo, são considerados duros, e aqueles com maior proporção de endosperma farináceo, são chamados macios.

Segundo Maxson et al. (1971 apud FARIA Jr. et al., 2009), a escala de vitreosidade dos grãos de sorgo varia de 1 a 5, em que o valor 1 é atribuído ao grão muito duro (com endosperma completamente vítreo) e o valor 5 é atribuído ao grão

muito macio, passando pelas escalas intermediárias de textura 2, 3 e 4, para os grãos de textura meio dura, textura intermediária e textura meio macia, respectivamente. A textura exerce grande influência sobre as características de moagem e sobre o valor nutritivo dos grãos de sorgo, pois quanto mais duros os grãos, menores as degradabilidades da matéria seca, da proteína bruta e do amido (ANTUNES, 2005) e quanto mais ricos em endosperma córneo, os grãos produzem maiores partículas quando moídos, quando comparados com grãos de endosperma mais macio, ou seja, ricos em endosperma farináceo (CHANDRASHEKAR; MAZHAR, 1999).

Segundo Sullins e Rooney, (1975) a matriz proteica do endosperma vítreo é contínua e espessa e está fortemente incrustada aos grânulos de amido, conferindo rigidez. Porém, no endosperma farináceo, a matriz é caracterizada por estar presente na forma de lâminas finas, por ser descontínua e não estar incrustada aos grânulos de amido, o que torna os grânulos de amido do endosperma farináceo, mais disponíveis ao ataque enzimático.

1.5.3 Composição Bromatológica

A composição química do sorgo é fortemente influenciada pelos fatores genéticos e ambientais, sobretudo pelas práticas agrônômicas, sendo o conteúdo proteico o mais variável (CORREIA, 2010).

De acordo com Faria Jr. et al. (2009) quando comparado ao milho, o sorgo apresenta menores teores de extrato etéreo e teores de proteína ligeiramente superiores, sendo as proteínas distribuídas no endosperma (80,0%), gérmen (16,0%) e pericarpo (3,0%). A maioria da fração fibrosa se encontra nas células do pericarpo e endosperma, apresentando pequenas quantidades de lignina. Segundo dados da FAO (1995), o grão de sorgo possui uma média de 12,3% de proteína, 3,6% de lipídeos e 73,8% de amido. O endosperma responde por cerca de 82,3% do grão, possuindo 94% de todo amido do grão e 80% da proteína. Já o gérmen representa 9,8% do grão e possui cerca de 76% dos lipídeos.

Para dados nacionais podemos citar Rostagno et al. (2011) que mostraram que o sorgo com alto teor de tanino apresenta em média 8,9% de proteína bruta e 56,8% de amido e já o sorgo com baixo tanino apresentando em média um teor de

proteína bruta de 8,9% e de amido em torno de 63,2%. Valadares Filho et al. (2013) apresentaram médias de 9,89% de proteína bruta, 14,75% de fibra em detergente neutro, 2,98% de extrato etéreo, 62,99% de amido e 78,8% de nutrientes digestíveis totais.

O grão de sorgo quando comparado ao milho, possui conteúdo mais elevado de proteína bruta e menores valores para extrato etéreo, mas a composição bromatológica entre as variedades de sorgo geralmente apresentam muito mais variações. Observando valores obtidos por Antunes et al. (2007) analisando 33 genótipos de sorgo, pode-se perceber que os teores de proteína bruta variaram de 9,85% a 18,28%, os teores amido variaram entre 62,15% a 78,74% e os teores de extrato etéreo tiveram variação de 1,76% a 3,60%.

1.5.4 Amido e Proteínas

O amido é a principal forma de armazenamento de carboidratos no grão do sorgo, sendo composto por amilopectina, um polímero de cadeia de glicose ramificada, e amilose, um polímero de cadeia linear (FAO, 1995). Geralmente o amido é composto por 30% de amilose e 70% de amilopectina (WANG; BOGRACHEVA; HEDLEY, 1998). Juntas essas cadeias de polímeros formam pequenos grânulos que variam de tamanho dependendo da fonte de amido. A maioria dos grânulos são ovais, embora grânulos redondos, esféricos, poligonais e irregulares também são encontrados (HOOVER et al., 2011). De acordo com Waniska (2000) os grânulos de amido do endosperma córneo são menos angulares, já os grânulos do endosperma farináceo são maiores e esféricos.

A digestibilidade do amido esta fortemente relacionada com a textura do endosperma amiláceo e com a sua natureza química, em particular com o conteúdo de amilopectina e amilose (SERNA-SALDIVAR; ROONEY, 1995).

Os grânulos de amido íntegros apresentam baixa capacidade de absorção de água por serem estabilizados por grande quantidade de pontes de hidrogênio inter e intramoléculas de amilose e amilopectina (ANTUNES, 2005). Chandrashekar e Kirleis (1988) concluíram que a capacidade de absorção de água pelo amido dos grãos de sorgo também está relacionada com a forte interação dos grânulos com a matriz protéica e corpos protéicos, por formarem uma barreira física à penetração de água nos grânulos de amido.

Em temperaturas normais os grânulos de amido são extremamente insolúveis em água e exercem efeito mínimo sobre a pressão osmótica da célula (WANG; BOGRACHEVA; HEDLEY, 1998), mas o aquecimento dos grãos na presença de água em temperaturas superiores a 60°C, promove a solubilização parcial do amido, ou seja, a gelatinização, quando os grânulos de amido perdem a cristalinidade (FRENCH, 1973). A gelatinização ocorre devido à quebra das pontes de hidrogênio entre as moléculas de amilose e amilopectina, permitindo a entrada de água dentro dos grânulos (HOOVER, 2001).

Segundo a FAO (1995) proteínas do grão de sorgo de acordo com as suas características de solubilidade, são geralmente classificados em quatro frações de proteínas, ou seja, a albumina, o qual é solúvel em água, a globulina, que é solúvel em solução salina concentrada, prolamina, solúvel em álcool, e glutelina que é extraída por uma solução alcalina diluída. De acordo com Wall (1961 apud ANTUNES, 2005) as albuminas e as globulinas estão localizadas no gérmen e na aleurona e as glutelinas e as prolaminas localizadas no endosperma. As glutelinas e as prolaminas constituem a matriz proteica e possuem importantes implicações na textura do endosperma (CHANDRASHEKAR; MAZHART, 1999).

De acordo com Rooney e Pflugfelder (1986) a baixa quantidade de proteína em relação ao amido afeta as propriedades funcionais do amido, como a taxa de gelatinização e a digestão, a uma extensão muito maior no grão de sorgo do que em qualquer outro cereal. No endosperma córneo, albuminas e globulinas, formam corpos de proteína, de forma eficaz e assim unem-se para formar uma matriz proteica em torno dos grânulos de amido (TAYLOR et al., 1984 apud HOOVER, 2001). Esta matriz proteica segundo Chandrashekar e Kirleis, (1988) parece atuar como uma barreira impedindo a digestibilidade e a gelatinização do amido.

1.5.5 Taninos

Segundo a FAO (1995) os polifenóis são amplamente distribuídos nas plantas e não interferem diretamente em nenhum processo metabólico. No sorgo são encontrados compostos fenólicos que podem ser classificados em ácidos fenólicos, flavonóides e taninos.

O tanino é um fator antinutricional que reduz principalmente a disponibilidade ou a digestibilidade da proteína e quando encontrado no grão de sorgo reduz a

palatabilidade e a qualidade nutricional do grão usado para alimentação, apesar de conferir resistência ao ataque de pássaros (SCHAFFERT et al., 1996)

De acordo com Fialho e Barbosa (1992) o tanino pode ser hidrolisável ou condensado. Os hidrolisáveis caracterizam-se pela presença do ácido gálico esterificado a uma molécula de glicose. Já segundo Schofield, Mbugua e Pell, (2001) os taninos condensados compreendem o grupo de polihidroxiflavonóides-3, oligâmeros e polímeros ligados por junções de carbono-carbono entre subunidades de flavonóides. A reatividade com moléculas biológicas significativas tem consequências fisiológicas e nutricionais muito importantes.

O grão de sorgo não contém taninos hidrolisáveis, mas certas espécies, resistentes aos pássaros, contem taninos condensados. Apesar dos taninos condensados terem a particularidade de proteger o grão do ataque dos pássaros e insetos e de prevenir a germinação precoce eles possuem desvantagens nutricionais pois promovem uma diminuição na qualidade dos alimentos (SERNA-SALDIVAR; ROONEY, 1995).

O grão de sorgo é classificado como de alto ou baixo tanino. Grãos de sorgo com tanino condensado predominante são responsáveis pela inibição de algumas enzimas do sistema digestivo (proteolíticas e amilolíticas), diminuindo a absorção dos nutrientes através da parede intestinal (FIALHO; BARBOSA, 1992).

1.6 Milheto

Milheto é um nome designado a um certo número de plantas herbáceas, de cultura anual, com pequenos grãos cultivados como cereais preferencialmente em zonas áridas das regiões subtropicais, tropicais e temperadas. Existem muitas espécies, mas a mais importante é o milheto pérola (*Pennisetum glaucum*), quase a metade da produção mundial de milheto é do tipo pérola (FAO, 1996).

Segundo relatos da Embrapa (2012) o milheto é uma gramínea anual de verão, cespitosa de crescimento ereto (Figura 4), apresenta uma excelente produção de perfilhos e é um cereal muito utilizado na alimentação humana na África e na Índia. Sendo esta última a maior produtora mundial com 12.710 mil toneladas de grãos (FAO, 2011).

Os grãos de milheto são produzidos em panículas cujo comprimento varia de 15 a 60 cm. O grão é relativamente pequeno, atingindo cerca de um terço do

tamanho do grão de sorgo. Uma característica importante é que nele não há presença de tanino (CATELAN, 2010).



