



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

**ELIZANNE DE MOURA LIMA**

**CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) NA ALIMENTAÇÃO DE  
BÚFALAS LACTANTES EM PASTEJO.**

**PARAUPEBAS  
2017**



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

**ELIZANNE DE MOURA LIMA**

**CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) NA ALIMENTAÇÃO DE  
BÚFALAS LACTANTES EM PASTEJO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia: área de concentração Produção Animal na Amazônia, para obtenção do título de Mestre.  
Orientador: Prof. Dr. Rafael Mezzomo.  
Co-orientadores: Prof. Dr. Daiany Iris Gomes e Prof. Dr. Raylon Pereira Maciel

**PARAUPEBAS  
2017**

**ELIZANNE DE MOURA LIMA**

**CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) NA ALIMENTAÇÃO DE  
BÚFALAS LACTANTES EM PASTEJO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia: área de concentração Produção animal, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Mezzomo

Aprovado em de de 2017.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Rafael Mezzomo - Orientador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Prof. Dr. Kaliandra Souza Alves - 1º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Prof. Dr. Perlon dos Santos Maia - 2º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Prof. Dr. Elias San Vito - 3º Examinador  
PREMIX Nutrição Animal

---

Prof. Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto - Suplente  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ

**PARAUAPEBAS**

**2017**

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1

- Tabela 1 Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos formulados para búfalas leiteiras, contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí
- Tabela 2 Composição química dos principais ingredientes utilizados durante o ensaio experimental
- Tabela 3 Disponibilidade, altura e composição morfológica média de todos períodos experimentais da forragem *Panicum Maximum* cv. Mombaça, no momento de entrada e de saída dos animais de cada piquete
- Tabela 4 Consumo de MS e nutrientes de búfalas em lactação suplementadas com diferentes níveis de caroço de açaí em substituição ao milho
- Tabela 5 Coeficiente de digestibilidade da MS e nutrientes de búfalas em lactação suplementadas com diferentes níveis de caroço de açaí em substituição ao milho
- Tabela 6 Produção e composição do leite de búfalas em lactação suplementadas com diferentes níveis de caroço de açaí em substituição ao milho

### Artigo 2

- Tabela 1 Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos formulados para búfalas leiteiras, contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí
- Tabela 2 Disponibilidade, altura e composição morfológica média de todos períodos experimentais da forragem *Panicum Maximum* cv. Mombaça, no momento de entrada e de saída dos animais de cada piquete
- Tabela 3 Dados meteorológicos obtidos nos dias de observação do comportamental
- Tabela 4 Comportamento de búfalas lactantes em regime a pasto suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí
- Tabela 5 Comportamento em solo e água de búfalas lactantes em regime a pasto suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí
- Tabela 6 Correlação entre a imersão na água por animais, temperatura e umidade

## RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar a substituição do milho pelo caroço do açaí no desempenho, digestibilidade e comportamento ingestivo de búfalas em lactação em regime a pasto. O experimento foi realizado nas instalações da Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus de Parauapebas e do Sítio Açaízal. Utilizou-se cinco tratamentos, sendo quatro estratégias de suplementação concentrada e uma de suplementação mineral. Os tratamentos com suplementação concentrada consistiram em quatro níveis de caroço de açaí no suplemento, em substituição ao milho, sendo: 0; 33; 66 e 100%. Todos os animais recebendo seus respectivos tratamentos foram mantidos em regime a pasto de capim *Panicum Maximum* cv. Mombaça manejados em sistema de lotação intermitente. Utilizou-se delineados em quadrado latino 5x5. O experimento foi constituído de cinco tratamentos e cinco períodos com duração de 11 dias cada, sendo os sete primeiros dias de adaptação e os demais para avaliação do consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite e comportamento ingestivo. O consumo de matéria seca total, de pasto, de suplemento e de nutrientes não foram afetados ( $P>0,05$ ) pelos níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí. O coeficiente de digestibilidade para as variáveis matéria seca, matéria orgânica e nutrientes digestíveis totais apresentaram redução conforme a substituição do milho pelo caroço de açaí. Já o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e da fibra insolúvel em detergente neutro ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão ( $P<0,05$ ). Os valores de produção de leite e produção corrigida para gordura sofreram um aumento até o nível de 66% e decrescendo para o nível de 100% de substituição. Os teores de gordura e EST ( $P>0,05$ ) sofreram queda aos níveis intermediários de substituição (33 e 66%). O teor de proteína do leite apresentou redução no teor até o nível de 30% com posterior aumento os níveis seguintes ( $P<0,05$ ). Os níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí não influenciaram ( $P<0,05$ ) no tempo destinado ao pastejo, ruminação, ócio, dormindo e outras atividades. Animais não suplementados ficaram menos tempo em ócio no período de 24 horas ( $P<0,05$ ). Os animais passaram mais tempo em solo de acordo com o aumento nos níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí no período de 24 horas. O período do dia em que os animais ficaram mais tempo imerso na água foi no intervalo de 09:00 às 17:00 horas. A porcentagem total de animais na água, apresentou correlação com a temperatura, com o ITU e correlação negativa com a umidade relativa do ar. O caroço de açaí pode substituir o milho do suplemento de vacas búfalas em lactação consumindo 3 kg de

suplemento/animal/dia no período chuvoso. A substituição do milho pelo caroço de açaí aumenta o tempo de permanência em solo de vacas búfalas em lactação. Com temperaturas ambientais acima de 25° C e ITU acima 74 verifica-se que vacas búfalas em lactação têm preferência de permanência em aguadas. Dessa forma, recomenda-se em climas quentes e úmidos, a disponibilidade de aguadas para possibilitar maior conforto térmico aos animais.

**Palavras-chave:** Comportamento. Dieta. Murrah. Mombaça. Qualidade do leite.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the substitution of corn to açai seed in the performance, digestibility and ingestive behavior of buffaloes in lactation on pasture. The experiment was carried out at the Federal Rural University of Amazonia - Campus of Parauapebas and Açaiçal Farm. Five treatments were used, four strategies of concentrate supplementation and one of mineral supplementation. The treatments with concentrate supplementation consisted of four levels of açai seed stone in the supplement, replacing corn, being: 0; 33; 66 and 100%. All the animals receiving their respective treatments were kept on pasture of *Panicum Maximum* cv. Mombaça managed in intermittent stocking system. We used 5x5 Latin square outlined. The experiment consisted of five treatments and five periods with duration of 11 days each, being the first seven days of adaptation and the others to evaluate the dry matter intake and apparent digestibility of nutrients, milk yield and composition and ingestive behavior. The total dry matter intakes, pasture, supplement and nutrient were not affected ( $P>0.05$ ) by the levels of substitution of corn by açai seed. The digestibility coefficient for the variables dry matter, organic matter and total digestible nutrients presented reduction according to the substitution of the corn by the açai seed. The coefficient of digestibility of crude protein and neutral detergent fiber was adjusted to the quadratic regression model ( $P<0.05$ ). The values of milk yield and fat-corrected yield to showed an increase up the level of 66% and decreasing to the 100% substitution level. The levels of fat and TDS ( $P>0.05$ ) fell to intermediate replacement levels (33 and 66%). The protein content of the milk presented reduction in the content up to the level of 30% with subsequent increase in the following levels ( $P<0.05$ ). The levels of substitution of corn by açai seed did not influence ( $P<0.05$ ) in the time destined for grazing, rumination, idleness, sleeping and other activities. The animals spent more time on soil according to the increase in corn replacement levels for açai seed in the 24-hour period. The period of the day when the animals stayed longer immersed in the water was in the range of 9:00 am to 5:00 p.m. The total percentage of animals in the water showed a correlation with the temperature, with the THI and negative correlation with the relative humidity of the air. Açai seed can substitute corn for supplementation of lactating buffalo cows consuming 3 kg of supplement/animal/day in the rainy season. The replacement of corn by açai seed increases the residence time in soil of lactating buffalo cows. At ambient temperatures above 25 °C and THI above 74 it is found that lactating buffalo cows have preference for standing in water. Therefore, it is

recommended in hot and humid, the availability of water to allow greater thermal comfort to the animals.

**Keywords:** Behavior. Diet. Murrah. Mombaça. Quality of milk.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	7
1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	10
1.1 Bubalinocultura e sua produção leiteira .....	12
1.2 O Fruto Açaí .....	14
REFERÊNCIAS .....	15
2. ARTIGO 1. CAROÇO DE AÇAÍ (Euterpe oleracea Mart.) NA ALIMENTAÇÃO DE BÚFALAS LACTANTES EM PASTEJO .....	18
RESUMO .....	18
ABSTRACT .....	19
2.1 Introdução.....	20
2.2 Material e Métodos.....	21
2.2.1 Animais, dietas experimentais e delineamento experimental.....	21
2.2.2 Procedimentos experimentais .....	24
2.2.3 Análises estatísticas .....	26
2.3 Resultados.....	26
2.4 Discussão .....	29
2.5 Conclusão .....	33
REFERÊNCIAS .....	33
3. ARTIGO 2. COMPORTAMENTO DE BÚFALAS LACTANTES SUPLEMENTADAS COM CAROÇO DE AÇAÍ EM REGIME A PASTO .....	37
RESUMO .....	37
ABSTRACT .....	39
3.1 Introdução.....	41
3.2 Material e Métodos.....	42
3.2.1 Animais, dietas experimentais e delineamento experimental.....	42
3.2.2 Avaliação comportamental dos animais .....	45
3.2.3 Análises estatísticas .....	47
3.3 Resultados e discussões.....	47
3.4 Conclusão .....	52
REFERÊNCIAS .....	53

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A bubalinocultura brasileira apresentou, nos últimos anos, aumento em seu rebanho efetivo, passando de 885.119 cabeças em 2006 para 1.365.636 em 2015, crescimento de 35,18%. Este aumento corresponde a 2,8 vezes mais que o crescimento do rebanho bovinos compreendendo o mesmo intervalo (IBGE, 2016). Dentre os estados do Brasil, o Pará detém o maior rebanho, com 522.250 cabeças, seguido pelos estados do Amapá (284.770) e São Paulo (90.873).

Ao analisarmos as características edafoclimáticas das regiões que apresentam maior rebanho de bubalinos no estado do Pará (região do baixo amazonas), percebe-se características peculiares, como terras alagadas durante longos períodos do ano, alta umidade relativa o ano todo e chuvas mais frequentes do que em outras regiões. Dessa forma, todas essas características climáticas, dificultam a criação de outras espécies de ruminantes, principalmente pelos solos alagados, enquanto que a criação de bubalinos torna-se possível. Tal situação, faz com que a bubalinocultura nessas regiões se expanda cada vez mais. Além disso, se tratando de cenário nacional, outro fator importante que contribuiu com a expansão da bubalinocultura é o aumento da quantidade e qualidade dos programas de melhoramento genético para a espécie, que foi muito precário no Brasil até 2006, no entanto, nos últimos anos têm apresentado excelente evolução (MARCONDES, 2011), levando uma evolução na produtividade e no crescimento do rebanho.

No passado recente, a criação de búfalos no Brasil era destinada principalmente à produção de carne, mas a partir dos anos 80 e 90 observou-se crescimento de unidades industriais dedicadas à produção de derivados de leite de búfalas (BERNARDES, 2007). Essa atividade tem se destacado na pecuária brasileira, principalmente, devido ao sabor singular e muito apreciado de seus produtos lácteos como queijos, iogurtes, ricota e mozzarella. Esses produtos têm despertado grande interesse dos consumidores, não apenas por apresentarem excelentes qualidades organolépticas, mas também por suas características nutricionais, quanto ao teor de proteína e gordura (TEIXEIRA et al., 2005; BARROS et al., 2016).

Quanto a produtividade leiteira do rebanho bubalino no Brasil ainda é muito variável. Em seu estudo TONHATI et al. (2000) constatou médias de produção de leite para a raça Mediterrâneo de 1042,5 kg/lactação; Jafarabadi com 1062,8 kg/lactação; mestiças com 1068,5 kg/lactação e por fim, a Murrah com 1481,4 kg/lactação. Em trabalho mais recente realizado com a raça Murrah verificou-se produção média de

1.863,5 kg/lactação (MALHADO et al., 2007). Portanto, constata-se que essas médias são muito baixas para a categoria animal, podendo ser aumentadas através do melhoramento genético, bem como, estratégias no manejo nutricional.

Em relação ao manejo nutricional a maioria dos criadores de búfalos produzem animais geralmente manejados em sistemas com baixa tecnologia, o que não favorece o animal expressar todo o seu potencial genético (SANTOS et al., 2014). Dessa forma, por ser uma espécie rústica e se adaptar em situações de baixa qualidade de alimentos, o potencial genético fica limitado pelo manejo nutricional e os sistemas de produção ficam aquém do seu potencial. Tal situação pode ser comprovada, quando relacionamos as exigências nutricionais de búfalas em lactação, com o valor nutritivo das pastagens comumente utilizadas em sistemas de baixa tecnologia, em que percebe-se que geralmente há um déficit nutricional, em que, sob via de regra, somente as forragens não atendem as exigências nutricionais das vacas. Dessa forma é cada vez mais comum o uso de suplementação para aumento da produção de leite por lactação, sendo a nutrição a base para o sucesso produtivo (SANTOS et al., 2014).

Além disso, a sazonalidade da produção de forragem é um dos desafios para as fazendas de animais leiteiros, o que gera aumento dos custos de alimentação no sistema de produção (SOUZA et al., 2016). Na produção animal, sabe-se que mais de 70% dos custos são representados pela alimentação. Em função disso, nos últimos anos tem-se investigado a utilização de alimentos alternativos de baixo custo, para assegurar a sustentabilidade das produções. Assim, a substituição de ingredientes convencionais por fontes alimentares alternativas, é de grande importância pois permite minimizar os custos de produção. Portanto, a utilização de resíduos agroindustriais pode constituir-se em uma alternativa viável a ser utilizada na produção de ruminantes, desde que apresentem características químicas compatíveis com as exigências de produção dos animais sem onerar os custos de produção de leite a pasto.

