



**Universidade Federal do Pará  
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária–Amazônia Oriental  
Universidade Federal Rural da Amazônia  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal**

**Alessandra Ximenes Santos**

**Avaliação Reprodutiva de Touros Bubalinos Alimentados com Subprodutos da  
Agroindústria na Amazônia Oriental**

**Belém  
2011**

**Alessandra Ximenes Santos**

**Avaliação Reprodutiva de Touros Bubalinos Alimentados com Subprodutos da Agroindústria na Amazônia Oriental**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental e da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rossetto Garcia

Co-orientadores: Prof. Dr. Cristian Faturi

Prof. Dr. José de B. Lourenço Junior

**Belém  
2011**

---

Santos, Alessandra Ximenes

Avaliação reprodutiva de touros bubalinos alimentados com subprodutos da agroindústria na Amazônia Oriental / Alessandra Ximenes Santos. – Belém, PA, 2011.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2011.

1. Búfalo – Reprodução 2. Nutrição animal. I. Título .

---

CDD – 636.2

**Alessandra Ximenes Santos**

**Avaliação Reprodutiva de Touros Bubalinos Alimentados com Subprodutos da Agroindústria na Amazônia Oriental**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental e da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Data: Belém-PA: 19/10/2011

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Alexandre Rossetto Garcia  
Embrapa Amazônia Oriental  
Orientador e Presidente

---

Prof. Dr. André Guimarães Maciel e Silva  
Universidade Federal do Pará  
Examinador Titular

---

Prof. Dr. Moysés dos Santos Miranda  
Universidade Federal do Pará  
Examinador Titular

---

Prof. Dr. Otavio Mitio Ohashi  
Universidade Federal do Pará  
Examinador Suplente

Aos meus pais, Rosa Ximenes Santos e Francisco das Chagas Santos por todo amor, dedicação, incentivo, força, sábios ensinamentos e apoio em todos os sentidos.

Dedico!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus em primeiro lugar, por me abençoar, guiar, iluminar e proteger meus passos em todos os momentos.

A minha mãe Rosa Ximenes e meu pai Francisco das Chagas Santos, pelo amor, apoio e sábios conselhos que me impulsionaram para essa conquista.

A minha tia Eliane pelo apoio, orações, e carinho.

Ao Marco Aurélio Prata, pelo apoio e companheirismo.

Ao meu orientador, Dr. Alexandre Rossetto Garcia, pela oportunidade, orientação, compreensão, amizade e pelos ensinamentos sábios para minha vida profissional.

Aos professores Dr. José de Brito Lourenço Júnior, Dr. Cristian Faturi, Dr<sup>a</sup>. Dulcidéia Conceição Palheta, Dr. Washington Luiz Pereira de Assunção, Dr. Otavio Mitio Ohashi e Dr. André Guimarães Maciel e Silva, pelo apoio, contribuições e sugestões para execução da pesquisa e conclusão desse trabalho.

Às amigas Giane Sabbag, Roberta Andrade, Vânia Gomes, Priscila Kahwage e Geanne Silva, pela amizade, amparo e estímulo durante minha trajetória.

Aos colegas de pesquisa Talmir Quinzeiro Neto, Dr. Benjamim Nahúm, Sâmia Castro, Arnaldo Gonçalves e Daniel Barros, pelas contribuições e auxílio durante a realização das coletas de dados.

Aos funcionários da unidade de pesquisa animal “Senador Álvaro Adolpho”: Osvaldo, Januário, Deoclécio, Éder, Elanderson pela colaboração, em especial a Joarez e Valdemir, pelo constante subsídio e disposição para a realização deste trabalho.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Oriental pela colaboração e apoio ao ceder animais, funcionários, instalações, laboratórios e

equipamentos para a viabilização desse trabalho (Projeto Rede de Inovação em Reprodução Animal, códigos 01.07.01.02.04.06 e 01.07.01.02.03).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro com bolsa de estudo, nível mestrado.

À Universidade Federal do Pará, Universidade Federal Rural da Amazônia e à Embrapa Amazônia Oriental, que através do Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, contribuíram para minha formação e crescimento profissional.

Ao Centro Nacional de Primatas e toda equipe do Laboratório de Análises Clínicas e Patologias do Centro Nacional de Primatas (CENP), em especial à Sarah Scalécio e Andréa Lima, nas realizações das análises de testosterona.

Ao Instituto Evandro Chagas e toda equipe do Laboratório de Toxicologia, em especial a Kelson Faial, na realização das análises de minerais.

À Universidade Federal Rural da Amazônia e toda equipe do Laboratório de Nutrição Animal e Laboratório de Solos, em especial professora Ducidéia Palheta e Júlio Cesar no preparo e realização da análise de minerais.

A todos que de alguma maneira auxiliaram e contribuíram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“A persistência é o menor caminho do êxito”

Charles Chaplin



## RESUMO

Os subprodutos farelo de coco (FC) e a torta de amêndoa de dendê (TAD) disponíveis na agroindústria da Amazônia Oriental podem ser utilizados como alimentos alternativos na substituição de concentrados convencionais, porém com poucas informações a respeito da sua composição bromatológica, e sua relação com as características produtivas e reprodutivas dos animais. Assim, este trabalho visou avaliar o consumo alimentar, desempenho ponderal, perímetro escrotal, qualidade seminal e níveis de testosterona de búfalos suplementados com rações experimentais à base de TAD ou FC. O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Pesquisa Animal “Senador Álvaro Adolpho”, da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-PA. Foram utilizados como doadores de sêmen 15 machos bubalinos (*Bubalus bubalis*) adultos, divididos em três grupos experimentais: Controle, Base-FC (farelo de coco) e Base-TAD (torta de amêndoa de dendê). Os concentrados experimentais foram fornecidos individualmente na proporção de 1% do peso vivo (PV) de cada animal, diariamente. As colheitas seminais (n=173) foram realizadas semanalmente, e iniciaram 112 dias após o início da suplementação. Foram avaliadas as características físicas (aspecto, cor, volume, concentração, pH, motilidade e vigor espermáticos) e morfológicas (defeitos espermáticos e integridade de membrana plasmática) do sêmen. Os resultados foram submetidos à análise de variâncias, pelo comando PROC GLM do SAS, com comparações de médias feitas por Teste t ( $P < 0,05$ ). O consumo médio de matéria seca dos concentrados experimentais foi de  $4,778 \pm 1,233$  kg, no Grupo Controle,  $3,112 \pm 0,693$  kg, no Base-FC, e  $4,558 \pm 1,077$  kg no Base-TAD ( $P > 0,05$ ). Os pesos médios dos animais foram  $591,4 \pm 103,3$  kg,  $566,4 \pm 94,1$  kg e  $578,3 \pm 107,5$  kg ( $P > 0,05$ ), e as medidas de perímetro escrotal de  $34,6 \pm 2,0$  cm,  $33,0 \pm 1,9$  cm e  $32,7 \pm 1,9$  cm, respectivamente, nos grupos Controle, Base-FC e Base-TAD. Não houve diferença na concentração espermática ( $\times 10^6$  sptz/mL) entre Controle ( $1326,3 \pm 893,8$ ), Base-FC ( $1.698,1 \pm 1023,0$ ) e Base-TAD ( $1.003,2 \pm 569,0$ ). A integridade da membrana plasmática (%) foi de  $68,0 \pm 19,5$ ,  $72,0 \pm 22,6$  e  $82,1 \pm 12,2$ , respectivamente para Controle, Base-FC e Base-TAD, juntamente com a motilidade espermática progressiva (%), foram maiores ( $P < 0,05$ ) no grupo Base-TAD ( $71,7 \pm 15,1\%$ ), quando comparadas ao Controle ( $59,3 \pm 20,5\%$ ) e Base-FC ( $56,7 \pm 24,8\%$ ). Foram observadas correlações entre as variáveis de resposta. O consumo dos

concentrados experimentais e ingredientes contidos neles, como PB, lipídeos, macro, micronutrientes e metais foram maiores no Grupo Base-TAD, com exceção de K, maior no Grupo Controle, e de Ti, maior no Grupo Base-FC. Em relação os parâmetros seminais não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) no volume espermático, movimento de massa, vigor espermático, pH e patologias espermáticas, contudo, maiores concentrações espermáticas foram observadas no Grupo Base-FC e, maior motilidade espermática e integridade de membrana plasmática no Grupo Base-TAD. Deste modo, podemos concluir que as rações à base de subprodutos, como farelo de coco e torta de amêndoa de dendê podem ser utilizadas para touros reprodutores bubalinos, contudo, a melhor qualidade seminal foi observada nas rações à base de torta de amêndoa de dendê.

**Palavras-chave:** Andrologia. Búfalos. Qualidade seminal. Farelo de coco. Torta de amêndoa de dendê.

## ABSTRACT

The byproducts coconut meal (FC) and palm kernel cake (TAD) available in agribusiness in Eastern Amazonia can be used as alternative foods in the substitution of conventional concentrates. However, little information about their chemical composition and their relationship with productive and reproductive performance of the animals is available. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of the feeds prepared with coconut meal and palm kernel cake over the semen quality of buffaloes. Also, the individual daily feed intake in the experimental diets and your relationship with the testosterone levels, scrotal circumference and semen quality were analyzed. The experiment was developed in the Animal Research Unit "Senador Álvaro Adolpho", in Embrapa Eastern Amazon, Belém-PA. Fifteen buffaloes (*Bubalus bubalis*) bulls with age of  $3.2 \pm 1.8$  years and weights of  $578.6 \pm 101.9$  kg were used as semen donors. The animals were separated in three groups: the Control group, the FC-Base group (coconut meal-based) and the TAD-Base group (palm kernel cake-based). The supplementary feeding was available individually every day, according 1.0% of body weight (BW). Semen collections (n=173) were realized weekly, and they started 112 days after initiation of supplementary feeding, after two spermatogenic cycles. Seminal physical characteristics (aspect, color, volume, concentration, pH, sperm motility and vigor) and morphology (defects and integrity of sperm plasma membrane) were analyzed. The EPA method (1974, 1994, 2009) was used to determine the macronutrients, micronutrients and toxic metals in diets. Data were submitted to ANOVA and the means compared by Test t ( $P < 0.05$ ). The average feed intake was  $4.778 \pm 1.233$  kg in the Control,  $3.112 \pm 0.693$  kg in the FC-Base, and  $4.558 \pm 1,077$  kg in the TAD-Base. The means of weight were  $591.4 \pm 103.3$  kg,  $566.4 \pm 94.1$  kg and  $578.3 \pm 107.5$  kg and the scrotal circumference of  $34.6 \pm 2.0$  cm,  $33.0 \pm 1.9$  cm e  $32.7 \pm 1.9$  cm for Control, FC-Base and TAD-Base, respectively. The spermatic concentration ( $\times 10^6$  spz/mL) was  $1326.3 \pm 893.8$ ,  $1698.1 \pm 1023.0$  e  $1003.2 \pm 569.0$  for Control, FC-Base and TAD-Base, respectively. In the same order, the integrity of sperm plasma membrane (%) observed was  $68.0 \pm 19.5$ ,  $72.0 \pm 22.6$  and  $82.1 \pm 12.2$ . The progressive sperm motility (0-100%) presented significant difference ( $P < 0.05$ ) in the TAD-Base group ( $71.7 \pm 15.1\%$ ), compared to Control ( $59.3 \pm 20.5\%$ ) and FC-Base ( $56.7 \pm 24.8\%$ ). Correlations were observed between the variables of response. The

feed intake and your components, such as crude protein, lipids, macronutrients, micronutrients and toxic metals were higher in the TAD-Base group, exception to K and Ti, higher in the Control and the FC-Base group, respectively. No significant differences ( $P>0.05$ ) were observed in semen aspect, volume, mass activity, spermatic vigor, pH and sperm pathologies. However, higher sperm concentrations were observed in FC-Base and increased motility and integrity of sperm plasma membrane in the TAD-Base. Thus, it can be concluded that diets based on byproducts of the agribusiness, such as coconut meal and palm kernel cake, can be used for buffalo bulls, however, the better semen quality was observed in diets based on palm kernel cake.

**Keywords:** Andrology. Water buffalo. Semen quality. Coconut meal. Palm kernel cake.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Regressão do consumo dos concentrados experimentais (kg MS/dia) por touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril.....	77
Figura 2	Regressão do consumo de proteína bruta (g/dia) e lipídeos (g/dia) dos concentrados experimentais por touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril.....	78
Figura 3	Regressão do consumo de Na, Fe, Cu e Se (mg/kg) dos concentrados experimentais por touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril.....	80
Figura 4	Correlação de Pearson entre perímetro escrotal (cm) e peso corpóreo (kg) de bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril com suplementação alimentar.....	81
Figura 5	Motilidade espermática progressiva e integridade de membrana plasmática de espermatozóides de búfalos suplementados com rações experimentais (Controle: à base de milho e soja; Base-FC: à base de farelo de coco; Base-TAD: à base de torta de amêndoa de dendê). Período = 28 dias.....	83
Figura 6	Correlação de Pearson entre concentração espermática ( $\times 10^6$ spz/mL) e o perímetro escrotal (cm) de bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril com suplementação alimentar.	83
Figura 7	Níveis plasmáticos de testosterona (ng/mL) de búfalos suplementados com rações experimentais (Controle: à base de milho e soja; Base-FC: à base de farelo de coco; Base-TAD: à base de torta de amêndoa de dendê). Período = 28 dias.....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização do perímetro escrotal (cm), nos machos bubalinos da raça Murrah, de acordo com a idade.....	31
Tabela 2	Características físico-químicas e morfológicas do sêmen de búfalos colhido por vagina artificial, descritas por diferentes autores.....	33
Tabela 3	Proporção dos ingredientes usados nos concentrados experimentais para bubalinos.....	49
Tabela 4	Composição da mistura mineral utilizada na suplementação de bubalinos.....	49
Tabela 5	Concentração de macronutrientes (%) na gramínea <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça e nos ingredientes das rações experimentais para bubalinos.....	51
Tabela 6	Concentração de micronutrientes (mg/kg) na gramínea <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça e nos ingredientes das rações experimentais para bubalinos.....	53
Tabela 7	Concentração de metais tóxicos (mg/kg) da gramínea <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça nos ingredientes das rações experimentais para bubalinos.....	57
Tabela 8	Concentração de macro (%) e micronutrientes (mg/kg) nos concentrados e rações experimentais de bubalinos.....	61
Tabela 9	Concentração de metais tóxicos (mg/kg) nos concentrados e rações experimentais de bubalinos.....	62
Tabela 10	Composição bromatológica dos concentrados experimentais.	72
Tabela 11	Perfil de ácidos graxos dos concentrados experimentais.....	73
Tabela 12	Concentração de macro (%), micronutrientes (mg/kg) e metais tóxicos (mg/kg) nas rações experimentais de bubalinos.....	74
Tabela 13	Médias e desvio padrão de consumo de cálcio, sódio, magnésio e potássio (g/dia) de búfalos adultos criados a pasto, com suplementação alimentar.....	79
Tabela 14	Médias e desvio padrão de consumo de micronutrientes (mg/dia) de búfalos adultos criados a pasto, com suplementação alimentar.....	79
Tabela 15	Médias e desvio padrão de consumo de alumínio, bário,	

	estrôncio, titânio e cádmio (mg/dia) de búfalos adultos criados a pasto, com suplementação alimentar.....	80
Tabela 16	Características seminais de búfalos suplementados com concentrados à base de farelo de coco ou torta de amêndoa de dendê.....	82
Tabela 17	Níveis plasmáticos de testosterona (ng/mL) de búfalos adultos criados a pasto, com suplementação alimentar.....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Al – alumínio

Ba – bário

Ca – cálcio

CBRA – Colégio Brasileiro de Reprodução Animal

Cd – cádmio

cm – centímetro

Co – cobalto

Cr – cromo

Cu – cobre

cmol<sub>c</sub> – centímol, unidade de massa

dm<sup>3</sup> – decímetro cúbico, unidade de volume e capacidade

EPA – Agência de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency*)

FC – farelo de coco

FDN – fibra em detergente neutro

Fe – ferro

g – grama, unidade de medida de massa

ha – hectare, unidade de área

HGAAS – espectrometria de absorção atômica com gerador de hidretos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICP-OES – espectrometria de absorção óptica com plasma induzido

L – litro, unidade de volume

K – potássio

Kcal – quilocalorias, unidade de trabalho e energia

kg – quilograma, unidade de medida de massa

Mg – magnésio

mg – miligrama

mm – milímetro

Mn – manganês

Mo – molibdênio

MS – matéria seca

Na – sódio

Na-K – enzima sódio potássio adenosina trifosfato

NRC – *National Research Council*

Ni – níquel

P – símbolo estatístico que denota grau de significância entre as variáveis estudadas

PB – proteína bruta



Pb – chumbo

pH – potencial hidrogeniônico

pg – picograma

ROS – espécies reativas do oxigênio (*reactive oxygen species*)

RPM – rotação por minuto

Se – selênio

sptz – espermatozóide, gameta masculino

sptz/mL – espermatozoides por mililitro, unidade de concentração espermática

Sr – estrôncio

TAD – torta de amêndoa de dendê

Ti – titânio

UA – unidade animal

Zn – zinco

°C – grau Celsius, unidade de temperatura

μL – microlitro, unidade de medida de volume

mL – mililitro, unidade de medida de volume

ng – nanograma, unidade de massa

r – símbolo estatístico que representa o grau de correlação entre variáveis avaliadas

± – símbolo utilizado entre as unidades estatísticas de média e desvio padrão

< – símbolo matemático que indica valores inferiores

> – símbolo matemático que indica valores superiores

% – porcentagem, unidade de razão na base 100

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
3.1 SUPLEMENTAÇÃO DE RUMINANTES COM SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS DA AMAZÔNIA.....	21
<b>3.1.1 Torta de Amêndoa de Dendê (TAD).....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2 Farelo de Coco (FC).....</b>	<b>23</b>
3.2 INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO SOBRE A REPRODUÇÃO.....	24
<b>3.2.1 Influência de Proteínas e Lipídeos na Reprodução.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.2 Influência de Minerais na Reprodução.....</b>	<b>26</b>
3.2.2.1 Macronutrientes na Reprodução.....	26
3.2.2.2 Micronutrientes na Reprodução.....	26
3.2.2.3 Metais Tóxicos na Reprodução.....	29
3.3 ASPECTOS REPRODUTIVOS DE TOUROS BUBALINOS.....	30
3.4 TESTOSTERONA.....	34
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>
<b>4 SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR DE BUBALINOS: AVALIAÇÃO DE MINERAIS E METAIS TÓXICOS EM RAÇÕES À BASE DE FARELO DE COCO E DE TORTA DE AMÊNDOA DE DENDÊ.....</b>	<b>45</b>
<b>5 CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE BUBALINOS SUPLEMENTADOS COM RAÇÕES À BASE DE FARELO DE COCO OU TORTA DE AMÊNDOA DE DENDÊ.....</b>	<b>68</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>103</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia, os suplementos alimentares tradicionalmente usados para a alimentação de ruminantes são trazidos de outras regiões, fator que contribui para o aumento dos preços e elevação do custo final de produção. Uma alternativa viável para minimização de custos e redução dos impactos ambientais causados pela produção dos resíduos industriais é o seu aproveitamento na substituição de ingredientes convencionais. Dentre eles, pode-se citar o farelo de coco (*Cocos nucifera*) e a torta de amêndoa de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), os quais são resíduos disponíveis na Amazônia Oriental, oriundos de indústrias localmente instaladas.

A escolha de um subproduto para alimentação de ruminantes pode se basear na quantidade disponível, proximidade entre fonte produtora e local de consumo, características nutricionais, custos de transporte, condicionamento e armazenagem. Mas, sua viabilidade como alimento requer trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, visando à caracterização, aplicação de métodos de tratamento, determinação do valor nutritivo, além de sistemas de conservação, armazenagem e comercialização (CARVALHO, 1992).

A torta de amêndoa de dendê pode ser usada em até 60% na substituição do volumoso para bubalinos (BARBOSA et al., 2010). Em trabalhos com ovinos castrados, Bringel (2009) relatou que o produto apresentou limitação para utilização na alimentação de ruminantes, em virtude do baixo consumo alimentar, o que pode restringir seu uso, em maiores proporções na dieta. Esse fato também foi evidenciado por Costa et al. (2009), em trabalho com ovinos da raça Santa Inês, onde se verificou que a adição da torta de dendê proporcionou menor consumo de matéria seca, principalmente em animais alimentados com 40% de inclusão desta torta. Em relação à utilização de farelo de coco na produção ruminantes, Faturi et al. (2010) indicaram que o mesmo pode ser usado para substituição do volumoso fornecido a ovinos, no entanto, níveis de inclusão do farelo de coco na dieta acima de 25% podem comprometer a digestibilidade e prejudicar o desempenho animal.

Em relação à produção animal, a utilização da torta de dendê e farelo de coco possui potencial de crescimento, pela sua elevada disponibilidade e bom valor nutritivo, constituindo alternativa para suplementação alimentar de ruminantes,

principalmente em períodos críticos de produção de forragem, o que pode contribuir para manter bons níveis nutricionais e elevar o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais em períodos menos favoráveis do ano.

A torta de amêndoa de dendê e o farelo de coco têm elevada concentração lipídica (SOUZA JÚNIOR et al., 2009) e, por isso, supõe-se que podem ser incorporados a rações para reprodutores bubalinos, visando melhor qualidade seminal, pois os lipídeos são moléculas constituintes da membrana plasmática espermática, têm importante papel na determinação da fluidez da membrana, bem como na motilidade e viabilidade espermática (MILLER Jr et al., 2004).

O presente trabalho tem como hipótese de pesquisa que a torta de amêndoa de dendê e o farelo de coco são alimentos oriundos da agroindústria da Amazônia que podem ser incorporados a rações de búfalos, sem causar impacto negativo na qualidade seminal, no perímetro escrotal e nos perfis de testosterona de animais adultos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a possibilidade da utilização de dietas, à base de subprodutos da agroindústria da Amazônia, como farelo de coco e torta de amêndoa de dendê, em relação à qualidade seminal de touros bubalinos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o efeito dos concentrados elaborados com torta de amêndoa de dendê e farelo de coco na qualidade seminal e níveis de testosterona de touros bubalinos, arraçados experimentalmente;
- b) Correlacionar o consumo médio das rações experimentais aos resultados de produção seminal, perímetro escrotal e níveis de testosterona dos animais experimentais.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 SUPLEMENTAÇÃO DE RUMINANTES COM SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS DA AMAZÔNIA

A produção da pecuária de corte no estado do Pará pode ser sextuplicada, em relação à pecuária extensiva, através da intensificação dos sistemas de produção nas áreas já formadas, sem a necessidade de novas derrubadas na floresta nativa (LOURENÇO JUNIOR; GARCIA, 2006). Entre as formas de intensificação, encontram-se a implantação de estratégias alimentares, principalmente durante o período seco do ano, pela adoção da suplementação, do semiconfinamento ou do confinamento, visando à redução nas idades de abate e ao primeiro parto.

No entanto, nos sistemas mais intensivos, a alimentação dos ruminantes pode representar mais de 70% do custo total de produção (RESTLE; VAZ, 1999), sobretudo quando se utilizam fontes tradicionais, como milho e farelo de soja, principalmente, em regiões sem tradição na produção desses alimentos. A utilização de fontes alimentares alternativas, que não concorram diretamente com a alimentação humana e que possam apresentar boa relação custo/benefício, pode ser alternativa para substituição desses produtos agrícolas em dietas para ruminantes.

De modo geral, observa-se que os resíduos agroindustriais vêm sendo progressivamente aplicados e reaproveitados para o ambiente produtivo (BACKES; KAMPF, 1991; FLYNN et al., 1995), como alternativa aos produtores, além de minimizar o impacto ambiental (SAINJU et al., 2001). Na região Amazônica, os suplementos alimentares tradicionalmente usados para ruminantes, são trazidos de outras regiões e encontrados no mercado consumidor a preços elevados, o que aumenta o custo final de produção. Alternativa viável pode ser aproveitamento dos alimentos disponíveis na região, dentre eles o farelo de coco e a torta de amêndoa de dendê.

### 3.1.1 Torta de Amêndoa de Dendê (TAD)

A cultura de dendê destaca-se no Pará e ocupa área aproximada de 50 mil hectares sendo o maior produtor nacional, com produção acima de 907 mil toneladas, o que gera receita anual de aproximadamente 148 milhões de reais (IBGE, 2009). Segundo o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (1998), a torta de amêndoa é o produto resultante da moagem e extração do óleo da polpa seca do dendê e pode ser utilizada como fertilizante ou na alimentação animal. Deve conter, em sua composição, 10% de umidade, máximo de 22% de fibra bruta, mínimo de 12% de proteína bruta, 0,5% de extrato etéreo, 4% de matéria mineral e 20 ppb de aflatoxinas. Conforme Silva et al. (2005), a torta de amêndoa de dendê apresenta valores de 14,5% de proteína bruta, 7,2% de extrato etéreo, 81,8% de fibra em detergente neutro e 1,5% de carboidratos não fibrosos.

Ao avaliar a torta de amêndoa de dendê nas regiões metropolitanas de Belém e nordeste do estado do Pará, Rodrigues Filho et al. (1998) encontraram valores médios de 92,96% de matéria seca, 11,96% de proteína bruta, 27,17% de fibra bruta, 3,82% de matéria mineral, 12,09% de extrato etéreo, 45,16% de extrato não nitrogenado e 72,28% de nutrientes digestíveis totais. Os autores relataram, porém, elevadas variações na sua composição química, em função das unidades de beneficiamento e de alterações nos processos industriais.

Em relação à produção animal, a utilização da torta de dendê possui potencial de crescimento, pela sua elevada disponibilidade e bom valor nutritivo, constituindo alternativa para suplementação alimentar nos sistemas de produção de ruminantes, principalmente, em períodos críticos de massa de forragem, o que contribui para manter bons níveis nutricionais e elevar o desempenho animal (CARVALHO, 1992).

A torta de amêndoa de dendê pode ser fornecida a bubalinos, na substituição de silagem da gramínea *Pennisetum purpureum* Schum, nos níveis de 0, 20, 40 e 60%, sendo que o melhor nível de inclusão de torta de amêndoa de dendê na dieta é de 60% (BARBOSA et al., 2010).