Figura 4. Aspectos de uma lavoura de milheto
Fonte: Catelan. 2010

1.6.1 Estrutura Física do Grão de Milheto

O grão de milheto é um cariopse com pericarpo totalmente aderido ao endosperma com formas e cores (Figura 5) que dependendo da espécie podem variar de ovoide, hexagonal ou globular a cinza, branco, amarelo ou marrom púrpura (FAO, 1995).



Figura 5. Tipos de grão de milheto: ovoide (A) e globular (B)
Fonte: Embrapa. 2012

Assim como os grãos de milho e sorgo, os grãos de milheto são compostos por pericarpo, endosperma e gérmen. A estrutura física relatada neste trabalho segue à apresentada pela FAO, 1995.

Pericarpo: é composto por epicarpo com uma ou duas camadas celulares; mesocarpo com espessura variável devido a fatores genéticos, sem a presença de grânulos de amido; e um endocarpo formado por células tubulares e transversais.

Testa: situada abaixo do endocarpo, é muito delgada e as vezes pode ser pigmentada.

Endosperma: é o tecido de armazenamento composto por uma camada de aleurona situada logo abaixo da testa e por zonas periféricas de textura vítrea e farinácea. O endosperma periférico é caracterizado por células retangulares, muito compactas, com grânulos de amido e matriz proteica.

Gérmen; tecido de armazenamento rico em proteínas, lipídeos, enzimas e minerais. A proporção de endosperma:gérmen no milheto é de 4,5:1.

De acordo com Ribeiro Júnior et al. (2009), quando comparado ao milho o gérmen do grão de milheto possui uma proporção muito maior em relação ao grão total, apresentando em média, maiores teores de proteína bruta, óleo e fibra e menores teores de amido.

A textura do grão de milheto também é determinada pela proporção de endosperma córneo e farináceo e dos grânulos de amido que compõem cada uma dessas estruturas. Assim como ocorre no grão de milho e sorgo, o amido do grão de milheto também é composto por polímeros de amilose (linear) e amilopectina (ramificada).

Segundo Hoover et al. (1996), os grânulos de amido do milheto apresentam forma arredondada ou poligonal, com presença de poros na superfície dos grânulos, que atingem o grau de gelatinização entre 50 a 95°C, variando conforme o cultivar. A hidrólise ocorre primeiramente e mais rapidamente no endosperma farináceo e depois mais lentamente no endosperma vítreo/córneo. O grau de gelatinização, teor de amilose e taxa de hidrólise, apresentam grande variação entre os cultivares, provavelmente em função das diferenças nos tamanhos das cadeias de amilose e amilopectina. O amido que compõem o endosperma farináceo é mais susceptível à digestão enzimática que o amido encontrado no endosperma vítreo (FAO, 1995).

1.6.2 Composição Química

Segundo Ribeiro Júnior et al. (2009) o valor nutritivo do milho para os ruminantes não é constante. Isto ocorre devido a variações da composição química. Estas variações estão relacionadas ao cultivar utilizado, a diferenças no solo e nos tratos culturais (adubação, fertilização nitrogenada, data de plantio) e a condições ambientais (temperatura e disponibilidade de água).

Observando os dados analisados para valores nutricionais do milho obtidos por Rostagno et al. (2011) e por Valadares Filho et al. (2013) podemos ressaltar que os valores mencionados para teores de proteína bruta e lipídeos são maiores para o grão de milho quando comparado ao grão de milho.

Rostagno et al. (2011) observaram valores médios de proteína bruta do milho (12,71%) cerca de 62% maior quando comparado com o milho (7,88%) e valores de extrato etéreo de 3,95% para milho e de 3,65% para o milho. Da mesma forma Valadares Filho et al. (2013) encontraram valores de proteína bruta de 15,19% para o grão de milho e de 8,99% para o grão de milho e valores de extrato etéreo de 4,58% para milho e de 4,51% para milho. Ribeiro et al. (2004) encontraram valores de 15,2% para proteína bruta e Bergamaschine et al. (2011) 14,8% de proteína bruta e 5,54% de extrato etéreo. O que podemos observar nestes dados consultados, foi que os teores médios de proteína bruta e extrato etéreo tiveram uma variabilidade, provavelmente em função do cultivar utilizado por esses autores e das diferentes condições edafoclimáticas.

Segundo Burton, Wallace e Rachie (1972 apud RIBEIRO JÚNIOR et al., 2009) a proteína do milho pode variar de 9 a 21% dependendo do cultivar, sendo que os cultivares mais utilizados estão por volta de 12%. Das diferentes proteínas do milho, a prolamina constitui 40%, e a globulina 20%. A proteína do milho possui 0,37% de lisina e 0,27% de metionina, valores superiores aos do milho, que são 0,24 e 0,18% para lisina e metionina, respectivamente, e 89% de digestibilidade, podendo ser considerada uma proteína de boa qualidade. O extrato etéreo do grão de milho é composto por 75% de ácidos graxos insaturados e 24% de saturados.

Com relação aos valores de fibra em detergente neutro na literatura são encontrados dados que variam de 12,2% (TERRIL et al., 1998) a 21,5% (BERGAMASCHINE et al., 2011). Estes valores de proteína bruta e fibra em detergente neutro mostram que o grão de milho pode ser usado como concentrado energético.

Em comparação com trigo, milho e sorgo, o grão de milheto possui teores de minerais superiores (BURTON; WALLACE; RACHIE, 1972 apud LORENZ; DILSAVER, 1980). Segundo relatos da FAO (1995) o grão de milheto possui altos teores de cinzas e são relativamente ricos em ferro e fósforo. Rostagno et al. (2011) e Valadares Filho et al. (2013), encontraram valores de matéria mineral, em torno de 2,58% e 1,52% respectivamente para grãos de milheto e 1,29% e 1,27% para grãos de milho. Já Hill e Hanna, (1990) e Gelaye et al. (1997) encontraram respectivamente 3.1% e 2.58%.

Para teores de amido observou-se que o milheto possui valores inferiores ao milho, como dados apresentados por Ribeiro et al. (2004) em que teores de amido do milho são superiores ao do milheto (71,7% vs 62,00%). Resultados semelhantes foram observados por Rostagno et al. (2011) e Valadares Filho et al. (2013) com 63% de amido para o milheto.

1.7 Babaçu

O babaçu (*Orbignya speciosa* ou *Orbignya martiana*) é uma palmeira que pode atingir até 20 m de altura com folhas de até 8 m de comprimento. Possui frutos ovais e alongados em forma de cachos e cresce espontaneamente nas matas da região amazônica (CARVALHO, 2007) (Figura 6).

De acordo com dados relatados pela Embrapa (1984) a palmeira do babaçu é naturalmente encontrada nas regiões nordeste, norte e centro-oeste, destacando-se a região nordeste, que detém a maior produção de amêndoas e a maior área ocupada com cocais. Segundo Nascimento (2004) a maior incidência de babaçu é verificada no estado do Maranhão, especialmente nas regiões dos cerrados, cocais e baixadas, caracterizadas por possuir clima quente e úmido, sendo o maior produtor nacional de amêndoas de babaçu, concentrando 94% do total nacional (CONAB, 2012).

A principal utilidade do babaçu consiste na produção de óleo, para fins culinários e industriais, a partir das amêndoas que representam apenas de 6% a 7% do peso total do fruto. As demais partes do fruto oferecem perspectivas animadoras para a produção de carvão, alcatrão, gás combustível e álcool, para fins energéticos, ou de amido, de elevado valor alimentício e industrial (CARVALHO, 2007). De

acordo com dados da Conab (2013) a produção de amêndoas de babaçu no Brasil, chegou a 102.400 toneladas em 2011.



Figura 6. Palmeiras de babaçu (A) e Frutos do babaçu (B).
Fonte: Miotto, 2011

1.7.1 Estrutura Física do Fruto de Babaçu

O coco do babaçu é utilizado quase que exclusivamente para produção de amêndoas oleaginosas. Segundo Kono, (1976) citado por Embrapa, (1984) o fruto do babaçu se divide em quatro partes: Epicarpo (correspondendo a 11% do fruto), Mesocarpo (23%), Endocarpo (59%) e Amêndoa (7%) (Figura 7).

De acordo com Nascimento, (2004) o epicarpo e o endocarpo são constituídos basicamente de celulose, o mesocarpo contém cerca de 68% de amido e as amêndoas possuem 65% de óleo.

De acordo com Vivacqua Filho (1968 apud TEIXEIRA, 2002) o epicarpo é a camada mais externa e é bastante rija, o mesocarpo é a camada intermediária com 0,5 a 1,0 cm de espessura e rica em amido, o endocarpo é a camada interna onde se encontra as amêndoas sendo rija e com 2 a 3 cm de espessura e as amêndoas de 3 a 4 por fruto, com 2,5 a 6 cm de comprimento e 1 a 2cm de largura.

Segundo PAVLAK et al. (2007), em métodos industriais de processamento todos os constituintes da casca do babaçu (epicarpo, mesocarpo e endocarpo) tem aproveitamento econômico. O epicarpo segundo Nascimento (2004) pode ser utilizado como combustível primário, para álcool metílico e etílico; o mesocarpo, para álcool etílico, amido para alimentos, rações animais e usos industriais; o endocarpo,

para carvão, álcool metílico e etílico e a amêndoa, para produção de óleo para usos tradicionais e como combustível em substituição ao diesel.