Uma das fontes alternativas na alimentação de ruminantes, dentre os que estão na região amazônica, é o caroço de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), oriundo do açaizeiro. Após o beneficiamento do fruto, o epicarpo de coloração roxa á maturidade, compõe a polpa juntamente com o mesocarpo com aproximadamente 1 mm de espessura. O endocarpo, contém em seu interior uma semente, com embrião diminuto e endosperma abundante. Dessa forma o endocarpo mais a semente, compõem o caroço de açaí, o qual corresponde a 85% da massa do fruto de açaí (WYCOFF et al., 2015).

O caroço do açaí apresenta o teor de fibra em detergente neutro de 80,9% e proteína bruta de 4,4%. Tais níveis, não são muito atrativos para utilização na alimentação animal, principalmente no sentido de substituição de uma fonte de concentrado. No entanto, considerando as particularidades nutricionais dos bubalinos, os quais têm maior potencial de digestão da FDN do que outros ruminantes, a sua possibilidade de utilização é aumentada, porém, ainda são escassas as informações publicadas sobre o uso potencial dos subprodutos da indústria de processamento de açaí em dietas de ruminantes.

### **1.1 Bubalinocultura e sua produção leiteira**

O búfalo está se tornando cada vez mais popular em várias partes do mundo, principalmente por causa da qualidade superior do seu leite em relação ao dos bovinos, melhor capacidade de adaptação à diferentes climas, especialmente o clima quente e úmido, melhor capacidade de utilização de dietas fibrosas com baixa qualidade e suas altas taxas de fertilidade (PAUL e LAL, 2010). Esses atributos expressos pelos bubalinos vêm sendo explorados com mais intensidade nos últimos anos no Brasil, prova disso é o crescimento acentuado no seu rebanho a cada ano, e sua difusão por todas as regiões do país. Os búfalos sempre foram explorados para a produção de carne, porém nos últimos 30 anos a produção de leite vem recebendo uma grande atenção por parte dos produtores e pesquisadores, apesar da sua produção ser menor do que vacas bovinas, mas com qualidade e rendimento de laticínios superiores.

Atualmente o mercado consumidor está cada vez mais exigente, requerendo produtos com alta qualidade de nutrientes. Nesse sentido, o leite de búfala comparado ao de bovinos possui concentração de componentes maiores, principalmente de proteína e gordura. As percentagens médias de proteína reportadas para o leite de búfala variam de 4,13 a 4,55% (ROSATI e VAN VLECK, 2002; LIMA et al., 2014), de gordura entre 6,87 a 8,59% (TONHATI et al., 2000, ROSATI e VAN VLECK, 2002; LIMA et al., 2014) e sólidos totais de 14,39 a 16,36 (LIMA et al., 2014). Apesar do seu percentual de gordura mais elevado, o teor de colesterol no leite e seus derivados é mais baixo para os búfalos do que para os de bovinos (275 vs 330 mg/kg, para o leite e 1562 vs 2287 mg/kg para o queijo muzzarella, respectivamente; ZICARELLI, 2004).

Na produção leiteira, a maior parte do leite é destinada para a produção de derivados como iogurte, doce de leite, ricotas, queijos (minas frescal e mozzarella) devido ao seu alto rendimento na agroindústria que chega a ser 40-50% superior ao bovino (ARAÚJO et al., 2012; LIMA et al., 2014), o que tem permitido as regiões onde se

desenvolveram cadeias organizadas de produção e industrialização do produto um crescimento acentuado dos rebanhos e uma remuneração em toda a cadeia comercial bastante superior e muito mais estável que a obtida com o leite bovino (BERNARDES, 2011).

A região do baixo Amazonas e do Marajó, onde se encontra o maior rebanho de bubalinos entre as regiões brasileiras, vem ganhando espaço pela exploração de produtos regionais derivado do leite de búfala, como por exemplo os queijos tipo Creme e o Manteiga. A elaboração desses produtos é realizada em pequenas propriedades rurais situadas na ilha do Marajó, com o emprego de mão de obra familiar, conferindo um incremento na renda com o valor agregado no produto final (PINTO et al., 2016).

Dessa forma, verifica-se que a bubalinocultura leiteira, apresenta alto potencial de produção, produzindo-se leite e derivados de fácil inserção no mercado, visto a crescente procura de alimentos saudáveis na alimentação humana. Apesar da criação de búfalos ser recente no Brasil, percebe-se que sua evolução (crescimento quantitativo e produtividade) vêm aumentando bastante nos últimos anos e ainda tem muito potencial para crescer.

A pecuária brasileira se destaca mundialmente por ter a maior parte de seu rebanho de animais ruminantes criados a pasto, constituindo-se uma forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos nas condições tropicais, e pelas vantagens do manejo mais fácil em relação às forragens processadas ou conservadas (SIMONETTI et al., 2016). Apesar da maior destinação das áreas de pastagem ser para a criação de bovinos de corte, a produção de leite a pasto vem crescendo, visto que a criação de animais leiteiros em sistema de pastejo rotacionado tem demonstrado alternativa mais produtiva em relação ao sistema totalmente extensivo e mais econômicas em relação aos sistemas totalmente intensivos.

O búfalo vem sendo reconhecido pela sua capacidade adaptativa aos mais diversos tipos de ambientes, principalmente pela sua ampla distribuição geográfica, habitando desde regiões com temperaturas mais amenas até locais quentes e úmidos como o norte do Brasil. Apesar de serem capazes de manter uma boa condição corporal em ambientes adversos, onde os bovinos não se desenvolvem bem, como pastagens de baixo valor nutritivo e campos alagados (TURTON, 1991).

Os bubalinos conseguem atingir um desempenho razoável em sistemas exclusivo a pasto, porém não adequado e pode ser otimizado com a utilização de estratégia no manejo nutricional aliando-se a suplementação concentrada. Macedo et al., (2001) analisando a lactação de búfalas da raça Mediterrâneo mantidas em regime a pasto no

estado de São Paulo, relatou baixo desempenho leiteiro, e atribuiu esses valores ao baixo nível nutricional, e ainda evidencia que os animais possuem um potencial a ser desenvolvido em termos de aumento na produção de leite, desde que se proporcione às vacas um plano nutricional.

## 1.2 O Fruto Açaí

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) fruto oriundo do açaizeiro, é um fruto nativo da região tropical brasileira com forte importância econômica, social e cultural para a região norte do Brasil. A produção de açaí em 2015, foi de 216.071 toneladas, representando um acréscimo de 9,0% em relação à obtida em 2014. Os principais estados produtores foram Pará, com 58,3% do total, e Amazonas, com 30,4%, seguidos por Maranhão, Acre, Amapá, Rondônia e Roraima, constata-se que na região norte onde se concentra a maior produção de açaí (IBGE, 2016).

Os frutos são globosos, medindo aproximadamente 1 cm de diâmetro, com o epicarpo verde quando imaturo, vermelho no estágio intermediário e roxo escuro quando maduro, com um mesocarpo suculento. Quando maduros são destinados ao consumo humano em forma de polpa, onde normalmente os frutos despulpados, resultando numa grande quantidade de resíduos orgânicos (YAMAGUCHI et al., 2015).

O fruto possui destaque nacional e internacional, por ser considerada uma “superfruta”, em função da composição nutricional de sua polpa, rica em fibras, lipídeos e fenóis, que podem estar relacionados à prevenção de doenças. Constantes pesquisas têm sido desenvolvidas para a utilização da polpa do açaí na indústria farmacêutica e cosmética, contribuindo ainda mais para a geração de resíduos orgânicos (YAMAGUCHI et al., 2015). A região Norte lidera na produção do fruto, gerando uma grande quantidade de resíduos que, em sua maioria, são dispostos irregularmente no meio ambiente, podendo tornar-se poluentes quando jogados às margens dos mananciais, causando a depleção das taxas de oxigênio dissolvido na água, pelo aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e eutrofização, entre outros problemas associados, e em muitas cidades os resíduos são jogados em vias públicas (MARANHO e PAIVA, 2012).

Muitos pesquisadores estão trabalhando para dar destinos aos resíduos orgânicos dessa produção da polpa do açaí (caroço e borra do açaí). Os estudos mostram o potencial do uso desses resíduos como substratos para a propagação de espécies florestais, em compostagem e como biomassa (MARANHO e PAIVA, 2012; RAMBO et al., 2015). O

caroço de açaí apresenta um teor de açúcar de 67,71%, o carboidrato mais abundante é a manose e um total de 17,30% de lignina (RAMBO et al., 2015).

Apesar da ampla gama de usos para o caroço do açaí, usos na alimentação animal ainda são pouco reportados na literatura. E a inclusão de caroço de açaí em dietas de ruminantes já foi testado com resultados interessantes, sendo que, a inclusão de até 15% de caroço de açaí na dieta de ovinos aumentou o ganho de peso dos animais (GOMES et al., 2012), mostrando que o subproduto possui características para ser usado na dieta de ruminantes, promovendo diminuição nos custos de alimentação.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, C. C.; ASPILCUETA-BORQUIS, R. R.; FRAGA, A. B.; TONHATI, H. Genetic parameter estimates for production and reproduction traits in dairy buffaloes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.29, n.1, p.216 –221, jan.– mar., 2016
- BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: Situação e importância econômica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 293-298, 2007
- BERNARDES, O. Produção de búfalas leiteiras. In: IV Simpósio Nacional de Bovinocultura de Leite. 2 ed. International Symposium of Dairy Cattle. 2011, Viçosa, Minas Gerais, **Anais...** Viçosa, Minas Gerais, 2011
- GOMES, D. I.; VÉRAS, R. M. L.; ALVES, K. S.; DETMAN, E.; OLIVEIRA, L. R. S.; MEZZOMO, R.; SANTOS, R. B.; BARCELOS, S. S. Performance and digestibility of growing sheep fed with açaí seed meal-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, 44(7):1751-7. Oct. 2012
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=3939&z=t&o=24&i=P>>. Acesso em: 27 de setembro de 2016
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa. Produção e Extração vegetal e da Silvicultura. Rio de Janeiro, v. 30, p.1-48, 2015
- JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L.T. ed. Measurement of grassland vegetation and animal production. **Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux**, p.96-102. 1978
- LIMA, T. C. C.; RANGEL, A. H. N.; MACÊDO, C. S.; ARAÚJO, T. P. M.; ARAÚJO, V. M.; LIMA JÚNIOR, D. M.; MURMANN, L.; NOVAES, L. P. Composição e qualidade do leite e do soro do leite de búfalas no estado do Rio Grande do Norte. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.1, p.25-30, 2014

MACEDO, M. P.; WECHSLER, F. S.; RAMOS, A. de A.; AMARAL, J. B. do; SOUZA, J. C. de; RESENDE, F. D. de; OLIVEIRA, J. V. de; Composição Físico-Química e Produção do Leite de Búfalas da Raça Mediterrâneo no Oeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30 (3): 1084-1088, (Suplemento 1) 2001

MALHADO, C. H. M.; RAMOS, A. de A.; CARNEIRO, P. L. S.; SOUZA, J. C. de; PICCININ, A. Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.376-379, 2007

MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 399 - 408, abr./jun. 2012

MARCONDES, C. R. Melhoramento de búfalos no Brasil: avanços, entraves e perspectivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, (supl. especial) v.40, p.307-315, 2011

PAUL, S. S.; LAL, D. **Nutrient Requirements of Boffaloes**. Delhi Satish Serial Publishing House. p.137, 2010.

PINTO, M. R. M.; TEIXEIRA, M. F.; SARMENTO, R. C.; MAGALHÃES NETO, G.; FIGUEIREDO, E. L. Avaliação microbiológica de Queijo do Marajó tipo creme, de leite de búfala, elaborado em queijarias da Ilha do Marajó, Pará. **Scientia Plena**, v. 12, num. 06, 2016

RAMBO, M. K. D.; SCHMIDT, F. L.; FERREIRA, M. M. C. Analysis of the lignocellulosic components of biomass residues for biorefinery opportunities. **Talanta**, v. 144, p. 696–703, 2015

ROSATI, A.; VAN VLECK, L.D. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and Mozzarella cheese production for the Italian river buffalo (*Bubalus bubalis*) population. **Livestock Production Science**, v.74, p.185-190. 2002

SANTOS, N. B. L.; JAEGER, S. M. P. L.; BAGALDO, A. R.; ROCHA, N. B.; ARAÚJO, F. L.; SANTOS, A. T. S. Consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho e comportamento ingestivo de bezerros bubalinos desmamados alimentados com resíduo úmido de cervejaria. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.2, p.104-117, 2014

SIMONETTI, A.; MARQUES, W. M.; COSTA, L. V. C. Produtividade de capim-mombaça (*Panicum maximum*), com diferentes doses de biofertilizante. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10(1): 107-115, 2016

SOUZA, L. C.; ZAMBOM, M. A.; ALCALDE, C. R.; FERNANDES, T.; CASTAGNARA, D. D.; RADIS, A. C.; SANTOS, S. M. A.; POSSAMAI, A. P.; PASQUALOTTO, M. Feed intake, nutrient digestibility, milk production and composition in dairy cows fed silage of wet brewers grain. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 1069-1080, mar./abr. 2016

TEIXEIRA, L. V.; BASTIANETTO, E.; OLIVEIRA, D. A. A. Leite de búfala na indústria de produtos lácteos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 29, n. 2, p.96-100, 2005

TONHATI, H.; CERÓN-MUÑOZ, M. F.; OLIVEIRA, J. A.; DUARTE, J. M. C.; et al. Genetic parameters of milk production, fat and protein contents in buffalo milk. **Brazilian Journal Animal Science**, (Supl 1) 29: 2051-2056. 2000

TONHATI, H.; VASCONCELLOS, B. F.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetica aspects of productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd in São Paulo, Brazil. **Journal Animal Breeding Genetic**, Hoboken, v.117, p.331-336, 2000

WYCOFF, W.; LUO, R.; SCHAUSS, A. G.; NEAL-KABABICK, J.; SABAA-SRUR, A. U.O.; MAIA, J. G. S.; TRAN, K.; RICHARDS, K. M.; SMITH, R. E. Chemical and nutritional analysis of seeds from purple and white açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 41 p.181–187, 2015

YAMAGUCHI, K. K. L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; VEIGA-JUNIOR, V. F.. Amazon açai: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137–151, 2015