Também, Bringel (2009), em trabalho com ovinos castrados verificou que a torta de dendê apresentou características próprias de alimento volumoso. Contudo, o autor relatou que o produto apresentou limitação para utilização na alimentação de ruminantes, em virtude do baixo consumo alimentar, o que pode restringir seu uso,

em maiores proporções na dieta. Esse fato, também, foi evidenciado por Costa et al. (2009), em trabalho com ovinos da raça Santa Inês, os quais verificaram que a adição da torta de dendê proporcionou menor consumo de matéria seca, principalmente, em animais alimentados com 40% de inclusão da torta de dendê. Segundo esses autores, a redução no consumo de matéria seca pode estar relacionada à elevação do teor de fibra detergente neutro e lignina nas dietas ou à palatabilidade do alimento. Mas, a inclusão de 30% da torta amêndoa de dendê permitiu o consumo máximo e digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, e suprimento adequado de energia. Cordeiro et al. (2010), também, em trabalhos com ovinos, observaram que a inclusão da torta de dendê acima de 50% do concentrado reduz o consumo de matéria seca da dieta e pode prejudicar o desempenho dos ovinos.

Em relação ao desempenho de novilhas criadas a pasto e suplementadas com dietas, no período seco à base de subprodutos agroindustriais (farelo de coco e torta de amêndoa de dendê), ocorrem ganhos semelhantes ao binômio milho e farelo de soja e adicionais, traduzindo-se em aumento da produtividade, sustentabilidade e receita da atividade (SOUZA FILHO et al., 2010).

### **3.1.2 Farelo de Coco (FC)**

O estado do Pará é o quarto maior produtor brasileiro de coco (*Coco nucifera*), com produção acima de 244 milhões de frutos ao ano e receita vinculada à atividade superior a 66 milhões de reais. No Brasil, são produzidas cerca 1.965 toneladas de coco por ano e o Pará contribui com cerca 11,2% (IBGE, 2011).

O farelo de coco ou torta de coco é definido como subproduto da extração do óleo de coco, por maceração e compressão, a partir da polpa do coco ou da amêndoa seca. O teor de óleo do farelo pode variar, de acordo com o método de extração, mas o teor de proteína bruta situa-se entre 20 e 25%. Possui boa digestibilidade aparente, 89,19 % de matéria seca, 95,19% de matéria orgânica, 22,4% de proteína bruta, 46,71% de fibra detergente neutro, 18,59% de fibra detergente ácida e 5.461,06 kcal/kg de energia bruta e, apesar do teor de 8,8% de extrato etéreo. Sua boa palatabilidade, associada às suas características



bromatológicas, tornam o farelo de coco um possível substituto do farelo de soja, na alimentação de ruminantes (SOUZA JÚNIOR et al., 2011).

O farelo de coco pode ser usado para substituição do volumoso fornecido a ovinos, mas níveis de inclusão do farelo de coco na dieta acima de 25% podem comprometer a digestibilidade e prejudicar o desempenho animal (FATURI et al., 2010).

### 3.2 INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO SOBRE A REPRODUÇÃO

A alimentação exerce influência sobre a reprodução e os nutrientes apresentam mecanismos específicos de atuação sobre a eficiência reprodutiva, de forma direta, pelo fornecimento de nutrientes específicos necessários para os processos de desenvolvimento de oócitos e espermatozóides, e indireta, sobre as concentrações circulantes dos hormônios (ROBINSON et al., 2006). Em condições de baixa disponibilidade de alimentos, o organismo animal determina uma ordem de prioridade para o uso da energia disponível às funções orgânicas (BORGES, 2006).

Deve-se ressaltar que os animais destinados à reprodução devem receber alimentação adequada, desde o momento do desmame, e perdurar durante todo o seu desenvolvimento, o que nos machos influenciará na espermatogênese, libido e qualidade do ejaculado (BROWN, 1994). Além disso, o conhecimento da duração da espermatogênese, a qual é de 54 dias para bovinos, de 49 dias para ovinos, de 48 dias para caprinos (SAUNDERS, 2003) e de 38 dias para bubalinos (SHARMA; GUPTA, 1980), indica a necessidade de que os animais recebam uma nutrição adequada e fornecimento de nutrientes específicos pelo menos dois meses antes do início dos períodos reprodutivos.

#### 3.2.1 Influência de Proteínas e Lipídeos na Reprodução

As proteínas são vitais para o crescimento, manutenção, reprodução e lactação dos animais. Contudo, em touros bubalinos, o consumo de proteína está mais relacionado à exigência para manutenção do que com a qualidade seminal (PAUL; LAU, 2010). As proteínas, também, fazem parte do conteúdo do plasma seminal de mamíferos, podendo variar de forma espécie-específica, sendo que nos touros o

conteúdo de proteínas no plasma seminal varia entre 4,1 e 167,9 mg/100mL, com média de  $47,1 \pm 48,5$  mg/mL (FOLHADELLA, 2008).

Os lipídios são moléculas importantes, que servem como fonte de energia e componentes críticos da estrutura física e funcional das células (ADEL et al., 1998; SANTOS et al., 2008). Entre os lipídeos importantes para qualidade seminal, os ácidos graxos poliinsaturados, em particular o ácido docosahexaenóico, derivado do ômega 3, tem efeito na integridade da membrana, motilidade e viabilidade espermática (BLESBOIS et al., 1997; ROBINSON et al., 2006). A suplementação com ômega 3 resulta no aumento da motilidade total, motilidade progressiva e velocidade média no percurso e na porcentagem de células viáveis no sêmen a fresco de touros bovinos (GHOLAMI et al., 2010). Contudo, Adeel et al (2009), ao suplementar bubalinos com dietas enriquecidas com óleos ou sementes de girassol, ricas em ômega 3, não observaram efeito na motilidade e viabilidade espermática no sêmen a fresco.

A suplementação dietética, à base de ômega 3, não apresentou efeito sobre o volume de sêmen e concentração de espermatozóides, nem na produção espermática total em búfalos (ADEEL et al., 2009), em galos (CEROLINI et al., 2006), e em perus (ZANIBONI, RIZZI; CEROLINI et al. (2006). Contudo, apresenta efeito na concentração espermática e na produção seminal total em javalis (ROOKE; SHAO; SPEAKE, 2001) e garanhões (HARRIS et al., 2005). Os diferentes resultados podem estar relacionados com a proporção de ácido docosahexaenóico e ácido docosapentaenóico. O sêmen de javali tem altos níveis de DPA e o perfil lipídico do sêmen de garanhões é semelhante ao dos javalis (ROOKE; SHAO; SPEAKE, 2001; BRINSKO et al., 2005). No sêmen de bovinos é predominante o DHA e há baixa concentração de DPA (KELSO et al., 1997).

A composição lipídica seminal de búfalos, relatada por Jain; Anand (1976a), indica que  $10^9$  espermatozóides contêm 1,147mg de lipídeos totais, 0,286 mg de lipídeos neutros, 0,397 mg de glicolipídeos, 0,548 mg de fosfolipídeos e 0,015 gangliosídeos, enquanto em 1 mL de plasma seminal as concentrações são, respectivamente, de 1,500 mg, 0,439 mg, 0,581 mg, 0,594 mg e 0,010 mg. As distribuições de ácidos graxos saturados (47,8%) e insaturados (49,8%) nos espermatozóides foram similares e no plasma seminal a proporção foi ligeiramente maior em ácidos insaturados. O principal ácido graxo saturado do sêmen e do

plasma seminal foi o ácido esteárico. Em relação aos ácidos graxos insaturados, o mais relevante é o ácido docosahexaenóico. Mais de 70% do total de ácidos insaturados foram derivados do ácido linoléico e linolênico. Contudo, não foi encontrado o ácido oléico (JAIN; ANAND, 1976b).

### **3.2.2 Influência de Minerais na Reprodução**

A concentração de minerais no aparelho genital e nos fluídos que constituem o ejaculado é pequena em relação aos que constituem os demais tecidos e depende, quase que exclusivamente, do aporte alimentar.

#### **3.2.2.1 Macronutrientes na Reprodução**

Em machos jovens, os macronutrientes apresentam efeito indireto sobre a reprodução. É importante, nessa fase, assegurar fornecimento de quantidades adequadas de cálcio e fósforo, além de sua correta proporção, para garantir o desenvolvimento do esqueleto, principalmente dos membros, pois alterações na locomoção podem eliminar o animal da reprodução (HIRONAKE, 1988). Em sêmen de búfalos, o cálcio tem influência positiva na motilidade progressiva espermática, na motilidade total e na viabilidade (EGHBALI et al., 2010a).

O magnésio presente no plasma seminal de búfalos está positivamente associado à motilidade progressiva, motilidade e viabilidade bruta, aos níveis de cálcio no plasma seminal e de antioxidantes totais, além de ser negativamente associada com o volume de sêmen (EGHBALI et al., 2010a). O potássio tem correlação positiva com a concentração espermática e percentagem de espermatozóides vivos. Já o sódio é essencial para manter a pressão osmótica (KUMAR et al., 1984).

#### **3.2.2.2 Micronutrientes na Reprodução**

Deficiência ou excesso de micronutrientes podem prejudicar a espermatogênese, a libido do macho, a fertilidade, o desenvolvimento e a sobrevivência embrionária, a atividade de recuperação pós-parto, a produção de

leite e o desenvolvimento e sobrevivência da prole (SMITH; AKINBAMIJO, 2000). As deficiências marginais dos micronutrientes são comuns e de difícil diagnóstico, pela ausência de sinais clínicos característicos. Em rebanhos de corte, pode significar redução no número de bezerros nascidos, decréscimos no número de bezerros desmamados e, também, menor peso do bezerro à desmama. Poucas informações estão disponíveis a respeito das necessidades de nutrientes para ótimo desempenho reprodutivo (BARBOSA; SOUZA, 2009).

O ferro presente no plasma seminal de búfalos está altamente associado com a motilidade progressiva, motilidade espermática e viabilidade espermática (EGHBALI et al., 2010b). A deficiência de manganês pode prejudicar ou deprimir as funções reprodutivas (BARBER et al., 2005; SINGH, 2008).

O manganês é um componente essencial de várias enzimas do processo redox (CAMPANELLA; GATTA; RAVERA, 2005) e pode ser utilizado como antioxidante para melhorar a qualidade e fertilidade do sêmen (CHEEMA; BANSAL; BILASPURI, 2009), tendo efeitos positivos na motilidade e viabilidade espermática de touros (BANSAL; BILASPURI, 2009).

Em relação ao molibdênio, sua exigência é baixa (UNDERWOOD, 1981), contudo, altas doses de molibdênio podem causar diminuição dos pesos dos testículos, epidídimos, vesícula seminal e próstata, além de anormalidades espermáticas, como redução da motilidade espermática do epidídimo, de forma dose-dependente (PANDEY; SINGH, 2002). A deficiência de cromo provoca redução na qualidade seminal de ratos, com decréscimo na contagem de espermatozoides e na fertilidade de animais com oito meses de idade. No entanto, em ratos com quatro meses de idade, não foi observado efeito negativo de dietas deficientes em cromo, pois o cromo tem função de proteger o RNA contra a desnaturação de calor, o que indica que pode estar envolvido na manutenção da estrutura terciária dos ácidos nucléicos (ANDERSON; POLANSKY, 1981).

O cobre é um elemento traço essencial e desempenha papel importante em várias enzimas, como a superóxido dismutase, que protege os espermatozoides de danos peroxidativos. O excesso de cobre é frequente em homens azospérmicos, oligospérmicos e astenozoospermicos e está associado, de forma negativa, na concentração de espermatozoides, na motilidade espermática, na viabilidade espermática, na morfologia normal e pH (EIDI et al., 2010). No sêmen de coelhos, o

cobre influencia negativamente nos parâmetros de motilidade dos espermatozoides (ROYCHOUDHURY et al., 2008). No entanto, no plasma seminal de búfalos, o cobre está associado, de forma positiva, com a motilidade e viabilidade espermática e fertilidade (EGHBALI; ALAVAI-SHOUSHTARI; ARSI REZAI, 2008).

Nos mamíferos, de modo geral, o conteúdo de zinco nas espermatogônias e espermátocitos primários é similar ao observado em células somáticas, porém, a partir das espermátides, há mudanças na incorporação desse elemento na matriz nuclear. Durante a espermiogênese e, portanto, durante a remodelação das espermátides, o zinco se liga aos grupamentos sulfídricos das cisteínas e auxilia na compactação das protaminas, protegendo-as dos processos oxidativos (DADOUNE, 1993).

A deficiência alimentar de zinco causa redução no tamanho testicular, em bezerros, de forma reversível, e afeta a qualidade seminal de touros, especialmente na morfologia, por elevar defeitos na peça intermediária e cauda, baixa motilidade espermática e vigor espermático (OLIVEIRA et al., 2007; FERNANDES et al., 2009). Também, podem causar alterações no formato e no contorno da cabeça dos espermatozoides e alterações na espermiogênese (SAILER; JOST; EVENSON, 1996; FERNANDES et al., 2004; OLIVEIRA et al. 2007) e no espermiograma (BOERSMA; RABHOFER; STOLLA, 2001; FOOTE, 2003). A deficiência de zinco pode alterar a composição de ácidos graxos e a integridade espermática em ratos em idade de maturação sexual (MERRELLS et al., 2009). Em relação a búfalos suplementados com 40 mg/kg/dia de zinco, não houve efeito na morfologia espermática (BISWAJIT ROY et al., 2010). Contudo, em bovinos suplementados com 60 mg/kg/dia de zinco foi observado maior números de espermatozoides normais, motilidade e vigor espermático (FERNANDES et al., 2009). Também, o zinco melhorou a qualidade seminal de touros púberes, criados a pasto e suplementados com 60 mg/kg/dia de zinco (OLIVEIRA et al. 2007).

O selênio funciona como cofator da glutathiona peroxidase, sistema de enzimas responsáveis pela regulação extra e intracelular hidropoxidase (BURK; HILL; MOTLEY, 2003). O selênio, o zinco e o cobalto têm efeitos benéficos na percentagem de espermatozoides, motilidade de espermatozoides vivos e integridade da membrana espermática, em cordeiros (KENDALL et al. (2000).

Em relação ao mineral níquel, sua privação pode causar diminuição da motilidade, densidade e no tempo de trânsito dos espermatozóides no epidídimo, além de afetar a taxa de produção de espermática nos testículos, pesos das vesículas seminais e da próstata (YOKOI; UTHUS; NIELSON, 2003). No entanto, em tecido epididimário de ratos, observou-se efeito ligeiro de níquel, sobre as estruturas do epidídimo, o que indica possível depressão da fertilidade masculina, causada pelo níquel (BABIKOVÁ et al., 2007).

### 3.2.2.3 Metais Tóxicos na Reprodução

Administração de alumínio em ratos aumenta significativamente a concentração de alumínio, de espécies reativas de oxigênio e de malondialdeído, além de diminuir os níveis da glutathione peroxidase e da glutathione redutase no soro e testículos. As aplicações de alumínio diminuem, também, os níveis séricos de selênio no soro e testículos, além de causar diminuição testicular de selenoproteína P (GUO et al., 2009). O acúmulo de alumínio, também, afeta negativamente o teor de zinco, cobre e ferro (YANG; WONG; YUNG, 1998; GUO et al., 2002).

O chumbo detectado no plasma seminal de búfalos está negativamente associado com volume de sêmen, motilidade progressiva, motilidade total, viabilidade espermática, e está positivamente associado à morfologia espermática anormal (EGHBALI et al., 2010b). A administração de cádmio em ratos causa diminuição na concentração de selênio e zinco plasmáticos e testiculares, redução no nível plasmático de testosterona, na concentração de espermatozóides epididimários, na motilidade espermática, além de aumento na peroxidação lipídica. Contudo, em animais expostos ao cádmio e suplementados com selênio e zinco, houve prevenção da diminuição da motilidade dos espermatozóides e correção parcial na contagem de espermatozoides (SAID et al., 2010). A administração por via oral de óxido de titânio, 1 a 2%, resulta em diminuição do ganho de peso corporal, com efeitos negativos na motilidade, concentração e viabilidade espermática, além de reduzir o nível de testosterona no soro de ratos (EL-SHARKAWY; HAMZA; ABOU-ZEID, 2010).

### 3.3 ASPECTOS REPRODUTIVOS DE TOUROS BUBALINOS

O conhecimento das características reprodutivas de uma espécie é de fundamental importância para exploração de seu potencial reprodutivo de maneira racional e eficiente. Na espécie bubalina, os dados relacionados a esses aspectos ainda são escassos, especialmente os relacionados ao macho, tais como biometria testicular, idade à puberdade e maturidade sexual (OHASHI et al., 2007). De acordo com Vale et al. (2008), a puberdade no búfalo macho pode ser considerada como o momento em que o animal inicia a produção de espermatozóides férteis e apresenta libido, com capacidade para montar uma fêmea em cio e fertilizar um óvulo.

Os testículos, as glândulas sexuais acessórias e o pênis dos bubalinos são menores do que os dos bovinos, e o prepúcio é mais penduloso nos búfalos do rio, que nos búfalos do pântano. O comportamento sexual é similar aos dos touros bovinos, no entanto, com menor intensidade, sendo que a libido diminui durante as horas mais quentes do dia. Antes da monta, observa-se que o macho cheira a vulva ou a urina da fêmea. A monta é breve e dura apenas alguns segundos, e o impulso ejaculatório é menos intenso que nos bovinos. Depois da ejaculação, o macho desce lentamente e o pênis é recolhido gradualmente no prepúcio (HAFEZ; JAINUDEEN; ROSINHA, 2004).

Em estudo com búfalos de diferentes idades, Ohashi et al. (2001) encontrou que o perímetro escrotal apresenta crescimento linear em relação ao peso corporal e à idade. Segundo Vale et al. (2008), o padrão de desenvolvimento testicular de bubalinos é semelhante ao dos zebuínos, ou seja, sendo tardios quando comparados ao desenvolvimento testicular de bovinos de raças taurinas, os quais apresentam circunferência escrotal, entre 30 e 33 cm, de 12 a 14 meses de idade, e peso corporal aproximado de 400 kg. O perímetro escrotal de animais da raça Murrah, submetidos a manejo adequado, desde a fase infantil, até a maturidade sexual foram reportadas em trabalho de Vale et al. (2004), como exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização do perímetro escrotal (cm), nos machos bubalinos da raça Murrah, de acordo com a idade.

Idade (mês)	Média CE (cm)	Muito boa (cm)	Boa (cm)	Questionável (cm)
12 –17	21 ± 3,3	>23	23	<19
18 –23	25 ± 3,2	>26	25	<21
24 –29	27 ± 2,8	>29	28	<23
30 – 35	29 ± 3,5	>30	29	<25
36 – 41	32 ± 3,1	>33	32	<28
42 – 47	34 ± 2,9	>34	33	<31
48 – 53	36 ± 3,5	>36	34	<31
54 – 60 ou >	38 ± 3,6	>39	36	<32

Fonte: Vale et al. (2004). Perímetro (PE).

Ao analisar a atividade espermática de búfalos de diferentes faixas etárias, Ohashi (1993) verificou que o desenvolvimento reprodutivo dos animais ocorre, de forma gradual e lenta, até 12-14 meses de idade. A atividade espermatogênica aumenta de maneira acelerada de 18-24 meses, com tendência à estabilização, indicando que, a partir de 24 meses de idade, os animais já se encontram aptos para o início da atividade reprodutiva, embora não tenham atingido o seu pleno desenvolvimento testicular e reprodutivo. Nos animais com idade superior a 36 meses, a produção espermática já se apresenta estabilizada, e indica a idade adulta dos animais que são sexualmente maduros. Vale et al.(2008) relatam que a fase da maturidade sexual pode ser considerada quando o sistema genital do búfalo alcança sua produção plena de hormônios e espermatozóides, que ocorre entre o 22° e o 24° mês de idade.

A duração do ciclo espermatogênico de um búfalo é de aproximadamente 38 dias e a duração do ciclo do epitélio seminífero é, em média, de oito dias e com 4,4 ciclos consecutivos (SHARMA; GUPTA, 1980). Ao analisar testículos de búfalos Nili-Ravi, em diferentes idades (1, 6, 12, 18 e 24 meses), Ahmad et al. (1984) verificaram que os testículos dos búfalos com um mês de idade apresentaram peso de  $3.5 \pm 0,7g$  e, em animais com 24 meses, peso testicular de  $185 \pm 30g$ . Ao medir diâmetro dos túbulos seminíferos, observaram desenvolvimento linear de  $57 \mu m$  (um mês de idade) para  $178 \mu m$  (24 meses). A formação da luz tubular somente ocorreu aos doze meses de idade, igualmente à completa formação de células de Sertoli e predomínio de espermatogônias. Assim, uma rápida proliferação de conteúdo



tubular ocorreu aos doze meses, quando o peso dos testículos atingiu 75 g. Em relação aos espermátocitos, foram observados aos doze meses, e seu número aumentou entre 18 e 24 meses. O estabelecimento da espermatogênese foi verificado com aparecimento de significativo número de espermátides, por volta dos 18 meses de idade, quando os testículos pesavam 122 g.

A partir dos 14 a 15 meses de idade, o búfalo pode ser treinado para a atividade de monta, pois salta facilmente em outro macho ou em fêmea em cio. A libido nessa espécie é mais débil, com tendência a ser mascarada nas horas mais quentes do dia, com a presença de barulho ou mesmo pessoas estranhas. Por isso, é recomendável condicionar os animais e trabalhar com os mesmos nas horas matutinas ou vespertinas (VALE, 1994; 1997).

O ejaculado normal do bubalino adulto é de coloração branco-leitoso a acinzentada, raramente ultrapassa 5 mL e possui concentração espermática entre 300 e  $1.500 \times 10^6$  de células por mililitro. A motilidade espermática é menor que os bovinos (HAFEZ, JAINUDEEN, ROSINHA; 2004). Contudo, Vale (2002) considera um ejaculado bubalino, de boa qualidade, quando apresenta volume que varia de 1,0 a mais de 3,0 mL, concentração espermática de 600 a  $1.200 \times 10^6$  de espermatozoides por mL, turbilhonamento mínimo de 3 (escala de 0 a 5), motilidade espermática entre 60 e 80%, vigor de pelo menos 3 (escala de 0 a 5) e pH entre 6,5 e 7,2.

Estudos de Koonjaenak et al. (2007) investigaram, ao longo do ano, os aspectos físico-químicos do sêmen de touros bubalinos da Tailândia, com idade média de  $10 \pm 4,5$  anos e peso médio de  $854 \pm 37$  kg. Na estação chuvosa, o volume foi de  $3,6 \pm 0,2$  mL, a concentração espermática de  $1.200 \times 10^6$ /mL, a motilidade de  $75,2 \pm 1,3\%$  e a integridade de membrana plasmática foi de  $69,1 \pm 2,1\%$ . No inverno, o sêmen apresentou volume de  $3,2 \pm 0,2$  mL, concentração espermática de  $1,2 \times 10^9$ /mL, motilidade de  $74,5 \pm 1,3\%$  e integridade de membrana plasmática de  $68,7 \pm 2,0\%$ . No verão, o volume foi de  $3,8 \pm 0,2$  mL, a concentração espermática de  $1,1 \times 10^9$ /mL, a motilidade de  $72,8 \pm 1,4\%$  e a integridade de membrana plasmática de  $75,6 \pm 2,1\%$ . Houve diferença estatística somente nos valores encontrados para a integridade de membrana plasmática. Em relação à morfologia espermática, a percentagem de alterações foi de  $13,7 \pm 0,5\%$  no período chuvoso, de  $12,4 \pm 0,5\%$ , no inverno e de  $10,7 \pm 0,5\%$ , no verão.

Garcia et al. (2010) observaram o ejaculado de touros bubalinos da raça Murrah, com idade de  $50 \pm 2$  meses, e verificaram as seguintes características físicas e morfológicas:  $1,84 \pm 1,50$  mL para volume ejaculado,  $3,55 \pm 0,88$  de turbilhonamento,  $78,98 \pm 7,52$  de motilidade,  $4,07 \pm 0,74$  de vigor,  $1.140 \pm 0,63 \times 10^6$  células/mL,  $7,45 \pm 0,67$  de pH,  $74,9 \pm 12,87\%$  de integridade de membrana plasmática,  $5,79 \pm 3,17$  de defeitos maiores,  $4,65 \pm 3,09$  de defeitos menores e  $10,43 \pm 3,09\%$  de defeitos totais.

Ao compararem sêmen de bubalinos de diferentes idades, Javed; Khan; Kausar (2000) verificaram a média do volume ejaculatório de  $4,67 \pm 1,62$  mL, sem diferenças significativas entre a idade dos grupos. Ejaculados com coloração branco-leitosa apresentaram concentração espermática de  $1,00 \pm 0,50 \times 10^6$  /mL, o pH médio foi de  $6,55 \pm 0,50$ , o movimento de massa médio foi de  $2,65 \pm 1,14$  e a motilidade progressiva média de  $56,89 \pm 0,65\%$ . A Tabela 2 resume as principais características seminais para espécie, segundo diferentes autores.

Tabela 2 - Características físico-químicas e morfológicas do sêmen de búfalos colhido por vagina artificial, descritas por diferentes autores.

Característica	Observado	Autor
Cor	Branco, branco leite ao creme com ligeiro tom azulado	VALE (1994)
Volume (mL)	Touros jovens: 1 a 3 mL	VALE (1994)
	Touros adultos: 6 mL	VALE (1994)
	Búfalos Jafarabadi: $5,09 \pm 0,18$	SHELKE; DHAMI (2002)
pH	6,4 a 7,0	RATTAN (1990) KUMAR; SAHNI; BISTHA (1993) AGUIAR et al. (1994)
	6,7 a 7	VALE (1997) VALE (1994)
	600 a 1.200	VALE (1994)
Concentração (x $10^6$ células/mL)	1.166,30 $\pm$ 17,50	AGUIAR et al. (1994)
	690,60 $\pm$ 187,90 a 1.290 $\pm$ 100,00	GALLI et al. (1993)
	524,10 $\pm$ 20,70 a 1.031,4 $\pm$ 28,70	KUMAR; SAHNI; BISTHA, (1993)
	1.209,56 $\pm$ 53,48	SHELKE;DHAMI (2002)
Motilidade (%)	>70	VALE (1994)
	78,6 $\pm$ 5,6	AGUIAR et al. (1994)
	40,0 $\pm$ 2,0 a 82,0 $\pm$ 5,0	GALLI et al. (1993)
	60,8 $\pm$ 1,5 a 69,0 $\pm$ 4,0	KUMAR; SAHNI; BISTHA (1993)
Vigor (1-5)	59,44 $\pm$ 3,05	SHELKE;DHAMI (2002)
	>3	VALE (1994)
Movimento de massa (0-5)	2,23 $\pm$ 0,15	SHELKE; DHAMI (2002)
Defeitos de cabeça (%)	5,78 $\pm$ 2,1	KUMAR; SAHNI; BISTHA (1993)
Defeitos de peça intermediária (%)	<1,0	KUMAR; SAHNI; BISTHA (1993)
Defeitos de cauda (%)	3,92 $\pm$ 1,00 a 5,70 $\pm$ 0,40	KUMAR; SAHNI; BISTHA (1993)
Total de espermatozoides anormais (%)	15,0 a 20,0	KUMAR; SAHNI; BISTHA (1993)
	22,18 $\pm$ 3,11	SHELKE; DHAMI (2002)

Fonte: Viana, 2006.