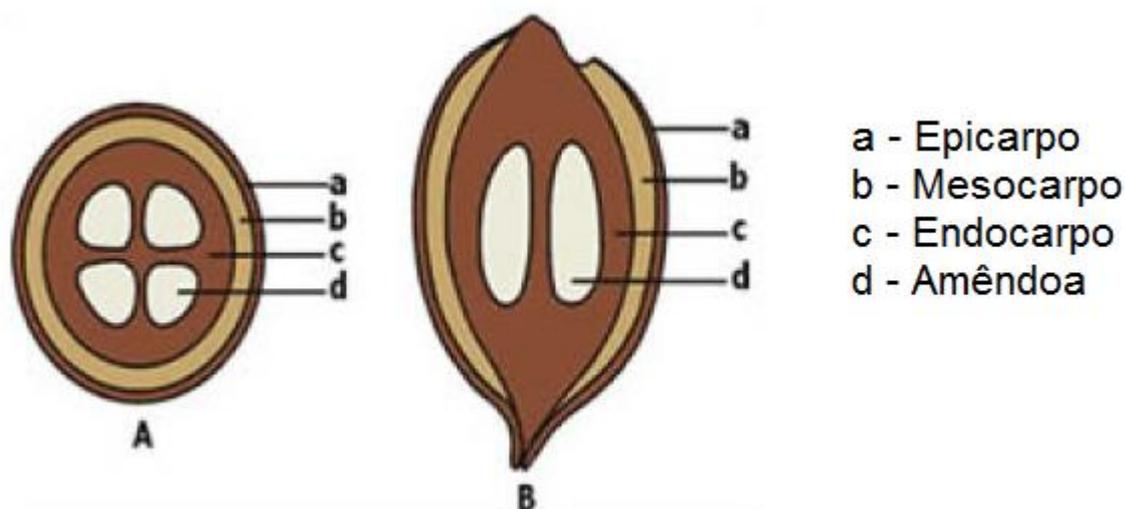


Figura 7. Fruto do babaçu: corte transversal (A); corte longitudinal (B)

Fonte: Pavlak et al., (2007) adaptada

Os principais produtos comerciais extraídos do Babaçu são o óleo (extraído da castanha) e a torta (resultante do processo de extração do óleo) (EMBRAPA, 1984).

1.7.2 Farelo do Mesocarpo de Babaçu (FMB)

Através da industrialização do fruto do babaçu para extração de óleo comestível, outros subprodutos são produzidos, destacando-se o farelo do mesocarpo de babaçu.

O farelo do mesocarpo de babaçu é obtido por meio do processo de pelagem do coco, que consiste na retirada do epicarpo e mesocarpo pela extração mecânica na industrialização do coco de babaçu, para depois proceder a serragem do coco (serrar os cocos ao meio), para extração das amêndoas na industrialização dos cocos. Após a extração do epicarpo e mesocarpo separa-se o epicarpo do mesocarpo mecanicamente por meio de peneiras com furos de diâmetros variados, após este processo procede-se à moagem do mesocarpo já isento de impurezas (SILVA, 2008). De acordo com Santos Neta (2010) o mesocarpo ao ser moído dará origem a três tipos de farinha: farinha orgânica, farinha média e farelo do mesocarpo, as quais diferem entre si pela sua textura e granulometria, a farinha

orgânica apresentando características mais grosseiras e a farinha amilácea fina sendo um resíduo mais pulverulento.

1.7.3 Composição Bromatológica do Farelo do Mesocarpo de Babaçu

O peso médio do coco de babaçu varia em torno de 230g e sua composição pode variar de acordo com a região solo, clima e fatores genéticos (PAVLAK et al., 2007). Dessa forma a composição do farelo do mesocarpo de babaçu pode variar em função de sua origem.

Por se tratar de um subproduto, o farelo do mesocarpo de babaçu apresenta grande variação na sua composição, mas em todos os trabalhos publicados o que se pode perceber é o seu baixo teor de extrato etéreo e proteína bruta e elevados teores de fibra em detergente neutro e lignina. Ele pode ser considerado um volumoso devido ao seu baixo teor de proteína e alto teor de fibra, o que pode ser observado em muitos ensaios (GUIMARAES, 2010; SILVA et al., 2012; MIOTTO et al., 2012), mas devido ao seu alto teor de amido e baixa efetividade da fibra, ele é utilizado como um alimento energético.

Segundo dados publicados os teores de proteína bruta ficam em torno de 3,0%, para valores de fibra em detergente neutro observa-se uma variação de 27,5% (CRUZ, 2012) a 46,3% (SANTANA, 2013). A lignina também apresentou variações entre 11,9% (SANTANA, 2013) a 13,2% (GUIMARÃES, 2010). Observou-se que os teores de extrato etéreo possuem uma média de 0,7% e de cinzas uma média de 4,0%. Com relação aos nutrientes digestíveis totais foi encontrada uma variação de 61,4% por Cruz, (2012) a 76% (SILVA, 2008).

Para teores de amido são encontrados na literatura valores muito diferenciados devido aos diferentes processos de extração das amêndoas (manual vs mecânica) influenciarem na composição final do produto. Conti (1993) encontrou valores de 72,5% de amido em sua composição na base úmida, já Peixoto (1973 apud TEIXEIRA, 2002) encontrou valores de 63% para o farelo no Tocantins e 71% para o farelo do Maranhão. Da mesma forma o STI/MIC-INT (1977 apud NASCIMENTO, 2004) encontrou valores de 68% e Pavlak et al. (2007) 52%.

1.8 Referências Bibliográficas

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; VERAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. P.; FREITAS, C. R. G.; SANTOS JUNIOR, C. M.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: Digestibilidade Aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1962-1968, 2003.

ANTUNES, R.C. Utilização de sorgo para gado de leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 5, 2010, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: EV-UFMG, DZOO, 2010. p.125-150.

ANTUNES, R.C. **Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para bovinos, aves e suínos**. 100f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 2005.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.59, p.1351-1354, 2007.

BELLUZO, C.E.C.; KANETO, C.N.; FERREIRA, G.M. Curso de atualização em ovinocultura. Araçatuba: UNESP, 2001. 110p.

BERGAMASCHINE, A.F.; FREITAS, R.V.L.; VALÉRIO FILHO, W.V.; BASTOS, J.F.P.; MELLO, S.Q.S.; CAMPOS, Z.R. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milheto no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.1, p.154-159, 2011.

BULLE, M.L.de M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; TITTO, E.A.L. e LANNA, D.P.D. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.444-450, 2002.

CAGAMPANG, G.B.; KIRLEIS, A.W. Relationship of sorghum grain hardness to selected physical and chemical measurements of grain quality. **Cereal Chemistry**. v.61, p.100-105, 1984.

CALLEGARO, M.G.K.; DUTRA, C.B.; HUBER, L.S.; BECKER, L.V.; ROSA, C.S.; KUBOTA, E.H.; HECKTHEUR, L.H. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.25 (2), p.271-274, 2005.

CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; SOUSA, R.V.; FREITAS, R.T.F.; LIMA, J.A.F. Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência Agrotec**. v.31, n.3, p.860-864, 2007.

CARVALHO, J. D'A. V. **A cadeia produtiva do babaçu: estudo exploratório**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB, 33p., 2007.

Carvalho, R.B. Potencialidades dos mercados para os produtos derivados de caprinos e ovinos. **Atividade Rural**, 2012. Disponível em: <http://www.atividaderural.com.br/artigos/4f7b556526852.pdf>. Acesso em: 26 de Junho de 2013.

CATELAN, F. **Avaliação de grãos de milheto (*Pennisetum glaucum*) na alimentação de coelhos em crescimento**. 71p. Tese-Doutorado (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, 2010.

CHANDRASHEKAR, A.; KIRLEIS, A.W. Influence of protein on starch gelatinization in sorghum. **Cereal Chemistry**. v.65, n.6, p.457-462, 1988.

CHANDRASHEKAR, A.; MAZHAR, H. The biochemical basis and implications of grain strength in sorghum and maize. **Journal Cereal Science**. v.30, p.193-207, 1999.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura agropecuária, Babaçu**, Abril de 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=26327&t=2#this>. Acesso em: 29 de Julho de 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho_2013.pdf. Acesso em: 16 de Julho de 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjunturas mensais: amêndoa de babaçu**, fevereiro 2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=526&ordem=M%EAs/Ano&Pagina_objcm_sconteudos=4#A_objcm_sconteudos. Acesso em: 9 de Abril de 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas: Milho 1° e 2° safra**. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=5047&t=2#this>. Acesso em: 27 de Junho de 2013.

CONTI, H. **Efeitos das variáveis operacionais de extrusão nas propriedades funcionais do amido de babaçu extrusado**. (Dissertação de Mestrado), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1993.

CORREIA, A.I.L. **Contribuição para a melhoria da qualidade nutricional do sorgo**. Dissertação (Doutorado) – Universidade de Aveiro, Departamento de Química. Portugal, 2010. Disponível em: <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/3223/1/2011000031.pdf#page=14>. Acesso em: 17 de Julho de 2013.

COUTO, F.A. d'A. Apresentação de dados sobre a importância econômica e social das palestras técnicas prevista no Programa. In: REUNIÃO TÉCNICA “APOIO A CADEIA PRODUTIVA DA OVINO-CAPRINOCULTURA BRASILEIRA” Brasília, DF. **Relatório final**. CNPq, p.10-15, 2001.

CRUZ, R. S. da. **Inclusão de farelo do Mesocarpo do babaçu em dietas com diferentes níveis de concentrado para bovinos alimentados em confinamento**. 119 p. Tese (Doutorado em Ciências Animal Tropical) - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins. Araguaína – TO, 2012.

DICKERSON, G.W. **Specialty corns**. Disponível em: http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_h/h-232.pdf. Acesso em: 27 de Junho de 2013.

EARP, C.F.; McDONOUGH, C.M.; AWIKA, J.; ROONEY, L.W. Testa development in the caryopsis of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Journal of Cereal Science**. v.39, p.303-311, 2004.

EARP, C.F.; McDONOUGH, C.M.; ROONEY, L.W. Microscopy of pericarp development in the caryopsis of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Journal of Cereal Science**. v.39, p.21-27, 2004.

EMBRAPA. **Babaçu - Programa Nacional de Pesquisa**. Brasília: EMBRAPA, 1984. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/51263>. Acesso em: 20 de Julho de 2013.

EMBRAPA. **Cultivo do Milheto**. Embrapa Milho e Sorgo, 2012. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto_4_ed/index.htm. Acesso em: 20 de Julho de 2013.