ZICARELLI, L. Buffalo milk: its properties, dairy yield and mozzarella production. **Veterinary Ressearch Communications**, (Supl 1) 28: 127-135. 2004

## 2. ARTIGO 1. CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) NA ALIMENTAÇÃO DE BÚFALAS LACTANTES EM PASTEJO

### RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar níveis crescentes de substituição do milho pelo caroço de açaí na suplementação de búfalas em lactação em regime de pastejo. O experimento foi realizado nas instalações da Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus de Parauapebas e do Sítio Açaízal. Utilizou-se cinco tratamentos, sendo quatro estratégias de suplementação concentrada e uma de suplementação mineral. Os tratamentos com suplementação concentrada consistiram em quatro níveis de caroço de açaí no suplemento, em substituição ao milho fubá (com base na matéria seca), sendo: 0; 33; 66 e 100%. Todos os animais recebendo seus respectivos tratamentos foram mantidos em regime de pastejo. A área destinada ao pastejo era construída de 30 piquetes (2.625 m<sup>2</sup> cada) de capim *Panicum Maximum* cv. Mombaça manejados em sistema de lotação intermitente. Utilizou-se delineados em quadrado latino 5x5. O experimento foi constituído de cinco tratamentos e cinco períodos com duração de 11 dias cada, sendo os sete primeiros dias de adaptação e os demais para avaliação do consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, da produção de leite e sua composição. O consumo de matéria seca total, de pasto, de suplemento e de nutrientes não foram afetados ( $P>0,05$ ) pelos níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí. O coeficiente de digestibilidade para as variáveis matéria seca, matéria orgânica e nutrientes digestíveis totais se ajustaram ao modelo de regressão linear ( $P<0,05$ ), com redução conforme a substituição do milho pelo caroço de açaí. Já o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e da fibra insolúvel em detergente neutro ajustaram-se ao modelo quadrático ( $P<0,05$ ). As variáveis produção de leite, produção de leite corrigido, teor de gordura, proteína e estrato seco total (EST) ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão ( $P<0,05$ ). Os valores de produção de leite e produção corrigida para gordura apresentaram um aumento até o nível de 66% e decrescendo para o nível de 100% de substituição. Os teores de gordura e EST ( $P>0,05$ ) sofreram queda aos níveis intermediários de substituição (33 e 66%), seguidos de aumentos da ordem de 9,5 e 3,4% respectivamente em seus teores quando utilizado o maior nível. O teor de proteína do leite apresentou redução no teor até o nível de 30% com posterior aumento os níveis seguintes ( $P<0,05$ ). O caroço de açaí pode substituir o milho do suplemento de vacas búfalas em lactação consumindo 3 kg de suplemento/animal/dia, no período chuvoso.

**Palavras-chave:** Amazônia. Subprodutos. Produção de leite. Suplementação.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate increasing levels of corn substitution by açai seed in the supplementation of buffaloes in lactation under grazing regime. The experiment was carried out at the Federal Rural University of Amazonia - Campus of Parauapebas and Açaízal Farm. Five treatments were used, four strategies of concentrated supplementation and one of mineral supplementation. The treatments with concentrated supplementation consisted of four levels of açai seed in the supplement, replacing corn (based on dry matter), being: 0; 33; 66 and 100%. All animals receiving their respective treatments were kept under grazing conditions. The pasture area in *Panicum maximum* cv. Mombaça was constituted of 30 pickets (2,625 m<sup>2</sup> each), managed in an intermittent stocking system. We used 5x5 latin square outlines. The experiment consisted of five treatments and five periods with duration of 11 days each, being the first seven days of adaptation and the others to evaluate the consumption and apparent digestibility of nutrients, milk production and composition. The intakes total dry matter, pasture, supplement and nutrient were not affected ( $P>0.05$ ) by the levels of substitution of corn by açai seed. The digestibility coefficient for the variables dry matter, organic matter and total digestible nutrients were adjusted to the linear regression model ( $P<0.05$ ), with reduction according to the substitution of corn by the açai seed. The coefficient of digestibility of the crude protein and the neutral detergent insoluble fiber was adjusted to the quadratic model ( $P<0.05$ ). The variables milk production, corrected milk production, fat content, protein and total dry stratum (TDS) were adjusted to the quadratic regression model ( $P<0.05$ ). The values of milk production and fat-corrected production showed an increase up to the level of 66% and decreasing to the 100% substitution level. The levels of fat and TDS ( $P>0.05$ ) fell to intermediate replacement levels (33 and 66%), followed by increases of 9.5% and 3.4%, respectively, in their levels when the highest level was used. O conteúdo protéico do leite apresentou redução no teor até o nível de 30% com subsequente aumento nos seguintes níveis ( $P<0,05$ ). The acai seed can replace the corn of the supplement of lactating buffalo cows consuming 3 kg of supplement/animal/day in the rainy season.

**Keywords:** Amazon. By-products. Dairy yield. Supplementation.

## 2.1 Introdução

O rebanho bubalino está em constante crescimento no mundo todo, principalmente devido às características nutricionais do leite, visto que a população tem aumentado suas exigências quanto a aquisição de produtos para a alimentação saudável. Os produtos derivado do leite bubalino oferecem excelentes teores de gordura, proteína e ácido graxo linoleico conjugado (PATIÑO et al., 2012). Em contrapartida, a maioria dos rebanhos de búfalos está localizada em regiões em que as culturas forrageiras e as pastagens são limitadas, e manter qualidade e constância de produção de animais alimentados com dietas de baixa qualidade se torna difícil (PAUL, 2011). Portanto alternativas alimentares que proporcionem melhora no desempenho e qualidade do leite fazem-se necessárias, como por exemplo, adequado manejo de pastagens e estratégias de suplementação.

No entanto, a utilização de alimentos concentrados como forma de suplementação aumenta consideravelmente os custos de produção das propriedades. Dessa forma, a substituição de ingredientes comumente utilizados, como milho, por alimentos alternativos de menores custos se torna interessante. Entre essas fontes alternativas encontra-se o caroço de açaí, que é resíduo da produção da polpa do açaí.

O caroço do açaí apresenta o teor de fibra em detergente neutro de 80,9% e proteína bruta de 4,4%. Tais níveis, não são muito atrativos para utilização na alimentação animal, principalmente em substituição há uma fonte de concentrado. No entanto, considerando as particularidades nutricionais dos bubalinos, os quais têm maior potencial de digestão da FDN do que outros ruminantes, a sua possibilidade de utilização é aumentada, porém, ainda são escassas as informações publicadas sobre o uso de caroço de açaí em dietas de bubalinos.

A inclusão de caroço de açaí em dietas de ruminantes já foi testada com resultados interessantes, sendo que, a inclusão de até 15% de caroço de açaí na dieta de ovinos aumentou o ganho de peso dos animais (GOMES et al., 2012), mostrando que o subproduto possui características para ser usado na dieta de ruminantes.

O Brasil é o maior produtor mundial de açaí, produzindo 112.676 t/ano de frutos, dos quais 93.521 t/ano são resíduos (caroço) (RAMBO et al., 2015). A alta disponibilidade desse resíduo e os resultados positivos de sua inclusão em dietas de pequenos ruminantes, indica que a inclusão deste subproduto em dietas de bubalinos seja interessante, ainda mais quando ponderamos o alto teor de fibra deste alimento e a excelente capacidade em digerir fibra dos animais bubalinos (PAUL, 2011).

Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo avaliar níveis crescentes de substituição do milho pelo caroço de açaí no suplemento de búfalas em lactação em regime de pastejo.

## **2.2 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido nas instalações da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus Parauapebas e no Sítio Açaizal, localizado no município de Parauapebas-PA. Todos os procedimentos experimentais foram autorizados pelo comitê de ética de uso de animais em experimentação da Universidade Federal Rural da Amazônia – CEUA, sob o número de protocolo: 016/2015.

### **2.2.1 Animais, dietas experimentais e delineamento experimental**

Foram utilizadas 5 búfalas mestiças Murrah no terço médio da lactação, com peso vivo médio de  $577,04 \pm 20,40$  kg, distribuídas em quadrado latino 5x5. O experimento foi constituído de cinco tratamentos e cinco períodos experimentais com duração de 11 dias cada, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação e os demais para avaliação do consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, da produção de leite e sua composição.

Utilizou-se cinco tratamentos, sendo que quatro receberam suplementação concentrada e um recebeu somente suplementação mineral. Os tratamentos com suplementação concentrada consistiram em quatro níveis de caroço de açaí no suplemento, em substituição ao milho fubá (com base na matéria seca), sendo: 0; 33; 66 e 100%. O tratamento sem suplementação concentrada (SSC) foi suplementado apenas com sal mineralizado (animais alimentados somente a pasto). Todos os animais recebendo seus respectivos tratamentos foram mantidos em regime de pastejo.

Após análise dos ingredientes disponíveis, os suplementos foram formulados para serem isoprotéicos, com 21% de proteína bruta, com base na MS, de forma a atender as exigências nutricionais de búfalas com 550 kg de peso corporal, produzindo diariamente 10 kg de leite, segundo Paul e Lal (2010).

O fornecimento dos tratamentos com suplementação concentrada, foi realizado de forma individual com 3 kg na matéria natural de ração concentrada/dia, fornecida duas vezes ao dia (50% do total durante cada ordenha).

Na Tabela 1, são apresentadas as proporções dos ingredientes dos suplementos, assim como a composição química de cada suplemento. Na Tabela 2 são apresentadas a composição química dos principais alimentos utilizados durante o ensaio experimental.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos formulados para búfalas leiteiras, contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí

Itens*	Níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí (% MS)			
	0	33	66	100
<i>Proporção de ingredientes, g/kg de MS</i>				
Suplemento Mineral <sup>1</sup>	47,6	47,6	47,6	47,6
Caroço de Açaí	-	198,4	396,8	595,2
Milho Fubá	595,2	396,8	198,4	-
Farelo de Soja	309,5	309,5	309,5	309,5
Uréia:Sulf. de amônia (9:1)	47,6	47,6	47,6	47,6
<i>Composição química do concentrado, % da MS</i>				
MS	88,8	87,3	85,7	84,2
MM	7,1	7,3	7,5	7,7
MO	92,9	92,7	92,5	92,3
PB	22,2	21,8	21,4	21,0
EE	3,3	2,7	2,1	1,5
FDNcp	13,2	26,4	39,5	52,7
CNF	53,3	41,0	28,7	16,3
FDNi	1,7	9,9	18,0	26,2

<sup>1</sup>Composição do suplemento mineral - Cálcio:145 (g/Kg); Sódio:114 (g/Kg); Fósforo: 78 (g/Kg); Enxofre: 26 (g/Kg); Magnésio: 20 (g/Kg); Zinco: 4896 (mg/Kg); Manganês: 2057 (mg/Kg); Ferro:2000 (mg/Kg); Cobre: 1238 (mg/K); Flúor: 780,00 (mg/Kg; máx.); Cobalto: 90 (mg/Kg); Iodo: 80 (mg/Kg); Selênio: 27,50 (mg/Kg); Cromo: 20 (mg/Kg). \*MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta; EE: Estrato etéreo; FDNcp: Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: Carboidratos não fibrosos; FDNi: Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível.

Para compor a mistura do concentrado, caroço do açaí foi desidratado (após o beneficiamento na agroindústria) ao sol em camadas delgadas durante 72 horas, revolvidas duas vezes ao dia para facilitar a penetração da radiação solar, seguida, de processamento em desintegrador com peneira de porosidade 5 mm, até atingir a condição de farelo para armazenamento.

Tabela 2. Composição química dos principais ingredientes utilizados durante o ensaio experimental

Composição (% da MS) <sup>1</sup>	Alimentos			
	<i>Panicum Maximum</i> cv. Mombaça	Milho	Farelo de Soja	Caroço de Açaí
MS	25,47	87,84	87,89	80,14
MM	8,72	1,03	7,61	1,97
MO	91,27	98,96	92,38	98,02
PB	9,03	6,39	44,64	4,38
EE	2,19	4,39	2,23	1,374
FDN	67,76	6,83	16,69	79,57
FDNcp	63,18	14,65	14,61	80,93
CNF	16,85	73,53	30,90	11,33
FDNi	16,82	1,99	1,81	42,99

<sup>1</sup>MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta; EE: Extrato etéreo; FDNcp: Fibra insolúvel em detergente; CNF: Carboidratos não fibrosos; FDNi: Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível.

A área experimental de pastejo destinada aos animais foi constituída de 30 piquetes de 0,26 ha cada, formados com *Panicum Maximum* cv. Mombaça, com livre acesso a área de descanso e aguadas. A cada 24 horas, os animais foram rotacionados entre os piquetes, visando à eliminação de possíveis efeitos de disponibilidade de MS entre os piquetes sobre o desempenho animal durante todo o experimento foram utilizados animais controladores de altura, os quais permaneciam nas áreas de pastagem junto com os animais experimentais. Em todos os períodos realizou-se a coleta de altura do pasto e amostra da forragem, nos diferentes piquetes por meio de corte a 30 cm do solo de duas áreas delimitadas por um quadrado metálico de 1,0 x 1,0 m, escolhidas através da média da altura em cada piquete experimental (McMENIMAN, 1997). Cada amostra foi pesada e homogeneizada, e a partir dessas retiradas duas amostras compostas. Uma para avaliação da disponibilidade total de MS/ha e outra para análise das disponibilidades MS de folha verde, folha seca, colmo verde e colmo seco/ha em cada piquete experimental (Tabela 3).

Tabela 3. Disponibilidade, altura e composição morfológica média de todos períodos experimentais da forragem *Panicum Maximum* cv. Mombaça, no momento de entrada e de saída dos animais de cada piquete

Item <sup>1</sup>	Entrada	Saída
Disponibilidade de forragem, kg/ha	1198,59±85,12	760,28±35,55
Altura, cm	51,95±2,62	36,29±2,52
<i>Proporção morfológica da forragem, %</i>		
Folha	91,54	77,13
Colmo	3,29	7,80
Material Morto	5,12	15,14
Colmo reprodutivo	0,05	0,48
Relação Folha:Colmo	27,79	9,89

<sup>1</sup> Amostras coletadas à 30 cm de altura.