O sêmen do búfalo pode apresentar problemas associados aos aspectos climáticos ou estacionais, em face de grande sensibilidade que o epitélio seminífero apresenta, quando do aumento da temperatura ambiental (VALE et al., 2008). Uma vez que a região Amazônica possui clima quente e úmido, existe a necessidade de se implementar manejo especial, principalmente para os animais submetidos à colheita de sêmen, durante a estação mais quente do ano. Entre as ações de manejo, citam-se a possibilidade dos animais terem acesso a áreas com sombreamento disponível ou locais para banhos diários, para que o animal possa dissipar calor corporal. Por isso, em regiões em que alta temperatura e alta umidade do ar coexistem, Garcia (2006) indica práticas de manejo do ambiente, associadas às práticas de manejo animal, como regras fundamentais para a sustentabilidade de um sistema produtivo, pois conferem aos animais melhor eficiência produtiva e reprodutiva, em rebanhos bubalinos.

### 3.4 TESTOSTERONA

O sistema reprodutivo masculino de mamíferos é regulado por complexos mecanismos de *feedback*, que envolvem o hipotálamo, a hipófise anterior e os testículos. O hipotálamo sintetiza e secreta hormônio liberador de gonadotrofina, que vai atuar, diretamente, na hipófise anterior, que por sua vez produz e secreta gonadotrofinas, como o hormônio folículo estimulante, que tem como alvos específicos receptores nas células de Sertoli, dentro dos túbulos seminíferos, e o hormônio luteinizante, que se liga aos receptores de membrana das células de Leydig, estimuladas a converter colesterol em testosterona (CUNNINGHAM, 2004). Também, a testosterona pode ser produzida em pequenas quantidades pelo córtex adrenal (HAFEZ; JAINUDEEN; ROSINHA; 2004).

A testosterona é um importante hormônio esteróide, que atua em diversas fases do processo reprodutivo do macho, como a diferenciação sexual e o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, como chifres mais fortes, maior tamanho, mamas rudimentares, esqueleto mais robusto. Além disso, determina a libido e o comportamento sexual, como espírito combativo e liderança. Controla, a função dos órgãos reprodutores e a espermatogênese, estimulando os estágios finais de espermatogênese e prolonga a vida útil dos espermatozóides

epididimários (MIES FILHO, 1987; OHASHI, 1993; HAFEZ; JAINUDEEN; ROSINHA, 2004).

A testosterona é transportada na corrente circulatória por uma  $\alpha$ -globulina denominada globulina ligadora de esteróides. Cerca de 98% da testosterona circulante encontra-se na forma ligada, com o restante na forma livre, capaz de adentrar as células-alvo, onde uma enzima citoplasmática converte a testosterona em diidrotestosterona, que atua no respectivo receptor nuclear (HAFEZ; JAINUDEEN; ROSINHA; 2004).

Em resposta à estimulação gonadotrófica, machos pré-puberes secretam testosterona progressivamente. Cada pulso de hormônio luteinizante é seguido por aumento transitório na secreção de testosterona, a intervalos de uma hora. À medida que a puberdade progride, o aumento da testosterona no sangue provoca decréscimo na secreção de gonadotrofinas, pelo mecanismo de retroalimentação negativa (HAFEZ; JAINUDEEN; ROSINHA, 2004).

Segundo Ohashi (1993), os níveis de testosterona nos bubalinos de 2 a 16 meses de idade se apresentam abaixo do limite de detecção das análises por radioimunoensaio. Em animais em idade com 12 a 24 meses, há elevação nos níveis de testosterona, onde se observa a média de  $160,9 \pm 189,2$  pg/mL, e atingem o máximo valor em animais com idade maior que 36 meses, tendo como nível médio  $1.169,8 \pm 718,8$  pg/mL.

Os perfis de testosterona em búfalos adultos criados na presença ou ausência de fêmeas foram estudados na Itália. A média dos níveis plasmáticos de testosterona em relação à estação do ano foi maior na primavera (março a maio) e no verão (junho a agosto), tanto nos machos mantidos com fêmeas durante o ano inteiro ( $2,08 \pm 0,16$  e  $2,09 \pm 0,20$  ng/mL) ou separados das fêmeas ( $2,02 \pm 0,24$  ng/mL e  $2,12 \pm 0,24$  ng/mL). Durante o outono (setembro a novembro) e o inverno (dezembro a fevereiro), os níveis foram menores, tanto nos machos com presença ( $1,48 \pm 0,28$  ng/mL e  $1,48 \pm 0,21$  ng/mL), quanto ausência de fêmeas ( $1,03 \pm 0,11$  ng/mL e  $0,95 \pm 0,10$  ng/mL) (MALFATTI et al., 2006). Dixit et al. (1998), em búfalos Murrah adultos, verificaram que os níveis de testosterona variaram entre 0,19 e 2,99 ng/mL, com média diária de  $1,34 \pm 0,52$  ng/mL.

A testosterona apresenta correlação positiva com o peso corporal, atividade espermatogênica testicular e concentração de androstendiona, fato observado por

Chacur (1999). A deficiência de zinco tem sido reportada à atrofia do epitélio tubular, redução na produção dos hormônios luteinizante, folículo estimulante e testosterona com inibição da espermatogênese (FAVIER, 1992). Em relação ao consumo de metais tóxicos, o acúmulo de alumínio diminui a concentração de testosterona testicular (GUO et al., 2001).

## REFERÊNCIAS

ADEEL, M.; IJAZ, A.; ALEEM, M.; REHMAN, H.; YOUSAF, M. S.; JABBAR, M.A. Improvement of liquid and frozen-thawed semen quality of Nili-Ravi buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) through supplementation of fat. **Theriogenology**, v.71, p.1220-1225, 2009.

ADEL, A. Z.; ARMAND, B. C.; CHRISTOPHE E. D.; FRANK, S. The fatty acid composition of phospholipids of spermatozoa from infertile patients. **Molecular Human Reproduction**, v.4, p.111-118, 1998.

AHMAD, M.; LATIF, M.; QAZI, M. H.; SABIER, M.; ARSLAN, M. Age- related change in body weight, scrotal size and plasma testosterone levels in buffalo bulls (*Bubalus bubalis*). **Theriogenology**, v.22, p.651-656, 1984.

ANDERSON, R. A.; POLANSKY, M. M. Dietary chromium deficiency effect on sperm count and fertility in rats. **Biological Trace Element Research**, v.3, p1-5, 1981.

BABIKOVÁ, L., TOMAN, R., HLUCHÝ, S., MASSÁNYI, P. Quantitative morphometry analysis of the rat epididymis after a peroral administration of nickel. **Zootehnie și Biotehnologii**, v.40, n.1, p. 330-334, 2007.

BACKES, M. A.; KAMPF, A. N. Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.5, p.753-758, 1991.

BANSAL, A. K.; BILASPURI, G. S. Antioxidant effect of vitamin E on motility, viability and lipid peroxidation of cattle spermatozoa under oxidative stress. **Animal Science Papers and Reports**, v.27, n.1, p.5-14, 2009.

BARBER, S. J.; PARKER, H. M.; Mc DANIEL, C. D. Broiler breeder semen quality as affected by trace minerals in vitro. **Poultry Science**, n.84, p.100-105, 2005.

BARBOSA F. A, SOUZA G. M. Efeito dos Microminerais na Reprodução de Bovinos. Disponível em: <<http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos>>. Acesso em 13 set 2009.

BARBOSA, N. G. S.; RODRIGUEZ, N. M.; FERNANDES, P. C. C.; GARCIA, A.R.; NAHÚM, B. S.; SALIBA, E. S.; BORGES, I; ÁVILA, S. C.; MENEZES, B. P.; RIBEIRO, O. A. V.; OLIVEIRA, M. E. C.; QUINZEIRO NETO, T. Intake and

digestibility of river buffalo steers (*Bubalus bubalis*) fed different levels of palm kernel cake: effect of diet neutral detergent fiber, digestible energy, crude protein and extract ether. In: WORD BUFFALO CONGRESS, 2010, Argentina. **Revista Veterinaria**, v.21, Sup. 1, 2010, p. 146-150.

BLESBOIS, E.; LESSIRE, M.; GRASSEAU, I.; HALLOUIS, J. M.; HERMIER, D. Effect of dietary fat on the fatty acid composition and fertilizing ability of fowl semen. **Biology of Reproduction**, v.56, p.1216-1220, 1997.

BISWAJIT ROY, P. K.; NAGPAUL, P. K.; PANKAJ, T. K.; MOHANTY, V. S.; GHOSH, R. S. Effect of Zn supplementation (ZnSO<sub>4</sub>) on sperm morphometry of Murrah buffalo bulls (*Bubalus bubalis*). **Buffalo Bulletin**, v.29, n.1, p.21-25, 2010.

BORGES, A. M. Inter-relações entre nutrição e reprodução em fêmeas bovinas de corte. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 5, 2006, Viçosa, MG. **Anais ... Viçosa, MG: UFV**, 2006.

BOERSMA, A.; RABHOFER, R.; STOLLA, R. Influence of sample preparation, staining procedure and analysis conditions on bull sperm head morphometry using the morphology analyzer integrated visual optical system. **Reproduction of Domestic Animals**, v. 36, p.222-229, 2001.

BRASIL. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal - CBAA. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Brasília: Sindicatos/Anfar; CBNA; SDR/MA, 1998.12p.

BRINGEL, L. M. L. **Avaliação nutricional da torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) em substituição à silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) na alimentação de ruminantes**. 2009. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2009.

BRINSKO, S. P.; VARNER, D. D.; LOVE, C. C.; BLANCHARD, T. L.; WILSON, M. E. Effect of feeding a DHA enriched nutraceutical on the quality of fresh, cooled and frozen stallion semen. **Theriogenology**, v.63, p.1519-1527, 2005.

BROWN, B. W. A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams. **Reproduction Nutrition and Development**, v.34, p.89-114, 1994.

BURK, R. F.; HILL, K. E.; MOTLEY, A. K. Selenoprotein metabolism and function: evidence for more than one function for selenoprotein P. **The Journal of Nutrition**. v.133, n.5, p.1517-1520, 2003.

CAMPANELLA, L.; GATTA, T.; RAVERA, O. Relationship between anti-oxidant capacity and manganese accumulation in the soft tissues of two freshwater molluscs: *Unio pictorum mancus* (Lamellibranchia, Unionidae) and *Viviparus ater* (Gastropoda, Prosobranchia) **Journal of Limnology**, v.64, n.2, p.153-158, 2005.

CARVALHO, F. C. Disponibilidade de resíduos agro-industriais e do beneficiamento de produtos agrícolas. In: Simpósio utilização de subprodutos agroindustriais e

resíduos de colheita na alimentação de ruminantes. 1992, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA/UEPAE, 1992. p.7-27.

CEROLINI, S.; ZANIBONI, L.; MALDJIAN, A.; GLIOZZI, T. Effect of docosahexaenoic acid and  $\alpha$ -tocopherol enrichment in chicken sperm on semen quality, sperm lipid composition and susceptibility to peroxidation. **Theriogenology**, v.66, p.877-886, 2006.

CHACUR, M. G. M. **Estresse térmico em touros bufalinos (*Bubalus bubalis*), avaliações das características fisiológicas da reprodução**. 1999. 126f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 1999.

CHEEMA, R. S.; BANSAL, A. K.; BILASPURI, G. S. Manganese provides antioxidant protection for sperm cryopreservation that may offer new consideration for clinical fertility. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v.2, n.3, p.152-159, 2009.

CORDEIRO, D. C. M.; VASCONCELOS, H. G. R. FATURI, C.; ÁVILA, S. C.; ALMEIDA, C. G. **Consumo voluntário em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes proporções de torta de dendê no concentrado**. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador-BA. **Resumos...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

COSTA, D. A.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; FERREIRA, G. D. G.; SANTOS, N. F. A.; GARCIA, A. R.; MONTEIRO, E. M. M. Avaliação nutricional da torta de dendê para suplementação de ruminantes na Amazônia Oriental. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, n. 8, p.83-101, 2009.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 578p.

DADOUNE, J. P. Morphogenesis, organization and abnormalities of the nucleus in human spermatozoa. **Patology Biological**, v. 41, n. 3, p. 220-221, 1993.

DIXIT, V. D.; SINGH, B.; SINGH, P.; GEORGIE, G. C.; GALHOTRA, M. M.; DIXIT, V. P. Circadian and pulsatile variations in plasma levels of inhibin, FSH, LH and testosterone in adult Murrah buffalo bulls. **Theriogenology**, v.50, p.283-292, 1998.

EGHBALI, M.; ALAVAI-SHOUSHTARI, S. M.; ARSI REZAI, S. Effects of copper and superoxide dismutase content of seminal plasma on buffalo semen characteristics. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.11, n.5, p.1964-1968, 2008.

EGHBALI, M.; ALAVI-SHOUSHTARI, S. M.; ASRI-REZAEI, S.; ANSARI, M. H. K. Calcium, magnesium and total antioxidant capacity (TAC) in seminal plasma of water buffalo (*Bubalus bubalis*) bulls and their relationships with semen characteristics. **Veterinary Research Forum**, v.1, n.1, p.12-20, 2010a.

EGHBALI, M.; ALAVI-SHOUSHTARI, S. M.; ASRI-REZAEI, S.; ANSARI, M. H. K. Effects of the Seminal Plasma Iron and Lead Content on Semen Quality of Water

Buffalo (*Bubalus bubalis*) Bulls. **Veterinary Research Forum**, v.1, n.3, p.142-148, 2010b.

EIDI, M.; EIDI, A.; POUYAN, O.; SHAHMOHAMMADI, P.; FAZAELI, R.; BAHAR, M. Seminal plasma levels of copper and its relationship with seminal parameters. **Iranian Journal of Reproductive Medicine**, v.8, n.2, p.60-65, 2010.

EL-SHARKAWY, N. I.; HAMZA, S. M.; ABOU-ZEID, E. H. Toxic impact of titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) in male albino rats with special reference to its effect on reproductive system. **Journal of American Science**, v.6, n.11, p.865-872, 2010.

FATURI, C.; XAVIER, M. M.; VASCONCELOS, H. G. R.; SANTOS, I. A. P.; PAULA, C. C. F.; AZEVEDO, J. C. Digestibilidade aparente de dietas para ovinos contendo diferentes proporções de farelo de coco no concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., Salvador, BA. **Resumos....** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

FAVIER, A. E. The role of zinc in reproduction. Hormonal mechanisms. **Biological Trace Element Research**, v.32, p.363-382, 1992.

FERNANDES, C. E.; SILVA, A. E. F. D.; AZEVEDO, H. C.; BICUDO, S. D.; OLIVEIRA, A. R.; LOPES, S. C. P.; MORAES, S. S. Morfometria da cabeça espermática e correlação com demais variáveis seminais em touros Nelore com alterações na espermiogênese. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte: SBZ, 2004. CD-ROM.

FERNANDES, C. E.; OLIVEIRA, A. R.; MIRANDA, P. A. B.; LOPES, S. C. P.; MORAES, S. S.; MORAIS, M. G.; ABREU, U. G. P.; LANDIM-ALVARENGA, F. C. Alterações na morfologia espermática em touros de corte com e sem suplementação de zinco na mistura mineral. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.4, p. 1074-1083, 2009.

FOLHADELLA, I. M. Perfil protéico do sêmen e fertilidade de touros da raça Gir. 2008. 66f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

FOOTE, R. Effect of processing and measuring procedures on estimated sizes of bull sperm heads. **Theriogenology**, v.59, p.1765-1773, 2003.

GARCIA, A. R. Influência de fatores ambientais sobre as características reprodutivas de búfalos do rio (*Bubalus bubalis*). **Revista de Ciências Agrárias**, n.45, supl., p.1-13, 2006.

GARCIA, O.; VALE, W. G.; GARCIA, A. R.; RIBEIRO, H. F. L.; FERRO, R.; ROLIM FILHO, S. T.; SOUSA, E. M. Experimental study of testicular insulation In: BUFFALO. CONGRESS WORD BUFFALOES, Argentina. **Revista Veterinaria**, v. 21, 2010, p.889-891. Sup. 1.



GHOLAMI, H.; CHAMANI, M.; TOWHIDI, A.; FAZELI, M. H. Improvement of semen quality in Holstein bulls during heat stress by supplementing omega-3 fatty acids. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, v.68, p.939-945, 2010.

GUO, C. H., HUANG, C. J., CHEN, S. T., HSU, G. S. W. Serum and testicular testosterone and nitric oxide products in aluminum-treated mice. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v.10, p.53-60, 2001.

GUO, C. H., HUANG, C. J., CHIOU, Y. L., HSU, G. S. W. Alteration of trace element distribution and testis ACE activity in mice with high peritoneal aluminum. **Biological Trace Element Research**, v.86, p.145-157, 2002.

GUO, C. H.; HSU, G. S. W.; CHUANG, C. J.; CHEN, P. C. Aluminum accumulation induced testicular oxidative stress and altered selenium metabolism in mice. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v.27, p.176-18, 2009.

HAFEZ, E. S. E; JAINUDEEN, M. R; ROSINHA, Y. Hormônios, fatores de crescimento e reprodução. In: HAFEZ, E. S. E; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**, 7. ed. Barueri, SP: Manole, 2004. 513p.

HARRIS, M. A.; BAUMGARD, L. H.; ARNS, M. J.; WEBEL, S. K. Stallion spermatozoa membrane phospholipids dynamics following dietary n-3 supplementation. **Animal Reproduction Science**, v.89, n.1-4, p.234-237, 2005.

HIRONAKE, R. The effect of calcium supplementation of an all-concentrate diet for beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.68, n.1, p.199-203, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**, Rio de Janeiro, 2011. 128p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Culturas temporárias e permanentes**. Produção agrícola mundial, Rio de Janeiro, 2009. v. 36, p.1-93.

JAIN, Y. C.; ANAND, S. R. The lipids of buffalo spermatozoa and seminal plasma. **The Journal of Society for Reproduction and Fertility**, v.47, p.255-260, 1976a.

JAIN, Y. C; ANAND, S. R. Fatty acids and fatty aldehydes of buffalo seminal plasma and sperm lipid. **The Journal of Society for Reproduction and Fertility**, v.47, p.261-267, 1976b.

JAVED, M. T.; KHAN, A.; KAUSAR, R. Effect of age and season on some semen parameters of Nili-Ravi buffalo (*Bubalus bubalis*) bulls. **Veterinarski Arhiv**, v.70, n.2, p.83-94, 2000.

KELSO, K. A.; CEROLINI, S.; NOBLE, R. C.; SPARKS, N. H. C.; SPEAKE, B. K. The Effects of Dietary Supplementation with docosahexaenoic Acid on the Phospholipid

Fatty Acid Composition of Avian Spermatozoa Comparative. **Biochemistry and Physiology - Part B - Biochemistry & Molecular Biology**, v.118, n.1, p.65-69, 1997.

KENDALL, N. R.; MCMULLEN, S.; GREEN, A.; RODWAY, R. G. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs. **Animal Reproduction Science**, v.62, p.277-283, 2000.

KOONJAENAK, S; CHANATINART, V; AIUMLAMAI, S; PINYOPUMIMINTR, T; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Seasonal variation in semen quality of swamp buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) in Thailand. **Asian Journal of Andrology**, v. 9, p.92-101, 2007.

KUMAR, S.; TRIPATHI, S. S.; SAXENA, V. B. A comparative study on phosphatases, sodium and potassium in successive semen ejaculates of red Dane, Jersey and Murrah. **Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry**, v.13, n.3, p.136-139, 1984.

LOURENÇO JUNIOR, J. B.; GARCIA, A. R. Produção animal no bioma Amazônico: atualidades e perspectivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 63-83, 2006.

MALFATTI, A.; BARBATO, O.; TODINI, L.; TERZANO, G. M; DEBENEDETTI, A.; BORGHESE, A. Blood testosterone levels in Italian Mediterranean buffalo bulls managed in two different breeding conditions. **Theriogenology**, v.65, p.1137-1144, 2006.

MERRELLS, K. J.; BLEWETT, H.; JAMIESON, J. A.; TAYLOR, C. G.; SUH, M. Relationship between abnormal sperm morphology induced by dietary zinc deficiency and lipid composition in testes of growing rats. **British Journal of Nutrition**, v.102, p.226-232, 2009.

MIES FILHO, A. **Reprodução de animais**. 6. ed. Porto Alegre: Sulina, 1987. v.1/2, 750p.

OHASHI, O. M. **Estudos morfofisiológico do testículo de bubalinos mestiços (*Bubalus bubalis*) em diferentes idades**. 1993. 111f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 1993.

OHASHI, M. O.; OBA, E.; NOGUEIRA, J. C.; SOUSA, J. S.; SILVA, A. O. A. Características do desenvolvimento reprodutivo do macho bubalino: biometria testicular puberdade e maturidade sexual. **Revista Brasileira de Medicina de Veterinária**, v.23, n.3, 2001.

OHASHI, O. M.; MIRANDA, M. S.; CORDEIRO, M. S.; SANTOS, S. S. D. Desenvolvimento reprodutivo do macho bubalino: circunferência escrotal, atividade espermática e endocrinologia. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.299-306, 2007.

OLIVEIRA, A. R.; MORAIS, M. G.; MORAES, S. S.; FERNANDES, C. E.; ÍTAVO, L. C. V.; ABREU, URBANO G. P. Efeito de diferentes fontes e concentrações de zinco na mistura mineral sobre desempenho e características seminais de touros jovens criados em campo. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p.465-477, 2007.

PANDEY, R.; SINGH, S. P. Effects of molybdenum on fertility of male rats. **Bio Metals**, n.15, p.65-72, 2002.

PAUL, S. S.; LAL, D. **Nutrient requirements of buffaloes**. India: SSPH, 2010.137p

RESTLE, J.; VAZ, F. N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. **Produção de bovinos de corte**, Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999, 168p.

ROBINSON, J. J.; ASHWORTH, C. J.; ROOKE, J. A.; MITCHELL, L. M.; MCEVOY, T. G. Nutrition and fertility in ruminant livestock animal. **Feed Science and Technology**, n.126, p.259–276, 2006.

RODRIGUES FILHO, J. A.; CAMARÃO, A. P.; AZEVEDO, G. P. C. Composição química da torta de amêndoa de dendê produzida na região Nordeste do estado do Pará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.

ROOKE, J. A.; SHAO, C. C.; SPEAKE, B. K. Effects of feeding tuna oil on the lipid composition of pig spermatozoa and in vitro characteristics of semen. **Reproduction**, v.121, p.315-322, 2001.

ROYCHOUDHURY, S.; SLIVKOVF, J.; BULLA, J.; MASSINYI, P. Copper administration alters parameters of spermatozoa motility in vitro. **Folia Veterinária** 5. v.2, n.2, p.64-68, 2008.

SAID, L.; BANNI, M.; KERKENI, A.; SAID, K.; MESSAOUDI, I. Influence of combined treatment with zinc and selenium on cadmium induced testicular pathophysiology in rat. **Food and Chemical Toxicology**, v.48, p.2759-2765, 2010.

SAILER, B. L.; JOST, L. K.; EVENSON, D. P. Bull sperm head morphometry related to abnormal chromatin structure and fertility. **Cytometry**, v.24, n.2, p.167-173, 1996.  
SAINJU, U. M.; RAHMAN, S.; SINGH, B. P. Evaluating hairy vetch residue as nitrogen fertilizer for tomato in soilless medium. **Horticultural Science**, v.36, n.1, p.90-93, 2001.

SANTOS, J. E. P.; BILBY, T. R.; THATCHER, W. W.; STAPLES, C. R.; SILVESTRE, F.T. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.23-30, 2008.

SAUNDERS, P. T. K. Germ cell-somatic cell interactions during spermatogenesis. **Reproduction Cambridge England Supplement**, v.61, p.91-101, 2003.

- SHARMA, A. K; GUPTA, R. C. Duration of seminiferous epithelial cycle in buffalo bulls (*Bubalus bubalis*). **Animal Reproduction Science**, v.3, p.217-224, 1980.
- SINGH, R. S. V. Metal and apoptosis: recent developments. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.22, n.4, p.262-284, 2008.
- SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; VELOSO, C. M.; CARVALHO, G. G. P.; CEZÁRIO, A. S.; SANTOS, C. C. Farelo de cacau (*Theobroma caçãõ L.*) e torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) na alimentação de cabras em lactação: consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1786-1794, 2005.
- SMITH, O. B.; AKINBAMIJO, O. O. Micronutrients and reproduction in farm animals. **Animal Reproduction Science**, v.60, n.61, p.549-560, 2000.
- SOUZA JUNIOR, L.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SANTOS, N. F. A.; FERREIRA, G. D. G.; GARCIA, A. R.; NAHÚM, B. S. Ingestão de alimentos e digestibilidade aparente das frações fibrosas da torta de coco para ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 169-174, 2011.
- SOUZA FILHO, W.; AMARAL JÚNIOR, J. M.; FATURI, C.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F. Avaliação do desempenho produtivo de novilhas bubalinas suplementadas com subprodutos da agroindústria em pasto de capim-marandu no período da seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador-BA. **Resumos...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.
- UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England, 1981, 189p.
- VALE, W. G. Collection processing and deep freezing of buffalo semen. **Buffalo Journal**, v.2, Suppl, p.65-81, 1994.
- VALE, W. G. Sperm cryopreservation. *Bubalus bubalis*: Journal of Buffalo Science Tech, v.4, Suppl, p.129-140, 1997.
- VALE, W. G. Reproductive management of buffalo male aiming semen production for artificial insemination. In: BUFFALO SYMPOSIUM OF AMERICAS, 2002, Belém, Brasil. **Proceedings...** Belém: APCB, 2002.
- VALE, W. G; MAGALHÃES, N. A; MAGALHÃES, D. M; RIBEIRO, H. F. L. Testis growth, body weight and testicular size rates in the Brazilian Murrah buffaloes. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ANIMAL REPRODUCTION, 15., 2004, Porto Seguro, BA, Brazil. **Abstracts...** Porto Seguro: ICAR, 2004. v.1, p.179.
- VALE, W. G; RIBEIRO, H. F. L.; SOUSA, J. S.; SILVA, A. O. A; BARBOSA, E. M; FILHO, S. T. R. Seleção e avaliação andrológica do reprodutor bubalino. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.32, n.2, p.141-155, 2008.

VIANA, R. B. **Influência da suplementação mineral sobre o desenvolvimento reprodutivo de búfalos do desmame aos 24 meses de idade.** 2006, 201f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, 2006.