EVERS, T.E.; MILLAR, S. Cereal grain structure and development: some implications for quality. **Journal Cereal Science**. v.36, p.261-284, 2002.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The Statistics Division of the FAO - FAOSTAT**. 2012. Disponível em: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=573&lang=es#ancor>. Acesso em: 25 Junho de 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The World sorghum and millet economies: facts, trends and outlook**. 1996. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/W1808E/W1808E00.htm>. Acesso em: 21 de Julho de 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The Statistics Division of the FAO - FAOSTAT**. 2011. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 20 de Julho de 2013.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **El sorgo y el mijo: en la nutrición humana**. Roma, 1995. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/t0818s/t0818s00.HTM>. Acesso em: 17 de Julho de 2013.

FARIA JR, W.G de; GONÇALVES, L.C.; TEIXEIRA, A.M.; CARVALHO, W.T.V. Grão de sorgo na alimentação de gado de leite. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. Cap. 16. p. 282-304.

FIALHO, E.T. e BARBOSA, H.P. **Utilização do sorgo em rações para suínos e aves**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1992. 19p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 16). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/482833> Acesso em: 16 de Julho de 2013.

FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 2007. 461p.

FRENCH, D. Chemical and physical properties of starch. **Journal Animal Science**. v.37, p.1048-1061, 1973.

FRESCURA, R.B.M.; PIRES, C.C.; ROCHA, M.G.; SILVA, J.H.S.; MÜLLER, L. Sistema de alimentação na produção de cordeiros para abate aos 28 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1267-1277, 2005.

GELAYE, S.; TERRIL, T.; AMOAH, E.A.; MILLER, S.; GATES, R.N. e HANNA, W.W. Nutritional value of pearl millet for lactating and growing goats. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1409-1414, 1997.

GUIMARRÃES, 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*)**. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, 2010.

HILL, G.M.; HANNA, W.W. Nutritive characteristics of pearl millet grain in beef cattle diets. **Journal Animal Science**. v.68, p.2061-2066, 1990.

HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. **Carbohydrate Polymers**. v.45, p.253-267, 2001.

HOOVER, R.; SWAMIDAS, G.; KOK, L.S.; VASANTHAN, T. Composition and physicochemical properties of starch from pearl millet grains. **Food Chemistry**. v.56, n.4, p.355-367, 1996.

HOSENEY, R.C.; DAVIS, A.B.; HARBERS, L.H. Pericarp and endosperm structure of sorghum grain shown by scanning electron microscopy. **Cereal Chemistry**. v.51, p.552-558, 1974.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. Disponível em: <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2241> Acesso em: 25 de Junho de 2013.

LOPES, M.A.; LARKINS, B.A. Endosperm origin, development, and function. **The Plant Cell**. v.5, p.1383-1399, 1993.

LORENZ, K.; DILSAVER, W. Proso millets: milling characteristics, proximate compositions, nutritive value of flours. **Cereal Chemistry**. v.57, n.1, p.16-20, 1980.

MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 23p. (Circular Técnica, 22) Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2002/circular/Circ_22.pdf. Acesso em: 27 de Junho de 2013.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; ROTTA, P.P.; ZAWADZKI, F.; ITO, R.H.; PRADO, E.N. Ingestão de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**. V.30, n.4, p.963-974, 2009.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>. Acesso em: 27 de junho de 2013.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake, In: FAHEY, G.C et al. (Eds) **Forage Quality: evaluation and utilization. American Society Agronomy, Crop Science Society of American and Soil Science Society of American**, Madeison, Wisconsin, p.450-493.1994.

MIOTTO, F. R.C.; RESTLE, J. ; NEIVA, J. N. M.; LAGE, M. E.; CASTRO, K. J. de; ALEXANDRINO, E. Farelo do mesocarpo do babaçu na terminação de tourinhos: características da carcaça e cortes secundários do traseiro especial. **Ciências Animal**, v. 13, n. 4, p. 440-449, 2012.

NASCIMENTO, U. S. **Carvão de Babaçu como Fonte Térmica para Sistema de Refrigeração por Absorção no Estado do Maranhão**. 99 p. Dissertação – Mestrado (Engenharia Mecânica/Refrigeração e Condicionamento Ambiental)

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Campinas. Campinas-SP, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. National Academy Press, Washington, DC, 2001, 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - Nutrient Requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new camelids. Washington: National Academic Press, 2007. 362p.

PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.36, n. 1, p.309-320, 2006.

PAES, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho.** Sete Lagoas-MG. EMBRAPA milho e sorgo, 2006. (Circular Técnica, 75). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489376/1/Circ75.pdf>. Acesso em: 27 de Junho de 2013.

PAVLAK, M.C. de M.; ZUNIGA, A.D.; ARÉVALO-PINEDO, A.; CARREIRO, S.C.; FLEURY, C.S. e SILVA, D.L. Aproveitamento do farelo de mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. **Evidência**, v.7, n.1, p.7-24, 2007.

PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F. Consumo voluntário em ruminantes. **Semina: Ciências Agrárias.** v.24, n.1, p.191-196, 2003.

PEREIRA, L.G.R.; ANTUNES, R.C.; GONÇALVES, L.C.; CARVALHO, W.T.V. O milho na alimentação de gado de leite In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para gado de leite.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. Cap.14. p. 240-269.

PEREIRA, M.N.; VON PINHO, R.G.; BRUNO, R.G.S.; CALESTINE, G.A. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Science Agric.** v.61, n.4. p.358-363, 2004.

PEREIRA, O.G.; SOUZA, V.G. de; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, D.H.; RIBEIRO, K.G.; CECON, P.R. Consumo e digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de ureia. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.552-562, 2008.

PHILIPPEAU, C.; LE DESCHAULT de MONREDON, F.; MICHALET-DOREAU, B. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. **Journal Animal science**. v.77, p.238-243, 1999.

POLI, C.H.E.C.; MONTEIRO, A.L.G.; BARROS, C.S.; FERNANDES, M.A.M.; PIAZZETTA, H.V.L. Produção de ovinos de corte em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.666-673, 2008.

PORDOMINGO, A.J.; JONAS, O.; ADRA, M.; JUAN, N.A. e AZCÁRATE, M.P. Evaluación de dietas basadas em grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v.31, p.1-22, 2002.

PRATT, R.C.; PAULIS, J.W.; MILLER, K. et al. Association of zein classes with maize kernel hardness. **Cereal Chemistry**. v.72, p.162-167, 1995.

RIBAS, P.M. **Sorgo: introdução e importância**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 16p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/486642>. Acesso em: 16 de Julho de 2013.

RIBEIRO JÚNIOR, G. de O.; GONÇALVES, L.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PÔSSAS, F.P.; MAURÍCIO, R.M. O milheto como opção para gado de leite. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. Cap. 5. p. 65-87.

RIBEIRO, C.V. Di M.; PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.de; SANTOS, F.A.P.; SUSIN, I. e OLIVEIRA JUNIOR, R.C.de. Substituição do grão de milho pelo milheto (*Pennisetum americanum*) na dieta de vacas holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, 2004.

ROONEY, L.W.; SERNA-SALDIVAR, S.O. Sorghum. In: LORENZ, K.J.; KULP, K. **Handbook of cereal science and technology**. New York: Marcel Dekker, 1991. p.233-270.

ROONEY, W. L.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, n.1, p.1607-1623, 1986.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª Ed. Viçosa-MG: Editora UFV, DZO, 2011. 252p.

SANTANA, A.E.M. **Utilização de farelo do mesocarpo do babaçu e milho inteiro ou moído na dieta de tourinhos mestiços em terminação**. 100p. Dissertação – Mestrado (Mestrado em Ciência Animal Tropical) Universidade Federal do Tocantins. Araguaína – TO, 2013.

SANTOS NETA, E.R. **Avaliação de subprodutos do babaçu (*Palmae orbignya martiana*) na alimentação de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, 2010.

SCHAFETT , R.E.; PRATES, H.T.; BUTLER, L.; SANTOS, F.G.; RODRIGUES, J.A.S. **Sorgo sem tannino resistente a pássaro**. IN: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996, Londrina. Resumos. IAPAR, 1996. P.262. DISPONÍVEL EM: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/472855> ACESSO EM: 16 de Julho de 2013.

SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D.M.; PELL, A.N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**. v.91, p.21-40, 2001.

SHULL, J.M.; CHANDRASHEKAR, A.; KIRLEIS, A.W. et al. Development of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] endosperm in varieties of varying hardness. **Food Struct**. v.9, p.253-267, 1990.

SILVA, J.F.C; LEÃO, M.I. **Fundamentos da Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba, SP: Ed. Livroceres, 384p. 1979.

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

SILVA, N. R. da; FERREIRA, A. C. H.; FATURI, C.; SILVA, G. F. da; MISSIO, R. L.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, V. L.; ALEXANDRINO, E. Desempenho em confinamento de bovinos de corte, castrados ou não, alimentados com teores crescentes de farelo do mesocarpo de babaçu. **Ciências Rural**, v. 42, n. 10, p. 1882-1887, 2012.

SIQUEIRA, E.R. Recria e terminação de cordeiros em confinamento. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; SIQUEIRA, E.R.; ORTOLANI, E.L.; SUSIN, I.; SILVA, J.F.C.; TEIXIERA, J.C.; BORBA, M.F.S. **Nutrição de Ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. Cap.6, p.175-212.

SULLINS, R.D.; ROONEY, L.W. Light and scanning electron microscopy studies of waxy and nonwaxy endosperm sorghum varieties. **Cereal Chemistry**. v.52, p.361-366, 1975.

SUSIN, I. Exigências nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; SIQUEIRA, E.R.; ORTOLANI, E.L.; SUSIN, I.; SILVA, J.F.C.; TEIXIERA, J.C.; BORBA, M.F.S. **Nutrição de Ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. Cap.4, p.119-142.