### 2.2.2 Procedimentos experimentais

As búfalas foram ordenhadas, manualmente, duas vezes ao dia nos horários 06h00 às 09h00 e 16h00 às 18h00, fazendo-se o registro da produção de leite do 8º ao 11º dia de cada período experimental. Foram coletadas amostras de leite, nos 8º e 10º dias, nas ordenhas da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas de cada animal de acordo com a produção de leite individual. Posteriormente, de cada amostra composta, foi subamostrado uma alíquota de 50 mL, a qual foi acondicionada em fracos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidos entre 2 e 6 °C, e encaminhados para o Laboratório de Qualidade do Leite da Universidade Federal do Goiás, para determinação dos teores de proteína, gordura, lactose, extrato seco total, extrato seco desengordurado do leite e contagem de células somáticas, segundo a metodologia descrita pela International Dairy Federation (1996).

A avaliação da dieta basal ingerida pelos animais foi realizada por intermédio de simulação manual de pastejo, conduzida individualmente em cada piquete no 8º, 9º e 10º dias de cada período experimental em 2 horários por dia, sendo: imediatamente após a ordenha da manhã (09h00) e imediatamente após a ordenha da tarde (18h00). Tal coleta, realizada por meio do pastejo simulado, conforme sugerido por Johnson (1978), foi realizada pela observação cuidadosa da preferência animal quanto às partes da planta ingerida. Posteriormente, material semelhante em composições botânica e morfológica foi arrancado com a mão, simulando-se o pastejo animal, em todos os piquetes

experimentais. Amostras de todos os piquetes foram congeladas à  $-20^{\circ}\text{C}$ , para posterior análises laboratoriais.

Para estimação da excreção fecal dos animais utilizou-se dióxido de titânio como indicador externo, o qual foi misturado ao concentrado (20 g/dia) do quinto ao décimo primeiro dia de cada período. As coletas de fezes foram realizadas no nono, décimo e décimo primeiro dia de cada período diretamente no reto dos animais, segundo a distribuição: 9º dia – 14h00 e 18h00; 10º dia – 10h00 e 16h00; 11º dia – 08h00 e 12h00.

As amostras de fezes foram secas em estufa com ventilação forçada ( $55^{\circ}\text{C}$ ) e processadas em moinho de facas (1 e 2 mm). Posteriormente elaboraram-se amostras compostas, com base no peso seco ao ar, por animal e período experimental.

Para a determinação do consumo de forragens, bem como da digestibilidade aparente dos nutrientes utilizou-se a fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno, obtida após 288 horas de incubação *in situ* dos alimentos fornecidos, pastagem amostrada (via pastejo simulado) e fezes, conforme recomendado por Detmann et al. (2012), utilizando-se sacos de TNT (Tecido Não Tecido).

As amostras de pasto obtidas por simulação manual de pastejo, dos ingredientes dos suplementos, das sobras dos suplementos e das fezes foram analisadas no Laboratório de Análise de Alimentos da UFRA/Campus Parauapebas quanto aos seus teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), cinza insolúvel em detergente neutro (CIDN), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e extrato etéreo (EE) seguindo os métodos INCT-CA G-003/1; INCT-CA M-001/1; INCT-CA N-001/1; INCT-CA F-002/1; INCT-CA M-002/1; INCT-CA N-004/1, e INCT-CA G-004/1 respectivamente descritos por Detmann et al. (2012).

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) e carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp), foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo:  $\text{CNFcp} = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \%uréia) + \%FDNcp + \%EE + \%Cinzas]$ .

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Detmann et al. (2010), pela seguinte equação:  $\text{NDT} (\%) = \text{PBD} + \text{FDNcpD} + \text{CNFcpD} + 2,25\text{EED}$ , em que: PBD= proteína bruta digestível; FDNcpD: fibra em detergente neutro digestível; CNFcpD: carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED: extrato etéreo digestível.

As compostas fecais e sobras dos suplementos foram avaliadas quanto ao teor de dióxido de titânio avaliados em espectrofotômetro UV/visível, conforme método INCT-CA M-007/1 (BARROS et al., 2012). A excreção fecal foi estimada por intermédio da

relação  $EF = D/CF$ ; em que EF: excreção fecal (g/dia); D: dose diária de dióxido de titânio (g/dia) e CF: concentração fecal de dióxido de titânio (g/g).

A produção de leite foi computada a partir da média de produção de três dias de coleta (Kg) e o ajuste padrão para 4% de gordura e 3,1% de proteína corrigido pela fórmula de DiPalo (CAMPANILLE et al., 2007) conforme descrito:

Leite ECM =  $\{ [(gordura (g) - 40) + (proteína (g) - 31)] \times 0,01155 \} + 1 \} \times$  produção.

No sétimo dia de adaptação e no final de cada período experimental, foram feitas pesagens individuais dos animais. Os pesos dos animais corresponderam às médias de duas pesagens, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas.

### 2.2.3 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância analisando-se segundo delineamento em quadrado latino 5x5. Posteriormente foi realizado contraste onde testou-se o tratamento sem suplementação concentrada (SSC) versus os todos os tratamentos com suplementação (+4 -1 -1 -1 -1, sendo SSC, 0%, 33%, 66% e 100% de substituição do milho pelo caroço de açaí, respectivamente). Em seguida, foi feita à decomposição ortogonal da soma de quadrados de tratamentos com suplementação em contrastes relativos aos efeitos de ordem linear (0 -3 -1 +1 +3) e quadrática (0 +1 -1 -1 +1) para os tratamentos com suplementação. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System) adotando-se o nível de crítico de 5% de probabilidade para o erro tipo I. O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  é a variável mensurada;  $\mu$  é a constante geral;  $A_i$  é o efeito aleatório do animal  $i$ ;  $P_j$  é o efeito aleatório do período  $j$ ;  $T_k$  é o efeito do tratamento  $k$  e  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro experimental.

## 2.3 Resultados

O consumo de matéria seca total (CMS<sub>total</sub>), de pasto (CMS<sub>pasto</sub>), de suplemento (CMS<sub>sup.</sub>) e dos nutrientes não foram afetados pelos níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí ( $P > 0,05$ ), e não houve diferença entre os tratamentos com os níveis de substituição e o que se usou somente o suplemento mineral ( $P > 0,05$ ; Tabela 4).

Tabela 4. Consumo de MS e nutrientes de búfalas em lactação suplementadas com diferentes níveis de caroço de açaí em substituição ao milho

Variável (kg/dia) <sup>1</sup>	Substituição do milho pelo caroço de açaí (% MS)				SSC <sup>2</sup>	EPM <sup>3</sup>	Valor-P <sup>4</sup>		
	0	33	66	100			L	Q	SSCxSup
CMSTotal	18,19	16,23	14,80	14,78	16,07	0,81	0,522	0,828	0,476
CMSPasto	16,27	14,15	12,91	13,10	16,07	0,76	0,519	0,911	0,270
CMSSup	1,92	2,07	1,89	1,67	0,00	0,05	0,610	0,196	0,015
CMS, % PV	3,10	2,49	2,21	2,06	2,64	0,13	0,533	0,817	0,389
CMO	16,59	14,94	13,55	13,49	14,71	0,74	0,529	0,826	0,480
CPB	1,89	1,69	1,52	1,40	1,52	0,08	0,424	0,813	0,985
CEE	0,41	0,36	0,33	0,30	0,36	0,02	0,393	0,820	0,530
CFDNcp	10,39	9,82	9,19	9,01	10,46	0,52	0,733	0,842	0,379
CFDNcp, % PV	1,77	1,52	1,37	1,26	1,72	0,08	0,770	0,782	0,305
CCNF	4,05	3,05	2,50	2,79	2,37	0,13	0,157	0,844	0,796
CNDT	10,80	9,68	7,85	7,26	9,55	0,46	0,351	0,987	0,513

<sup>1</sup>CMSTotal: Consumo de matéria seca total; CMSPasto: Consumo de matéria seca pasto; CMSSup.: Consumo de matéria seca suplemento; CMS, % do PV: Consumo de matéria seca em percentual do peso vivo; CMO: Consumo de matéria orgânica; CPB: Consumo de proteína bruta; CEE: Consumo de extrato etéreo; CFDNcp: Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro; CFDNcp, % do PV: Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro em percentual ao peso vivo; CCNF: Consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT: Consumo de nutrientes digestíveis totais.

<sup>2</sup>SSC: Sem suplementação concentrada.

<sup>3</sup>EPM: Erro padrão da média.

<sup>4</sup>Valor p para L: efeito linear; Q: efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independente do nível de substituição).

O coeficiente de digestibilidade para as variáveis matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO) e o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) se ajustaram ao modelo de regressão linear ( $P < 0,05$ ), com redução conforme a substituição do milho pelo caroço de açaí (Tabela 5). Já o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (DPB) e da Fibra insolúvel em detergente neutro (DFDNcp) ajustaram-se ao modelo quadrático ( $P < 0,05$ ). Analisando-se as respostas estimadas pela equação verifica-se que a DPB se manteve a mesma até aproximadamente 30% de substituição do milho pelo caroço de açaí (69,49 e 69,34% para o nível 0 e 30%, respectivamente), e após esse nível, houve queda mais pronunciada, diminuindo-se até 58,49% de digestibilidade com 100% de substituição.

Analisando-se o contraste entre os tratamentos suplementados *versus* não suplementado, verificou-se diferença ( $P < 0,05$ ) para a variável DPB (Tabela 5).

Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade da MS e nutrientes da dieta de búfalas em lactação suplementadas com diferentes níveis de caroço de açaí em substituição ao milho

Variável (kg/dia) <sup>1</sup>	Substituição do milho pelo caroço de açaí (%MS)				SSC <sup>2</sup>	EPM <sup>3</sup>	Valor-P <sup>4</sup>		
	0	33	66	100			L	Q	SSCxSup
DMS <sup>5</sup>	60,60	60,76	53,27	49,98	60,35	0,22	0,017	0,072	0,280
DMO <sup>6</sup>	63,29	63,29	55,70	52,08	63,16	0,20	0,013	0,062	0,276
DPB <sup>7</sup>	68,82	71,84	62,76	59,23	65,54	0,10	0,004	0,004	0,006
DEE	55,55	52,75	53,39	42,17	44,86	1,68	0,629	0,419	0,729
DCNF	70,73	70,26	55,42	60,07	65,84	0,79	0,127	0,921	0,107
DFDNcp <sup>8</sup>	60,26	59,04	54,54	48,92	62,79	0,20	0,015	0,028	0,208
NDT, % <sup>9</sup>	60,24	59,18	52,32	48,71	58,95	0,21	0,014	0,061	0,194

<sup>1</sup> DMS: Coeficiente de digestibilidade da matéria seca; DMO: Coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; DPB: Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; DEE: Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; DCNF: Coeficiente de digestibilidade de carboidratos não fibrosos; DFDNcp: Coeficiente de digestibilidade da fibra insolúvel em detergente neutro; NDT, %: Nutrientes digestíveis totais em porcentagem do consumido.

<sup>2</sup> SSC: Sem suplementação concentrada.

<sup>3</sup> EPM: Erro padrão da média.

<sup>4</sup> Valor p para L: efeito linear; Q: efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independente do nível de substituição).

<sup>5</sup>  $Y_{DMS}=61,74-0,11x$  ( $r^2=0,40$ );

<sup>6</sup>  $Y_{DMO}=64,31-0,11x$  ( $r^2=0,43$ );

<sup>7</sup>  $Y_{DPB}=69,49+0,04x-0,0015x^2$  ( $r^2=0,41$ );

<sup>8</sup>  $Y_{DFDNcp}=60,39-0,018x-0,001x^2$  ( $r^2=0,34$ );

<sup>9</sup>  $Y_{NDT, \%}=52,56-0,02x$  ( $r^2=0,39$ ).

Quando analisados os níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí, observa-se que as variáveis produção de leite diária (PLD), produção de leite corrigido (PLC), teor de gordura, proteína e extrato seco total (EST) ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão ( $P<0,05$ ; Tabela 6). Os valores de produção de leite e produção corrigida para gordura apresentaram aumento até o nível de 66% e decrescendo para o nível de 100% de substituição. Os teores de gordura e EST ( $P>0,05$ ) apresentaram queda aos níveis intermediários de substituição (33 e 66%), seguidos de aumentos da ordem de 9,5 e 3,4% respectivamente em seus teores quando utilizado o maior nível. Quanto aos teores de proteína do leite, esta variável teve seus valores diminuídos até o nível de 33%, e elevando-se nos níveis seguintes ( $P<0,05$ ). A quantidade de gordura, proteína e lactose em gramas não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos.

Tabela 6. Produção e composição do leite de búfalas em lactação suplementadas com diferentes níveis de caroço de açaí em substituição ao milho

Variável <sup>1</sup>	Substituição do milho pelo caroço de açaí (% MS)				SSC <sup>2</sup>	EPM <sup>3</sup>	Valor-P <sup>4</sup>		
	0	33	66	100			L	Q	SSCxSup
PLD <sup>5</sup> , kg <sup>5</sup>	7,15	8,03	8,21	7,48	7,87	0,09	0,510	0,023	0,783
PLC, kg <sup>6</sup>	12,11	13,61	13,90	12,60	13,33	0,16	0,511	0,015	0,728
Gordura, % <sup>7</sup>	6,94	6,61	6,89	7,57	6,68	0,09	0,857	0,014	0,391
Gordura, g	0,53	0,51	0,54	0,55	0,51	0,01	0,560	0,707	0,520
Proteína, % <sup>8</sup>	4,26	4,04	4,16	4,20	4,39	0,02	0,810	0,035	0,316
Proteína, g	0,32	0,33	0,34	0,32	0,33	0,00	0,568	0,199	0,830
Lactose, %	4,85	4,54	4,78	4,83	4,99	0,06	0,546	0,460	0,953
Lactose, g	0,38	0,39	0,41	0,37	0,39	0,01	0,951	0,212	0,862
EST, %	16,92	16,62	17,03	17,42	17,08	0,10	0,823	0,005	0,500
ESD, % <sup>9</sup>	9,98	10,02	10,14	9,84	10,40	0,07	0,585	0,266	0,849
CCS	106,63	167,20	70,70	58,06	195,25	18,90	0,469	0,636	0,372

<sup>1</sup> PLD: Produção de leite diária; PLC: Produção de leite corrigida para 4% de gordura e 3,1% de proteína; EST, %: concentração de extrato seco total; ESD, %: concentração de extrato seco desengordurado; CCS: Contagem de células somáticas.