YANG, M. S.; WONG, H. F.; YUNG, K. L. Determination of endogenous trace metal contents in various mouse brain regions after prolonged oral administration of aluminum chloride. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, v.55, p.445-453, 1998.

YOKOI, K.; UTHUS, E. O.; NIELSEN, F. H. Nickel Deficiency Diminishes Sperm Quantity and Movement in Rats. **Biological Trace Element Research**, v. 93, p.141-153, 2003.

ZANIBONI, L.; RIZZI, R; CEROLINI, S. Combined effect of DHA and atocopherol enrichment on sperm quality and fertility in the turkey. **Theriogenology**, v. 65, p.1813-1827.

#### **4 SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR DE BUBALINOS: AVALIAÇÃO DE MINERAIS E METAIS TÓXICOS EM RAÇÕES À BASE DE FARELO DE COCO E DE TORTA DE AMÊNDOA DE DENDÊ**

##### **RESUMO**

O objetivo do estudo foi avaliar a composição de macronutrientes, micronutrientes e metais tóxicos em ingredientes e dietas formuladas com subprodutos da agroindústria da Amazônia brasileira, especificamente, farelo de coco e torta de amêndoa de dendê, para uso na suplementação de bubalinos criados a pasto. Foram formulados três concentrados: Controle, Base-FC (à base de farelo de coco) e Base-TAD (à base de torta de amêndoa de dendê). Foram coletadas e processadas amostras dos ingredientes das dietas experimentais para análise dos teores de macronutrientes (Ca, Mg, Na e K), micronutrientes (Fe, Mn, Mo, Co, Cr, Cu, Zn, Se e Ni) e metais tóxicos (Al, Pb, Ba, Cd, Sr e Ti). A quase totalidade dos macro e micronutrientes foi encontrada nos ingredientes das dietas, e atendem às demandas nutricionais dos animais, exceto o Ni, que não foi detectado nos ingredientes do concentrado e no volumoso. Com relação aos metais tóxicos, apenas, não foram observados o Ti, no milho, farelo de soja e torta de amêndoa de dendê, Cd, no milho e farelo de soja, e Pb. O concentrado formulado à base de torta de amêndoa de dendê possibilitou melhor oferta de Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Mo, Co, Cr, Cu, Zn e Se para os búfalos.

**Palavras-chave:** Amazônia. Macronutrientes. Micronutrientes. Metais tóxicos. Subprodutos da agroindústria.

#### **FEED SUPPLEMENTATION OF BUFFALOES: EVALUATION OF MINERALS AND TOXIC METALS IN DIETS WITH COCONUT MEAL AND PALM KERNEL CAKE BASED**

##### **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the composition of the macronutrients, micronutrients and toxic metals in diets with coconut meal and palm kernel cake based on byproducts of the agribusiness from Brazilian Amazon, offered to buffaloes maintained at the pasture. Three diets were analyzed: the control, the base-FC

(coconut meal-base) and the base-TAD (palm kernel cake-base). Samples were collected and processed ingredients in order to assess the composition of macronutrients (Ca, Mg, Na and K), micronutrients (Fe, Mn, Mo, Co, Cr, Cu, Zn, Se and Ni) and the toxic metals (Al, Pb, Ba, Cd, Sr and Ti) in the experimental diets. Almost all macronutrients and micronutrients were found in the components of the diets, supplying the nutritional requirements of the animals, in exception the Ni, which was not found at the forage and in the diet components. Ti was not found in the corn, soybean meal and palm kernel cake; the Cd in the corn and soybean meal; and the Pb. The formulated diets on the palm kernel cake-base enabled best offering of Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Mo, Co, Cr, Cu, Zn and Se for the buffaloes in this study.

**Keywords:** Amazon. Macronutrients. Micronutrients. Toxic metals. Byproducts of the agribusiness.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O Pará é o maior produtor nacional de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), com mais de 50 mil hectares cultivados e com produção anual superior a 907 mil toneladas. Essa atividade gera receita anual de aproximadamente 148 milhões de reais e, por força da política de incentivo à produção de biocombustíveis, está em plena expansão (IBGE, 2009). Outra atividade de destaque na agricultura paraense é a produção de coco (*Cocos nucifera*), contribuindo com 11,2% da produção nacional, o que o destaca como o quarto maior produtor do país, com 244 milhões de frutos ao ano e receita anual de 66 milhões de reais (IBGE, 2011).

O processamento do dendê ocorre de forma mecânica na extração dos óleos de palma e palmiste. O óleo de palma é obtido pela retirada do óleo do mesocarpo carnoso, que resulta casca e amêndoa, de onde se retira o óleo de palmiste, e, posteriormente, disponibiliza a torta de palmiste ou torta de amêndoa de dendê (MDA, 2007). Em relação ao processamento do coco, primeiramente, faz-se a retirada da água de coco e, na sequência, os melhores frutos são levados para a linha de produção de leite de coco e coco ralado. Os demais frutos são encaminhados para o processo de extração de óleo e o resíduo dessa extração é a torta de coco (CALLADO; PAULA JÚNIOR, 1999).

Como o volume de resíduos industriais gerados pelas empresas que processam dendê e coco no estado do Pará é relativamente grande, existe a possibilidade de impactos causados pela sua deposição no ambiente. Por outro lado, durante parte do ano, há escassez de alimentos para os ruminantes criados em pastagens nativas ou cultivadas, em função de estiagem que diminui a oferta de forragem de qualidade, o que afeta a produção de carne e leite de bubalinos nesse estado, detentor do maior rebanho de búfalos do país, com 38,4% do efetivo nacional (MORAES JUNIOR et al., 2010).

O aproveitamento de resíduos agroindustriais constitui alternativa para formulação de rações para búfalos, destacando-se tanto a torta de amêndoa de dendê como o farelo de coco, para substituir alimentos concentrados convencionais, como milho e soja, e auxiliar na suplementação de ruminantes, em períodos críticos do ano. Assim, seu uso pode minimizar os custos da alimentação animal, considerando-se que os suplementos alimentares tradicionais são produzidos em outras regiões brasileiras, o que contribui para elevar os custos de produção.

Apesar da possibilidade de utilizar subprodutos oriundos de grandes indústrias localmente instaladas, existem poucas informações a respeito da sua composição bromatológica, principalmente no que se refere à concentração de minerais e metais tóxicos. Esse conhecimento é, portanto, de fundamental importância, pois eles participam na composição estrutural corpórea e, sob a forma iônica, na composição dos fluidos e líquidos intra e extracelular, além de catalisadores enzimáticos e hormonais (MORAES, 2001). Por outro lado, o monitoramento de metais tóxicos nesses subprodutos se faz necessário, por existir contaminações advindas do meio ambiente ou do processamento industrial, o que, em última instância, pode favorecer a contaminação humana, por via alimentar (SPISSO; NÓBREGA; MARQUES, 2009).

Assim, o presente estudo visou avaliar a composição de macronutrientes, micronutrientes e metais tóxicos em ingredientes e dietas formuladas com subprodutos da agroindústria da Amazônia, especificamente farelo de coco e torta de amêndoa de dendê, para uso na suplementação de bubalinos criados a pasto.



## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Pesquisa Animal “Senador Álvaro Adolpho”, da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará (1° 28’S, 48° 27’W). O tipo climático é Afi (Köppen), com precipitação pluviométrica média de 2.990,0 mm/ano. A temperatura média anual é 26,5°C, com média de umidade relativa do ar em torno de 84% e insolação anual entre 1.686,3 e 3.201,3 horas de brilho solar (PACHÊCO; BASTOS, 2007). O solo é do tipo Latossolo Amarelo, fase pedregosa, com pH = 4,92, matéria orgânica = 29,39 g/kg, P = 18,16 mg/dm<sup>3</sup>, K = 26,33 mg/dm<sup>3</sup>, Na = 19,83 mg/dm<sup>3</sup>, Ca = 1,02 cmol<sub>c</sub>, Ca + Mg = 1,43 cmol<sub>c</sub>, Al = 0,76 cmol<sub>c</sub> e H+Al = 6,98 cmol<sub>c</sub>.

Foram utilizados 15 machos bubalinos (*Bubalus bubalis*) adultos, com idade média de 3,2 ± 1,3 anos e peso médio inicial de 458,0 ± 96,8 kg, criados em 5,4 ha, divididos em cinco piquetes, sob pastejo rotacionado intensivo de *Panicum maximum* cv. Mombaça. O ciclo de pastejo foi de 30 dias, com seis dias de ocupação e 24 dias de descanso, em taxa de lotação média de 3,23 UA/hectare.

As rações experimentais foram constituídas por volumoso e concentrados à base de subprodutos agroindustriais. O fornecimento diário individual dos concentrados (252 dias) correspondeu a 1% do peso vivo dos animais, ajustado a cada 28 dias. A determinação do consumo da gramínea foi realizada pela técnica de nano indicador (nano LIPE<sup>®</sup>), conforme Saliba (2005).

Os animais foram divididos em três grupos: Grupo Controle (n = 5; concentrado convencionalmente utilizado para búfalos em terminação), Grupo Base-FC (n = 5; concentrado à base de farelo de coco) e Grupo Base-TAD (n = 5; concentrado à base de torta de amêndoa de dendê). Na Tabela 3 encontra-se a composição dos concentrados experimentais.

Tabela 3 - Proporção dos ingredientes usados nos concentrados experimentais para bubalinos.

Composição (%)	Concentrado		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Milho em grão	62,4	18,8	2,0
Farelo de coco	-	69,3	-
Torta de amêndoa de dendê	-	-	69,3
Farelo de soja	24,8	-	14,9
Farelo de trigo	11,9	10,9	12,9
Calcário calcítico	1,0	1,0	1,0

A ingestão diária média de pastagem dos animais foi maior nos grupos Controle de 5,5 kg/MS e Base-FC de 5,65 kg/MS, e menor no Base-TAD de 4,41 kg/MS ( $P < 0,05$ ) (OLIVEIRA et al., 2010). Na Tabela 4 está expressa a composição da mistura mineral fornecida, na quantidade de 100 g/animal/dia.

Tabela 4 - Composição da mistura mineral utilizada na suplementação de bubalinos\*.

Mineral	Quantidade
<b>Macronutriente</b>	
Cálcio	12 g/kg
Fósforo	8,8 g/kg
Sódio	12,6 g/kg
Enxofre	1,2 g/kg
<b>Micronutriente</b>	
Manganês	130 mg/kg
Ferro	180 mg/kg
Cobre	153 mg/kg
Zinco	363 mg/kg
Selênio	1,5 mg/kg
Flúor	88 mg/kg
Iodo	75 mg/kg

\* Fosbov-20<sup>®</sup> (Tortuga, Goiânia - Go).

Para avaliação da composição mineral das dietas foram coletadas amostras da planta inteira, folha e colmo da gramínea forrageira e dos ingredientes das rações experimentais. A extração dos minerais foi realizada por misturas de ácidos inorgânicos em sistema aberto, sendo as amostras trituradas, pesadas e transferidas para tubo digestor. Adicionou-se HNO<sub>3</sub> (conc.) e HCl (6 mol/L), na proporção 3:1, posteriormente, adição de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a 30%. As amostras foram colocadas em bloco digestor e, posteriormente, determinados os macronutrientes (cálcio [Ca], sódio [Na]

e magnésio [Mg]), micronutrientes (ferro [Fe], manganês [Mn], molibdênio [Mo], cobalto [Co], cromo [Cr], cobre [Cu], zinco [Zn] e níquel [Ni]) e metais tóxicos (alumínio [Al], bário [Ba], chumbo [Pb], estrôncio [Sr], titânio [Ti] e cádmio [Cd]), analisados pela metodologia da EPA nº 6010 (2007), em espectrometria de emissão óptica, com plasma induzido, conforme recomendações do fabricante (Vista MPX ICP-OES®, Varian Analytical Instruments, Mulgrave, Austrália). A determinação do potássio [K] foi realizada de acordo com EPA nº 2581 (1974), por espectrometria de absorção atômica (SpectrAA 220®, Varian Analytical Instruments, Mulgrave, Austrália). Para a determinação do selênio [Se] foi utilizada a técnica de espectrometria de absorção atômica, com geração de hidretos (HGAAS) (VGA-77®, Varian Analytical Instruments, Mulgrave, Austrália), conforme EPA nº 7742 (1994).

A estimativa do consumo mineral total de cada ração foi realizada pela somatória dos nutrientes presentes nos seus ingredientes (gramínea, concentrado e sal mineral). Assim, foram considerados os consumos da gramínea Mombaça, de acordo com Oliveira et al. (2010), usando os mesmos animais experimentais, consumos médios diários individuais de cada concentrado e consumo diário individual da mistura mineral. Foram tomados como parâmetros de comparação os níveis de requerimento e tolerância para bovinos ou bubalinos. Quando informações sobre as demandas minerais não eram disponíveis, como para metais tóxicos, foram utilizados os valores dos requerimentos e tolerância para bovinos de corte (NRC, 1996; 2005).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 Avaliação da Concentração de Macronutrientes na Forragem e nos Ingredientes

A determinação de minerais na forragem e nos ingredientes dos concentrados é um referencial prático para verificar a disponibilidade dos minerais nos alimentos, estimar o consumo mineral dos animais, bem como planejar sua adequada suplementação, a fim de prevenir deficiências e favorecer a produtividade do rebanho (CARDOSO, 2010). A concentração de macronutrientes na forragem e nos ingredientes das rações experimentais está apresentada na Tabela 4.

Tabela 5 - Concentração de macronutrientes (%) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça e nos ingredientes dos concentrados experimentais para bubalinos.

Mineral (%)	Gramínea <sup>1</sup>			Concentrado <sup>2</sup>					
	Planta	Folha	Colmo	Milho	FC	TAD	FS	FT	CC
Cálcio	0,49	0,49	0,33	0,02	0,05	0,28	0,27	0,10	23,94
Sódio	0,17	0,15	0,27	0,01	0,02	0,04	0,01	0,01	0,04
Magnésio	0,22	0,26	0,27	0,13	0,24	0,21	0,32	0,38	0,27
Potássio	1,93	1,76	2,29	0,54	1,21	0,46	1,90	0,92	0,06

<sup>1</sup> *Panicum maximum* <sup>2</sup> Farelo de coco (FC), torta de amêndoa de dendê (TAD), farelo de soja (FS), farelo de trigo (FT) e calcário calcítico (CC).

O cálcio extracelular é essencial na formação do esqueleto e tecidos, transmissão de impulsos nervosos, contração muscular esquelética e cardíaca e coagulação sanguínea. Além disso, tem papel relevante na secreção de hormônios, ativação e estabilização de enzimas e como componente fundamental do leite (NRC, 1996; 2005). As concentrações de cálcio encontradas foram similares na torta de amêndoa de dendê e farelo de soja, e mais elevadas que nos outros ingredientes, com exceção do calcário.

A forragem apresentou teor de cálcio superior ao dos ingredientes das rações, pois, de maneira geral, os vegetais verdes são mais ricos nesse nutriente do que os grãos de cereais e seus subprodutos (ANDRIGUETTO et al., 2002). No entanto, o cálcio encontrado na gramínea foi inferior a 0,56%, determinado por Santos (2003), na mesma forrageira. Essas variações de cálcio na forragem podem ser consideradas normais, pois dependem da parte da planta avaliada, tipo climático local, maturidade da planta e quantidade de troca no solo (MINSON, 1990).

O sódio é um elemento mineral necessário, por desempenhar funções importantes no organismo animal. Participa na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido-base, condução e transmissão de impulsos nervosos, além de ser componente indispensável da enzima sódio-potássio adenosina trifosfato (ATPase Na-K). É responsável pela criação de gradientes elétricos no transporte de nutrientes, participa da bomba de Na-K, além de compor os sais da saliva, úteis para tamponar o ácido da fermentação ruminal (NRC, 2001).

A concentração de sódio observada no volumoso foi baixa, mas esteve em concordância com o NRC (1980), o qual cita que gramíneas e leguminosas trazem em sua composição valores inadequados desse mineral, e estão de acordo com teores de sódio de 0,20%, previamente relatados para forragem (OLIVEIRA et al.,

2008). A concentração de sódio nos ingredientes das rações experimentais variou de 0,01 a 0,04%. Os teores encontrados estão de acordo com os determinados para farelo de soja, 0,01% (KERR et al., 2008) e farelo de milho, 0,014% (TERUYA, 1999), mas, diferiram para farelo de trigo, 0,02% (ROSTAGNO et al., 2005) e torta de amêndoa de dendê, 0,0023% (RAZUAN et al., 2011).

O magnésio é importante na dieta animal, pois desempenha funções essenciais no desenvolvimento ósseo, além de atuar como cofator em reações de lipídeos, carboidratos e proteínas. Interações entre magnésio e potássio, cálcio, fósforo, alumínio, ferro e sódio podem interferir na sua absorção (CARVALHO; BARBOSA; McDOWELL, 2003). No presente trabalho, o magnésio foi detectado em maiores concentrações nos farelos de soja e trigo, sendo que os menores níveis foram detectados no milho.

O potássio está envolvido na excitabilidade dos nervos e músculos, além de participar no equilíbrio hidroeletrolítico do organismo. Suas maiores concentrações foram encontradas nos farelos de soja, coco e trigo, o que corrobora dados do NRC (1996), ao mencionar que os farelos de grãos são boas fontes desse mineral. Também, o potássio é abundante nas pastagens (TOKARNIA et al., 2010), normalmente encontrado entre 1 e 4% (NRC, 1996). As análises da gramínea Mombaça apresentaram teores de 1,76 a 2,29%, que são similares ao descrito por Oliveira et al. (2008), de 1,79%, em solo do cerrado.

#### **4.3.2 Avaliação da Concentração de Micronutrientes na Forragem e nos Ingredientes**

A quantidade total de um micronutriente no solo é, muitas vezes, apenas indicação relativa da quantidade que realmente estará disponível às plantas. O pH do solo é fator importante na regulação e suprimento dos nutrientes para as raízes. A disponibilidade dos micronutrientes, como ferro, manganês, boro, cobre e zinco, tende a diminuir com o aumento do pH, diferentemente do molibdênio (CARVALHO; BARBOSA; MCDOWELL, 2003). Na Tabela 6 encontram-se os teores de micronutrientes na forragem e ingredientes das rações experimentais.

Tabela 6 - Concentração de micronutrientes (mg/kg) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça e nos ingredientes das rações experimentais para bubalinos.

Mineral (mg/kg)	Gramínea <sup>1</sup>			Ingrediente <sup>2</sup>					
	Planta	Folha	Colmo	Milho	FC	TAD	FS	FT	CC
Ferro	100,54	243,85	27,80	103,63	243,30	385,41	308,43	118,58	860,16
Manganês	152,86	123,57	159,45	3,19	47,35	93,93	17,63	123,18	57,57
Molibdênio	1,22	9,10	3,38	n.d.	n.d.	1,73	n.d.	n.d.	2,98
Cobalto	10,71	1,72	13,71	15,87	38,21	28,09	25,22	29,49	29,49
Cromo	1,88	2,63	n.d.	n.d.	n.d.	4,23	n.d.	11,93	8,07
Cobre	11,04	18,05	16,22	26,36	41,96	40,97	40,83	41,39	102,63
Zinco	27,96	76,54	47,72	34,91	41,20	34,00	45,38	78,50	8,98
Selênio	0,18	0,18	0,23	0,36	0,40	0,80	0,14	0,23	0,23
Níquel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

<sup>1</sup> *Panicum maximum* <sup>2</sup> Farelo de coco (FC), torta de amêndoa de dendê (TAD), farelo de soja (FS), farelo de trigo (FT) e calcário calcítico (CC). n.d. = Não detectado.

O ferro é um elemento extremamente abundante nos solos brasileiros (CARVALHO; BARBOSA; MCDOWELL, 2003) e seus níveis são bastante variados. As elevadas concentrações observadas podem decorrer do fato de que na região amazônica os solos apresentam baixo pH e elevada concentração de ferro trocável (REID; HORVATH, 1980). Nos animais, esse elemento tem como função principal a respiração celular, participa da estrutura de moléculas como hemoglobina, citocromo e mioglobina, que necessitam desse nutriente para seu metabolismo. No entanto, altas concentrações interferem negativamente no metabolismo do fósforo, cobre e selênio (MCDOWELL, ARTHINGTON, 2005).

A concentração do ferro da gramínea Mombaça está de acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), para essa espécie, entre 100 e 150 mg/kg. Nos subprodutos agroindustriais, foram observadas elevadas concentrações de ferro na torta de amêndoa de dendê e nos farelos de soja e coco. No entanto, a sua concentração na torta de amêndoa de dendê foi baixa, quando comparada à publicada por Alimon (2004), de 835 a 6130 mg/kg. Contrariamente, no farelo de soja, esteve acima do detectado por Teruya (1999), 133 mg/kg.

O manganês ocorre em maior disponibilidade nas plantas quando o pH do solo está entre 5,0 e 6,4. Esse mineral possui importante atividade nas metaloenzimas, no metabolismo ósseo e reprodução de fêmeas bovinas (CARVALHO; BARBOSA; MCDOWELL, 2003). No presente estudo, a maior concentração de manganês foi encontrada nas amostras da gramínea, farelo de

trigo e torta de amêndoa de dendê. Ao comparar com a literatura, os níveis da forrageira Mombaça foram superiores a 68,49 mg/kg, encontrado por Oliveira et al. (2008). Em relação aos ingredientes das rações, a concentração de manganês foi inferior aos dados de Teruya (1999), de 133 mg/kg, no farelo de trigo, e 31 mg/kg, no farelo de soja, e de Alimon (2004), de 132 a 340 mg/kg, na torta de amêndoa de dendê. Também, os níveis de manganês não alcançaram 75 mg/kg, relatados por Creswell e Brooks (1971), no farelo de coco e 68,1 mg/kg, no calcário calcítico, reportado por Fassani et al. (2004).

O molibdênio é essencial ao organismo animal, pois atua como componente do sistema enzimático da xantina oxidase, com participação no metabolismo das purinas e transporte de elétrons (McDOWELL, ARTHINGTON, 2005). Está presente em pequenas quantidades nos tecidos vegetais e animais. Nos alimentos de origem vegetal, seu teor está estreitamente relacionado ao tipo de solo e variações climáticas. A assimilação do molibdênio pelas plantas aumenta quando se corrige o pH ou solos são fertilizados com fosfatos (ANDRIGUETTO et al., 2002). O molibdênio foi detectado em pequenas quantidades na gramínea Mombaça no presente trabalho, e inferior ao encontrado por Prada, Mendonça e Carciofi (1998) que indicaram níveis de 14,43 mg/kg, em *Panicum maximum*. O teor de molibdênio na torta de amêndoa de dendê foi maior que o encontrado por Alimon (2004), de 0,70 a 0,79 mg/kg, nesse subproduto. O molibdênio não foi detectado no milho, nem nos farelos de coco, soja e trigo, provavelmente, por estar abaixo do limite mínimo de detecção da metodologia utilizada.

A exigência de cobalto pelos ruminantes se baseia na necessidade que os microrganismos do rúmen têm desse elemento para síntese de vitamina B12, a qual é aproveitada posteriormente pelo ruminante (NRC, 1996). A presença do cobalto nos subprodutos foram maiores que as reportadas por Silva Filho, Armelin e Silva (1999), que encontraram níveis de 0,126 µg/g e 0,041 µg/g, respectivamente, nos farelos de soja e de trigo.

O cromo é outro micronutriente importante na alimentação animal. Participa do metabolismo energético, por potencializar a ação da insulina e facilitar a interação entre esta e seus receptores (McDOWELL, 1985), além de importante papel no sistema imunológico (CARVALHO; BARBOSA; MCDOWELL, 2003). O cromo foi detectado somente na gramínea Mombaça e nos subprodutos, como torta de amêndoa de dendê e farelo de trigo. A não detecção do elemento em outros

ingredientes analisados pode ser atribuída ao fato do cromo sofrer volatilização, quando aquecido ou passar por digestão ácida das amostras, em sistemas abertos (WHO, 1988).

A importância de se estudar o cobre na alimentação de animais deve-se ao fato de estar envolvido em funções importantes no organismo. Atua na respiração celular, devido à sua participação na síntese de hemoglobina e no metabolismo do ferro, melhora a resistência do organismo às infecções bacterianas, participa da formação óssea, queratinização e pigmentação dos pelos, além dos processos de reprodução e metabolismo dos lipídeos (CARVALHO; BARBOSA; MCDOWELL, 2003). A absorção do cobre é inibida pelo excesso de molibdênio, na presença de enxofre (CARDOSO, 2010). O cobre presente na forragem Mombaça esteve mais elevado do que o relatado por Prada, Mendonça e Carciofi (1998), de 3,64 mg/kg. Nos subprodutos farelo de coco, torta de amêndoa de dendê, farelo de soja e farelo de trigo foram observados teores similares entre si.

O zinco é um nutriente importante, pois participa como componente e cofator de sistemas enzimáticos, como peptidase e anidrase, necessários para o metabolismo ósseo e síntese protéica (McDOWELL; ARTHINGTON, 2005). Ao analisar os componentes da dieta, verificou-se que o zinco esteve presente em todos os ingredientes, que confirma o relatado por Andriguetto et al. (2002), os quais afirmam que todos os alimentos naturais possuem quantidades razoáveis de zinco, e os grãos de cereais, farelos de grãos, farinha de osso e melaço, são especialmente ricos neste elemento. Os teores de zinco encontrados neste trabalho foram mais elevados que os descritos na literatura para essa forragem, de 21 a 23 mg/kg (COSTA, 2003). Contudo, foram semelhantes aos teores previamente descritos para o milho, de 32 a 59 mg/kg (HARMOM et al., 1969), farelo de coco, de 53 mg/kg (CRESWELL; BROOKS, 1971), torta de amêndoa de dendê, de 40,5 a 50 mg/kg (ALIMON, 2004) e farelo de soja, de 45 mg/kg (TERUYA, 1999). No farelo de trigo, o nível detectado foi quase duas vezes maior ao encontrado por Teruya (1999), de 49 mg/kg. No calcário, os níveis estão de acordo com Fassani et al. (2004), que encontraram variação no teor de zinco de 4 a 20 mg/kg, ao avaliar o produto oriundo de quatro cidades brasileiras.