TEIXEIRA, M.A. Biomassa de babaçu no Brasil. **Encontro de Energia no Meio Rural**, 4, 2002, Campinas-SP, Brazil. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022002000100032&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 30 de Julho de 2013.

TERRILL, T.H.; GELAYE, S.; AMOAH, E.A.; MILLER, S.; KOUAKOU, B.; GATES, R.N.; HANNA, W.W. Protein and energy value of pearl millet grain for mature goats. **Journal Animal Science**. v.76, p.1964-1969, 1998.

TESTER, R.F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch-composition, fine structure and architecture. **Journal Cereal Science**. v.39, p.151-165, 2004.

THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1649-1662, 1986.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JUNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. **CQBAL 3.0: Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em: www.ufv.br/cqbal. Acesso em: 08 de Julho de 2013.

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

VARGAS JUNIOR, F.M. **Consumo, digestibilidade, desempenho e parâmetros ruminais em terneiros alimentados com dietas contendo grão de milho inteiro**,

moído ou tratado com ureia. 111p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2000.

WANG, T.L.; BOGRACHEVA, T.Y.; HENDLEY, C.L. Starch: as simple as A, B, C? **Journal of Experimental Botany.** v.49, n.320, p.481-502, 1998.

WANISKA, R.D. Structure, phenolic compounds, and antifungal proteins of sorghum caryopses. In: CHANDRASHEKAR, A.; BANDYOPADHYAY, R.; HALL, A.J. **Technical and institutional options for sorghum grain mold management: proceedings of an international consultation.** Patancheru-Índia: ICRISAT, p.72-106, 2000.

ZEOULA, L.M.; MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ALCALDE, C.R.; BRANCO, A.F.; SANTOS, G.T. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.28, n.5, p.898-905, 1999.

CAPÍTULO II – CONSUMO VOLUNTÁRIO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DE NUTRIENTES EM OVINOS ALIMENTADOS COM SORGO, MILHETO E FARELO DO MESOCARPO DE BABAÇU EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO

2.1 Introdução

A intensificação da produção vem crescendo a cada dia, na tentativa de se aumentar a produtividade para se atender a demanda do mercado. Nesse tipo de sistema de criação, a alimentação é a variável que mais agrega valor aos custos de produção, pois o concentrado participa em maior quantidade na formulação das dietas para os animais, e sendo o milho o alimento mais utilizado como fonte energética para compor as dietas e por possuir maior valor comercial ele acaba

elevando os custos de produção. Dessa forma se faz necessário o uso de práticas alternativas que reduzam os custos de produção.

Pensando assim, o uso de alimentos alternativos como sorgo e milho, e de subprodutos como farelo do mesocarpo de babaçu em substituição ao milho, pode ser uma ferramenta viável para se reduzir os custos com alimentação.

O sorgo é um cereal composto por pericarpo, endosperma e gérmen, que possui uma média de 12,3% de proteína e 78,8% de amido (FAO, 1995), apresentando desta forma maiores teores de proteína em comparação ao milho (9,4%). Dependendo da composição do amido, o grão de sorgo pode ser classificado como duro ou macio, sendo que estas texturas podem interferir de forma direta na digestibilidade do amido. Algumas variedades de sorgo possuem compostos fenólicos denominados, taninos (FAO, 1995), substâncias antinutricionais, que reduzem a palatabilidade e a qualidade nutricional do grão (SCHAFFET et al., 1996).

O milho assim como o sorgo, é composto por pericarpo, endosperma e gérmen. O grão de milho possui maiores teores de proteína bruta e lipídeos quando comparado ao milho, tendo apresentado teores médios de proteína bruta em torno de 12,71% e de extrato etéreo em torno de 3,95% (ROSTAGNO et al., 2011). O teor de amido encontrado neste cereal pode variar entre 63% a 72%, dependendo da variedade utilizada (RIBEIRO et al., 2004; VALADARES FILHO et al., 2013).

Como observado na literatura o grão de sorgo e milho, possuem qualidades nutricionais semelhantes ao milho e que por serem encontrados com menor valor comercial, podem substituir o milho no concentrado, podendo reduzir os custos com alimentação, sem que haja depreciação na qualidade nutricional das dietas.

O farelo do mesocarpo de babaçu (FMB) é obtido através da industrialização do fruto do babaçu para extração de óleo, e por ser um subproduto, possui grande variação na sua composição química, ressaltando os seus baixos teores de extrato etéreo e de proteína bruta, e elevados teores de fibra em detergente neutro e lignina. Devido a sua variação na composição e ao fato de apresentar textura muito fina, sua classificação alimentar ainda é muito discutida, pois por possuir um elevado teor de fibra em detergente neutro, muitos autores o classificam como alimento volumoso, mas devido à baixa efetividade de sua fibra, ele vem sendo utilizado como alimento energético.

Com o presente estudo objetivou-se avaliar o consumo voluntário de ovinos alimentados com dietas à base de grãos inteiros de milho, milheto, sorgo e do farelo de mesocarpo do babaçu e a digestibilidade aparente dos nutrientes dessas dietas.

2.2 Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no parque de exposições Dair José Lourenço, no município de Araguaína, localizada na região norte do Tocantins, 07°11'28" de Latitude Sul, e 48°12'26" de Longitude Oeste, no período do mês de Julho a Agosto de 2012.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (uma dieta padrão à base de grão de milho inteiro e suplemento proteico, mineral e vitamínico (Engordim) e três dietas com substituição parcial do milho pelo grão de milheto inteiro, pelo farelo de mesocarpo do babaçu (FMB) e pelo grão de sorgo inteiro, sendo o alimento utilizado como volumoso a silagem de capim elefante), e cinco repetições (animais) por tratamento. Foram utilizados 20 carneiros adultos sem raça definida, castrados e com peso médio de 33,600 Kg. O período total do experimento foi de 27 dias, dentre os quais, 22 dias de adaptação dos animais às dietas experimentais e às gaiolas e cinco dias destinados à coleta de dados, sendo que antes de se iniciar o experimento, os animais foram vermifugados e receberam vitaminas A, D e E injetável.

Os animais foram alojados individualmente em gaiolas metabólicas equipadas com comedouros, bebedouros e coletores de fezes, com piso vazado para permitir o escoamento das fezes, sendo o piso das gaiolas limpos diariamente. Os animais foram pesados individualmente ao início e final do período experimental, sendo estes pesos considerados como peso inicial e peso final. A composição química da silagem de capim elefante, milho, milheto, farelo do mesocarpo de babaçu e sorgo, utilizados na confecção das dietas constam na Tabela 1. As dietas foram formuladas conforme NRC (2001) para conter nível proteico similar e foi fixado em torno de 26% de silagem. A proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química-bromatológica dos alimentos que compõem as dietas experimentais, baseado na matéria seca.

Nutrientes	Alimentos (%)					
	Silagem de capim elefante	Milho	Milheto	FMB	Sorgo	Engordim ¹
MS	27,10	87,60	89,79	86,09	87,51	89,32
MO	94,47	98,77	98,36	95,69	98,12	77,09
MM	5,53	1,23	1,64	4,31	1,88	22,91
PB	6,08	7,64	12,31	2,80	9,39	36,98
EE	1,36	4,75	2,53	1,86	3,20	1,61
FDN	77,98	11,78	30,63	42,78	13,88	25,37
FDA	45,73	3,13	4,30	29,92	6,79	14,63
Hemiceluloses	32,25	8,65	26,33	12,86	7,09	10,74
Lignina	16,61	3,31	2,49	21,35	6,12	1,94
CNF	9,05	74,60	52,88	48,25	71,65	13,12
CT	87,03	86,38	83,51	91,03	85,53	38,50

1 - ENGORDIM (AGROCRRIA) – Suplemento proteico, mineral e vitamínico peletizado; FMB: farelo do mesocarpo de babaçu; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; CT: carboidratos totais.

Tabela 2 - Percentual dos alimentos e composição nutricional das dietas experimentais com base na matéria seca

Alimentos	Dietas			
	Milho	Milheto	FMB ¹	Sorgo
Silagem	26,53	26,41	26,95	26,66
Milho	61,51	26,98	22,02	23,12
Milheto	0,00	39,40	0,00	0,00
FMB	0,00	0,00	38,04	0,00
Sorgo	0,00	0,00	0,00	38,70
Engordim	11,96	7,20	12,23	11,51
Uréia	0,00	0,00	0,65	0,00
Nutrientes				
Matéria seca	71,75	72,60	70,91	71,62

Matéria orgânica	95,03	95,90	93,03	94,87
Matéria mineral	4,97	4,09	6,86	5,12
Proteína bruta	10,73	11,18	10,74	11,28
Extrato etéreo	3,47	2,75	2,32	2,88
Fibra em detergente neutro	30,97	37,67	42,99	31,81
Fibra em detergente ácido	15,81	15,67	26,19	17,23
Hemicelulose	15,16	22,00	16,80	14,58
Lignina	6,68	6,40	13,57	7,78
Carboidratos não fibrosos	49,86	44,30	38,83	48,90
Carboidratos totais	80,83	81,97	81,81	80,71

¹FMB – farelo do mesocarpo de babaçu

O fornecimento de alimento foi realizado diariamente às nove horas e trinta minutos, permitindo uma sobra de aproximadamente 15%. Foram coletadas amostras da silagem de capim elefante, dos concentrados fornecidos, dos alimentos que constituíam os concentrados e das sobras.

Do 23° ao 27° dia, realizou-se coleta total das fezes, que foram pesadas e amostradas, além das amostras dos alimentos fornecidos e sobras, para análises posteriores. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e guardadas em congelador.

Após o término do ensaio as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, homogeneizadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas e depois moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1mm e armazenadas em potes com tampa devidamente identificados (INCT, 2012).

As análises de matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose e lignina, foram realizadas no laboratório de Nutrição da Universidade Federal do Tocantins (UFT), localizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Universitário de Araguaína, seguindo as recomendações de INCT (2012).