<sup>2</sup> SSC: Sem suplementação concentrada.

<sup>3</sup> EPM: Erro padrão da média.

<sup>4</sup> Valor p para L: efeito linear; Q: efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independente do nível de substituição).

<sup>5</sup>  $Y_{PLD}=7,14+0,039x-0,00036x^2$  ( $r^2=0,08$ );

<sup>6</sup>  $Y_{PLC}=12,08+0,068x-0,00063x^2$  ( $r^2=0,08$ );

<sup>7</sup>  $Y_{Gordura}=6,92-0,016x+0,00023x^2$  ( $r^2=0,11$ );

<sup>8</sup>  $Y_{Proteína}=4,24-0,00084x-0,000009x^2$  ( $r^2=0,02$ );

<sup>9</sup>  $Y_{ESD}=16,87-0,0093x+0,00015x^2$  ( $r^2=0,04$ ).

Não foi verificada diferença entre os tratamentos suplementados e o tratamento sem suplementação para as variáveis produção de leite (PLD) e produção corrigida para gordura (PLC), gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD) e contagem de células somáticas (CCS).

## 2.4 Discussão

Os níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí não promoveram variação sobre consumo, mesmo, quando comparado o consumo dos animais suplementados *versus* os não suplementados. Apesar de ser substituído um alimento rico em carboidrato de rápida degradação (milho) por alimento abundante em carboidratos de lenta degradação (caroço de açaí) a quantidade do subproduto utilizado não foi suficiente para causar o efeito de enchimento nos animais e conseqüentemente, não suficiente para alterar o consumo dos mesmos. Muito provavelmente, porque a forma física farelada do caroço de açaí tenha favorecido a eficiência de utilização da partícula de alimento pelos os

microrganismos, tornando a taxa de passagem rápidas e favorecendo a retirada de partículas indigestíveis do trato gástrico intestinal (ALLEN, 2000) e conseqüentemente não interferindo na ingestão do alimento, mesmo em 100% de substituição do milho. Além disso, não houve efeito da substituição sobre o consumo de forragem quando se incluiu os suplementos à dieta. Isso provavelmente se deu, devido a quantidade de suplemento fornecido, que por sua vez, resultou em média registrada de 11,8% do consumo total.

Avaliando o desempenho de vacas bovinas em lactação suplementadas com torta de macaúba, Azevedo et al., (2014) constataram efeitos significativos dos níveis de inclusão da torta (0, 10, 20 e 30 % da MS) para as variáveis consumo de matéria seca, em que observou pequena queda no CMS até aproximadamente 10% de inclusão de torta de macaúba, com aumento na queda após esses níveis. Apesar de Azevedo et al. (2014) ter incluído em sua dieta subproduto diferente do utilizado no presente estudo, suas características químicas, principalmente relacionadas ao teor de FDN são bastante similares ao caroço de açaí. Dessa forma, ao correlacionar com as informações do presente estudo, percebe-se certa semelhança, uma vez que a quantidade média de inclusão de suplemento no presente estudo foi de 11,8% do consumo total.

Não houve efeito sobre o consumo de proteína bruta, porém sua digestibilidade variou com a inclusão do caroço de açaí, mantendo-se aproximadamente a mesma digestibilidade até 30% de substituição, com posterior queda. Isso demonstra que a inclusão de até 30% de caroço de açaí nas dietas de bubalinos, não causa prejuízos na digestibilidade da proteína. No entanto, níveis superiores, proporcionam quedas na digestão desse nutriente. Ao compararmos a fração C da proteína do caroço de açaí com a do milho (10,6 % da PB para o milho; VALADARES FILHO et al. 2017; e 58,18% para o caroço de açaí; SANTOS NETA, 2016), percebe-se que o caroço de açaí apresenta 5 vezes mais fração proteica indigestível. Dessa forma, o aumento da quantidade de proteína indigestível (fração C) pode ter sido um dos motivos para a queda na digestibilidade da PB, pois com exceção do milho, todos os outros ingredientes do concentrado mantiveram-se no mesmo nível e aumentos na quantidade de proteína indigestível no rúmen, apresentam alta correlação com a digestibilidade da proteína bruta (MACIEL et al., 2012; CUNHA et al., 2013).

Além disso, especula-se que o caroço de açaí seja rico em taninos, o que reduz a digestibilidade da proteína no rúmen, passando maior quantidade de proteína para o intestino e que possivelmente aumenta a quantidade de proteína metabolizável

contribuindo com a maior digestibilidade aparente da proteína da dieta (GOMES et al., 2012). Para bovinos, este possível efeito benéfico dos taninos é visualizado somente em situações onde a concentração de taninos na dieta seja baixa (menor que 50 a 100g/kg de MS; PEREIRA FILHO et al., 2005), enquanto que, a inclusão ou presença de taninos em níveis mais elevados, podem proporcionar quedas na digestibilidade da proteína e da fibra (AERTS et al., 1999; McMAHON et al., 1999). Dessa forma, possivelmente até o nível de 30% de substituição do milho pelo caroço de açaí, a concentração de taninos foi inferior ao limite tolerado pelos bubalinos, já que, após esse nível, observou-se queda na digestibilidade da proteína bruta. A medida que aumenta-se o nível de caroço de açaí, reduz-se a quantidade de proteína degradada no rúmen, que em certos limites, favorece maior quantidade de proteína metabolizável, mas quando os níveis de proteína no rúmen ficam abaixo da exigência dos microrganismos fibrolíticos, a tendência da digestibilidade da proteína bruta (DPB) é diminuir, pois reduz-se a síntese de proteína microbiana, uma vez que o substrato (amônia) no rúmen torna-se reduzido, proporcionando menores quantidades de proteína metabolizável no intestino (MOLINA et al., 2003; PEREIRA FILHO et al., 2005). Ademais, a diminuição na digestibilidade da PB bem como da FDNcp pode ter sido causada também por efeito direto dos taninos sobre os microrganismos ruminais, vistos que estes, possuem efeito bacteriostático, ligando-se às proteínas dos microrganismos e, conseqüentemente, diminuindo sua atividade.

Os teores de CNF do suplemento concentrado diminuíram de acordo com os níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí (Tabela 2), o que também pode ter contribuído para a queda na DPB. Sabendo-se que o CNF constitui substrato quase que completamente digestível no rúmen, sua redução apresenta maiores impactos negativos sobre a síntese de proteína microbiana ruminal, principal fonte de aminoácidos digestíveis no intestino delgado em animais ruminantes (OLIVEIRA et al., 2011).

Situação a qual a dieta ou a reciclagem endógena de nitrogênio não atendem aos requerimentos microbianos, ocorre limitação no crescimento e na atividade dos microrganismos (SNIFFEN et al., 1993), como consequência ocasiona queda na digestibilidade da fibra, o que resulta em redução na digestibilidade da matéria seca (DETMANN et al., 2009; FIGUEIRAS et al., 2010). Baseando-se nos pressupostos levantados para a queda da digestibilidade da proteína, que sugere que houve diminuição da eficiência microbiana, pode-se inferir que a redução da digestibilidade da matéria seca e da fibra insolúvel em detergente neutro, do presente estudo, foram reflexo da ação dos microrganismos, visto que, a extração de energia a partir dos carboidratos fibrosos torna-

se limitada por deficiência de compostos nitrogenados para a síntese dos sistemas enzimáticos dos microrganismos ruminais (LAZZARINI et al., 2009; SAMPAIO et al., 2009; DETMANN et al., 2009). Em situações em que há introdução de compostos nitrogenados em dietas para bovinos, a taxa de crescimento específico de microrganismo pode aumentar em até 39,3%, refletindo sobre o aumento da fração potencialmente degradável da FDN, o que indica indiretamente maior disponibilidade enzimática para a degradação do complexo fibra oriundo da forragem (DETMANN et al. 2011). Portanto, a limitação no fornecimento de proteína bruta ao substituir o milho pelo caroço de açaí pode ter proporcionado menor digestibilidade do complexo fibra, por deficiência na atividade enzimática, uma vez que manteve-se a mesma quantidade de uréia:sulfato de amônia para todos os tratamentos em que se utilizou a suplementação concentrada.

Outro fator que também pode explicar a menor digestibilidade da fibra é o aumento do teor de FDN<sub>cp</sub> dos suplementos, que foi de 13,3% no tratamento sem caroço de açaí para 52,7 quando esse substituiu 100% do milho. O caroço de açaí é uma fonte de carboidrato fibroso de baixa qualidade, com 74,72% de fração não degradável da FDN (SANTOS NETA, 2016), composta principalmente por lignina. Além disso, a dimensão das frações potencialmente degradável (FDN<sub>pd</sub>) e indegradável (FDN<sub>i</sub>), o tamanho inicial, densidade e fragilidade das partículas, bem como a atividade da microbiota ruminal, afetam diretamente os parâmetros das dinâmicas de degradação e trânsito pelo trato digestório, os quais modulam os efeitos da FDN sobre o consumo e digestão de nutrientes (ALLEN, 1996; PAULINO et al., 2006).

A variação na produção de leite diário e produção de leite corrigido pode ter sido ocasionado pelo baixo teor de carboidratos não fibrosos do caroço de açaí, pois a substituição do milho pelo caroço de açaí no nível de 100% resultou em queda deste nutriente (Tabela 1) e como consequência diminuição no NDT (Tabela 5). Comportamento semelhante ao encontrado neste estudo foi reportado por Cunha et al., (2013), que trabalhando com inclusão de torta de dendê (0; 11,3; 22,7 e 34,1% da MS) na dieta de vacas bovinas, observou que houve diminuição linear na produção de leite de acordo com os níveis de inclusão, e também constatou queda no teor de NDT da dieta com a inclusão da torta de dendê.

O teor de gordura e proteína presente no leite apresentaram queda para o nível de 33% de substituição, seguido de aumento nos níveis seguintes. Dentre os níveis de substituição adotados, o de 100% promoveu melhores valores para estas variáveis (Tabela 6), possivelmente, porque o incremento da fibra insolúvel das dietas contendo maiores

níveis de açai aumentou fermentação no rúmen e produção de ácidos graxos voláteis, acético e butírico, os quais são propulsores da gordura no leite. Porém as alterações que causaram alteração na proporção de gordura, não foram suficientes em alterar a produção de gordura e proteína do leite, quando apresentados em gramas/dia.

## 2.5 Conclusão

O caroço de açai pode substituir o milho do suplemento de vacas búfalas em lactação consumindo 3 kg de suplemento/animal/dia, no período chuvoso sem causar queda na produção de leite e na produção de sólidos do leite.

## REFERÊNCIAS

AERTS, R. J.; BARRY, T. N.; McNABB, W. C. Polyphenols and Agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. **Agriculture Ecosystem and Environment**, v.75, p.1-12, 1999

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 83, 1598–1624. 2000

ALLEN, M.S. Physical constrains on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996

AZEVEDO R.A.; SANTOS, A.C.R.; RIBEIRO JÚNIOR, C.S.; SANTOS, F.P.C.; ARAÚJO, L.; BICALHO, F.L.; FONSECA, L.M.; GERASEEV, L.C. Desempenho de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo torta de macaúba. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.1, p.211-218, 2014

BARROS, L.V.; SILVA, A. G.; BENEDETI, P. D. B. Avaliação de dióxido de titânio em amostras fecais. In. DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; BERCHIELLI, T. T.; CABRAL, L. S.; LADEIRA, M. M.; SOUZA, M. A.; QUEIROZ, A. C.; SALIBA, E. O. S.; PINA, D. S.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema. p.205-214. 2012

CAMPANILE, G.; BERNARDES, O.; BASTIANETTO, E.; BARUSELLI, P.S.; ZICARELLI, L.; VECCHIO, D. Manejo de búfalas leiteiras. São Paulo: ABCB, p.80, 2007

CUNHA, O. F. R.; NEIVA, J. N. M.; MACIEL, R. P.; RESTLE, J.; ARAÚJO, V. L.; PAIVA, J.; MIOTTO, F. R.C. Palm (*Elaeis guineensis* L.) kernel cake in diets for dairy cows. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 445-454, jan./fev. 2013

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; MANTOVANI, H. C.; Valadares Filhoa, S. C.; SAMPAIO, c. b.; SOUZA, M. A.; LAZZRINI, I.; DETMANN, K. S. C. parameterization

of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136-146, 2009

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C. de; ZORZI, K.; MANTOVANI, H. C.; BAYÃO, G. F. V.; GOMES, M. P. C. Degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função da suplementação com proteína verdadeira e/ou nitrogênio não-proteico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1272-1279, 2011

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; BERCHIELLI, T. T.; CABRAL, L. S.; LADEIRA, M. M.; SOUZA, M. A.; QUEIROZ, A. C.; SALIBA, E. O. S.; PINA, D. S.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema. p.214, 2012

FIGUEIRAS, J. F.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F. VALENTE, T. N. P.; VALADARES FILHO, S. C. ; LAZZARINI, I. Intake and digestibility in cattle under grazing during dry season supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1303-1312, 2010

GOMES, D. I.; VÉRAS, R. M. L.; ALVES, K. S.; DETMAN, E.; OLIVEIRA, L. R. S.; MEZZOMO, R.; SANTOS, R. B.; BARCELOS, S. S. Performance and digestibility of growing sheep fed with açai seed meal-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, 44(7):1751-7. Oct. 2012

HALL, M. B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. **University of Florida**, p.A-25 (Bulletin 339). 2000

IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Whole milk. **Determination of milkfat, protein and lactose content Guide for the operation of mid-infra-red instruments**. Bruxelas, 12p. (IDF Standard 141 B), 1996

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L.T. ed. Measurement of grassland vegetation and animal production. **Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux**, p.96-102. 1978

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C. B. PAULINO, M. F; VALADARES FILHO, S. C; SOUZA, M. A; OLIVEIRA, F. A. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.61, p.635-647, 2009

MACIEL, R. P.; NEIVA, J. N. M.; ARAUJO, V. L. de; CUNHA, O. F. R.; PAIVA, J.; RESTLE, J.; MENDES, C. Q.; LÔBO, R. N. B. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.698-706, 2012