O selênio é essencial para funções orgânicas, como crescimento, reprodução, prevenção contra doenças e manutenção da integridade dos tecidos (McDOWELL, 1999). Também, exerce grande influência na fertilidade dos machos, e está



relacionado à qualidade do sêmen, sendo encontrado na composição da enzima glutathiona peroxidase, presente no plasma seminal e cuja função é proteger a membrana dos espermatozóides contra o ataque peroxidativo (ALONSO et al., 1997). Ocorre, naturalmente, em quase todos os alimentos utilizados nas dietas de animais, em quantidades variáveis e em formas que apresentam distintas disponibilidades (ANDRIGUETTO et al., 2002). Assim, neste trabalho, verificou-se que o selênio esteve presente em todos os ingredientes da dieta, porém, em baixas concentrações, sendo que a torta de amêndoa de dendê apresentou maior concentração que os outros subprodutos. O teor de selênio encontrado no grão de milho foi superior ao relatado por Ridley et al. (2004), de 0,19 mg/kg. Da mesma forma, o nível observado na torta de amêndoa de dendê foi superior aos níveis de 0,23 a 0,30 mg/kg, descritos para este subproduto na Malásia (ALIMON, 2004).

O micronutriente níquel é considerado um novo mineral de interesse nutricional para animais (PEDREIRA; BERCHIELLI, 2006). É essencial para ação da enzima urease, presente nas bactérias ureolíticas, capaz de transformar uréia em amônia. O níquel está, também, envolvido na reação final da metanogênese, com capacidade de alterar as proporções de gases produzidos na fermentação ruminal e efeito na digestibilidade de componentes da dieta (CARVALHO; BARBOSA; McDOWELL, 2003). No presente trabalho, esse mineral não foi detectado nas amostras estudadas, possivelmente, devido ao método analítico empregado. Segundo o NRC (2005), a análise de níquel é dificultada pela interferência da matriz pelo cálcio, sódio e potássio.

#### **4.3.3 Avaliação da Concentração de Metais Tóxicos na Forragem e nos Ingredientes**

Além de analisar nutrientes que fazem parte do requerimento nutricional dos animais e plantas, existe, também, a necessidade de se fazer o monitoramento de metais tóxicos na alimentação animal, visto que, atualmente, muitas culturas agrícolas são tratadas com defensivos que podem conter contaminantes, entre eles metais tóxicos (SILVA FILHO; ARMELIN; SILVA, 1999). Esses metais, na dependência do elemento considerado e da sua concentração, podem representar risco para os animais, além de potencialmente poderem contaminar os produtos de origem animal, como carne e leite (SOUZA et al., 2009). As concentrações dos

metais tóxicos estudados, na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça e nos ingredientes das rações estão demonstradas na Tabela 7.

Tabela 7 - Concentração de metais tóxicos (mg/kg) da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça nos ingredientes das rações experimentais para bubalinos.

Mineral (mg/kg)	Gramínea <sup>1</sup>			Ingredientes <sup>2</sup>					
	Planta Inteira	Folha	Colmo	Milho	FC	TAD	FS	FT	CC
Alumínio	1.429,82	303,55	88,83	78,44	28,07	61,30	216,65	62,22	1.166,97
Chumbo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bário	10,18	9,52	7,56	0,94	1,41	7,05	5,07	20,72	9,60
Cádmio	0,15	0,85	0,35	n.d.	1,69	1,81	n.d.	1,23	2,71
Estrôncio	34,85	25,02	19,72	3,61	4,64	14,83	7,90	7,74	80,70
Titânio	3,74	7,75	2,17	n.d.	3,19	n.d.	n.d.	0,22	126,30

<sup>1</sup> *Panicum maximum* <sup>2</sup> Farelo de coco (FC), torta de amêndoa de dendê (TAD), farelo de soja (FS), farelo de trigo (FT) e calcário calcítico (CC). n.d. = Não detectado.

O chumbo não é considerado elemento essencial para nutrição de plantas e animais (NRC, 2005), e não foi detectado nas amostras estudadas neste trabalho. No entanto, a concentração de alumínio foi muito elevada nas amostras, principalmente na gramínea Mombaça. O teor de alumínio pode estar relacionado ao tipo e pH do solo da região do estudo, onde ocorre alta disponibilidade de alumínio trocável e, conseqüentemente, formação de maior gradiente desse elemento no solo, o que resulta em maior absorção pelas plantas. O alumínio é considerado o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, e suas concentrações nos solos variam geograficamente, e se refletem nos níveis observados nas plantas (NRC, 1980).

As amostras de milho e subprodutos agroindustriais, como torta de amêndoa de dendê, farelos de soja e de trigo, tiveram concentrações elevadas de alumínio. Isso pode ser atribuído a possível contaminação no momento da geração e processamento dos subprodutos, que envolve etapas de extração física e química do produto final desejado. Em relação à elevada concentração de alumínio no calcário calcítico, esse fato pode ser atribuído à sua elevada ocorrência no solo da região de extração. O fato de estar presente na maioria dos ambientes pode tornar quase inevitável a contaminação das amostras biológicas, e gerar dificuldades analíticas (NRC, 2005). Os fatores primários relacionados à toxicidade do alumínio

seriam os níveis de fósforo na dieta e a solubilidade do alumínio de origem (NRC, 1980).

O bário é elemento que não ocorre na natureza, sob forma livre, e tem pouca importância na nutrição animal, pois não há evidências que exerça qualquer função essencial para animais vertebrados (NRC, 2005). Quando absorvido, é extremamente tóxico, e sua ação está relacionada a uma hiperestimulação dos músculos no organismo animal, independentemente do tipo de inervação (NRC, 1980). Os níveis de bário encontrados nos ingredientes variaram de 0,94 a 20,72 mg/kg. Contudo, vale ressaltar que sua quantidade total em um ingrediente da alimentação animal ou humana não significa que esteja biologicamente disponível (NRC, 1980). A toxicidade do bário é, também, dependente da sua solubilidade. Um exemplo é o uso do sulfato de bário, que é praticamente insolúvel e não tóxico, tendo sido utilizado há décadas em medicina humana e animal como radiocontraste, por via oral (NRC, 2005; RAUSCH et al., 2009).

O cádmio é um elemento que pode alcançar o ambiente por meio de diversas fontes antropogênicas, e inclui os subprodutos do refino de zinco, a combustão do carvão, resíduos de minas, processos de galvanização, fabricação de ferro e aço, pigmentos, fertilizantes e lamas de depuração. Substâncias como sulfato, nitrato, cloreto e sais de acetato de cádmio são muito solúveis em água, enquanto óxido, hidróxido e sulfeto de cádmio têm solubilidade muito baixa. Compostos organocádmio não ocorrem na natureza, mas o cádmio é capaz de prontamente formar complexos com proteínas, ácidos e outros compostos orgânicos (NRC, 2005).

Na maioria dos ingredientes das dietas estudadas foi detectado cádmio, exceto no milho e farelo de soja. A provável contaminação poderia estar relacionada com uso de adubação das pastagens e áreas de cultivo agrícola com fertilizantes químicos, cuja fabricação inclui o uso de fosfatos naturais sem tratamentos, que pode acumular cádmio e ocasionava absorção pelas plantas (MORTVEDT, 1981). Isso aconteceria porque esse mineral no solo é mais facilmente absorvido pelas raízes das plantas, quando comparado aos outros metais tóxicos, sendo esse fenômeno mais pronunciado em solos ácidos, de acordo com Guimarães et al. (2008). Silva Filho, Armelin e Silva (1999), ao analisarem subprodutos da alimentação animal, observaram que as amostras de farelos de soja e de trigo tiveram valores próximos de 0,5 ppm. No presente estudo, a concentração de cádmio no calcário, na torta de amêndoa de dendê e farelos de coco e trigo foram

bem inferiores aos resultados de Silva Filho, Armelin e Silva (1999), considerando-se que a tolerância máxima permitida para bovinos é de 10 ppm de cádmio (NRC, 2005).

O estrôncio não é essencial para plantas e animais. Seu efeito é mais pronunciado quando há baixos níveis de cálcio na dieta. Assim, se os níveis de cálcio oferecidos estiverem de acordo com recomendado, os animais podem apresentar maior tolerância ao estrôncio (NRC, 2005). O titânio não é elemento essencial para o metabolismo de plantas e animais (NRC, 1980). Ao determiná-lo nas amostras, verificou-se sua presença, principalmente, no calcário calcítico, com baixas concentrações no volumoso, farelo de coco e farelo de trigo, não sendo detectado nos outros ingredientes.

#### **4.3.4 Concentração e Consumo de Nutrientes e Metais Tóxicos nas Rações Experimentais**

A constituição de macro e micronutrientes nos concentrados e dietas experimentais é apresentada na Tabela 8. Pode-se observar que a oferta de cálcio no Grupo Controle esteve dentro do nível de 0,53% preconizado para bovinos pelo NRC (1996), enquanto nos Grupo Base-TAD e Base-FC os teores ficaram levemente acima da recomendação.

Os teores de sódio nas dietas utilizadas ficaram acima do recomendado para bovinos de corte, de 0,06 a 0,08%, por quilograma de ração total oferecida (NRC, 1996). Contudo, os níveis de sódio oferecidos não ultrapassaram o limite máximo de tolerância, de 8%, para bovinos (NRC, 1996). Os teores de oferecimento de magnésio nas dietas experimentais foram similares, e alcançaram níveis superiores aos recomendados na dieta total de bovinos, de 0,10% (NRC, 1996), sem, no entanto, atingir o limite de tolerância, de 0,6% (NRC, 2005). Em relação ao potássio, as dietas apresentaram níveis superiores ao recomendado, de 0,60%, na dieta total para bovinos (NRC, 1996), sem, contudo, exceder o limite preconizado na dieta, que é de 2,00% (NRC, 2005).

As dietas estudadas apresentaram níveis de ferro superiores aos exigidos pela espécie bovina (50 mg/kg), para manutenção das funções fisiológicas, mas estiveram abaixo do nível de tolerância para a espécie, que é de 1.000 mg/kg da dieta (NRC, 1996). O nível de tolerância do manganês, também, é de 1.000 mg/kg

da dieta, enquanto a concentração requerida por bovinos na dieta é de 40 mg/kg (NRC, 1996), nível alcançado pelos grupos Controle, Base-FC e Base-TAD.

A exigência de molibdênio para bovídeos não é conhecida, mas seu nível de tolerância para espécie bovina é de 5mg/kg. Nas dietas estudadas, a maior concentração desse micronutriente ocorreu no Grupo Base-TAD, mas em níveis seguros, quando considerada a informação anterior. A recomendação diária de cobalto na dieta é de 10 mg/kg (NRC, 2005), níveis suplantados em todas as rações, sem que os búfalos tivessem apresentado sintomas de toxidez ou inapetência. Os teores de cobalto oferecidos nas dietas, considerados altos, estão relacionados aos níveis elevados em praticamente todos os ingredientes das rações estudadas.

Ainda não existem informações sobre as reais exigências dietéticas de cromo para bubalinos e bovinos. Os animais dos Grupos Controle e Base-FC ingeriram teores similares de cromo, pois no Grupo Base-TAD observou-se concentração quase duas vezes maior que a encontrada nas outras dietas. Essas concentrações, contudo, não ultrapassaram o limite máximo tolerado, que é de 100mg/kg da dieta (NRC, 2005).

A recomendação diária de cobre é de 10 mg/kg na dieta, e os valores encontrados nas dietas estudadas foram ligeiramente maiores, sem, contudo, superar o limite de tolerância de 100 mg/kg para bovinos (NRC, 1996). A absorção de cobre em animais adultos é reduzida, e varia entre 5 e 10% da quantidade fornecida na dieta, pois é dependente da sua forma química e da presença de outros elementos, como o enxofre e o molibdênio (CARVALHO; BARBOSA; MCDOWELL, 2003).

A oferta de zinco foi similar nos três grupos experimentais, e ligeiramente inferior ao requerimento nutricional de 40 mg/kg, para bovinos. Em relação ao selênio, o Grupo Controle apresentou nível abaixo da recomendação diária de 0,3 mg/kg, diferentemente do Grupo Base-FC, cuja ingestão está próxima ao recomendado. Os níveis fornecidos aos animais do Grupo Base-TAD foram ligeiramente superiores ao recomendado, sem atingir o limite de tolerância, de 3 mg/kg da dieta (NRC, 1996).

O níquel não foi detectado nas amostras analisadas dos ingredientes constituintes das rações experimentais, nem na forragem, e não está presente na mistura mineral ofertada. No entanto, quando presente na composição da dieta total, não deve ultrapassar a concentração de 100 mg/kg (NRC, 2005).

Tabela 8 - Concentração e consumo de macro (%) e micronutrientes (mg/kg) nas rações experimentais de bubalinos.

Ração experimental			
Macronutriente (%)	Grupo		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Cálcio	0,53	0,55	0,62
Sódio	0,22	0,26	0,22
Magnésio	0,21	0,22	0,23
Potássio	1,46	1,61	1,32
Micronutriente (mg/k)			
Ferro	129,59	138,70	220,26
Manganês	92,21	116,70	118,11
Molibdênio	0,67	0,80	1,22
Cobalto	15,02	18,62	19,32
Cromo	1,50	1,38	3,24
Cobre	22,30	22,66	27,85
Zinco	37,87	37,29	38,33
Selênio	0,11	0,26	0,41
Níquel	-	-	-
Consumo na ração experimental			
Macronutriente (g/dia)	Grupo		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Cálcio	54,83	48,66	55,85
Sódio	22,57	22,82	20,10
Magnésio	21,94	19,70	20,93
Potássio	149,83	141,42	117,97
Micronutriente (mg/dia)			
Ferro	1344,89	1229,18	1997,32
Manganês	956,93	1034,23	1071,02
Molibdênio	6,85	6,99	10,98
Cobalto	154,37	163,16	173,26
Cromo	17,51	14,92	29,04
Cobre	231,45	200,82	252,55
Zinco	393,05	330,46	347,56
Selênio	1,14	2,32	3,74
Níquel	-	-	-

A constituição de metais tóxicos nos concentrados e rações experimentais está demonstrada na Tabela 9. Apesar da concentração de alumínio nos ingredientes ter sido considerada alta, os teores ingeridos pelos animais nas dietas experimentais não atingiu o limite de tolerância diário, de 1.000 ppm (NRC, 2005). O bário ofertado nas dietas apresentou-se em menor concentração nas rações Base-FC e Base-TAD, enquanto na ração Controle o nível encontrado foi superior, sem, contudo, ultrapassar o nível de tolerância de 20mg/kg de bário solúvel na dieta (NRC, 1980).

Tabela 9 - Concentração e consumo de metais tóxicos (mg/kg) nas rações experimentais de bubalinos.

Ração experimental			
Metal tóxico (mg/kg)	Grupo		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Alumínio	821,74	940,69	751,91
Chumbo	-	-	-
Bário	10,28	7,81	9,29
Cádmio	0,16	0,57	0,81
Estrôncio	21,41	24,44	23,91
Titânio	2,60	3,65	2,50
Consumo na ração experimental			
Metal tóxico (mg)	Grupo		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Alumínio	8445,86	8242,34	6743,17
Chumbo	-	-	-
Bário	77,06	68,45	83,31
Cádmio	1,66	5,00	7,23
Estrôncio	220,05	214,17	214,46
Titânio	26,73	32,02	22,38

O chumbo não foi detectado nas amostras de ingredientes constituintes das rações experimentais, mas seu oferecimento não deve ultrapassar o nível de tolerância, que é de 100 mg/kg na dieta (NRC, 2005). O valor máximo de cádmio permitido na dieta animal é de 10 mg/kg (NRC, 2005), e os animais dos grupos experimentais ingeriram concentrações bem inferiores ao limite máximo de tolerância animal.

O estrôncio foi oferecido nas dietas experimentais em concentrações bem inferiores ao nível tolerância máximo, que é de 2.000 mg/kg da dieta (NRC, 2005). Os níveis de titânio nos Grupos Controle e Base-TAD foram similares, e valor mais elevado ocorreu na ração Base-FC.

#### 4.4 CONCLUSÕES

Nos ingredientes componentes das dietas experimentais, como a gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, milho, farelo de coco, torta de amêndoa de dendê, farelos de soja e trigo e calcário calcítico foram detectados todos os macronutrientes e micronutrientes. Os metais tóxicos, também, foram detectados nas amostras, com exceção do Cd, Ti e Pb, Cd no milho e farelo de soja, Ti no milho, farelo de soja e torta de amêndoa de dendê, e Pb em nenhuma dos ingredientes utilizados. A dieta formulada à base de torta de amêndoa de dendê possibilitou melhor oferta de Ca,

Na, Mg, K, Mg, K, Fe, Mn, Mo, Co, Cr, Cu, Zn e Se para búfalos, quando comparada às rações à base de milho e soja ou à base de farelo de coco. Pode-se concluir que, apesar das dietas experimentais estarem acima do requerimento animal, o limite de tolerância animal não foi ultrapassado.

## REFERÊNCIAS

ANDRIGUETTO, J. M.; PULY, L.; MINARDE, L.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SPUZA, G.A; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal: bases e os fundamentos da nutrição animal**. Os Alimentos. São Paulo: Nobel, 2002. v.1.

ALIMON, A.R. The Nutritive Value of Palm Kernel Cake for Animal Feed. **Palm Oil Developments**, n.40, p. 12-14, 2004.

ALONSO, M. L.; MIRANDA, M; HERNANDEZ. J; CASTILLO, C; BENEDITO, J.L. Glutathione peroxidase (GSH-Px) en las patologías asociadas a deficiencias de selênio en ruminantes. **Archivos de Medicina Veterinária**, v.29, n.2, p.171-180, 1997.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário -MDA. **Viabilidade de extração de óleo de dendê no estado do Pará**. Universidade Federal de Viçosa / Projeto Biodiesel, Viçosa-MG, 2007. 60p.

CALLADO, N.H; PAULA JUNIOR, D. R. Gerenciamento de resíduos de uma indústria de processamento de coco - estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro- RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999. 1 CD-ROM.

CARDOSO, E. C. Os minerais: definição, classificação, necessidade e deficiência mineral em ruminantes. In: CARDOSO, E. C; VIANA, R. B; PEREIRA, W. L. A. **Suplementação mineral de búfalos na Amazônia**. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2010. 87p.

CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A; MCDOWELL, L. R. **Nutrição de bovinos a pasto**. Belo Horizonte: Papel From, 2003. 438p.

CRESWELL, D. C.; BROOKS, C. C. Composition, apparent digestibility and energy evaluation of coconut oil and coconut meal. **Journal of Animal Science**, v.33, n.2, p. 366-369, 1971.

COSTA, K. A. P. **Efeito da formulação N:K com o uso do enxofre na produção de massa seca e valor nutritivo do capim -Tanzânia irrigado**. 2003. 55 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA.. **METHOD 2581**. Potassium (AA, direct aspiration). United States, 1974, 2p. CD-ROM.



ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **METHOD 7742**. Selenium (atomic absorption, borohydride reduction). United States, 1994, 8p. CD-ROM.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **METHOD 6010C**. Inductively coupled plasma: atomic emission spectrometry. United States, 2007. 34p. CD-ROM.

FASSANI, É. J.; BERTECHINI, A. G.; KATO, R. K.; FIALHO, E. T.; GERALDO, A. Composição e solubilidade *in vitro* de calcários calcíticos de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p. 913-918, 2004.

GUIMARÃES, M. A.; SANTANA, T. A.; SILVA, E. V.; ZENZEN, I. L.; LOUREIRO, M.E. Toxicidade e tolerância ao cádmio em plantas. **Revista Tropica-Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 1, n.3, p.58, 2008.

HARMON, B. G.; BECKER, D. E.; JENSEN, A. H.; BAKER, D. H. Nutrient composition of corn and soybean meal. **Journal of Animal Science**, v.28, p.459-464, 1969.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Culturas temporárias e permanentes. **Produção Agrícola Mundial**, 2009. v. 36, p.1-93.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**, Rio de Janeiro, 2011. 128p.

KERR, B. J.; ZIEMER, C. J.; WEBER, T. E.; TRABUE, S. L.; BEARSON, B. L.; SHURSON, G. C.; WHITENEY, M. H. Comparative sulfur analysis using thermal combustion or inductively coupled plasma methodology and mineral composition of common livestock feedstuffs. **Journal of Animal Science**, n.86, p.2377-2384, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

McDOWELL, L. R.; ARTHINGTON, J. D. **Minerals for grazing ruminants in tropical regions**. 4 ed. Gainesville: University of Florida, 2005. 86p.

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3 ed., University of Florida, 1999. 92p.

McDOWELL, L. R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**, Orlando: Academic Press, 1985. 443p.

MINSON, D.J. **Forage in Ruminant Nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

MORAES JÚNIOR, R. J.; GARCIA, A. R.; SANTOS, N. F. A.; NAHÚM, B. S.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; ARAÚJO, C. V.; COSTA, N. A. Conforto ambiental de bezerros bubalinos (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v.40, n.4, p.629-640, 2010.

MORAES, S. S. **Importância da suplementação mineral para bovinos de corte.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001, 26p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 114).

MORTVEDT, J. J. Cadmium levels in soils and plants from some long-term soil fertility experiments in the United States of America. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.16, n.2, p.137-142, 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Mineral tolerance of domestic animals.** Washington, DC: National Academic Press, 1980. 577p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle. Minerals**, 7. ed. revised. Washington: National Academic Press, 1996. p. 54-69.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7. ed. Washington, DC: National Academic Press, 2001, p.408.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Mineral tolerance of domestic animals.** 2 ed. Washington, DC: National Academic Press, 2005. 511p.

OLIVEIRA, E. M; GUIMARAES JÚNIOR, R; RAMOS, A. K; FERANDES, F. D; MARTHA JÚNIOR, G. B; VILELA, L. **Concentração mineral de genótipos de *Panicum maximum* cultivados em solos de cerrado.** In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO- DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA EQUILÍBRIO ENTRE SOCIEDADE, AGRONEGÓCIO E RECURSOS NATURAIS. 9., SIMPÓSIO NACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília Distrito Federal. **Simpósio...** Brasília, 2008.

OLIVEIRA, K. C. C; FATURI, C.; GARCIA, A. R; NAHÚM, B. S.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; JOELE, M. R. S. P. Uso de indicador na determinação do consumo de búfalos terminados em *Panicum maximum* cv. Mombaça com suplementação de subprodutos da agroindústria, Belém, Pará. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2010, Belém-PA. **Resumo...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

PACHÊCO, N. A; BASTOS, T. X. **Boletim Agrometeorológico.** Belém: Embrapa-Amazônia Oriental, 2007, 34p. (Boletim de Pesquisa).

PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes.** 2 ed. Jabotical:Funep, 2006. 583p.

PRADA, F.; MENDONÇA JUNIOR, C. X.; CARCIOFI, A. C. Concentração de cobre e molibdênio em algumas plantas forrageiras do Estado do Mato Grosso do Sul. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.35, n.6, p.275-278, 1998.

RAUSCH, S. F.; GODOY, C. L. B.; SCHMIDT, C.; PELLEGRINI, L. C.; VEIGA, D. C.; KROLIKOWSKI, G.; WOLLE, L. B.; OLIVEIRA, A. N. C. Radiologia do intestino delgado de cães por meio da técnica de duplo-contraste. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.515-519, 2009.

RAZUAN, R; FINNEY, K. N.; CHEN, Q.; SHARIFI, V. N.; SWITENBANK FUEL, J. Pelletized fuel production from palm kernel cake. **Processing Technology**, n.92, p.609-615, 2011.

REID, R. L; HORVATH, D. J. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. **Animal Feed Science and Technology**, v.55, p.95-167, 1980.

RIDLEY, W. P.; SHILLITO, R. D.; COATS, I.; STEINER, H. Y.; SHAWGO, M.; PHILLIPS, A.; DUSSOLD, P.; KURTYKA, L. Development of the International Life Sciences Institute crop composition database. **Journal of Food Composition and Analysis**, n.17, p.423-438, 2004.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; LOPES, D.C; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

SALIBA, E. O. Uso de indicadores: passado, presente e futuro. In: Teleconferência sobre o uso de indicadores em nutrição animal, 1.,2005, Belo Horizonte-MG. **Anais...** Belo Horizonte, 2005 (CD-ROM).

SANTOS, H. Q. **Sistema para cálculo do balanço de nutrientes e recomendações de calagem e adubação de pastagem**. 2003, 142f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrientes de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

SILVA FILHO, J. C.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G. Determinação da composição mineral de subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação animal, pela técnica de ativação neutrônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.235-241, 1999.

SOUZA, M. V.; VIANNA, M. W. S.; ZANDIM, B. M.; FERNANDES, R. B. A.; FONTES, M. P. F. Metais pesados em amostras biológicas de bovinos. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1774-1781, 2009.

SPISSO, B. F.; NÓBREGA, A. W.; MARQUES, M. A. S. Resíduos e contaminantes químicos em alimentos de origem animal no Brasil: histórico, legislação e atuação da vigilância sanitária e demais sistemas regulatórios. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.14, n.6, p.2091-2106, 2009.

TERUYA, C. M. **Aplicação da análise por ativação com nêutrons para a determinação de elementos essenciais e tóxicos em subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação animal**. 1999, 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Aplicações) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

TOKARNIA, C. H.; PEIXOTO, P. D.; BARBOSA, J. D.; BRITO, M. F.; DÖBEREINER, J. **Deficiência mineral em animais de produção**. Rio de Janeiro: Helianthus, 2010. 200p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Chromium**. Geneva: World Health Organization. 1988. 1 FERNANDES 97p. (Environmental Health Criteria 61).