Os valores que compõem os carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CT) foram estimados conforme Sniffen et al. (1992), em que CNF (%)= 100-(%PB + %EE + %MM + %FDN) e CT (%)= 100-(%PB + %EE + %MM).

As digestibilidades aparente (DA) da matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo, e as digestibilidades verdadeira danfibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, carboidratos não

fibrosos e carboidratos totais foram calculados utilizando-se a seguinte fórmula: $D = [(g \text{ de nutriente consumido} - g \text{ de nutriente excretado}) / (g \text{ de nutriente consumido})] \times 100$, segundo Silva & Leão (1979).

Os valores de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) foram estimados segunda equação descrita por Weiss (1999), em que $NDT = PBD + FDND + CNFD + (EED \times 2,25)$, onde: PBD = proteína bruta digestível, FDND = fibra em detergente neutro digestível, CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis e EED = extrato etéreo digestível.

Para avaliação do efeito dos tratamentos (padrão, milho, sorgo e farelo de mesocarpo do babaçu), foi realizada análise de variância e o modelo matemático utilizado foi representado por: $Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$, em que: μ = média geral; S_i = efeito do tratamento; e_{ij} = erro associado ao tratamento i e a repetição j . As comparações das médias dos resultados foram feitas pelo teste t de student a 5% de probabilidade. O programa utilizado para as análises estatísticas foi o Sisvar (FERREIRA, 1998).

2.3 Resultados e Discussão

O consumo de matéria seca (CMS) expresso em g/dia e g/UTM e o consumo de matéria orgânica (CMO), expressos em g/dia, apresentaram diferença significativa apenas entre as dietas com milho e FMB. O CMO expresso em g/UTM foi menor para a dieta com FMB em comparação às dietas com milho e sorgo (Tabela 3).

Tabela 3 – Consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em ovinos alimentados com milho, milho, farelo do mesocarpo de babaçu (FMB) e sorgo

Item	Dietas				Média Geral	CV%
	Milho	Milho	FMB	Sorgo		
Consumo de Matéria Seca						
g/dia	1097,36ab	1136,40a	804,92b	1078,20ab	1208,58	22,56
g/UTM	74,5563ab	79,6147a	60,1693b	76,9762ab	72,8291	17,56
Consumo de Matéria Orgânica						
g/dia	1045,28ab	1090,40a	750,48b	1023,46ab	977,40	22,68
g/UTM	71,0196ab	76,3201a	56,0805b	73,0149a	69,1088	17,65
Consumo de Proteína Bruta						
g/dia	123,76 a	136,34 a	102,72 a	126,14 a	122,24	21,77
g/UTM	8,4097 a	9,5309 a	7,6911 a	9,0732 a	8,6762	17,46

Consumo de Extrato Etéreo						
g/dia	37,98 a	29,80 ab	20,98 b	31,46 ab	30,05	26,96
g/UTM	2,5812 a	2,0966 ab	1,5689 b	2,1973 ab	2,1110	23,14

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste de t student.

CV% - coeficientes de variação em porcentagem.

Os consumos de MS e MO das dietas contendo FMB apresentaram menores valores em relação à dieta com milho. Segundo o NRC (2007) o consumo de matéria seca para ovinos adultos em terminação com grau de maturidade tardia e pesando em média 30 kg, é de 1090,00 g/dia, valor alcançado pelas dietas com milho e milho. Era de se esperar que os animais que consumiram a dieta com FMB tivessem um maior consumo de matéria seca, já que esta dieta apresentou menor teor de nutrientes digestíveis totais (NDT – 66,67%), na tentativa de suprir suas necessidades nutricionais. Segundo o NRC (2001), um fator de grande importância na nutrição é o consumo de matéria seca (CMS), porque é ele quem estabelece a quantidade de nutrientes disponíveis para um animal manter sua saúde e sua produção. Dessa forma, quando uma dieta não possui níveis nutricionais adequados para atender a demanda nutricional, o animal tende a aumentar o seu consumo. No entanto, não foi o que foi constatado no presente estudo. Houve sim uma redução na CMS, o que pode ser explicado pelo fato dos ovinos não terem aceitado o FMB, mostrando que estes animais possuem maior capacidade seletiva em comparação a outros ruminantes, pois segundo Forbes (1998), os animais podem desenvolver capacidade de aprender a preferir ou evitar determinados alimentos de acordo com os efeitos positivos ou negativos causados nestes animais, mesmo que a única diferença entre eles seja a cor ou sabor, tendo apresentado dessa forma uma preferência pelos grãos de milho e pela silagem, reduzindo seu consumo, o que foi observado nas sobras. Miotto et al. (2012) ao substituir a silagem de capim elefante por FMB na dieta de ovinos, observaram que não houve alterações nos consumos de matéria seca e matéria orgânica, conforme se aumentava o nível do FMB nas dietas, atribuindo a esta não significância, os elevados coeficientes de variação (acima de 35%), em função da grande variação comportamental desses animais. Da mesma forma, Guimarães (2010), ao incluir o FMB na ensilagem do capim mombaça para alimentação de ovinos, observou que o consumo de matéria seca expresso em g/dia, não apresentou diferenças, já quando expresso em g/UTM, apresentou comportamento quadrático.

Em relação ao consumo de matéria orgânica, o farelo do mesocarpo de babaçu apresentou os menores valores, fato ocorrido provavelmente em função da menor qualidade nutricional da dieta, e do maior teor de matéria mineral (6,86%) apresentado pelas dietas compostas pelo FMB, já que o teor de MO é dado em função da diferença entre os teores de matéria seca e matéria mineral. Diferente deste trabalho, Miotto et al. (2012) trabalhando com a substituição de silagem por níveis do FMB, não encontraram diferenças no CMO.

Os consumos de MS e MO das dietas contendo milho e milho foram iguais, corroborando com relatos de Gonçalves et al. (2010), segundo os quais, o grão de milho apresenta uma boa aceitação pelos animais semelhante ao grão de milho, sugerindo que não há diferença na palatabilidade entre eles. Dados similares foram encontrados por Ribeiro et al. (2004) que substituíram totalmente o grão de milho pelo grão de milho em dietas para vacas leiteiras e, também, não verificaram efeito sobre o consumo de matéria seca.

De acordo com o NRC (2007), o CPB exigido por ovinos adultos em terminação é de 125 g/dia, valores alcançados pelas dietas com milho e sorgo. Pode-se observar que o consumo de proteína bruta (CPB) não sofreu efeito em função dos diferentes tipos de dieta. Apesar dos animais que consumiram a dieta com FMB terem apresentado menor CMS, isso não foi suficiente para deprimir o CPB. Como o FMB apresenta textura muito fina em relação aos demais ingredientes como a silagem de capim elefante, o milho inteiro e o suplemento peletizado, os animais foram capazes de selecionar os alimentos com maior teor protéico em detrimento do FMB. Com isso as possíveis diferenças no CPB em função do menor CMS foi compensado pelo fato dos animais consumirem uma dieta com maior teor protéico.

Silva et al. (2012), ao substituírem o milho por FMB nas dietas de bovinos de corte, não encontraram diferença significativa no consumo de PB, sendo este resultado explicado pela semelhança do consumo de MS e do teor protéico das dietas. Diferente do ocorrido neste trabalho, Cruz (2012), Miotto et al. (2013) e Santana (2013), encontraram aumento no CPB quando substituíram o milho pelo FMB, atribuindo estes resultados à elevação no CMS. Já Miotto et al. (2012), trabalhando com a substituição da fonte de volumoso pelo FMB, observaram que os consumos de MS e PB não foram alterados pela inclusão do FMB às dietas. Gonçalves et al. (2010) ao substituírem o milho pelo milho na alimentação de

bovinos, não observaram alterações nos consumos de MS e PB, assim como Ítavo et al. (2006) que ao trabalharem com sorgo em substituição ao milho nas dietas de cordeiros, também não observaram diferenças em relação ao consumos de MS e PB.

Foram observadas diferenças entre as dietas quando se analisou o consumo de extrato etéreo (CEE), registrando maior consumo para os animais alimentados com a dieta contendo milho e o menor consumo para aqueles alimentados com farelo do mesocarpo de babaçu. O menor valor observado para a dieta com FMB, pode ter sido em função da soma de dois fatores: menor CMS pelos animais que receberam essa dieta e baixo teor de extrato etéreo desse alimento (1,86%). Resultados semelhantes foram encontrados por Miotto et al. (2013), que trabalhando com substituição do milho pelo FMB na alimentação de tourinhos em confinamento, observaram que o CEE diminuiu conforme se aumentava o nível de FMB na dieta. O mesmo foi observado por Santana (2013) ao substituir grãos de milho por FMB na terminação de tourinhos mestiços, por Guimarães (2010) quando trabalhou com silagem de capim-mombaça com níveis crescentes do FMB, na alimentação de ovinos e por Miotto et al. (2012), que observaram redução no CEE em g/UTM, conforme se aumentou o nível de FMB nas dietas de ovinos.

O consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em g/dia e g/UTM dos animais que receberam milheto (Tabela 4), foi superior ao dos animais que receberam milho e sorgo, porém foi semelhante ao dos animais que consumiram a dieta com FMB, sendo que este foi semelhante com as dietas contendo milho e sorgo que foram semelhantes entre si. Para o consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) e para o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), observou-se que os animais recebendo a dieta com FMB, obtiveram os menores valores de consumo ($P < 0,10$) que àqueles que receberam dietas à base de milho, milheto ou sorgo, não havendo diferenças entre estes.