McMAHON, L. R.; McMAHON, L. R.; MAJAK, W.; McALLISTER, T. A.; HALL, J. W.; JONES, G. A.; POPP, J. D.; CHENG, K. J. Effect of sainfoin on *in vitro* digestion of fresh alfalfa and bloat in steers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.79, n. 2, p.203-212, 1999

McMENIMAN, N. P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ. p.131-168.1997

MOLINA, L. R.; RODRIGUEZ, N. M.; SOUSA, B. M. de; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Parâmetros de Degradabilidade Potencial da Matéria Seca e da Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem Tanino no Grão, Avaliados pela Técnica in Situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.222-228, 2003

OLIVEIRA, A. S. de; DETMANN, E.; CAMPOS, J. M. de S.; PINA, D.; SOUZA, dos S. S. M.; COSTA, M. G. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40 n.7. July, 2011

PATIÑO, E.M.; JUDIS, M.A.; NEGRETTE, M. S.; POCHON, D.O.; CEDRES, J.F.; REBAK, G.; ROMERO, A.M.; DOVAL, M.M.; CRUDELI, G.A. Influence of fish oil in the concentration of conjugated linoleic acid and omega 6 and 3 in buffalo milk. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p.427-433, 2012

PAUL, S. S. Nutrient requirements of buffaloes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.93-97 (supl. especial), 2011

PAUL, S. S.; LAL, D. **Nutrient Requeriments of Boffaloes**. Delhi Satish Serial Publishing House. p.137, 2010.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou proteica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3. 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392

PEREIRA FILHO, J. M.; VIEIRA, E. L.; KAMALAK, A.; SILVA, A. M. A.; CEZAR, M. F.; BEELEN, E. P. M. G. Correlação entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild) tratada com hidróxido de sódio. **Livestock Research for Rural Development**, 17 (8). 2005

RAMBO, M. K. D.; SCHMIDT, F. L.; FERREIRA, M. M. C. Analysis of the lignocellulosic components of biomass residues for biorefinery opportunities. **Talanta**, v. 144, p. 696–703, 2015

SAMPAIO, C. B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I.; SOUZA, M. A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.560-569, 2009

SANTOS NETA, E. R.; ALVES, K. S.; MEZZOMO, R.; GOMES, D. Í.; OLIVEIRA, L. R. S.; CARVALHO, F. F. R.; LUZ, J. B.; LACERDA, N. G.; BOURDON, V. D. S. Behavior of sheep fed babassu cake (*Orbygnia speciosa*) as a substitution for elephant grass silage. **Animal Science Journal**, 2016

SNIFFEN, C. J.; BEVERLY, R. W.; MOONEY, C. S.; ROE, M. B.; SKIDMORE, A. L.; BLACK, J. R. Nutrient Requirements Versus Supply in the Dairy Cow: Strategies to Account for Variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3160-3178. Issue 10, October 1993

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: <<http://www.ufv.br/cqbal>>. Acesso em 12 de outubro de 2017

### **3. ARTIGO 2. COMPORTAMENTO DE BÚFALAS LACTANTES SUPLEMENTADAS COM CAROÇO DE AÇAÍ EM REGIME A PASTO**

#### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar a influência de níveis crescentes de substituição do milho pelo caroço de açaí no suplemento de búfalas em lactação em regime de pastejo, sob as características comportamentais, além de traçar o padrão comportamental de vacas búfalas em lactação em regime de pastejo com acesso a aguadas. O experimento foi realizado nas instalações da Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus de Parauapebas e no Sítio Açaízal. Foram utilizadas 10 búfalas mestiças Murrah, distribuídas em 2 quadrados latinos 5x5, de acordo com o período de lactação. Os tratamentos com suplementação concentrada consistiram em quatro níveis de caroço de açaí no suplemento, em substituição ao milho fubá (com base na matéria seca), sendo: 0; 33; 66 e 100% e um tratamento que recebeu somente suplementação mineral. Os animais foram mantidos a pasto, a área destinada ao pastejo de capim *Panicum Maximum* cv. Mombaça foi constituída de 30 piquetes (2.625 m<sup>2</sup> cada), manejados em sistema de lotação intermitente. O concentrado foi fornecido individualmente em 3 kg/animal/dia, fracionado em dois fornecimentos (50% do total durante cada ordenha). As avaliações comportamentais foram realizadas por 24h, com intervalos para cada ordenha. Durante as observações comportamentais foram coletados dados meteorológicos por meio de termômetros eletrônicos. As atividades (pastejando, ruminando, dormindo, ócio, outras atividades, tempo em solo e imerso na água) realizadas pelos animais foram registradas a cada 10 minutos, por meio de avaliações visuais. Os resultados foram submetidos à análise de variância analisando-se segundo delineamento em quadrado latino 5x5. Os níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí não influenciaram ( $P<0,05$ ) no tempo destinado ao pastejo, ruminação, ócio, dormindo e outras atividades. Animais não suplementados ficaram menos tempo em ócio no período de 24 horas ( $P<0,05$ ). O tempo em solo ajustou-se ao modelo de regressão linear ( $P<0,05$ ), com aumento no tempo despendido de acordo com o aumento nos níveis de substituição, já para o tempo imerso na água também se ajustou ao modelo de regressão linear ( $P<0,05$ ), com redução no tempo para permanência imerso na água de acordo com os níveis de substituição no período de 24 horas. O período do dia em que os animais ficaram mais tempo imerso na água foi no intervalo de 09:00 às 17:00 horas, com média de 196,69 minutos 46,83% do tempo do período diurno. A porcentagem total de animais na água, apresentou correlação com a temperatura, com o ITU e correlação negativa com a umidade relativa do ar. A

substituição do milho pelo caroço de açaí aumenta o tempo de permanência em solo de vacas búfalas em lactação. Com temperaturas ambientais acima de 25° C e ITU acima 74 verifica-se que vacas búfalas em lactação têm preferência de permanência em aguadas. Dessa forma, recomenda-se em climas quentes e úmidos, a disponibilidade de aguadas para possibilitar maior conforto térmico aos animais.

**Palavras-chave:** Conforto térmico. ITU. Aguadas para imersão. *Panicum Maximum*.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of increasing levels of corn replacement by açai seed in the supplementation of buffaloes in lactation under grazing regime, under the behavioral characteristics, in addition to tracing the behavioral pattern of buffalo cows in lactation under grazing regime with access to water. The experiment was carried out at the Federal Rural University of Amazonia - Campus of Parauapebas and Açaiçal Farm. Ten Murrah crossbred buffaloes, distributed in 2 5x5 Latin squares, were used according to the lactation period. The treatments with concentrated supplementation consisted of four levels of açai seed in the supplement, replacing corn (based on dry matter), being: 0; 33; 66 and 100%. All animals receiving their respective treatments were kept under grazing conditions. The pasture area in *Panicum maximum* cv. Mombaça was constituted of 30 pickets (2,625 m<sup>2</sup> each), managed in an intermittent stocking system. The concentrate was supplied individually at 3 kg/animal/day, fractionated into two supplies (50% of the total during each milking). Behavioral evaluations were performed for 24 hours, with intervals for each milking. During the behavioral observations, meteorological data were collected through electronic thermometers. The activities (grazing, ruminating, sleeping, leisure, other activities, time in soil and immersed in the water) performed by the animals were registered every 10 minutes, through visual evaluations. The results were submitted to analysis of variance and analyzed according to a 5x5 Latin square design. The levels of substitution of corn by açai seed did not influence ( $P<0.05$ ) in the time destined the grazing, rumination, idle, sleeping and other activities. Non-supplemented animals had less leisure time in the 24-hour period ( $P<0.05$ ). Soil time was adjusted to the linear regression model ( $P<0.05$ ), with an increase in the time spent according to the increase in the levels of substitution, already for the time immersed in the water also adjusted to the linear regression model ( $P<0.05$ ), with reduction in the time for permanence immersed in the water according to the levels of substitution in the period of 24 hours. The period of the day when the animals were most immersed in the water was in the range of 9:00 am to 5:00 p.m., with a mean of 196.69 minutes 46.83% of the time of the daytime period. The total percentage of animals in the water showed a correlation with the temperature, with the UTI and negative correlation with the relative humidity of the air. The replacement of corn by açai seed increases the residence time in soil of lactating buffalo cows. At ambient temperatures above 25 °C and THI above 74 it is found that lactating buffalo cows have preference for

standing in water. Therefore, it is recommended in hot and humid climates, the availability of water to allow greater thermal comfort to the animals.

**Keywords:** ITU. *Panicum maximum*. Thermal comfort. Water for immersion.

### 3.1 Introdução

A bubalinocultura leiteira vem se consolidando nas diversas regiões do Brasil e do mundo. Na região amazônica, a espécie tem o maior rebanho efetivo no estado do Pará (IBGE 2016), com maior concentração de cabeças no baixo amazonas, principalmente devido as suas características climáticas e solos alagados, em contrapartida a região sudeste do Pará é dominada pelo clima tropical úmido (INMET, 2017). Como consequência de tal fato, o sistema alimentar desses animais na Amazônia, sofre alterações na quantidade e qualidade da dieta, demandando-nos a utilização da suplementação.

Nessa região, há grande disponibilidade de resíduos da agroindústria, de espécies extrativistas e cultivadas, usados na indústria alimentar que no processo de extração de seus componentes comerciais, disponibilizam resíduos com potencial nutritivo que podem servir como componentes de dietas para ruminantes. Não obstante, a inclusão de subprodutos da agroindústria na alimentação animal vem sendo bastante pesquisada, particularmente devido as questões ambientais e econômicas, visando principalmente substituir as matérias primas mais onerosas na ração (CARVALHO et al., 2004; CASTRO et al., 2009; GOMES et al., 2012; SANTOS NETA et al., 2016). A exemplo de subproduto da região amazônica podemos citar a utilização do caroço de açaí na suplementação de búfalas em lactação. Contudo, as propriedades físicas e químicas dos subprodutos diferem das de plantas forrageiras e das matérias primas comumente utilizadas na alimentação animal, o que torna sua degradação e passagem pelo trato gastrintestinal diferente (ARMENTANO e PEREIRA, 1997), podendo afetar o comportamento ingestivo, que é influenciado pela estrutura física e pela composição química das dietas (CARVALHO et al., 2004).

Apesar de os bubalinos serem reconhecidamente rústicos e se adaptarem facilmente aos ambientes mais inóspitos, existe a dificuldade em fornecer recursos para que o animal se proteja contra o calor, principalmente contra a radiação solar direta, a principal causa estressora para essa espécie (ABLAS et al, 2007), pois, apesar da associação histórica de búfalos com habitats quentes e húmidos, sua termorregulação é menos eficaz do que em bovinos, principalmente em relação a sua tolerância ao calor (MARAI e HAEEB, 2010; KOGA et al., 2009). Estudos anteriores revelaram que as temperaturas retal e cutânea dos búfalos aumentam facilmente sob radiação solar (KOGA

et al., 2009), havendo registros de temperaturas retais médias de 38,2 a 39,2 em vacas búfalas na região amazônica (CASTRO, 2005; GARCIA et al., 2011; SILVA et al., 2011).

Dessa forma, as aguadas, como açudes e/ou lagoas, parecem importantes locais de dissipação de calor, principalmente nos horários mais quentes do dia. No entanto, verifica-se na literatura poucas informações sobre o tempo de permanência da espécie nesses locais, bem como, poucas informações sobre os horários de preferência.

Além dos fatores citados, especula-se que a alteração das dietas pode afetar as características comportamentais, das quais dietas compostas exclusivamente de volumoso promove maiores temperaturas corporais e maiores frequências respiratórias, em relação as rações ricas em concentrado (HAFEZ, 1973), por outro lado Guimarães et al., (2001) trabalhando com dietas com diferentes proporções de volumoso: concentrado, não observou diferenças na temperatura retal.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a influência de níveis crescentes de substituição do milho pelo caroço de açaí no suplemento de búfalas em lactação em regime de pastejo, sob as características comportamentais, além de traçar o padrão comportamental de vacas búfalas em lactação em regime de pastejo com acesso a aguadas.

### **3.2 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido nas instalações da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus de Parauapebas. O ensaio com animais foi realizado na propriedade parceira da UFRA, Campus de Parauapebas, Sítio Açaizal, localizada no município de Parauapebas-PA, compreendendo o período de 27 de janeiro a 22 de março de 2016. Todos os procedimentos experimentais foram autorizados pelo comitê de ética de uso de animais em experimentação da Universidade Federal Rural da Amazônia – CEUA, sob o número de protocolo: 016/2015.

#### **3.2.1 Animais, dietas experimentais e delineamento experimental**

Foram utilizadas 10 búfalas mestiças Murrah em lactação, com peso vivo médio de  $577,04 \pm 20,40$  kg, distribuídas em 2 quadrados latinos 5x5. O experimento foi constituído de cinco tratamentos e cinco períodos com duração de 11 dias cada, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação e os demais para avaliação do consumo e

avaliações comportamentais.

Utilizou-se cinco tratamentos, sendo que quatro receberam suplementação concentrada e um recebeu somente suplementação mineral. Os tratamentos com suplementação concentrada consistiram em quatro níveis de caroço de açaí no suplemento, em substituição ao milho fubá (com base na matéria seca), sendo: 0; 33; 66 e 100%. O tratamento sem suplementação concentrada (SSC) foi suplementado apenas com sal mineralizado (animais alimentados somente a pasto). Todos os animais recebendo seus respectivos tratamentos foram mantidos em regime de pastejo.

Após análise dos ingredientes disponíveis, os suplementos foram formulados para serem isoprotéicos, com 21% de proteína bruta, com base na MS, de forma a atender as exigências nutricionais de búfalas com 550 kg de peso corporal, produzindo diariamente 10 kg de leite, segundo Paul e Lal (2010).