## 5 CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE BUBALINOS SUPLEMENTADOS COM CONCENTRADOS À BASE DE FARELO DE COCO OU TORTA DE AMÊNDOA DE DENDÊ

### RESUMO

O aproveitamento de resíduos agroindustriais disponíveis na Amazônia, como o farelo de coco (FC) e torta de amêndoa de dendê (TAD) pode constituir alternativa bioeconômica na substituição de concentrados convencionais para ruminantes, com ganhos ambientais, produtivos e reprodutivos. Assim, este trabalho visou avaliar o consumo alimentar, desempenho ponderal, perímetro escrotal, qualidade seminal e níveis de testosterona de búfalos suplementados com rações experimentais à base de TAD ou FC. Foram utilizados 15 bubalinos ( $3,2 \pm 1,8$  anos;  $578,6 \pm 101,9$  kg), criados a pasto (*Panicum maximum* cv. Mombaça), na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará ( $1^\circ 28'S$ ,  $48^\circ 27'W$ ), com suplementação alimentar diária isoprotéica (1% do peso vivo - PV), oferecida durante 252 dias, em três grupos: Controle (n = 5; concentrado convencional para búfalos em terminação); Base-FC (n = 5; ração à base de farelo de coco); e Base-TAD (n = 5; concentrado à base de torta de amêndoa de dendê). Foram avaliados aspecto, cor, volume espermático, pH, movimento de massa, vigor espermático, motilidade espermática, integridade de membrana plasmática e morfologia espermática dos ejaculados (n = 173). O consumo médio dos concentrados experimentais foi  $4,778 \pm 1,233$  kg, no Controle,  $3,112 \pm 0,693$  kg, no Base-FC, e  $4,558 \pm 1,077$  kg no Base-TAD ( $P > 0,05$ ). Os pesos médios dos animais foram  $591,4 \pm 103,3$ ,  $566,4 \pm 94,1$  e  $578,3 \pm 107,5$  ( $P > 0,05$ ) e as medidas de perímetro escrotal (cm) foi maior no Controle ( $32,4 \pm 4,2$ ) em comparação no Base-FC ( $30,7 \pm 3,6$ ) e Base-TAD ( $30,2 \pm 4,1$ ). Não houve diferença na concentração espermática ( $\times 10^6$  sptz/mL) entre Controle ( $1326,3 \pm 893,8$ ), Base-FC ( $1.698,1 \pm 1023,0$ ) e Base-TAD ( $1.003,2 \pm 569,0$ ). A integridade da membrana plasmática (%) foi de  $68,0 \pm 19,5$ ,  $72,0 \pm 22,6$  e  $82,1 \pm 12,2$ , respectivamente para Controle, Base-FC e Base-TAD, juntamente com a motilidade espermática progressiva (%), foram maiores ( $P < 0,05$ ) no grupo Base-TAD ( $71,7 \pm 15,1\%$ ), quando comparadas ao Controle ( $59,3 \pm 20,5\%$ ) e Base-FC ( $56,7 \pm 24,8\%$ ). Foram observadas correlações entre as variáveis de resposta. Foram observadas correlações entre as variáveis de resposta e os búfalos do Grupo Base-TAD apresentaram elevado aproveitamento de nutrientes das dietas experimentais, o que

resultou em melhor qualidade seminal e nível de testosterona, em comparação aos Grupos Controle e Base-FC.

**Palavras-chave:** Andrologia. *Bubalus bubalis*. Proteína. Lipídeos. Minerais, Sêmen.

## **ANDROLOGICAL FEATURES OF BUFFALOES FED WITH DIETS BASED ON COCONUT MEAL AND PALM KERNEL CAKE**

### **ABSTRACT**

The use on byproducts of the agribusiness residues from Amazon, such as coconut meal (FC) and palm kernel cake (TAD) can constitute a bioeconomical alternative in the substitution of conventional concentrates for ruminants, with environmental gains, productive and reproductive performance. The aim of this study was to evaluate to feed intake, growth, scrotal circumference, semen quality and the testosterone levels in buffaloes supplemented with experimental diets with TAD and FC based. Fifteen buffaloes were used: (age of  $3.2 \pm 1.8$  and  $578.6 \pm 101.9$  kg), maintained at the pasture (*Panicum maximum* cv. Mombaça), belonging to Embrapa Eastern Amazon, with supplementation isoproteic daily (1% body weight-PV) offered during 252 days for the three groups: Control (n = 5; conventional concentrated for buffaloes in termination), FC-Base (n = 5; coconut meal-base), and TAD-Base (n = 5; palm kernel cake-base). The evaluation concerned about aspect, color, semen volume, pH, mass activity, spermatic vigor, progressive sperm motility, sperm morphology and integrity of spermatozoa plasma membrane (n=173). The average consumption of the experimental concentrates was  $4.778 \pm 1.233$  kg in the control,  $3.112 \pm 0.693$  kg, the FC-Base, and  $4.558 \pm 1.077$  kg in TAD- Base ( $P > 0.05$ ). The mean weights of animals were  $591, 4 \pm 103.3$ , and  $566.4 \pm 94.1$   $578.3 \pm 107.5$  ( $P > 0.05$ ) and scrotal circumference measurements (cm) was higher in Control ( $32.4 \pm 4.2$ ) compared to base-FC ( $30.7 \pm 3.6$ ) and Base-TAD ( $30.2 \pm 4.1$ ). There was no difference in sperm concentration ( $\times 10^6$  spz / mL) in control ( $1326.3 \pm 893.8$ ), FC-Base ( $1698.1 \pm 1023.0$ ) and TAD- Base ( $1003.2 \pm 569.0$ ). The plasma membrane integrity (%) was  $68.0 \pm 19.5$ ,  $72.0 \pm 22.6$  and  $82.1 \pm 12.2$ , respectively for control, FC-Base and TAD- Base, respectively. In the same order at the integrity of sperm plasma membrane (%) was  $68.0 \pm 19.5^B$ ,  $72.0 \pm 22.6^B$  e  $82.1 \pm 12.2^A$ , had with sperm

motility (%) it was observed significant difference ( $P < 0.05$ ) in the group TAD-Base ( $71.7 \pm 15.1\%$ ), compared at the control group ( $59.3 \pm 20.5\%$ ) and FC-base ( $56.7 \pm 24.8\%$ ). Correlations were observed between the response variables and the group TAD-Base presented a better use of the nutrients in the experimental diets, resulting in improvement sperm quality and testosterone level when compared to the Control and FC-Base groups.

**Keywords:** Andrology. *Bubalus bubalis*. Protein. Lipids. Minerals. Semen.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A alimentação exerce grande influência sobre a reprodução animal e os nutrientes apresentam mecanismos específicos de atuação sobre o sistema reprodutor e funcionamento do sistema endócrino (ROBINSON et al., 2006). Em virtude dessa interrelação, a suplementação animal, principalmente em períodos críticos do ano, constitui estratégia para elevar os índices reprodutivos de rebanhos bubalinos (GARCIA, 2006).

Do ponto de vista produtivo e ambiental, a alimentação animal baseada no aproveitamento de resíduos agroindustriais disponíveis na Amazônia Oriental, tais como farelo de coco (*Cocos nucifera*) e torta de amêndoa de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), pode constituir alternativa bioeconômica viável. Esses subprodutos têm potencial para substituir concentrados convencionais na alimentação de ruminantes, tais como milho e soja, especialmente em períodos críticos do ano. Entretanto, há escassez de informações científicas sobre seu uso, principalmente, quando considerados animais destinados à reprodução.

O presente estudo visou avaliar a possibilidade da utilização de concentrados à base de subprodutos da agroindústria da Amazônia, como farelo de coco e torta de amêndoa de dendê, na suplementação de touros bubalinos em sistema de pastejo rotacionado intensivo, e verificar o efeito da suplementação sobre a qualidade seminal, perímetro testicular e níveis de testosterona plasmática.

## 5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.2.1 Localização

O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Pesquisa Animal “Senador Álvaro Adolpho”, da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará (1° 28’S, 48° 27’W). O tipo climático do local experimental é Afí, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média de 2.990,0 mm/ano, temperatura média anual de 26,5°C, média de umidade relativa do ar em torno de 84% e insolação anual entre 1.686,3 e 3.201,3 horas de brilho solar (PACHÊCO; BASTOS, 2007). O experimento de campo foi realizado entre abril e dezembro de 2009.

### 5.2.2 Animais e Rações Experimentais

Foram utilizados 15 machos bubalinos (*Bubalus bubalis*) adultos, com idade média de  $3,2 \pm 1,3$  anos e peso médio de  $578,6 \pm 101,9$  kg, divididos em três grupos (Controle, n=5; Base-FC, n=5; Base-TAD, n=5). A área experimental de 5,4 ha de *Panicum maximum* cv. Mombaça foi dividida em cinco piquetes, para pastejo rotacionado intensivo, em ciclos de pastejo de 30 dias, com seis dias de ocupação e 24 dias de descanso, em taxa de lotação média de 3,23 UA/hectare.

Os concentrados experimentais foram constituídos à base de subprodutos agroindustriais, com 18,8% de proteína bruta, conforme a seguinte formulação: Controle (concentrado com 62,4% de milho em grão; 24,8% de farelo de soja, 11,9% de farelo de trigo, 1,0% de calcário calcítico); Base-FC (concentrado com 18,8% de milho em grão; 69,3% de farelo de coco, 10,9% de farelo de trigo, 1,0% de calcário calcítico); e Base-TAD (concentrado com 2,0% de milho em grão; 69,3% de torta de amêndoa de dendê, 14,9% de farelo de soja, 12,9% de farelo de trigo, 1,0% de calcário calcítico).

O fornecimento dos concentrados foi realizado em estábulo coberto, dotado de cochos individuais, com canzins, de forma que cada animal recebeu quantidade de concentrado equivalente a 1% do peso vivo, diariamente, pelo período da manhã (8h às 9h). A quantidade fornecida foi ajustada a cada 28 dias, conforme evolução do



peso dos animais. O sal mineral foi oferecido no cocho, na quantidade de 100 g/cabeça/dia. A composição bromatológica e o perfil de ácidos graxos dos concentrados experimentais encontram-se nas Tabelas 10 e 11, enquanto a oferta total de minerais das rações experimentais está expressa na Tabela 12.

Tabela 10 - Composição bromatológica dos concentrados experimentais.

Variável	Grupo*		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Composição Bromatológica (%)			
Matéria seca	87,13	91,63	90,97
Proteína bruta	18,46	18,21	18,89
Fibra em detergente neutro	19,83	45,42	63,87
Fibra em detergente ácido	11,65	28,84	35,84
Extrato etéreo	3,64	8,87	11,82
Macronutriente (%)			
Cálcio	0,332	0,288	0,488
Sódio	0,013	0,020	0,031
Magnésio	0,206	0,234	0,246
Potássio	0,914	1,040	0,721
Micronutriente (mg/kg)			
Ferro	163,868	209,612	339,012
Manganês	21,594	47,417	84,247
Molibdênio	0,030	0,030	1,229
Cobalto	19,975	32,984	27,653
Cromo	1,500	1,381	4,553
Cobre	32,524	39,568	41,372
Zinco	42,472	43,763	41,240
Selênio	0,287	0,370	0,614
Níquel	0,000	0,000	0,000
Metal tóxico (mg/kg)			
Alumínio	121,752	52,653	96,026
Bário	4,409	3,513	8,429
Chumbo	0,000	0,000	0,000
Estrôncio	5,937	5,545	13,333
Titânio	1,289	3,498	1,291
Cádmio	0,174	1,335	1,443

\*Grupo: Controle (à base de milho e soja), Base-FC (à base de farelo de coco) e Base-TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 11 - Perfil de ácidos graxos dos concentrados experimentais.

Perfil de ácido graxo (%)	Concentrado*		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Lipídio (%)	3,64	8,87	11,82
C12:0 – Láurico	0,40 <sup>A</sup>	3,72 <sup>A</sup>	58,13 <sup>B</sup>
C14:0 – Mirístico		14,01 <sup>A</sup>	12,91 <sup>A</sup>
C14:1 – Miristoléico $\omega$ 9			
C16:0 – Palmítico	15,05 <sup>A</sup>	30,44 <sup>C</sup>	5,11 <sup>B</sup>
C16:1 – Palmitoléico		3,91	
C18:0 – Estéarico		8,30	0,80
C18:1 – Oléico $\omega$ 9	22,53 <sup>B</sup>	32,07 <sup>C</sup>	8,02 <sup>A</sup>
C18:2 – Linoléico $\omega$ 6	57,21 <sup>B</sup>	5,76 <sup>A</sup>	6,22 <sup>A</sup>
C18:3 – Linolênico $\omega$ 3			
C20:1 – Eicosamonoéico $\omega$ 9			
Ácido graxo saturado (AGS)	20,26 <sup>A</sup>	58,26 <sup>B</sup>	85,76 <sup>C</sup>
Ácido graxo monoinsaturado (AGM)	22,53 <sup>B</sup>	35,99 <sup>C</sup>	8,02 <sup>A</sup>
Ácido graxo poliinsaturado (AGPI)	57,21 <sup>A</sup>	5,76 <sup>B</sup>	6,22 <sup>B</sup>
Relação insaturado/saturado	3,94 <sup>B</sup>	0,72 <sup>A</sup>	0,17 <sup>A</sup>
Relação $\omega$ 6/ $\omega$ 3	0,39 <sup>A</sup>	5,57 <sup>C</sup>	1,29 <sup>B</sup>

<sup>A,B,C</sup> Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, apresentam diferença significativa entre si (P<0,05).

\*Ração: Controle (à base de milho e soja), Base-FC (à base de farelo de coco) e Base-TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Fonte: Joele (2011).

Tabela 12 - Concentração de macro (%), micronutrientes (mg/kg) e metais tóxicos (mg/kg) nas rações experimentais de bubalinos.

Ração experimental			
Variável	Grupo*		
Macronutriente (%)	Controle	Base-FC	Base-TAD
Cálcio	0,53	0,55	0,62
Sódio	0,22	0,26	0,22
Magnésio	0,21	0,22	0,23
Potássio	1,46	1,61	1,32
Micronutriente (mg/kg)			
Ferro	129,59	138,70	220,26
Manganês	92,21	116,70	118,11
Molibidênio	0,67	0,80	1,22
Cobalto	15,02	18,62	19,32
Cromo	1,50	1,38	3,24
Cobre	22,30	22,66	27,85
Zinco	37,87	37,29	38,33
Selênio	0,11	0,26	0,41
Níquel	-	-	-
Ração experimental			
Grupo*			
Metal tóxico (mg/kg)	Controle	Base-FC	Base-TAD
Alumínio	821,74	940,69	751,91
Chumbo	-	-	-
Bário	10,28	7,81	9,29
Cádmio	0,16	0,57	0,81
Estrôncio	21,41	24,44	23,91
Titânio	2,60	3,65	2,50

\*Grupo: Controle (à base de milho e soja), Base-FC (à base de farelo de coco) e Base-TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

### 5.2.3 Desenho Experimental

Os animais experimentais foram selecionados dentre um rebanho de 38 búfalos adultos da Embrapa Amazônia Oriental, tendo como critério sua avaliação andrológica ao início do ensaio. Foram selecionados 15 touros, os quais foram agrupados em blocos, tendo sido considerados como fatores relevantes a idade, o

peso corporal e a qualidade seminal dos animais, de forma a estabelecer grupos homogêneos. O experimento teve duração de 252 dias, divididos em nove períodos (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9), com duração de 28 dias cada, sendo que a suplementação alimentar ocorreu durante todo o experimento. No P1 ocorreu a adaptação dos animais experimentais às dietas formuladas. As colheitas seminais iniciaram no P5, após 112 dias do início de suplementação dos búfalos, de modo a se verificar o efeito da nutrição sobre a qualidade dos ejaculados. Do P5 ao P9 foram realizadas semanalmente colheitas seminais de todos os touros, em período que compreendeu 20 semanas de colheitas, totalizando 173 ejaculados viáveis (repetições) para análise. Para efeito de análise estatística, os ejaculados dos animais de cada grupo foram agrupados por período e os resultados foram expressos em médias e desvios-padrões.

#### **5.2.4 Consumo dos Concentrados Experimentais**

O consumo diário dos concentrados foi individualmente calculado, após aferição das eventuais sobras do concentrado, imediatamente após a ingestão pelos animais. A determinação do consumo de proteína bruta, lipídeos, macronutrientes (Ca, Na, Mg e K) g/dia e micronutrientes (Fe, Mn, Mo, Co, Cr, Cu, Zn e Se) mg/dia, foi realizada com base no consumo individual diário dos concentrados.

#### **5.2.5 Avaliação do Peso Corpóreo e do Perímetro Escrotal**

A pesagem dos animais foi realizada individualmente no início de cada período experimental, em balança própria para grandes animais. O perímetro escrotal (PE) foi avaliado pelo mesmo operador, com uso de fita metálica flexível específica para mensuração escrotal, graduada em centímetros e com escala decimal (Lagoa da Serra, Sertãozinho-SP). As mensurações de PE foram realizadas conforme Ohashi et. al (2007), no P1, P5, P7, P8 e P9.

#### **5.2.6 Colheita e Avaliação do Sêmen**

A colheita de sêmen foi realizada pelo método da vagina artificial. Imediatamente após a colheita, foram avaliados cor, aspecto e volume do ejaculado

(mL), concentração espermática ( $\times 10^6$  spz/mL), movimento de massa (0 a 5), vigor (0 a 5) e motilidade espermática progressiva (0 a 100%) (CBRA, 1998). A integridade de membrana plasmática dos espermatozóides foi determinada, após a preparação do material, em esfregaços corados com eosina-nigrosina (citrato de sódio, 1% eosina e 5% nigrosina), foi analisada, sob microscopia óptica, com aumento de 1000x (GALLOWAY, 1974). Foram contadas e classificadas 200 células por amostra. Para avaliação da morfologia espermática foi utilizada avaliação em gota úmida, sob microscopia de contraste de fase, com aumento total de 1.000x, quando os defeitos estruturais dos espermatozóides foram classificados, em defeitos maiores, defeitos menores e defeitos totais (BLOM, 1973). Foram contadas e classificadas 200 células por amostra.

### **5.2.7 Dosagem de Testosterona**

Para determinação das concentrações séricas de testosterona dos animais, foi colhido sangue da veia jugular, utilizando-se tubos a vácuo, sem anticoagulante, a cada 15 dias, nos P7, P8 e P9, com seis colheitas de sangue por animal e total de 96 amostras. O sangue coletado foi centrifugado (6.000 RPM/10 minutos) e, após a centrifugação, o soro foi armazenado em microtubos criogênicos e congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$ , até o processamento e determinação das concentrações de testosterona. Os ensaios para dosagem de testosterona foram realizados com kits Elecsys (Roche Diagnostics, Mannheim, Alemanha). Os testes foram realizados pelo analisador automático Eleccys 2010 (Roche Diagnostics, Mannheim, Alemanha), utilizando-se reações de imunoenaios por eletroquimioluminescência, para a obtenção dos valores hormonais (ROCHE DIAGNOSTICS, 2010).

### **5.2.8 Análise Estatística**

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com três tratamentos (concentrados), com dois blocos (animais jovens e adultos) e cinco repetições (animais), por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variâncias, pelo comando PROC GLM do *Statistical Analysis System* (SAS, 1993), com comparações de médias feitas por Teste t ( $P < 0,05$ ). Os dados foram analisados considerando-se medidas repetidas no tempo, sendo estabelecida relação entre

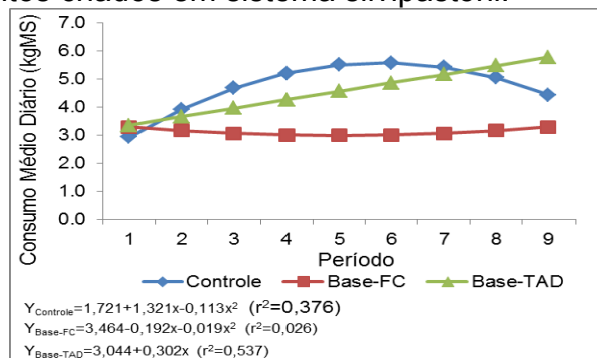
tratamento dietético, tempo de colheita e suas interações. Dados que não apresentaram distribuição normal sofreram transformação logarítmica. Também, foi estabelecida a correlação de Pearson ( $P < 0,05$ ) para os dados de qualidade seminal e consumo individual de nutrientes, obtidos dois períodos anteriores à colheita de sêmen, a fim de verificar o efeito da suplementação sobre as características do ejaculado, após dois ciclos completos da espermatogênese. Correlacionaram-se, também, os dados de peso, perímetro escrotal e testosterona, no mesmo período, com os parâmetros seminais.

### 5.3 RESULTADOS

#### 5.3.1 Consumo dos Concentrados nos Grupos Experimentais

O consumo dos concentrados, ao longo dos períodos, ocorreu de forma variável entre os grupos experimentais (Figura 1), nos grupos Controle e Base-FC o consumo apresentou efeito quadrático no decorrer do experimento e no Base-TAD o consumo foi linear e crescente nos períodos estudados.

Figura 1 - Regressão do consumo dos concentrados experimentais (kg MS/dia) por touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril.



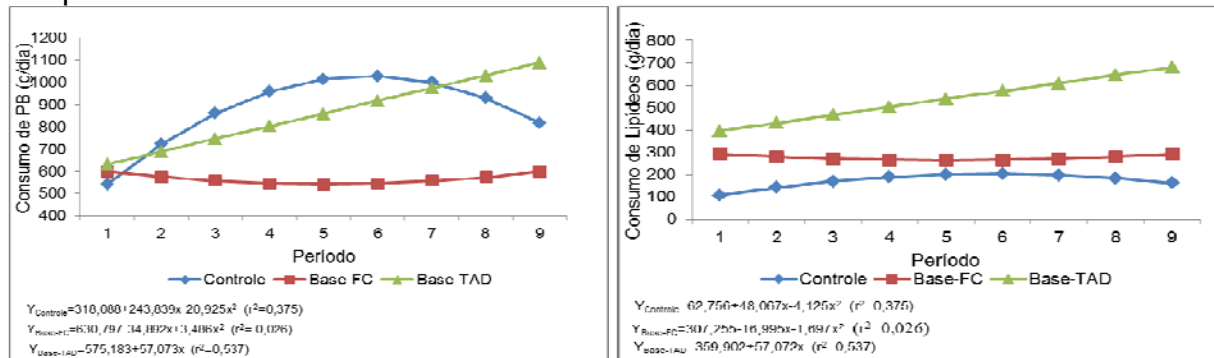
Fonte: Arquivo pessoal

##### 5.3.1.1 Consumo de Proteína Bruta e Lipídios

Maior consumo médio de proteína bruta foi observado nos animais do Controle e do Base-TAD, respectivamente,  $882,22 \pm 229,0$  g/dia e  $816,0 \pm 205,1$  g/dia, em comparação ao Base-FC de  $566,7 \pm 127,2$  g/dia ( $P < 0,05$ ). As médias de consumo de lipídeos foram maiores no Base-TAD, seguido pelo Base-FC e Controle,

respectivamente de  $538,7 \pm 128,3$  g/dia,  $276,0 \pm 62,9$  g/dia e  $174,0 \pm 45,2$  g/dia ( $P < 0,05$ ). O consumo de proteína bruta (g/dia) e lipídeos (g/dia) nos grupos Controle e Base-FC apresentou efeito quadrático, enquanto no Base-TAD foi linear (Figura 2).

Figura 2 - Regressão do consumo de proteína bruta (g/dia) e lipídeos (g/dia) dos concentrados experimentais por touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril.



Fonte: Arquivo pessoal

### 5.3.1.2 Consumo de Macro e Micronutrientes

Os consumos de Ca, Na e Mg foram maiores ( $P < 0,05$ ) no Grupo Base-TAD (Tabela 13), enquanto o de K foi superior no Controle, em comparação aos outros grupos. Na Tabela 14, observa-se que os consumos diários de Fe, Cr, Cu e Se foram superiores ( $P < 0,05$ ) nos animais do Base-TAD, seguidos pelo Controle e Base-FC. O consumo de Mo foi mais elevado no Base-TAD, mas similar entre Controle e Base-FC. O consumo de Mn e Co foi mais elevado no Base-TAD, seguido pelo Base-FC e Controle. O consumo de Zn foi maior no Controle e no Base-TAD ( $P < 0,05$ ). A regressão do consumo de Na, Fe, Cu e Se nos grupos Controle e Base-FC teve efeito quadrático, contudo no Base-TAD observou-se efeito linear (Figura 3).

Tabela 13 - Médias e desvio padrão de consumo de cálcio, sódio, magnésio e potássio (g/dia) de búfalos adultos criados a pasto, com suplementação alimentar.

Consumo (g/dia)	Concentrado*		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Cálcio	15,87 ± 4,12 <sup>B</sup>	8,97 ± 2,01 <sup>C</sup>	22,24 ± 5,30 <sup>A</sup>
Sódio	0,62 ± 0,16 <sup>B</sup>	0,61 ± 0,14 <sup>B</sup>	1,41 ± 0,34 <sup>A</sup>
Magnésio	9,84 ± 2,55 <sup>B</sup>	7,27 ± 1,63 <sup>C</sup>	11,23 ± 2,67 <sup>A</sup>
Potássio	43,68 ± 11,34 <sup>A</sup>	32,37 ± 7,27 <sup>B</sup>	32,86 ± 7,83 <sup>B</sup>

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo Teste “t”.

\*Concentrado: Controle (à base de milho e soja), Base-FC (à base de farelo de coco) e Base-TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 14 - Médias e desvio padrão de consumo de micronutrientes (mg/dia) de búfalos adultos criados a pasto, com suplementação alimentar. Belém, Pará.

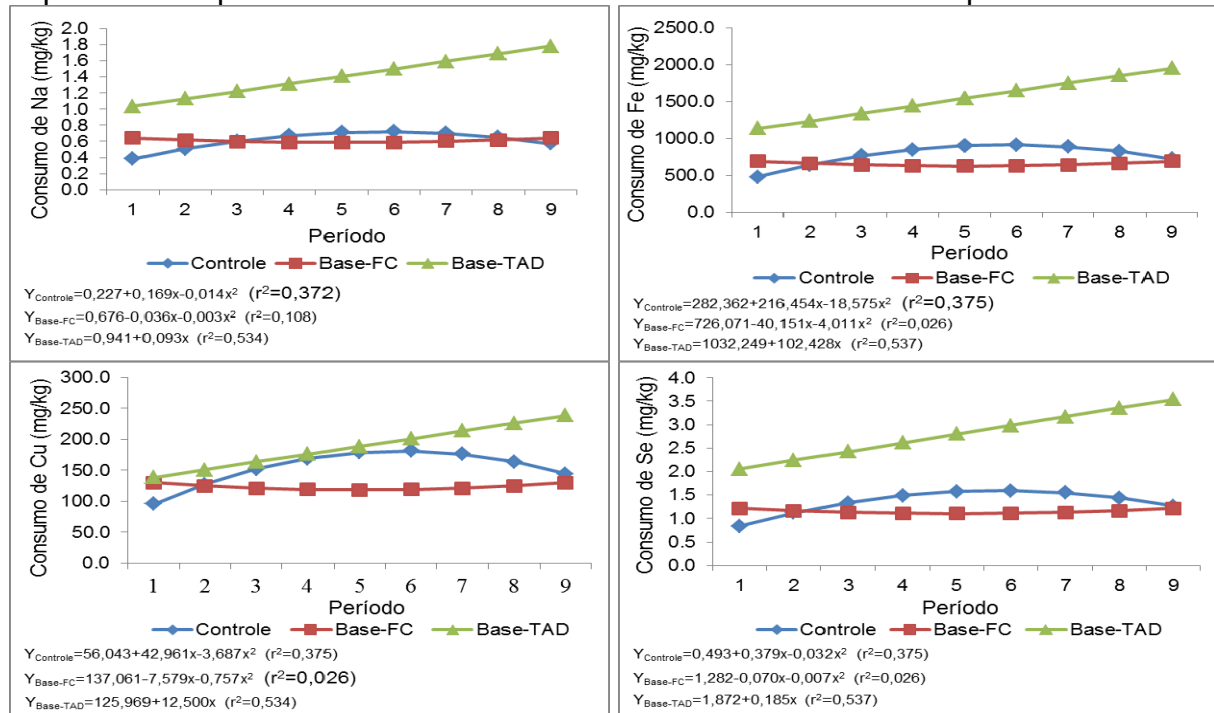
Consumo (mg/dia)	Concentrado *		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Ferro	783,12 ± 203,29 <sup>B</sup>	652,33 ± 146,47 <sup>C</sup>	1545,14 ± 368,11 <sup>A</sup>
Manganês	103,20 ± 26,79 <sup>C</sup>	147,57 ± 33,13 <sup>B</sup>	383,98 ± 91,48 <sup>A</sup>
Molibdênio	0,14 ± 0,04 <sup>B</sup>	0,09 ± 0,02 <sup>B</sup>	5,60 ± 1,34 <sup>A</sup>
Cobalto	95,46 ± 24,78 <sup>C</sup>	102,65 ± 23,04 <sup>B</sup>	126,03 ± 30,03 <sup>A</sup>
Cromo	7,17 ± 1,87 <sup>B</sup>	4,30 ± 0,97 <sup>C</sup>	20,75 ± 4,94 <sup>A</sup>
Cobre	155,43 ± 40,35 <sup>B</sup>	123,14 ± 27,65 <sup>C</sup>	188,56 ± 44,92 <sup>A</sup>
Zinco	202,97 ± 52,69 <sup>A</sup>	136,19 ± 30,58 <sup>B</sup>	187,96 ± 44,78 <sup>A</sup>
Selênio	1,37 ± 0,35 <sup>B</sup>	1,15 ± 0,26 <sup>C</sup>	2,80 ± 0,66 <sup>A</sup>
Níquel	-	-	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo Teste “t”.