Tabela 4 – Consumos de fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) de ovinos alimentados com milho, milheto, farelo do mesocarpo de babaçu (FMB) e sorgo

Item	Dietas				Média Geral	CV%
	Milho	Milheto	FMB	Sorgo		

Consumo de Fibra em Detergente Neutro						
g/dia	261,20 b	383,40 a	291,42 ab	275,26 b	302,82	25,7
g/UTM	17,78688 b	26,74108 a	2,65622 ab	19,7199 b	21,47602	21,11
Consumo de Carboidratos Não Fibrosos						
g/dia	622,36 a	540,94 a	343,84 b	590,98 a	524,53	23,28
g/UTM	42,2420 a	37,9587 a	25,7987 b	42,0524 a	37,0129	18,14
Consumo de Nutrientes Digestíveis Totais						
g/dia	879,88 a	808,28 a	537,98 b	807,28 a	758,35	25,7
g/UTM	59,6792 a	56,5416 a	40,1068 b	57,5238 a	53,4629	20,83

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste de t student.

CV% - coeficientes de variação em porcentagem.

O maior consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) observado para os animais alimentados com dieta à base de milho em relação aos que consumiram milho e sorgo é explicado pelo maior CMS dos animais que receberam essa dieta e pelo fato dessa dieta ter apresentado um teor de FDN (37,67%) superior ao das dietas à base de milho (30,97%) e sorgo (31,81%). Apesar do teor de FDN ser um dos fatores responsáveis pelo enchimento ruminal, promovendo uma diminuição do consumo de matéria seca (NRC 2001), isso não ocorreu neste trabalho, pois o tamanho das partículas do milho favoreceram uma elevação na taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal. Resultados diferentes dos encontrados neste trabalho foram relatados por Ribeiro et al. (2004) e por Gonçalves et al. (2010), que substituindo o grão de milho pelo grão do milho na alimentação de bovinos, não observaram diferenças significativas no CFDN conforme se aumentavam os níveis de substituição.

O fato dos animais que receberam a dieta com farelo do mesocarpo de babaçu (FMB) terem obtido menores valores para consumo de matéria seca (CMS), influenciou de forma negativa o consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) por esses animais, tendo como resultado o menor consumo destes em relação aos que consumiram milho, milho ou sorgo. Outro fator que influenciou o baixo CCNF por esses animais foi o teor de CNF do FMB (CNF 38,83%) apresentar níveis inferiores ao do milho (49,86%), do milho (44,30%) e do sorgo (48,90). Silva et al. (2012) observaram que a medida que se aumentava os níveis de substituição do FMB pelo milho no concentrado, o CCNF diminuía, quando observados em kg/dia e g/kg PC, associando estes resultados à redução dos CNF das dietas. Dados diferentes ao deste trabalho foram encontrados por Santana (2013) que ao substituir milho pelo

FMB não observou alterações no CCNF, pois diferentemente do que ocorreu neste trabalho o CMS aumentou compensando dessa forma a inclusão do FMB nas dietas. Cruz (2012), ao incluir FMB no concentrado observou elevação no CMS, mas o CCNF permaneceu inalterado. Já Miotto et al. (2013) trabalhando com tourinhos alimentados com níveis crescentes do FMB em substituição ao milho, relataram que houve um aumento no CCNF até o nível de substituição de 46,7% do milho pelo FMB reduzindo a partir desse nível, podendo o aumento ser explicado pelo aumento no CMS e a redução em função da diminuição do teor de CNF nas dietas devido a substituição do milho pelo farelo do mesocarpo de babaçu.

Da mesma forma, o FMB obteve os menores valores para consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) em relação aos outros alimentos testados (milho, milheto e sorgo), em função do menor consumo de matéria seca, sendo que estes resultados estão de acordo com os valores encontrados para NDT (tabela 5), que foram menores para FMB reduzindo assim o valor energético das dietas à base deste alimento. Vale ressaltar que, segundo o NRC (2007) o CNDT exigido por ovinos adultos com média de 30 kg e em terminação é de 720g/dia. Portanto os animais alimentados com FMB, não conseguiram suprir suas exigências energéticas (537,98g/dia). Resultados diferentes foram encontrados por Cruz (2012) que trabalhando com inclusão do FMB no concentrado em dietas para bovinos, observou que não houve alterações no CNDT apesar dos animais terem elevado o consumo de MS, assim como Miotto et al. (2013) que trabalhando com a substituição do milho pelo FMB na alimentação de tourinhos, também não observaram alterações no CNDT pelos níveis de substituição.

A digestibilidade da matéria seca (DMS) e a digestibilidade da matéria orgânica (DMO) da dieta à base de farelo do mesocarpo de babaçu (FMB) foi inferior as dietas com milho e sorgo e semelhante à dieta com milheto, sendo esta semelhante à dieta com sorgo e inferior à dieta a base de milho (Tabela 5). A digestibilidade da proteína bruta (DPB) para a dieta a base de milho, foi superior à dieta com sorgo, não diferindo das dietas compostas por milheto e FMB, que foram semelhantes ao sorgo. Para a digestibilidade do extrato etéreo (DEE) observou-se maiores valores para as dietas contendo milho e FMB, que não diferiram entre si, sendo os menores valores encontrados para milheto e sorgo, que apresentaram diferenças.

Tabela – 5 Médias da digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não fibrosos (DCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) do milho, milheto, farelo do mesocarpo de babaçu (FMB) e sorgo

Item	Dietas				Média Geral	CV%
	Milho	Milheto	FMB	Sorgo		
DMS	0,7898a	0,7151bc	0,6626c	0,7426ab	0,7275	6,28
DMO	0,8034a	0,7278bc	0,6779c	0,7572ab	0,7416	6,14
DPB	0,7103a	0,6522ab	0,6834ab	0,6383b	0,6711	7,29
DEE	0,7362a	0,3956c	0,7361a	0,5869b	0,6137	16,35
DFDN	0,5291ab	0,5757a	0,4004b	0,4591ab	0,4911	21,78
DCNF	0,9429a	0,8694b	0,9071ab	0,9344a	0,9134	4,07
NDT	0,7972a	0,7113bc	0,6667c	0,7381ab	0,7283	6,35

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si ($P>0,05$), pelo teste de t student.

CV% - coeficientes de variação em porcentagem.

Esperava-se que a digestibilidade da matéria seca (DMS) da dieta com farelo de mesocarpo do babaçu (FMB) fosse maior, já que obteve um menor consumo, presumindo assim que essa dieta teria permanecido por mais tempo no tratogastrointestinal (TGI) favorecendo sua digestão pelos microrganismos ruminais, o que não ocorreu, talvez pelo fato do FMB possuir um tamanho reduzido de partículas, em torno de 0,8mm, favorecendo dessa forma ao aumento na taxa de passagem diminuindo sua permanência no rúmen, reduzindo sua digestão pelos microrganismos ruminais (MIOTTO et al., 2013). Outro fator que pode ter influenciado a baixa digestibilidade da MS do FMB, foi o elevado teor de lignina deste (13,57%) em relação às demais dietas. Guimarães (2010) trabalhando com ovinos alimentados com níveis crescentes de FMB na silagem, observou que apesar de não ter ocorrido alterações no CMS (g/dia) houve redução na DMS conforme se aumentava os níveis de FMB, sendo atribuído a este fato o elevado teor de lignina deste alimento. Já Miotto et al. (2013) observaram comportamento quadrático, com menor coeficiente de digestibilidade para o nível de 85% de substituição do milho por FMB na alimentação de tourinhos.

Apesar da digestibilidade da MS do milheto ser semelhante à do FMB e do sorgo, foi significativamente menor que a do milho, provavelmente em função do maior teor de FDN (30,63% vs 11,78%) e do menor tamanho de partículas. Diferente deste trabalho Gonçalves et al. (2010) substituindo milho por milheto na alimentação de bovinos, observaram que não houve alterações na digestibilidade da MS, mas

diferente deste trabalho ambos os grãos foram apresentados moídos, minimizando a seleção pelos animais e promovendo de forma similar a taxa de passagem da digesta pelo TGI. Já Gelaye et al. (1997) observaram redução na DMS quando se substituiu o milho pelo milheto total ou parcialmente, atribuindo a redução da digestibilidade em função do maior teor de lignina do milheto. Da mesma forma Hill e Hanna (1990) observaram menor DMS para o milheto quando comparado com o milho.

Apesar de não ter havido diferença entre o consumo de matéria seca e o consumo de proteína bruta das dietas compostas por milho e sorgo, a digestibilidade da proteína bruta (DPB) da dieta com sorgo foi 10,14% menor que a dieta com milho, fato este que pode ser explicado em função da composição do grão de sorgo, pois segundo Faria Jr et al. (2009) o sorgo possui no endosperma, seu principal tecido de estocagem, uma camada muito densa, espessa e de difícil digestão, denominado endosperma córneo, conferindo grande dureza a essa região do grão dificultando o acesso ao endosperma farináceo tornando o amido menos digestível, dificultando dessa forma a digestibilidade da PB, pois segundo Theurer (1986), a digestibilidade da proteína, parece ser diretamente relacionada com a digestibilidade do amido. Hill e Hanna (1990) observaram que a DPB do sorgo foi 10% inferior à do milho, assim como, Hill et al. (1996) trabalhando com milheto e sorgo em substituição ao milho na alimentação de bovinos observou que a DPB foi inferior para o milheto e para o sorgo quando comparado ao milho. Da mesma forma Theurer (1986), trabalhando com processamento de grãos para ruminantes, relatou que a digestibilidade do amido e da proteína, foram mais baixos para o grão de sorgo do que para o milho.