O fornecimento dos tratamentos com suplementação, foi realizado de forma individual com 3 kg na matéria natural de ração concentrada/dia, fornecida duas vezes ao dia (50% do total durante cada ordenha). Na Tabela 1, são apresentadas as proporções dos ingredientes dos suplementos, assim como a composição química de cada suplemento.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos formulados para búfalas leiteiras, contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí

Itens*	Níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí			
	0%	33%	66%	100%
<i>Proporção de ingredientes, g/kg de MS</i>				
Suplemento Mineral	47,6	47,6	47,6	47,6
Caroço de Açaí	-	198,4	396,8	595,2
Milho Fubá	595,2	396,8	198,4	-
Farelo de Soja	309,5	309,5	309,5	309,5
Uréia:Sulf. de amônia (9:1)	47,6	47,6	47,6	47,6
<i>Composição química do concentrado, % da MS</i>				
MS	88,8	87,3	85,7	84,2
MM	7,1	7,3	7,5	7,7
MO	92,9	92,7	92,5	92,3
PB	22,2	21,8	21,4	21,0
EE	3,3	2,7	2,1	1,5
FDNcp	13,2	26,4	39,5	52,7
CNF	53,3	41,0	28,7	16,3
FDNi	1,7	9,9	18,0	26,2

\*MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta; EE: Estrato etéreo; FDNcp: Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: Carboidratos não fibrosos; FDNi: Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível.

Para compor a mistura do concentrado, o subproduto do fruto do açaí, foi devidamente desidratado, composto de mesocarpo (fibras) + caroço, onde para o seu beneficiamento era realizado a desidratação do caroço ao sol em camadas delgadas durante 72 horas, revolvidas duas vezes ao dia para facilitar a penetração da radiação solar, seguida, de processamento em desintegrador com peneira de porosidade 5 mm, até atingir a condição de farelo para armazenamento.

A área experimental de pastejo destinada aos animais foi constituída de 30 piquetes de 0,26 ha cada, formados com *Panicum Maximum* cv. Mombaça, com livre acesso a área de descanso e aguadas. A cada 24 horas, os animais foram rotacionados entre os piquetes, visando à eliminação de possíveis efeitos de disponibilidade de MS entre os piquetes sobre o desempenho animal durante todo o experimento foram utilizados animais controladores de altura, os quais permaneciam nas áreas de pastagem junto com os animais experimentais. Os animais tinham livre acesso a área de lazer, provida de água natural de aproximadamente 1000 m<sup>2</sup>. Em todos os períodos realizou-se a coleta

de altura do pasto e amostra da forragem, nos diferentes piquetes por meio de corte a 30 cm do solo de duas áreas delimitadas por um quadrado metálico de 1,0 x 1,0 m, escolhidas através da média da altura em cada piquete experimental (McMENIMAN, 1997). Cada amostra foi pesada e homogeneizada, e a partir dessas retiradas duas amostras compostas. Uma para avaliação da disponibilidade total de MS/ha e outra para análise das disponibilidades MS de folha verde, folha seca, colmo verde e colmo seco/ha em cada piquete experimental (Tabela 2).

Tabela 2. Disponibilidade, altura e composição morfológica média de todos períodos experimentais da forragem *Panicum Maximum* cv. Mombaça, no momento de entrada e de saída dos animais de cada piquete

Item*	Entrada	Saída
Disponibilidade de forragem, kg/ha	1198,59±85,12	760,28±35,55
Altura, cm	51,95±2,62	36,29±2,52
<i>Proporção morfológica da forragem, %</i>		
Folha	91,54	77,13
Colmo	3,29	7,80
Material Morto	5,12	15,14
Colmo reprodutivo	0,05	0,48
Relação Folha:Colmo	27,79	9,89

\* Amostras coletadas á 30 cm de altura.

### 3.2.2 Avaliação comportamental dos animais

A observação do comportamento ocorreu no 5º dia de cada período e as avaliações foram realizadas pelo método do animal focal com duração de 24 horas, iniciando as 7 horas da manhã e finalizando as 7 horas do dia seguinte subdividido em três períodos de 8 horas com registro de atividades específicas em etograma a cada dez minutos, durante todo o período em que os animais permaneciam na pastagem e na área de lazer, a qual eles tinham livre acesso. Os períodos compreenderam em: 09:00 às 17:00 – Período diurno entre as duas ordenhas; 17:00 às 01:00 – Período noturno e 01:00 as 09:00 – Período da madrugada. A avaliação visual foi realizada por pessoas treinadas, sendo designado um observador para cada grupo de cinco animais, com revezamentos a cada três horas. Durante o período das ordenhas (06:00 às 9:00 e 16:00 às 18:00) não foi observado o comportamento dos animais.

Para interferir o mínimo possível, os observadores se mantiveram cerca de quinze metros de distância dos animais e quando necessário fez-se o uso de binóculos. A observação noturna dos animais, foi realizada com auxílio de lanternas. Os animais foram previamente identificados e avaliou-se as seguintes atividades: pastejando, ruminando, dormindo, ócio (quando não realizavam nenhuma atividade), outras atividades (andando pela pastagem, brincando, etc.), tempo em solo e imerso na água de acordo com a metodologia proposta por Johnson e Combs (1991).

Foi realizada análise de correlação entre as informações climatológicas e a entrada dos animais na água.

Durante as observações comportamentais foram coletados dados meteorológicos por meio de termômetros eletrônicos afixados nos piquetes experimentais e sala de ordenha. Foram coletadas informações de temperatura ambiente, umidade relativa e ponto de condensação a cada 15 minutos. Para caracterização do ambiente térmico utilizou-se a média de todos os dias de observações para compor o período de 24 horas e os períodos do dia (Diurno, 9:00 às 17:00; Noturno, 17:00 às 01:00; Madrugada, 01:00 às 09:00), conforme Tabela 3. Para realização da correlação entre o comportamento animal e a temperatura utilizou-se a média de cada hora dos dias de coletas de informações comportamentais. Com base nos dados de temperatura e ponto de condensação, coletados ao longo do dia, calculou-se o índice de temperatura e umidade – ITU, conforme proposto por Buffington et al. (1981).

Tabela 3. Dados meteorológicos obtidos nos dias de observação do comportamental

Horário	TA (°C)	UR (%)	PC (°C)	ITU
<i>Pasto</i>				
Dia completo, 24 horas	26,39	89,89	24,36	76,36
Diurno, 9:00 às 17:00	29,17	77,95	24,61	79,23
Noturno, 17:00 às 01:00	25,83	93,39	24,56	75,87
Madrugada, 01:00 às 09:00	24,17	98,34	23,91	73,97
<i>Sala de ordenha</i>				
Dia completo, 24 horas	26,31	85,26	23,39	75,93
Diurno, 9:00 às 17:00	28,36	74,98	23,21	77,91
Noturno, 17:00 às 01:00	26,33	86,98	23,75	76,08
Madrugada, 01:00 às 09:00	24,26	93,81	23,20	73,81

TA: Temperatura ambiente; UR: Umidade relativa do ar; PC: Ponto de condensação; ITU: Índice de temperatura e umidade.

### 3.2.3 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância analisando-se segundo delineamento em quadrado latino 5x5. Posteriormente foi realizado contraste onde testou-se o tratamento sem suplementação concentrada (SSC) versus os todos os tratamentos com suplementação (+4 -1 -1 -1 -1, sendo SSC, 0%, 33%, 66% e 100% de substituição do milho pelo caroço de açaí, respectivamente). Em seguida, foi feita à decomposição ortogonal da soma de quadrados de tratamentos com suplementação em contrastes relativos aos efeitos de ordem linear (0 -3 -1 +1 +3) e quadrática (0 +1 -1 -1 +1) para os tratamentos com suplementação. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System) adotando-se o nível de crítico de 5% de probabilidade para o erro tipo I. O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  é a variável mensurada;  $\mu$  é a constante geral;  $A_i$  é o efeito aleatório do animal  $i$ ;  $P_j$  é o efeito aleatório do período  $j$ ;  $T_k$  é o efeito do tratamento  $k$  e  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro experimental.

Foi avaliada correlação entre as temperaturas do dia e a atividade realizada pelos animais, independente de tratamento experimental, utilizando-se a correlação de Pearson, pelo procedimento *CORR* do SAS. Para as correlações calculadas, foram considerados altos os coeficientes de correlação quando ( $r$ )  $\geq 0,70$  e médias quando ( $r$ ) 0,51 a 0,69. O valor de  $p$  foi considerado significativo quando maior que 0,05.

### 3.3 Resultados e discussões

Os níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí não afetaram ( $P > 0,05$ ) o tempo gasto em pastejo pelos animais em 24 horas, sendo que os animais independente do tratamento passaram cerca de 27,64% (397,99 minutos) do tempo pastejando diariamente. Quando analisado os períodos do dia, percebe-se que os animais passaram mais tempo pastejando entre os horários de 17:00 às 01:00 horas (Tabela 4).

O tempo de ruminação não foi afetado pelos níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí ( $P > 0,05$ ), independente do tratamento, os animais passaram 33% do dia completo ruminando. Sendo que em relação à subdivisão dos períodos dentro do dia, observou-se que os animais ruminaram aproximadamente o mesmo tempo em cada período.

O tempo em ócio não foi afetado pelos níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí ( $P>0,05$ ), no entanto, ao comparar os animais suplementados *versus* os animais não suplementados, observou-se que os animais não suplementados ficaram menos tempo em ócio ( $P<0,05$ ). Essa diferença só foi observada ao avaliar-se o tempo total em ócio (durante as 24 horas). Para a variável outras atividades, os tratamentos utilizados não apresentaram diferenças ( $P>0,05$ ), sendo que o tempo médio despendido para essa atividade pelos animais foi de 127,30 minutos, o equivalente a 8,84% do tempo do dia completo.

O tempo em solo ajustou-se ao modelo de regressão linear ( $P<0,05$ ), com aumento no tempo despendido de acordo com o aumento nos níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí, para as atividades realizadas em solo no período de 24 horas. Concordando com a variável anterior de forma inversa, o tempo imerso na água também se ajustou ao modelo de regressão linear ( $P<0,05$ ), com redução no tempo para permanência imerso na água de acordo com os níveis de substituição. O período do dia em que os animais ficaram mais tempo imerso na água foi no intervalo de 09:00 às 17:00 horas, com média de 196,69 minutos 46,83% do tempo do período diurno.

Em trabalho realizado com bubalinos recebendo níveis de concentrado na dieta de 20% e 50% na MS, Guimarães et al. (2001) concluiu que os níveis de concentrado não exerceram efeito significativo na temperatura retal, no entanto, promoveu aumentos na frequência respiratória e na taxa de sudação, e afirma que esses aumentos dentro das variações fisiológicas são considerados pequenos para desencadear grandes alterações biológicas. No presente estudo os animais que receberam suplementação com 0% de substituição do milho pelo caroço do açaí passaram mais tempo imersos, o que pode ter sido ocasionado pela fermentação dos carboidratos de rápida absorção no rúmen e elevado a taxa de calor metabólico mais rapidamente do que os animais suplementados com 33, 66 e 100% de substituição do milho pelo caroço de açaí, e combinado com altas temperatura e umidade ambiental favorecendo esse comportamento.

Tabela 4. Comportamento de búfalas lactantes em regime a pasto suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí

Variável	Substituição do milho pelo caroço de açaí, %				SSC <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	0	33	66	100			L	Q	SSCxSup
<i>Tempo pastejando, minutos por dia</i>									
Dia completo, 24 horas	369,08	397,01	401,57	415,98	406,29	7,92	0,105	0,721	0,680
Diurno, 9:00 às 17:00	119,48	126,50	118,96	129,95	112,76	2,06	0,304	0,692	0,110
Noturno, 17:00 às 01:00	178,03	195,49	193,58	202,51	209,36	4,43	0,147	0,684	0,231
Madrugada, 01:00 às 09:00	71,57	75,02	89,03	83,53	84,17	4,89	0,356	0,702	0,778
<i>Tempo total ruminando, minutos por dia</i>									
Dia completo, 24 horas	509,64	473,11	456,44	458,43	479,75	14,23	0,283	0,573	0,906
Diurno, 9:00 às 17:00	158,44	152,22	156,35	149,61	152,93	5,84	0,726	0,985	0,947
Noturno, 17:00 às 01:00	162,27	147,37	155,81	135,84	154,21	6,72	0,344	0,875	0,856
Madrugada, 01:00 às 09:00	188,92	173,51	144,28	172,98	172,60	8,52	0,415	0,288	0,922
<i>Tempo Dormindo, minutos por dia</i>									
Dia completo, 24 horas	19,52	20,69	16,47	19,90	26,86	1,86	0,884	0,807	0,216
Diurno, 9:00 às 17:00	0,00	0,00	0,00	1,24	0,69	0,38	0,218	0,306	0,631
Noturno, 17:00 às 01:00	10,12	6,09	6,03	8,15	6,79	1,42	0,705	0,374	0,859
Madrugada, 01:00 às 09:00	9,41	14,61	10,54	10,51	19,37	1,68	0,968	0,542	0,163
<i>Tempo em ócio, minutos por dia</i>									
Dia completo, 24 horas	97,60	107,33	93,40	110,57	81,89	2,80	0,419	0,580	0,031
Diurno, 9:00 às 17:00	22,93	31,64	32,00	30,97	24,30	2,23	0,320	0,363	0,474
Noturno, 17:00 às 01:00	21,06	27,05	12,73	25,42	20,09	2,71	0,964	0,581	0,855
Madrugada, 01:00 às 09:00	53,61	48,64	48,67	54,18	37,50	2,24	0,945	0,346	0,071
<i>Outras atividades, minutos por dia</i>									
Dia completo, 24 horas	112,21	132,01	158,12	121,59	112,55	9,45	0,587	0,204	0,526
Diurno, 9:00 às 17:00	37,10	42,64	42,67	37,49	37,01	1,98	0,953	0,223	0,607
Noturno, 17:00 às 01:00	38,61	41,15	47,97	45,31	29,18	3,96	0,557	0,794	0,294
Madrugada, 01:00 às 09:00	36,49	48,22	67,48	38,80	46,35	7,02	0,714	0,203	0,946

<sup>1</sup>SSC: Sem suplementação concentrada.

<sup>2</sup>EPM: Erro padrão da média.

<sup>3</sup>Valor p para L: efeito linear; Q: efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independentemente do nível de substituição).