\*Concentrado: Controle (à base de milho e soja), Base-FC (à base de farelo de coco) e Base-TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).



Figura 3 - Regressão do consumo de Na, Fe, Cu e Se (mg/kg) dos concentrados experimentais por touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril.



Fonte: Arquivo pessoal

### 5.3.1.3 Consumo de Metais Tóxicos

Os consumos de Ba, Sr, Cd foram maiores (P<0,05) no Grupo Base-TAD (Tabela 15), enquanto o do Al foi maior (P<0,05) no Controle. Porém, o maior consumo de Ti ocorreu no Base-FC.

Tabela 15 - Médias e desvio padrão de consumo de alumínio, bário, estrôncio, titânio e cádmio (mg/dia) de búfalos adultos criados a pasto, com suplementação alimentar. Belém, Pará.

Consumo (mg/dia)	Ração*		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Alumínio	581,85 ± 151,04 <sup>A</sup>	163,86 ± 36,79 <sup>C</sup>	437,66 ± 104,27 <sup>B</sup>
Chumbo	-	-	-
Bário	21,07 ± 5,47 <sup>B</sup>	10,93 ± 2,45 <sup>C</sup>	38,42 ± 9,15 <sup>A</sup>
Cádmio	0,83 ± 0,22 <sup>C</sup>	4,15 ± 0,93 <sup>B</sup>	6,57 ± 1,57 <sup>A</sup>
Estrôncio	28,37 ± 7,36 <sup>B</sup>	17,26 ± 3,88 <sup>C</sup>	60,77 ± 14,48 <sup>A</sup>
Titânio	6,16 ± 1,60 <sup>B</sup>	10,89 ± 2,44 <sup>A</sup>	5,89 ± 1,40 <sup>B</sup>

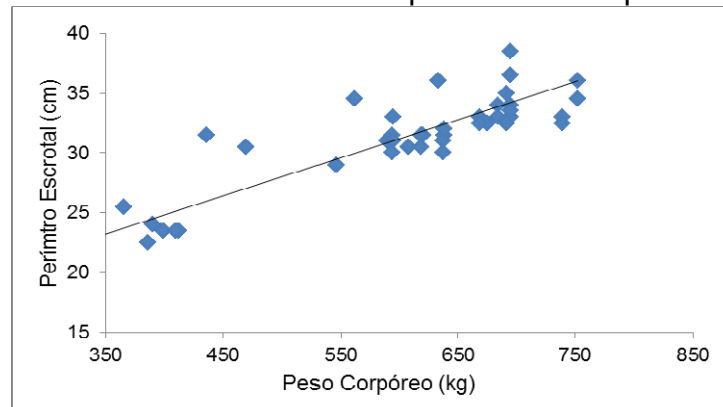
<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo Teste "t".

\* Concentrado: Controle (à base de milho e soja), Base-FC (à base de farelo de coco) e Base-TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

### 5.3.2 Peso Corpóreo e Perímetro Escrotal

Nos Grupos Controle, Base-FC e Base-TAD, respectivamente, o peso corpóreo médio dos animais no início do experimento (P1) foi de  $475,2 \pm 102,5$  kg,  $448 \pm 89,7$  kg e  $450,1 \pm 102,7$  kg e o perímetro escrotal médio de  $28,4 \pm 4,6$  cm,  $26,6 \pm 4,1$  cm e  $25,5 \pm 4,5$  cm. No final do experimento (P9), o peso corpóreo médio foi de  $668,9 \pm 38,7$  kg,  $645,8 \pm 35,1$  kg e  $678,7 \pm 54,6$  kg e o perímetro escrotal médio foi de  $34,6 \pm 2,0$  cm,  $33,0 \pm 1,9$  cm e  $32,7 \pm 1,9$  cm, respectivamente. No período experimental, em kg, a média de peso corpóreo foi de  $591,4 \pm 103,3^A$ ,  $566,4 \pm 94,1^A$  e  $578,3 \pm 107,5^A$  e a do perímetro escrotal, em cm, foi de  $32,4 \pm 4,2^A$ ,  $30,7 \pm 3,6^B$  e  $30,2 \pm 4,1^B$ , nos grupos Controle, Base-FC e Base-TAD. A correlação observada entre o peso corpóreo e o perímetro escrotal foi linear, de alta magnitude e altamente significativa ( $r = 0,88$ ;  $P < 0,0001$ ), conforme indicado na Figura 3.

Figura 4 - Correlação de Pearson entre perímetro escrotal (cm) e peso corpóreo (kg) de bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril com suplementação alimentar.



Fonte: Arquivo pessoal

### 5.3.3 Parâmetros Seminais

Dos 173 ejaculados analisados, o aspecto leitoso foi predominante nas amostras seminais e, a maiores porcentagens foram encontradas nos grupos Controle e Base-FC (Tabela 16). A cor branca prevaleceu nos grupos estudados, sendo mais ocorrente no Base-FC, que também apresentou maior frequência de ejaculados com cor branca. O pH dos ejaculados variou entre 6 e 8, mas as médias gerais dos grupos foram muito próximas e não diferiram entre si. O volume espermático, movimento de massa, vigor espermático,

defeitos maiores, defeitos menores e defeitos totais foram similares entre os grupos estudados ( $P > 0,05$ ). Contudo, a maior concentração espermática foi observada no Base-FC e no Controle. A integridade de membrana plasmática e motilidade espermática foram significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) no Base-TAD, quando comparada ao Controle e ao Base-FC.

Tabela 16 - Características seminais de búfalos suplementados com concentrados à base farelo de coco ou torta de amêndoa de dendê.

Parâmetro Seminal	Grupo*		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
ASPL	74,67 <sup>A</sup>	72,41 <sup>A</sup>	57,97 <sup>B</sup>
CORB	64,00 <sup>B</sup>	86,21 <sup>A</sup>	62,32% <sup>B</sup>
pH	6,9 ± 0,4 <sup>A</sup>	7,0 ± 0,6 <sup>A</sup>	6,8 ± 0,5 <sup>A</sup>
VOL	3,6 ± 1,9 <sup>A</sup>	3,0 ± 2,1 <sup>A</sup>	3,5 ± 1,8 <sup>A</sup>
CE	1.326,3 ± 893,8 <sup>AB</sup>	1.698,1 ± 1023,0 <sup>A</sup>	1.003,2 ± 569,0 <sup>B</sup>
MM	2,9 ± 1,9 <sup>A</sup>	3,4 ± 1,8 <sup>A</sup>	3,1 ± 1,5 <sup>A</sup>
VE	3,6 ± 1,0 <sup>A</sup>	3,7 ± 1,1 <sup>A</sup>	3,9 ± 1,0 <sup>A</sup>
IMP	68,0 ± 19,5 <sup>B</sup>	72,0 ± 22,6 <sup>B</sup>	82,1 ± 12,2 <sup>A</sup>
ME	59,3 ± 20,5 <sup>B</sup>	56,7 ± 24,8 <sup>B</sup>	71,7 ± 15,1 <sup>A</sup>
DMa	29,6 ± 18,9 <sup>A</sup>	27,8 ± 15,3 <sup>A</sup>	30,1 ± 21,4 <sup>A</sup>
DMe	14,6 ± 7,8 <sup>A</sup>	13,8 ± 7,1 <sup>A</sup>	14,0 ± 7,6 <sup>A</sup>
DTot	44,2 ± 18,5 <sup>A</sup>	41,3 ± 16,1 <sup>A</sup>	44,3 ± 19,2 <sup>A</sup>

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúscula distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste “t”.

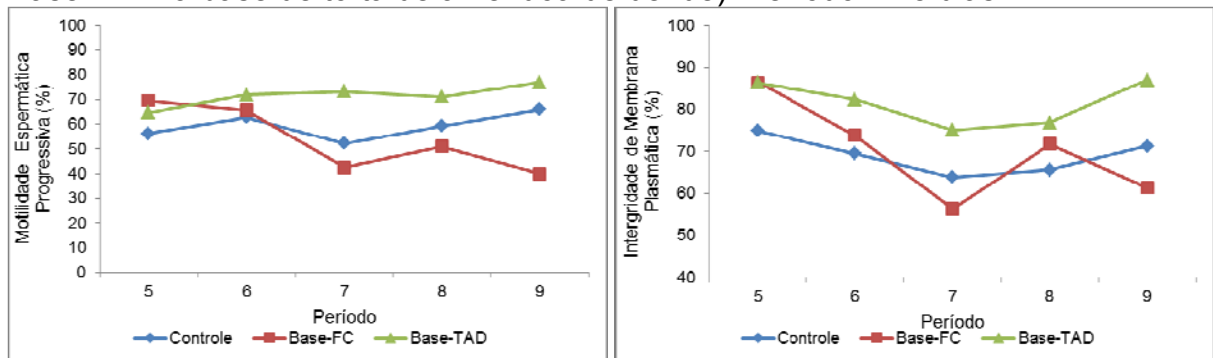
ASPL - Aspecto leitoso (%), CORB - cor branca (%), pH (0-14), VOL - Volume (mL), CE - Concentração espermática ( $\times 10^6$  sptz/ml), MM - movimento de massa (0-5), VE - vigor espermático (0-5), IMP - integridade de membrana plasmática (%), ME - Motilidade espermática progressiva (%), DMa - defeitos maiores (%), DMe - defeitos menores (%) e DTot - defeitos totais (%).

\*Controle (à base de milho e soja), Base-FC (à base de farelo de coco) e Base-TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

A motilidade espermática progressiva nos períodos experimentais P5 e P6 foi similar entre os grupos, diminuindo no P7 para os grupos Controle e Base-FC (Figura 5). Nos P8 e P9, o comportamento da motilidade progressiva do Controle foi crescente, diferentemente do Base-FC, que apresentou ligeira oscilação, finalizando o ensaio como o grupo de menor motilidade seminal. Distintamente, os animais do Base-TAD apresentaram níveis crescentes de motilidade do P5 ao P9, finalizando o experimento com os maiores índices de motilidade progressiva, acima de 70%.

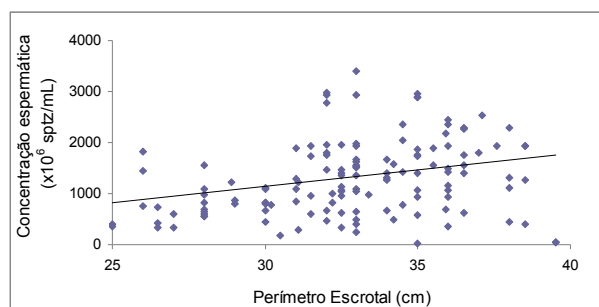
A integridade de membrana plasmática nos grupos estudados foi decrescente nos períodos P5, P6 e P7, contudo, foi crescente no P8 e P9, com exceção do Base-FC que apresentou nova diminuição no P9. Apesar do comportamento das curvas serem semelhantes, destaca-se o fato dos índices absolutos encontrados de integridade de membrana plasmática serem sempre mais elevados para o Base-TAD. Houve correlação positiva entre o perímetro escrotal e a concentração dos ejaculados ( $r = 0.0626$ ;  $P < 0,0036$ ), independentemente do tratamento alimentar (Figura 6).

Figura 5 - Motilidade espermática progressiva e integridade de membrana plasmática de espermatozoides de búfalos suplementados com rações experimentais (Controle: à base de milho e soja; Base-FC: à base de farelo de coco; Base-TAD: à base de torta de amêndoa de dendê). Período = 28 dias.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6. Correlação de Pearson entre concentração espermática ( $\times 10^6$  spz/mL) e o perímetro escrotal (cm) de bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril com suplementação alimentar.



Fonte: Arquivo pessoal

### 5.3.3.1 Proteína e Lipídeos na Qualidade Seminal

Foi observada correlação positiva ( $r = 0,205$ ;  $P < 0,0068$ ) entre consumo de proteína bruta e motilidade espermática, entre consumo de lipídios e motilidade

espermática ( $r = 0,342$ ;  $P < 0,0001$ ) e consumo de lipídeos e integridade de membrana plasmática ( $r = 0,355$ ;  $P < 0,0001$ ).

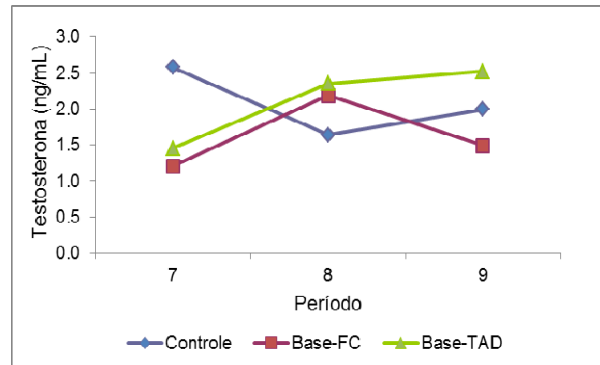
### 5.3.3.2 Macronutrientes e Micronutrientes na Qualidade Seminal

A motilidade espermática se correlacionou, de forma positiva, com o consumo dos minerais Co ( $r = 0,376$ ;  $P < 0,0001$ ) Se ( $r = 0,366$ ;  $P < 0,0001$ ), Fe ( $r = 0,367$ ;  $P < 0,0001$ ), Na ( $r = 0,363$ ;  $P < 0,0001$ ), Cr ( $r = 0,347$ ;  $P < 0,0001$ ), Ca ( $r = 0,338$ ;  $P < 0,0001$ ), Mn ( $r = 0,339$ ;  $P < 0,0001$ ), Cu ( $r = 0,331$ ;  $P < 0,0001$ ), Mo ( $r = 0,319$ ;  $P < 0,0001$ ), Mg ( $r = 0,301$ ;  $P < 0,0001$ ) e Zn ( $r = 0,171$ ;  $P < 0,0246$ ). Da mesma forma, foram observadas correlações positivas entre integridade de membrana plasmática e consumo de Mn ( $r = 0,348$ ;  $P < 0,0001$ ), Na ( $r = 0,343$ ;  $P < 0,0001$ ), Cr ( $r = 0,326$ ;  $P < 0,0001$ ), Fe ( $r = 0,329$ ;  $P < 0,0001$ ) Se ( $r = 0,331$ ;  $P < 0,0001$ ), Ca ( $r = 0,244$ ;  $P < 0,0012$ ), Cu ( $r = 0,219$ ;  $P < 0,0038$ ) e Mg ( $r = 0,174$ ;  $P < 0,0221$ ).

### 5.3.4 Níveis Plasmáticos de Testosterona

Os níveis de testosterona do Controle eram mais elevados no P7, mas foram suplantados pelos animais do Base-FC e Base-TAD em P8 (Figura 7). Ao final do ensaio, em P9, os níveis séricos de testosterona foram mais elevados em Base-TAD ( $P < 0,05$ ), seguido pelo Controle e Base-FC, que não diferiram entre si. Durante os períodos em que a testosterona foi analisada, os perfis hormonais de Controle e Base-FC apresentaram comportamento oscilatório, porém opostos, enquanto Base-TAD apresentou comportamento acréscimo constante e linear. As comparações entre médias de testosterona plasmática dos grupos nos respectivos períodos estão expressas na Tabela 17.

Figura 7 - Níveis plasmáticos de testosterona (ng/mL) de búfalos suplementados com rações experimentais (Controle: à base de milho e soja; Base-FC: à base de farelo de coco; Base-TAD: à base de torta de amêndoa de dendê). Período = 28 dias.



Fonte: Arquivo pessoal

Tabela 17 - Níveis plasmáticos de testosterona (ng/mL) de búfalos adultos criados a pasto, com suplementação alimentar.

Período*	Grupo**			Média do Período
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
7	2,580 ± 2,299 <sup>Aa</sup>	1,207 ± 1,060 <sup>Ab</sup>	1,453 ± 1,114 <sup>Aa</sup>	1,757 ± 1,682
8	1,642 ± 1,566 <sup>Aa</sup>	2,187 ± 1,916 <sup>Aa</sup>	2,357 ± 1,996 <sup>Aa</sup>	2,062 ± 1,815
9	1,995 ± 1,919 <sup>Ba</sup>	1,491 ± 1,080 <sup>Bab</sup>	2,519 ± 1,749 <sup>Aa</sup>	2,002 ± 1,637
Média do Grupo	2,103 ± 1,960	1,628 ± 1,447	2,133 ± 1,713	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\*Cada período tem duração de 28 dias. \*\*Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Os níveis de testosterona se correlacionaram positivamente com o peso corpóreo ( $r = 0,58$ ;  $P < 0,0001$ ), perímetro escrotal ( $r = 0,16$ ;  $P < 0,02$ ), volume espermático ( $r = 0,225$ ;  $P < 0,026$ ), motilidade espermática progressiva ( $r = 0,417$ ;  $P < 0,0001$ ) e integridade de membrana plasmática ( $r = 0,291$ ;  $P < 0,003$ ). A testosterona se correlacionou negativamente com pH ( $r = -0,225$ ;  $P < 0,026$ ), defeitos maiores ( $r = -0,319$ ;  $P < 0,001$ ) e defeitos totais ( $r = -0,298$ ;  $P < 0,003$ ).

## 5.4 DISCUSSÃO

### 5.4.1 Consumo dos Concentrados nos Grupos Experimentais

Os consumos de concentrado apresentaram comportamento quadrático, nos grupos Controle e Base-FC, e linear, no Base-TAD (Figura 1). Segundo Faturi et al.

(2010), existe redução do consumo com o aumento do nível de inclusão de farelo de coco na dieta, enquanto Souza Júnior et al. (2009) relataram menor nível de consumo, quando o oferecimento de farelo de coco foi equivalente a 1,2 % do peso vivo. No Base-TAD, houve consumo crescente nos períodos avaliados, fato também observado por Barbosa et al. (2010), ao substituírem silagem da gramínea *Pennisetum purpureum* Schum por torta de amêndoa de dendê, a qual pode ser fornecida a bubalinos, na substituição de níveis de 0, 20, 40 e 60%, com melhor nível de inclusão de 60%. Em relação aos consumos de proteína e lipídeos apresentaram comportamento quadrático grupos Controle e Base-FC, e linear, no Base-TAD (Figura 2), apesar dos concentrados experimentais serem isoprotéicos (18% de PB), e o maior teor de lipídeos no concentrado Base-TAD não limitou o consumo dos animais.

A ração Base-TAD possibilitou consumo de Ca, Mg e K dentro do preconizado para búfalos por Silva Sobrinho (1987). Foram observados maiores consumos de Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Mo, Co, Cr, Cu, Zn e Se no Base-TAD, fato que pode ser atribuído à maior oferta nas rações. O consumo de Zn foi mais expressivo no Base-TAD e no Controle, grupo que também apresentou consumo superior de K. Os consumos de Na, Fe, Cu e Se apresentaram comportamento quadrático grupos Controle e Base-FC, e linear, no Base-TAD (Figura 3). Os consumos de Ba, Sr, Cd foram maiores ( $P < 0,05$ ) no Grupo Base-TAD e o de Al foi maior ( $P < 0,05$ ) no Controle, devido à maior oferta desses nutrientes. Contudo, os menores consumos de metais tóxicos ocorreram no Base-FC, com exceção do titânio.

Referente aos consumos de micronutrientes, não foram encontradas citações na literatura que permitissem abordar, de forma segura, sobre as quantidades que devem ser consumidas para obtenção de determinado ganho ponderal nos animais domésticos, apenas estão disponíveis dados de requerimento na dieta (NRC, 1996) e limites de tolerância (NRC, 2005) para bovinos de corte.

#### **5.4.2 Peso Corpóreo e Perímetro Escrotal**

Os ganhos de pesos médios diários dos animais experimentais foram semelhantes ( $P < 0,05$ ), entre 0,92 e 0,97 kg, apesar da diferença de consumo entre os grupos experimentais (OLIVEIRA et al., 2011), cujos valores são considerados elevados, em comparação às médias dos sistemas de criação da Amazônia, de

0,114 a 0,692 kg, em pastagem nativa, 0,331 a 0,686 kg, em pastagem cultivada, 0,730 a 0,830 kg, em pastagem cultivada, com suplementação de farelo de trigo e torta de dendê, e 0,814 kg, em confinamento (LOURENÇO JÚNIOR et al., 2002).

O perímetro escrotal possibilita avaliar a capacidade reprodutiva do touro (OHASHI, 1993, VALE et al., 2004), e auxilia na seleção de animais, do ponto de vista quantitativo e qualitativo do sêmen e fertilidade (VALE FILHO et al., 1993). No presente estudo, o perímetro escrotal evoluiu com o ganho de peso dos animais, e destaca sua importância ao avaliar o desempenho ponderal, pois reflete, de forma direta, o desenvolvimento dos testículos (OHASHI et al., 2007). A correlação entre o peso e o perímetro escrotal (Figura 4) foi positiva e de alta magnitude e significância, e está de acordo com OHASHI (1993); VALE et al. (2004), que constataram que o perímetro escrotal tem desenvolvimento constante e gradual, em relação ao crescimento linear do peso corporal.

Os maiores perímetros escrotais ( $P < 0,05$ ) foram observados no Grupo Controle, em comparação aos grupos Base-FC e Base-TAD. Contudo, vale observar que as médias de perímetro escrotal observadas nos grupos Controle, Base-FC e Base-TAD no P9 ( $34,6 \pm 2,0$  cm,  $33,0 \pm 1,9$  cm e  $32,7 \pm 1,9$  cm, respectivamente) estão de acordo com os achados de Ohashi et al. (2001) e Vale et al. (2008), que observaram  $32,7 \pm 2,7$  cm e  $32,0 \pm 3,1$  cm para búfalos acima dos 36 meses de idade, o que é desejável. No entanto, a evolução do perímetro escrotal no Base-TAD (7,2 cm) foi maior quando comparado com os grupos Controle (6,2 cm) e Base-FC (6,4 cm), quando observa-se a diferença entre o perímetro escrotal inicial (P1) e final (P9).

De acordo Adeel et al. (2009), uma possível desvantagem em alimentação rica em gordura para touros, seria o desenvolvimento de obesidade e excesso de gordura depositada no escroto, que pode interferir na regulação da temperatura e resultar em degeneração testicular e consequente deterioração da qualidade do sêmen. Neste trabalho, a suplementação de 1% do peso vivo pode ser utilizada com segurança para criação de touros de búfalos, sem quaisquer efeitos adversos relacionados ao acúmulo excessivo de gordura testicular.



### 5.4.3 Parâmetros Seminais

Em relação aos parâmetros seminais (Tabela 16), o aspecto leitoso foi predominante, nos grupos experimentais avaliados, contudo, maiores percentagens de ocorrência foram encontradas nos grupos Controle e Base-FC. A cor branca prevaleceu nos grupos estudados, basicamente, no Base-FC. Os achados corroboram dados de Vale (2002), segundo o qual o sêmen normal de búfalos apresenta cor que varia de branco a branco-leitoso e pode apresentar estrias azuis-escuras. O pH dos ejaculados esteve entre 6,8 e 7,0, concordante com os achados de Vale (2002). Em relação ao volume do ejaculado, o movimento de massa, vigor e patologias espermáticas não apresentaram diferença estatística entre grupos ( $P < 0,05$ ). O volume do ejaculado dos animais experimentais foi similar ao reportado por Alavi-Shoushtari et al (2009), de  $3,07 \pm 0,17$  mL. O movimento de massa e vigor espermático estavam de acordo com Vale (2002), que cita valores acima de 3 em bons ejaculados bubalinos. Não houve diferença significativa na concentração espermática ( $\times 10^6$  spz/mL) entre grupos, contudo, menor valores foram observados no Base-TAD, mas sem divergir dos padrões fisiológicos descritos por Kumar, Sahni e Bistha, (1993), de  $524,10 \pm 20,70$  a  $1.031,4 \pm 28,70 \times 10^6$  spz/mL. Observou-se também que houve correlação positiva e significativa entre o perímetro escrotal e a concentração espermática.

A motilidade espermática progressiva nos animais do grupo Base-TAD foi sempre mais elevada e os níveis de integridade de membrana plasmática dos espermatozoides estiveram constantemente acima de 80% (Figura 5), fato considerado positivo, mesmo em se tratando de sêmen *in natura*. Os achados de integridade de membrana no Base-TAD foram superiores aos observados por Garcia et al. (2010) ( $74,92 \pm 12,87\%$ ), por Rasul, Ahmad e Anzar (2001) ( $80,2\% \pm 3,9\%$ ) e por Nair et al (2006) ( $74,00 \pm 3,04\%$ ). Esse efeito pode ser considerado positivo, pois a integridade de membrana plasmática é um pré-requisito para que ocorram os eventos fisiológicos relacionados ao processo de fertilização, que incluem a capacitação espermática, ligação à zona pelúcida, reação acrossomal e fusão dos gametas (PAPA; GABALDI; WOLF et al., 2000). Apesar de inferiores aos achados no Base-TAD, a integridade de membrana plasmática no Controle e Base-FC esteve próxima ao reportado por Koonjaenak et al. (2007a), de  $68,7 \pm 2,0\%$  a  $75,6 \pm 2,1\%$ .