Para a digestibilidade do extrato etéreo, observou-se menores valores para as dietas contendo milheto e sorgo em 46,26% e 20,28% respectivamente em comparação a dieta composta por milho. Resultados semelhantes foram encontrados por Bergamaschine et al. (2011) que substituindo o milho por milheto na alimentação de novilhos, observaram que a DEE diminuiu com o aumento do milheto nas dietas. Hill et al. (1996), trabalhando com sorgo e milheto em substituição ao milho na dietas de bovinos, observaram que a digestibilidade do extrato etéreo foi inferior para milheto e sorgo quando comparados ao milho, resultado que segundo este autor, pode ser explicado pelo provável teor da gordura do milheto ser menos digestível que a gordura do milho. Dados conflitantes foram encontrados por

Gonçalves et al. (2010) que substituindo milho por milheto na alimentação de bovinos, observaram aumento na digestibilidade do extrato etéreo, segundo este mesmo autor, essas variações podem ser explicadas pela possível diferença na composição dos grãos utilizados para compor as dietas.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) do milheto foi superior à da dieta contendo FMB, não diferindo das dietas com milho e sorgo, sendo que estas apresentaram semelhanças entre si e entre a dieta com FMB. Com relação à digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF), observou-se que o milheto foi inferior ($P=0,0275$) ao milho e ao sorgo, porém não diferindo do FMB, sendo que as dietas compostas por milho e sorgo não diferiram entre si e foram semelhantes à dieta com FMB.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) foi inferior para a dieta composta pelo farelo de mesocarpo do babaçu quando comparado ao milheto, pelo fato da dieta com FMB apresentar um maior teor de lignina (13,57%) em relação à dieta com milheto (6,40%), podendo desta forma ter reduzido a digestibilidade da fibra. Guimarães (2010), trabalhando com FMB em adição à silagem de capim mombaça na alimentação de ovinos, observou que a DFDN diminuiu a medida que se adicionou o FMB na silagem. Da mesma forma Miotto et al. (2013) observou uma redução na digestibilidade da FDN, com aumento dos níveis de FMB, em função do elevado teor de lignina deste alimento. Uma redução na digestibilidade da FDN também foi relatada por Cruz (2012) quando incluiu 350 g/kg de matéria seca do FMB no concentrado.

Apesar de não ter ocorrido diferença para o consumo de carboidratos não fibrosos entre os animais alimentados com dieta à base de milheto, milho e sorgo, os valores de digestibilidade do CNF foram inferiores para a dieta contendo milheto, pelo fato do tamanho reduzido das partículas desse grão, ter aumentado a taxa de passagem da digesta reduzindo sua digestibilidade. Nascimento et al. (2009) trabalhando com diferentes fontes energéticas na suplementação de novilhos sob pastejo, observaram que não houve diferença na DCNF em função da utilização do milheto ou milho como suplemento.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) da dieta composta por milho foi superior à dieta com FMB e milheto, não diferindo da dieta com sorgo, enquanto que o NDT da dieta com FMB obteve os menores valores, sendo semelhante à dieta com milheto, que por sua vez não diferiu da dieta contendo sorgo.

Os menores valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) para a dieta com farelo de mesocarpo do babaçu (FMB) pode ter sido em função do menor consumo de MS pelos animais que receberam essa dieta, além da menor digestibilidade da MS, MO e FDN. Guimarães (2010) observou resposta quadrática à medida que se adicionava FMB nas silagens, mostrando que os valores de NDT acompanharam os resultados de consumo das silagens pelos animais. Já Miotto et al. (2012) observaram redução no percentual de NDT em função da redução da digestibilidade de alguns dos nutrientes avaliados, lembrando que esses autores trabalharam com FMB em substituição ao volumoso. Outras pesquisas avaliando a substituição do milho pelo FMB foram feitas e Santana (2013) observou que os valores de NDT não foram influenciados pela adição do FMB em substituição ao milho, ao contrário de Miotto et al. (2013) que observaram uma redução no percentual de NDT quando se substituiu o milho pelo FMB até o nível de 83,3%, atribuindo esta redução à queda da digestibilidade ocorrida na maioria dos nutrientes. Assim como as dietas com o FMB, as dietas com milheto também apresentaram menores teores de NDT, quando comparado ao milho, provavelmente pelo fato dessa dieta ter apresentado uma menor digestibilidade da MS e CNF, influenciando assim, de forma negativa os teores de NDT. Em ensaios metabólicos com bovinos de corte alimentados com milho, milheto e sorgo, Hill et al. (1996), observaram que os valores de NDT foram maiores para as dietas à base de milho, quando comparadas com as dietas com sorgo ou milheto, concluindo que o milheto possui menor valor energético que o milho. Já Bergamaschine et al. (2011) ao substituírem o milho pelo milheto no concentrado das dietas de novilhos em confinamento, observaram que os valores de NDT não foram influenciados pelos níveis de milheto das dietas, sugerindo que o milheto apresenta valor energético similar ao do milho.

2.4 Conclusão

De acordo com o presente estudo milheto e sorgo podem ser boas opções em substituição ao milho, já que apresentaram consumos de matéria seca, de proteína bruta, de carboidratos não fibrosos e de nutrientes digestíveis totais semelhantes ao milho. Já o farelo do mesocarpo de babaçu não atendeu as exigências nutricionais para essa categoria, mas poderia ser utilizado para ovelhas em manutenção, pois as exigências para consumo de matéria seca (800 g/dia), consumo de proteína bruta

(60 g/dia) e consumo de nutrientes digestíveis totais (440 g/dia) são prontamente atendidas por essa dieta.

2.5 Referências Bibliográficas

BERGAMASCHINE, A.F.; FREITAS, R.V.L.; VALÉRIO FILHO, W.V.; BASTOS, J.F.P.; MELLO, S.Q.S.; CAMPOS, Z.R. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milheto no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V.40, n.1, 2011.

CRUZ, R. S. da. **Inclusão de farelo do Mesocarpo do babaçu em dietas com diferentes níveis de concentrado para bovinos alimentados em confinamento**. 119 p. Tese (Doutorado em Ciências Animal Tropical) - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins. Araguaína – TO, 2012.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **El sorgo y el mijo: en la nutrición humana**. Roma, 1995. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/t0818s/t0818s00.HTM>. Acesso em: 17 de Julho de 2013.

FARIA JR, W.G de; GONÇALVES, L.C.; TEIXEIRA, A.M.; CARVALHO, W.T.V. Grão de sorgo na alimentação de gado de leite. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. Cap. 16. p. 282-304.

FERREIRA, D.F. Sisvar – Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19p.

FORBES, J.M. Natural feeding behavior and feed selection. In: HEIDDE, D. et al. (Eds). **Regulation of feed intake**, CAB International, 1998. Cap 1 p.03-12.

GELAYE, S.; TERRIL, T.; AMOAH, E.A.; MILLER, S.; GATES, R.N. e HANNA, W.W. Nutritional value of pearl millet for lactating and growing goats. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1409-1414, 1997.

GONÇALVES, J. R. S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; LIMA, L.G.de.; MENDES, C.Q. e FERREIRA, E.M. Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim elefante na alimentação de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, 2010.

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*)**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins. Araguaína – TO, 2010.

HILL, G.M. e HANNA, W.W. Nutritive characteristics of pearl millet grain in beef cattle diets. **Journal of Animal Scienc**, v.68, p.2061 – 2066, 1990.

HILL, G.M.; NEWTON, G.L.; STREETER, M.N.; HANNA, W.W.; UTLEY, P.R. e MATHIS, M.J. Digestibility and utilization of pearl millet diets fed to finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1728-1735, 1996.

INCT-Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. **Métodos para análises de alimentos**. DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. [editores]. Visconde do Rio Branco-MG: Suprema, 2012, 214p.

ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.daG.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.de.; OSHIRO, M.M.; BIBERG, F.A.; COSTA, C.; JOBIM, C.C. E LEMPP, B. Efeitos de diferentes fontes de concentrado sobre o consumo e a produção de cordeiros na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, 2006.

MIOTTO, F. R. C.; RESTLE, J.; NEIVA, J.N.M.; MACIEL, R.P. e FERNANDES, J.J.de R. Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do mesocarpo de babaçu para ovinos. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.4, 2012.

MIOTTO, F. R. C.; RESTLE, J.; NEIVA, J.N.M.; CASTRO, K.J.de; SOUSA, L.F.; SILVA, R.de O.da; FREITAS, B.B. de e LEÃO, J.P. Replacement of corn by babassu mesocarp bran in diets for feedlot young bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.3, 2013.

NASCIMENTO, M.L. do; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. de C.; PORTO, M.O. e SALES, M.F.L. Fontes de energia em suplementos múltiplos para recria de novilhos mestiços em pastejo durante o período de transição seca/águas: desempenho produtivo e características nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7 ed. National Academy Press, Washington, DC, 2001.

RIBEIRO, C.V. Di M.; PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.de; SANTOS, F.A.P.; SUSIN, I. e OLIVEIRA JUNIOR, R.C.de. Substituição do grão de milho pelo milheto (*Pennisetum americanum*) na dieta de vacas holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, 2004.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª Ed. Viçosa-MG: Editora UFV, DZO, 2011. 252p.

SANTANA, A.E.M. **Utilização de farelo do mesocarpo do babaçu e milho inteiro ou moído na dieta de tourinhos mestiços em terminação**. 100p. Dissertação – Mestrado (Mestrado em Ciência Animal Tropical) Universidade Federal do Tocantins. Araguaína – TO, 2013.

SCHAFETT, R.E.; PRATES, H.T.; BUTLER, L.; SANTOS, F.G.; RODRIGUES, J.A.S. **Sorgo sem tannino resistente a pássaro**. IN: CONGRESSO NACIONAL

DE MILHO E SORGO, 21, 1996, Londrina. Resumos. IAPAR, 1996. P.262.
DISPONÍVEL EM: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/472855> ACESSO
EM: 16 de Julho de 2013.

SILVA, J.F.C; LEÃO, M.I. **Fundamentos da Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba, SP: Ed. Livroceres, 384p. 1979.

SILVA, N. R.da; FERREIRA, A.C.H.; FATURI, C.; SILVA, G.F.da; MISSIO, R.L.; NEIVA, J.N.M.; ARAÚJO, V.L.de e ALEXANDRINO, E. Desempenho em confinamento de bovinos de corte, castrados ou não, alimentados com teores crescentes de farelo do mesocarpo de babaçu. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, 2012.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1649-1662, 1986.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JUNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. **CQBAL 3.0: Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em: www.ufv.br/cqbal. Acesso em: 08 de Julho de 2013.

WEISS, W. Energy prediction equation for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFINAMENT FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.176-85. 1999.