Tabela 5. Comportamento em solo e água de búfalas lactantes em regime a pasto suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo caroço de açaí

Variável	Substituição do milho pelo caroço de açaí, %				SSC <sup>1</sup>	EP M <sup>2</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	0	33	66	100			L	Q	SSCxSup
<i>Tempo em solo, minutos por dia</i>									
Dia completo, 24 horas <sup>4</sup>	938,06	1.004,37	986,4	1.014,78	970,65	8,4	0,03	0,349	0,569
Diurno, 9:00 às 17:00	207,71	235,41	225,39	244,35	203,71	5,81	0,124	0,751	0,19
Noturno, 17:00 às 01:00	373,61	408,85	401,63	410,17	407,27	5,41	0,096	0,309	0,614
Madrugada, 01:00 às 09:00	356,74	360,11	359,38	360,26	359,67	0,51	0,088	0,309	0,733
<i>Tempo imerso na água, minutos por dia</i>									
Dia completo, 24 horas <sup>5</sup>	261,94	195,63	213,6	185,22	229,35	8,39	0,03	0,349	0,569
Diurno, 9:00 às 17:00	212,29	184,59	194,61	175,65	216,29	5,72	0,124	0,751	0,19
Noturno, 17:00 às 01:00	46,39	11,15	18,37	9,83	12,73	5,8	0,096	0,309	0,614
Madrugada, 01:00 às 09:00	3,26	0	0,62	0	0,33	0,79	0,088	0,309	0,733

<sup>1</sup>SSC: Sem suplementação concentrada.

<sup>2</sup>EPM: Erro padrão da média.

<sup>3</sup>Valor p para L: efeito linear; Q: efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independentemente do nível de substituição).

<sup>4</sup>  $Y_{\text{em solo}} = 951,1778396 + 0,7227922x$  ( $r^2=0,08$ )

<sup>5</sup>  $Y_{\text{imerso na água}} = 248,8221604 - 0,7227922x$  ( $r^2=0,08$ ).

Essa categoria animal sob condições de clima tropical, estão expostos à carga térmica radiante, maior que sua produção de calor metabólico, resultando, portanto, em alto nível de desconforto (KELLY e BOND, 1971), sendo que para aliviar ambos os incômodos do calor e dos insetos, comuns em regiões de clima tropical, os bubalinos tendem a procurar aguadas durante o dia e fazer uma cobertura de lama em seus corpos, devido ao ineficiência no processo de transpiração (MARAI e HAEEB, 2010; WANKAR et al., 2014). Os bubalinos no período mais quente do dia (09:00-14:00 horas) preferiram ficar submersos em aguadas, como foi constatado nesse estudo e corroboram com os resultados de MARAI e HAEEB (2010).

A pele dos búfalos é geralmente negra e escassamente protegida por pelos, dessa forma absorve mais calor. Além disso, a pele dos bubalinos tem um sexto da densidade de glândulas sudoríparas que a dos bovinos, assim dissipam menos calor por sudorese. Se expostos excessivamente sob o sol quente, a temperatura do corpo, a frequência cardíaca, a taxa de respiração e o desconforto geral do búfalo aumentam mais rapidamente do que em bovinos (MARAI e HAEEB, 2010). Naturalmente, quando a temperatura e a umidade são altas, os búfalos preferem se refrescar imerso em água em vez de procurar sombra, podendo permanecer imersos por até 5 horas por dia e mastigar com os olhos meio

fechados, devido a isso o processo de transpiração é menos eficiente na espécie (DE ROSA et al., 2009; MARAI e HAEEB, 2010; WANKAR et al., 2014).

No presente estudo os animais recebendo os tratamentos 0, 33, 66 e 100% de substituição do milho pelo caroço de açaí, passaram cerca de 4,36, 3,26, 3,56, 3,09 e 3,82 horas por dia imerso em água, respectivamente. Portanto tempo um pouco inferior ao relatado na literatura. É importante destacar, que os animais ficaram nos momentos mais quentes do dia imersos em água, enquanto que nos períodos mais frescos, os animais permaneceram em solo.

Na Figura 1 é apresentado a porcentagem de animais imersos na água em cada hora do dia, além da temperatura e do ITU no decorrer do dia. Observa-se que os animais iniciavam a procura pela água para imersão quando a temperatura ambiente ultrapassava 25°C, o que conseqüentemente combinou-se com o aumento do ITU. Tal fato aconteceu por volta das 09:00 horas da manhã, e nos horários próximos ao meio dia (12:00 as 13:00 horas) mais de 70% dos animais estavam imersos na água permanecendo até próximo as 14:00 horas (Figura 1). Oliveira Neto et al., (2001) cita que os limites de ITU para ruminantes variam entre 72-79 para o estresse ameno, 80-89 para estresse moderado e 90-98 para situações de estresse severo.

A porcentagem total de animais na água, apresentou correlação com a temperatura, com o ITU e correlação negativa com a umidade relativa do ar, portanto de acordo com o aumento da temperatura e com a diminuição da umidade os animais procuraram a imersão na água (Tabela 6).

Tabela 6. Correlação entre a imersão na água por animais, temperatura e umidade

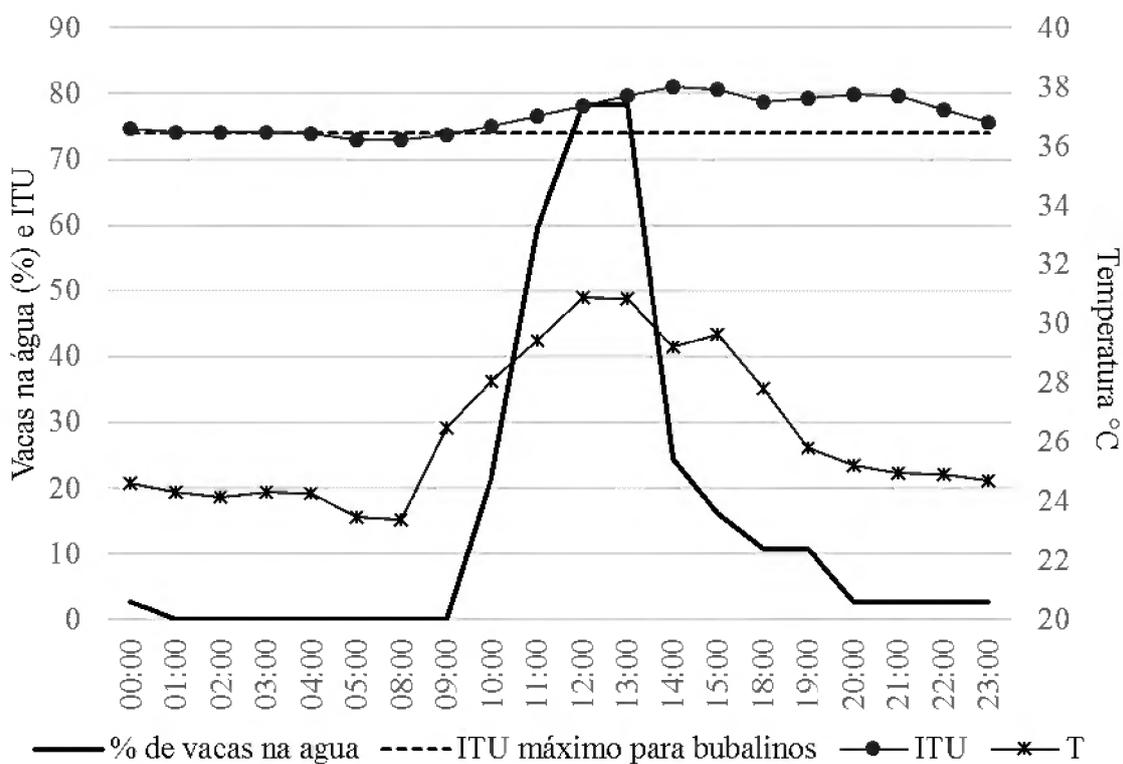
Variáveis <sup>1</sup>	Temperatura	UR	ITU	Hora
Porcentagem do tempo na água (%)	0,60057 (<,0001)	-0,5995 (<,0001)	0,60485 (<,0001)	0,0998 (0,0066)
Tempo na água (minuto)	0,60057 (<,0001)	-0,5995 (<,0001)	0,60485 (<,0001)	0,0998 (0,0066)

<sup>1</sup>UR: Umidade relativa; ITU: Índice de temperatura e umidade.

O ITU (Índice de temperatura e umidade) é um índice de conforto térmico, e para a espécie bubalina o ITU ideal para produção de bubalinos deve estar abaixo de 74,0 (SOMPARN et al., 2004), e a média de ITU obtida nesse estudo foi de 76,54, portanto acima do recomendado para a espécie. O ITU às 04:00 horas começou a diminuir, chegando a 72,9 às 08:00 horas ficando abaixo do valor máximo para a espécie e

posteriormente houve um aumento chegando a 81,04 às 14:00 horas, que de acordo com a faixa de limite proposta por Oliveira Neto et al., (2001) ocasionou um quadro de estresse moderado nos animais.

**Figura 1** - Valores de unidade (UR), temperatura (T°), ITU e percentual de animais imerso na água ao longo de 24 horas.



### 3.4 Conclusão

A substituição do milho pelo caroço de açaí aumenta o tempo de permanência em solo de vacas búfalas em lactação. Com temperaturas ambientais acima de 25° C e ITU acima 74 verifica-se que vacas búfalas em lactação têm preferência de permanência em aguadas. Dessa forma, recomenda-se em climas quentes e úmidos, a disponibilidade de aguadas para possibilitar maior conforto térmico aos animais.

## REFERÊNCIAS

ABLAS, D. S.; TITTO, E. A. L.; PEREIRA, A. M. F.; TITTO, C. G.; LEME, T. M. C. Comportamento de bubalinos a pasto frente a disponibilidade de sombra e água para imersão. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 167-175, abr./jun. 2007

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Symposium: meeting the fiber requirements of dairy cows: measuring the effectiveness of fiber by animal trial. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 07, p.1416-1425, 1997

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714. 1981.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R.; VELOSO, C. M.; SILVA, H. G. O. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1805-1812, 2006

CASTRO, A.C. **Avaliação de sistema silvipastoril através do desempenho produtivo de búfalos manejados nas condições climáticas de Belém, Pará**. 2005. 91p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém.

CASTRO, K. J.; NEIVA, J. N. M.; FALCÃO, A. J. S.; MIOTTO, F. R. C.; OLIVEIRA, R. C. Respostas comportamentais de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de subprodutos agroindustriais. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 2, p. 306-314, abr-jun, 2009

DE ROSA, G.; GRASSO, F.; BRAGHIERI, A.; BILANCIONE, A.; DI FRANCIA, A.; NAPOLITANO, F. Behavior and milk production of buffalo cows as affected by housing system. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.907-912, No.3, 2009

GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; NAHÚM, B. S.; ARAÚJO, C. V.; SANTOS, A. X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1409-1414, out. 2011

GOMES, D. I.; VÉRAS, R. M. L.; ALVES, K. S.; DETMAN, E.; OLIVEIRA, L. R. S.; MEZZOMO, R.; SANTOS, R. B.; BARCELOS, S. S. Performance and digestibility of growing sheep fed with açai seed meal-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, 44(7):1751-7. Oct. 2012

GUIMARÃES, C. M. C.; FALCO, J. E.; TITTO, E. A. L.; FRAZOLIN NETO, R.; MUNIZ, J. A. Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas de ar e duas proporções de volumoso: concentrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.2, p.437-443, mar./abr., 2001

HAFEZ, E.S.E. **Adaptación de los animales domesticos**. Barcelona: Labor, 1973. 563p. 1973

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=3939&z=t&o=24&i=P>>. Acesso em: 27 de setembro de 2016

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em [http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\\_dspDadosCodigo\\_sim.php?QTIZMA==](http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTIZMA==). Acesso em: 27 de janeiro de 2017

JOHNSON, T.R. AND D.K. COMBS. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, 74: 933-944, 1991.

KELLY, C. F.; BOND, T. E. Bioclimatic factors and their measurements. In: National Academy of Sciences. A guide to environmental research on animals. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 1971.

KOGA, A.; SUGIYAMA, M.; DEL BARRIO, A.N.; LAPITAN, R.M.; ARENDA, B.R.; ROBLES, A.Y.; CRUZ, L.C.; KANAI, Y. Comparison of the thermoregulatory response of buffaloes and tropical cattle, using fluctuations in rectal temperature, skin temperature and haematocrit as an index. **Journal of Agricultural Science**, v.142, p.351-355, 2004

MARAI, I.F.M.; HAEEB, A.A.M. Buffalo's biological functions as affected by heat stress — A review. **Livestock Science**, v. 127, pag. 89–109. 2010

McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ. p.131-168.1997

OLIVEIRA NETO, J.B.; MOURA, A.A.A.; NEIVA, J.N.M.; GUILHERMINO M. M. Indicadores de estresse térmico e utilização da somatotropina bovina (bST) em vacas leiteiras mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*) no semi-árido do Nordeste. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.360-367, 2001

PAUL, S.S., LAL, D. **Nutrient Requeriments of Boffaloes**. Delhi Satish Serial Publishing House. p.137, 2010

SANTOS NETA, E. R.; ALVES, K. S.; MEZZOMO, R.; GOMES, D. Í.; OLIVEIRA, L. R. S.; CARVALHO, F. F. R.; LUZ, J. B.; LACERDA, N. G.; BOURDON, V. D. S. Behavior of sheep fed babassu cake (*Orbygnia speciosa*) as a substitution for elephant grass silage. **Animal Science Journal**, 2016

SILVA, J. A. R.; ARAÚJO, A. A.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SANTOS, N. F. A.; GARCIA, A. R.; NAHÚM, B. S. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1364-1371, out. 2011

SOMPARN, P.; GIBB, M. J.; MARKVICHITR, K.; CHAIYABUTR, N.; THUMMABOOD, S.; VAJRABUKKA, C. Analysis of climatic risk for cattle and buffalo production in northeast Thailand. **International Journal of Biometeorology**, v.49, p.59–64, 2004

WANKAR, A.K.; SINGH G.; YADAV, B. Thermoregulatory and adaptive responses of adult buffaloes (*Bubalus bubalis*) during hyperthermia: Physiological, behavioral and metabolic approach. **Veterinary World**, v.7, p.825-830, 2014