A motilidade espermática progressiva do Base-TAD está de acordo com PANT et al. (2003), que observaram variação entre 70 e 80%, e de Asadpour et al. (2008), que reportam valores de  $70,0 \pm 8,5\%$ . Em relação aos grupos Controle e Base-FC, apresentaram valores próximos ao de Nair et al (2006), que foi de  $66,19 \pm 0,51\%$  e de Kumar, Sahni e Bistha (1993), de  $60,8 \pm 1,5$  a  $69 \pm 4,0\%$ , em touros bubalinos Murrah.

Os defeitos espermáticos estiveram acima do nível usualmente aceitável de 30%, para bovinos (CBRA, 1998). Os achados de defeitos totais foram superiores aos níveis de  $14,1 \pm 0,8\%$  encontrados por Koonjaenak et al. (2007b) e de  $15,9 \pm 4,7\%$  observado por Asadpour et al. (2008), mas inferiores aos de Ribeiro e Vale (2007), que observaram nível de patologias espermáticas entre 10 a 65% para touros bubalinos Murrah. Os índices de morfologia espermática anormal não foram diferentes entre os grupos Controle, Base-FC e Base-TAD, o que permite inferir que o fato não se relaciona à adição de farelo de coco ou torta de amêndoa de dendê na dieta dos animais. De fato, o ambiente, as técnicas de processamento e coloração seminal, erro humano e tempo de reação são fatores que podem influenciar as taxas de defeitos espermáticos em bubalinos.

#### 5.4.3.1 Proteína e Lipídeos na Qualidade Seminal

Foi observada correlação positiva entre consumo de proteína bruta e motilidade espermática, entre consumo de lipídios e motilidade espermática e consumo de lipídeos e integridade de membrana plasmática. De acordo com Rekwot et al. (1988), que avaliaram grupos com maior concentração (14,45%) e menor concentração (8,51%) de proteína bruta no concentrado, existe aumento significativo no volume seminal, motilidade espermática e concentração espermática em touros suplementados com maior nível protéico. Em relação aos lipídeos, a dieta pode modificar a composição do sêmen, integridade de membrana plasmática e fertilização espermática (ROBINSON et al., 2006). Por isso, maiores níveis de lipídeos consumidos pelos animais no grupo Base-TAD podem explicar tanto a melhor motilidade progressiva observada nos ejaculados, quanto a maior integridade e estabilidade da membrana espermática, fatores fundamentais para elevação da fertilidade de touros que servem a campo, bem como para maior aproveitamento das células em processos de criopreservação.

Em relação à composição dos perfis ácidos graxos (%) nos concentrados experimentais, maiores proporções de ácidos graxos poliinsaturados foram detectadas no concentrado fornecido ao Grupo Controle (57,21%), quando comparadas aos grupos Base-FC (5,76%) e Base-TAD (6,22%). No entanto, maior proporção de ômega 6 foi detectada no Grupo Controle. Em relação aos ácidos graxos saturados (%), maiores proporções foram observadas no Grupo Base-TAD (85,76%), seguido pelo Base-FC (58,26%) e Controle (20,26%). Curiosamente, melhores parâmetros seminais, como motilidade espermática e integridade de membrana plasmática, foram detectados no Grupo Base-TAD, apesar de Wathes, Abayasekara e Aitken (2007) relatarem a importância dos ácidos graxos poliinsaturados na fluidez da membrana plasmática espermática. No que se refere às dietas ricas em ômega 3, o principal ácido envolvido, o docosahexaenóico, está relacionado com a integridade de membrana plasmática e motilidade espermática (ROBINSON et al., 2006). Os dados obtidos são concordantes com os de Adeel et al. (2009), que não observaram efeito de dietas ricas em ômega 3, advindo de óleo de girassol, sobre a motilidade espermática e a integridade de membrana plasmática de sêmen a fresco de touros bubalinos.

#### 5.4.3.2 Minerais na Qualidade Seminal

Os minerais, de maneira geral, exercem destacada influência na qualidade seminal dos animais domésticos. No presente estudo, não foi realizada avaliação bioquímica, entretanto, sabe-se que a concentração de minerais no aparelho genital, depende quase exclusivamente do aporte alimentar. Os consumos de minerais das rações experimentais influenciaram, de forma positiva, a qualidade seminal de touros bubalinos suplementados com subprodutos da agroindústria, como motilidade espermática e integridade de membrana plasmática, com exceção do cobalto, molibdênio e zinco, que agiram, apenas, na motilidade espermática. No sêmen bubalino estão presentes sódio, potássio, cálcio, magnésio, cobre, zinco e ferro (KANWAL et al., 2000).

#### 5.4.3.3 Macronutrientes na Qualidade Seminal

Em machos jovens destinados à reprodução, os macronutrientes têm importância, de forma indireta, principalmente relacionada ao desenvolvimento locomotor do animal (HIRONAKE, 1988). Na oferta de macronutrientes Ca, Na, Mg e K das dietas experimentais, apenas o Ca, no Grupo Controle, esteve dentro das recomendações para bovinos (NRC, 1996), no entanto, inferior ao limite de tolerância para bovinos (NRC, 2005).

O perfil de consumo de Na, no decorrer do experimento, foi similar ao perfil dos parâmetros de motilidade espermática e integridade de membrana plasmática. Os consumos de macronutrientes, tais como sódio, cálcio e magnésio influenciaram, de forma positiva, a motilidade espermática e a integridade de membrana plasmática, pois o sódio é essencial para manter a pressão osmótica (KUMAR et al., 1984). Cálcio e magnésio estão associados com a motilidade progressiva espermática, motilidade bruta e viabilidade espermática (EGHBALI et al, 2010a). Apesar do consumo de potássio não apresentar correlação significativa com a qualidade seminal dos touros estudados, há relatos que sua deficiência diminui a fertilidade de touros, além de ter influência na concentração espermática e percentagem de espermatozoides vivos (KUMAR et al., 1984), fato observado no Grupo Base- FC, cuja dieta teve maior oferta de potássio, o que pode ter resultado na maior concentração espermática observada.

#### 5.4.3.4 Micronutrientes na Qualidade Seminal

Os micronutrientes estão envolvidos em funções intracelulares, como neutralização de radicais livres, síntese de esteróides e de outros hormônios reprodutivos, metabolismo dos hidratos de carbonos, proteínas e ácidos nucleicos. Deficiência ou excesso podem prejudicar a espermatogênese e a libido do macho, fertilidade, desenvolvimento e sobrevivência embrionária, atividade de recuperação pós-parto, produção de leite, desenvolvimento da prole e sobrevivência (SMITH; AKINBAMIJO, 2000).

Os consumos de selênio, ferro, cobalto, cromo, cobre, manganês, molibdênio e zinco estão associados, de forma positiva, com motilidade espermática e integridade de membrana plasmática, com exceção do cobalto, molibdênio e zinco,

que atuam somente na motilidade espermática. Além disso, perfis de consumo de selênio, ferro, cobre foram similares aos observados na motilidade espermática e integridade de membrana plasmática de touros, ao longo deste trabalho. Esses resultados vêm ressaltar a importância da suplementação de micronutrientes na qualidade seminal de bubalinos e confirmar os achados de literatura sobre a influência positiva de micronutrientes nos parâmetros espermáticos. O ferro (EGHBALI et al., 2010b) e o cobre (EGHBALI; ALAVAI-SHOUSHTARI; ARSI REZAI, 2008) estão associados com a motilidade espermática e integridade de membrana de búfalos e, no sêmen de humanos, o cobre têm função de proteger contra danos da peroxidação lipídica (EIDI et al., 2010). O manganês em deficiência pode prejudicar ou deprimir funções reprodutivas (BARBER et al, 2005.; SINGH, 2008), além disso, é componente essencial de enzimas envolvidas no processo redox (CAMPANELLA; GATTA; RAVERA, 2005) e pode ser utilizado como antioxidante, na proteção do sêmen de touros contra a peroxidação lipídica e estresse oxidativo (BILASPURI; BANSAL, 2008; CHEEMA et al., 2009). O zinco está relacionado à geração de energia e motilidade progressiva (HENKEL et al., 1999; KENDALL et al., 2000; HENKEL et al., 2003), integridade de membrana plasmática (KENDALL et al., 2000; MERRELLS et al., 2009), melhora também a qualidade de sêmen de bovinos criados a pasto quando suplementados com 60 mg de Zn/kg (OLIVEIRA et al., 2007; FERNANDES et al., 2009). Contudo, touros bubalinos suplementados com 40mg/kg de zinco não apresentaram efeitos na morfologia espermática (BISWAJIT et al., 2010). O selênio está associado com a motilidade espermática e à integridade de membrana plasmática, o cobalto atua no sêmen de cordeiros (KENDALL et al., 2000) e o cromo em sêmen de ratos (ANDERSON; POLANSKY, 1981) melhorando a fertilidade seminal.

No presente estudo, o consumo de molibdênio teve associação de forma positiva com a motilidade espermática de bubalinos, contudo, Pandey e Singh (2002), estudando consumo elevado desse mineral em ratos, encontrado em anormalidades espermáticas como diminuição na motilidade espermática e total de espermatozoides do epidídimo

Em relação à percentagem de espermatozoides, apesar da maior concentração observada no Controle e Base-FC, quando comparado com Base-TAD, as concentrações espermáticas observadas estavam dentro do preconizado para a espécie em estudo (VALE, 1994), a qual pode ser influenciada pelo consumo

de zinco, cobalto (KENDALL et al., 2000), selênio (ANDERSON; POLANSKY, 1981; KENDALL et al., 2000) e cromo (ANDERSON; POLANSKY, 1981). O consumo de molibdênio contido nas rações experimentais foi associado, de forma positiva, com a qualidade espermática dos búfalos, porém, em estudos com roedores, altas concentrações podem levar à diminuição dos pesos dos testículos, epidídimos, vesícula seminal, próstata e aumentos das anormalidades espermáticas, com diminuição na motilidade espermática (PANDEY; SINGH, 2002).

#### 5.4.3.5 Metais Tóxicos na Qualidade Seminal

Os metais tóxicos, de maneira geral, têm impactos negativos na qualidade seminal de animais domésticos, pois comprometem o funcionamento do sistema reprodutor e estão, principalmente, relacionados à morfologia e cinética espermática e podem afetar a distribuição de minerais nos tecidos. No presente estudo, os teores de Al, Ba, Cd, Ti e Sr, nas dietas experimentais, estão muito abaixo do limite de tolerância para bovinos (NRC, 2005). Os consumos de Al, Ba, Sr e Cd foram maiores no Grupo Base-TAD e o Ti maior no Base-FC. Contudo, a porcentagem de patologias espermáticas não se diferenciou ( $P>0,05$ ).

Apesar dos maiores consumos de alumínio e cádmio no Grupo Base-TAD, quando comparados ao Controle e Base-FC, não foi observado efeitos negativos sobre a qualidade seminal, apesar dos que o excesso de alumínio promove diminuição da motilidade espermática e viabilidade espermática (DAWSON et al, 1998), volume do ejaculado, concentração de espermatozóides e fertilidade (GUO et al, 2005; YOUSEF; EL-MORSY; HASSAN, 2005), e, igualmente, elevado teor de cádmio pode alterar a concentração e motilidade espermática e a concentração de testosterona plasmática (SAID et al, 2010). O elevado consumo de selênio pelos animais do Base-TAD, juntamente com zinco, pode ter protegido o testículo de possível injúria provocada pelo cádmio, pelo efeito antioxidante do selênio.

Apesar do maior consumo de titânio no Grupo Base-FC ( $P>0,05$ ), sua motilidade espermática e integridade da membrana plasmática foram semelhantes ao Controle, porém, inferiores ao Base-TAD.

#### 5.4.4. Níveis Plasmáticos de Testosterona

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) no nível de testosterona nos períodos experimentais no P7 e P8, entretanto no P9, a sua concentração foi maior na Base-TAD. As concentrações nos grupos experimentais estão de acordo com Gunarajasingam et al. (1985), que estudaram búfalos de 3 a 4 anos de idade, com variação de concentração de testosterona de 0,2 ng/mL a 2,7 ng/mL, durante 24 horas. O comportamento do perfil da concentração de testosterona, em relação aos períodos P7 a P9, foram distintos entre os grupos estudados. A concentração de testosterona foi crescente, na Base-TAD, e similar à curva de consumo das concentrados nos respectivos grupos. Nos períodos P7, P8 e P9 foram observados maiores consumos, fato observado de forma oposta no Base-FC, enquanto consumos menores P7 e P9 resultaram em menores concentrações de testosterona. Contudo, o Controle teve comportamento atípico, com diminuição discreta na concentração de testosterona (P8), apesar do consumo crescente (P7 e P8) e menor no P9.

Neste estudo, a testosterona correlacionou-se, de forma positiva, com o peso corporal e perímetro escrotal, volume espermático, motilidade espermática e integridade de membrana plasmática, e negativa com pH, defeitos espermáticos maiores e totais dos animais experimentais, fatos observados, também, por Asadpour, Rezazadeh e Hamali (2008), os quais relataram correlação positiva da testosterona plasmática com motilidade espermática e viabilidade de búfalos de 4 a 5 anos de idade. No entanto, Tuli et al. (1991) não observaram correlação com o volume espermático de bubalinos sexualmente maduros, somente com movimento de massa. De acordo com Ahmad et al. (1984), as concentrações de testosterona plasmática não são correlacionados com produção espermática nem ejaculação.

#### 5.5. CONCLUSÃO

A suplementação com subprodutos à base de farelo de coco e torta de amêndoa de dendê proporcionou oferta de nutrientes semelhante às das rações tradicionais, com destaque para a oferta de gordura e minerais do grupo Base-TAD. Embora tenham sido detectados metais tóxicos nas rações experimentais, esses elementos estavam em níveis inferiores ao limite de tolerância animal.

Os búfalos arraçoados com os concentrados experimentais apresentaram qualidade seminal, perímetro escrotal e níveis de testosterona que permitem indicar a substituição de milho e soja por subprodutos da agroindústria local, sem oferecer riscos associados a fatores nutricionais.

Contudo, o concentrado à base de torta de amêndoa de dendê possibilitou incremento na testosterona sérica e na qualidade seminal, com maior motilidade espermática e maiores níveis de espermatozóides com integridade de membrana plasmática, o que pode estar relacionado ao elevado consumo de lipídeos e minerais.

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa Amazônia Oriental (Projetos 01.07.01.02.04.06 e 01.07.01.02.03), Universidade Federal do Pará e CAPES pelo suporte financeiro, treinamento e concessão de bolsa de estudo.

## REFERÊNCIAS

- ADEEL, M.; IJAZ, A.; ALEEM, M.; REHMAN, H.; YOUSAF, M. S.; JABBAR, M. A. Improvement of liquid and frozen-thawed semen quality of Nili-Ravi buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) through supplementation of fat. **Theriogenology**, v.71, p.1220-1225, 2009.
- AHMAD, M.; LATIF, M.; QAZI, M.H.; SABIER, M.; ARSLAN, M. Age related change in body weight, scrotal size and plasma testosterone levels in buffalo bulls (*Bubalus bubalis*). **Theriogenology**, v.22, p.651-656, 1984.
- ANDERSON, R. A.; POLANSKY, M.M. Dietary chromium deficiency effect on sperm count and fertility in rats. **Biological Trace Element Research**, v.3, p1-5, 1981.
- ALAVI-SHOUSHTARI, S. M; ARI REZAI, S.; ANSARI, M. H.; KHAKI, A. Effects of the seminal plasma de zinc content an catalase activity on the semen quality of water buffalo (*Bubalus bubalis*). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.12, n.2, p.134-139, 2009.
- ASADPOUR, R.; REZAZADEH, F.; HAMALI, H. Blood testosterone levels in Iranian buffalo bulls and its relation with semen freezability. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.7, n.12, p.1559-1562, 2008.
- BARBER, S. J.; PARKER, H. M.; Mc DANIEL, C.D. Broiler breeder semen quality as affected by trace minerals in vitro. **Poultry Science**, n.84, p.100-105, 2005.



BARBOSA, N. G. S.; RODRIGUEZ, N. M.; FERNANDES, P. C. C.; GARCIA, A. R.; NAHÚM, B. S.; SALIBA, E. S.; BORGES, I.; ÁVILA, S. C.; MENEZES, B. P.; RIBEIRO, O. A. V.; OLIVEIRA, M. E. C.; QUINZEIRO NETO, T. Intake and digestibility of river buffalo steers (*Bubalus bubalis*) fed different levels of palm kernel cake: effect of diet neutral detergent fiber, digestible energy, crude protein and extract ether. In: CONGRESS WORD BUFFALOES, 2010, Argentina. **Revista Veterinaria**, v.21, Sup. 1, 2010, p. 146-150.

BILASPURI, G. S.; BANSAL, A. K. Mn<sup>2+</sup>: A potent antioxidant and stimulator of sperm capacitation and acrosome reaction in crossbred cattle bulls. **Archiv Tierzucht / Archives Animal Breeding**, v.51, n.2, p.149-158, 2008.

BISWAJIT, R.; NAGPAUL, P. K.; PANKAJ, P. K.; MOHANTY, T. K.; RAINA, V. S.; GHOSH, S. Effect of Zn supplementation (ZnSo<sub>4</sub>) on sperm morphometry of murrah buffalo bulls (*Bubalus bubalis*). **Buffalo Bulletin**, v.29, n.1, p.21-25, 2010.

BLOM, E. The ultrastructure of some characteristics sperm defects and a proposal for a new classification on the bull spermogram. **Nordic Veterinary Medicine**, v.25, n.7-8, p.383-391, 1973.

CAMPANELLA, L.; GATTA, T.; RAVERA, O. Relationship between anti-oxidant capacity and manganese accumulation in the soft tissues of two freshwater molluscs: *Unio pictorum mancus* (Lamellibranchia, Unionidae) and *Viviparus ater* (Gastropoda, Prosobranchia) **Journal of Limnology**, v.64, n.2, p.153-158, 2005.

COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL - CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2. ed. Belo Horizonte, 1998. 49p.

CHEEMA, R. S.; BANSAL, A. K.; BILASPURI, G. S. Manganese provides antioxidant protection for sperm cryopreservation that may offer new consideration for clinical fertility. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v.2, n.3, p.152-159, 2009.

DAWSON, E. B.; RITTER, S.; HARRIS, W. A.; EVANS, D. R.; POWELL, L. C. Comparison of sperm viability with seminal plasma metal levels. **Biological Trace Element Research**, v.64, p.215-219, 1998.

EGHBALI, M.; ALAVAI-SHOUSHTARI, S. M.; ARSI REZAI, S. Effects of copper and superoxide dismutase content of seminal plasma on buffalo semen characteristics. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.11, n.5, p.1964-1968, 2008.

EGHBALI, M.; ALAVI-SHOUSHTARI, S. M.; ASRI-REZAEI, S.; ANSARI, M. H. K. Calcium, magnesium and total antioxidant capacity (TAC) in seminal plasma of water buffalo (*Bubalus bubalis*) bulls and their relationships with semen characteristics. **Veterinary Research Forum**, v.1, n.1, p.12-20, 2010a.

EGHBALI, M.; ALAVI-SHOUSHTARI, S. M.; ASRI-REZAEI, S.; ANSARI, M. H. K. Effects of the seminal plasma iron and lead content on semen quality of water buffalo (*Bubalus bubalis*) bulls. **Veterinary Research Forum**, v.1, n.3, p.142-148, 2010b.

EIDI, M.; EIDI, A.; POUYAN, O.; SHAHMOHAMMADI, P.; FAZAELI, R.; BAHAR, M. Seminal plasma levels of copper and its relationship with seminal parameters. **Iranian Journal of Reproductive Medicine**, v.8. n.2. p.60-65, 2010.

FATURI, C.; XAVIER, M. M.; VASCONCELOS, H. G. R.; SANTOS, I. A. P.; PAULA, C. C. F.; AZEVEDO, J. C. **Digestibilidade aparente de dietas para ovinos contendo diferentes proporções de farelo de coco no concentrado**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador, BA. **Resumos....**Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

FERNANDES, C. E.; OLIVEIRA, A. R.; MIRANDA, P. A. B.; LOPES, S. C. P.; MORAES, S. S.; MORAIS, M. G.; ABREU, U. G. P.; LANDIM-ALVARENGA, F. C. Alterações na morfologia espermática em touros de corte com e sem suplementação de zinco na mistura mineral. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.4, p. 1074-1083, 2009.

GALLOWAY, D. B. Introductory review, factors affecting fertility. In: **Bulls Course held**. The University of Queensland Veterinary School, 1974, p.2-23.

GARCIA, A. R. Influência de fatores ambientais sobre as características reprodutivas de búfalos do rio (*Bubalus bubalis*). **Revista de Ciências Agrárias**, n 45, p.1-13, 2006. Suplemento.

GARCIA, O.; VALE, W. G.; GARCIA, A. R.; RIBEIRO, H. F. L.; FERRO, R.; ROLIM FILHO, S. T.; SOUSA, E. M. Experimental study of testicular insulation In: BUFFALO. CONGRESS WORD BUFFALOES, Argentina. **Revista Veterinaria**, v. 21, 2010, p.889-891. Sup. 1.

GUNARAJASINGAM, D.; RAJAMAHENDRAN, R.; DOWNEY, B. R.; LAGUE, P. C. Testosterone secretion in young and adult buffalo bulls. **Theriogenology**, v.24, p.185-195, 1985.

GUO, C. H.; LU, Y. F.; HSU, G. S. W. The influence of aluminum exposure on male reproduction and offspring in mice. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v.20, p.135-141, 2005.

HENKEL, R.; BITTNER, J.; WEBER, R.; HUTHER, F.; MISKA, W. Relevance of zinc in human sperm flagella and its relation to motility. **Fertility and Sterility**, v.71, n.6, 1999.

HENKEL, R.; BALDAUF, C.; SCHILL, W. B. Resorption of the element zinc from spermatozoa by the epididymal epithelium. **Reproduction in Domestic Animals**, v.38, p.97-101, 2003.

HIRONAKE, R. The effect of calcium supplementation of an all-concentrate diet for beef cattle. **Canadian Journal Animal Science**, v.68, n.1, p.199-203, 1988.

JOELE, M. R. S. P. **Qualidade da carcaça e carne de búfalos criados em ecossistemas tradicional e silvipastoril com suplementação alimentar em Belém-Pará**. 2011, 142f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas

da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2011.

KANWAL, M. R.; REHMAN, N. U.; AHMAD, N.; SAMAD, H. A.; REHMAN, Z. AKHTAR, N.; ALI, S. Bulk cations and trace elements in the Nilli-Ravi Buffalo and crossbred cow bull semen. **International Journal of Agriculture & Biology**, v.4, p.302-305, 2000.

KENDALL, N.R.; McMULLEN, S.; GREEN, A.; RODWAY, R.G. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs. **Animal Reproduction Science**, v.62, p.277-283, 2000.

KOONJAENAK, S.; CHANATINART, V.; AIUMLAMAI, S.; PINYOPUMIMINTR, T.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Seasonal variation in semen quality of swamp buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) in Thailand. **Asian Journal of Andrology**, v.9, n.1, p. 92-101, 2007a.

KOONJAENAK, S.; CHANATINART, V.; EKWALL, H.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H.. Morphological features of spermatozoa of swamp buffalo AI bulls in Thailand. **Journal of Veterinary Medicine A**, v.54, p.169-178, 2007b

KUMAR, S.; TRIPATHI, S. S.; SAXENA, V. B. A comparative study on phosphatases, sodium and potassium in successive semen ejaculates of red Dane, Jersey and Murrah. **Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry**, v.13, n.3, p.136-139, 1984.

KUMAR, S.; SAHNI, K. L.; BISTHA, G. S. Cytomorphological characteristics of motile and static semen of buffalo bulls. **Buffalo Journal**, v.2, p.117–127, 1993.

LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; TEIXEIRA NETO, J. F.; COSTA, N. A.; BAENA, A. R. C.; MOURA CARVALHO, L. O. D. Alternative systems for feeding buffaloes in Amazon Region. In: BUFFALO SYMPOSIUM OF THE AMERICAS, 1., 2002, Belém. **Proceedings...** Belém, 2002. p. 31-42.

MERRELLS, K. J.; BLEWETT, H.; JAMIESON, J. A.; TAYLOR, C. G.; SUH, M. Relationship between abnormal sperm morphology induced by dietary zinc deficiency and lipid composition in testes of growing rats. **British Journal of Nutrition**, v.102, p.226-232, 2009.

NAIR, S. J.; BRAR, A. S.; AHUJA, C. S.; SANGHA, S. P. S.; CHAUDHARY, K. C. A comparative study on lipid peroxidation, activities of antioxidant enzymes and viability of cattle and buffalo bull spermatozoa during storage at refrigeration temperature. **Animal Reproduction Science**, v.96, p.21-29, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle. Minerals**, 7. ed. rev. Washington: National Academic Press, 1996. p.54-69.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Mineral tolerance of domestic animals**. 2 ed. Washington, DC: National Academic Press, 2005. 511p.

OHASHI, O. M. **Estudos morfofisiológico do testículo de bubalinos mestiços (*Bubalus bubalis*) em diferentes idades**. 1993. 111f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 1993.

OHASHI, O. M.; OBA, E.; NOGUEIRA, J. C.; SOUSA, J. S.; SILVA, A. O. A. Características do desenvolvimento reprodutivo do macho bubalino: biometria testicular puberdade e maturidade sexual. **Revista Brasileira de Medicina de Veterinária**, v.23, n.3, 2001.

OHASHI, O. M.; MIRANDA, M. S; CORDEIRO, M. S; SANTOS, S. S. D. Desenvolvimento reprodutivo do macho bubalino: circunferência escrotal, atividade espermática e endocrinologia. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.299-306, 2007.

OLIVEIRA, A. R.; MORAIS, M. G.; MORAES, S. S.; FERNANDES, C. E.; ÍTAVO, L. C. V.; ABREU, U. G. P. Efeito de diferentes fontes e concentrações de zinco na mistura mineral sobre desempenho e características seminais de touros jovens criados em campo. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p.465-477, 2007.

OLIVEIRA, K. C. C. **Subprodutos da agroindústria na suplementação de búfalos para produção de carne em sistemas silvipastoris em Belém – PA**. 2011. 46f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Belém, 2011.

PACHÊCO, N. A; BASTOS, T.X. **Boletim Agrometeorológico**. Belém: Embrapa-Amazônia Oriental, 2007, 34.p (Boletim de Pesquisa).

PANDEY, R.; SINGH, S. P. Effects of molybdenum on fertility of male rats. **Bio Metals**, n.15, p.65-72, 2002.

PAPA, F. O, GABALDI, S. H; WOLF, A. Viabilidade espermática pós-descongelamento de sêmen bovino criopreservados com meio diluente glicina-gema em quatro diferentes tempos de estabilização. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.24, p.39-44, 2000.

PANT, H. C; SHARMA, R. K; PATEL, S. H; SHUKLA, H. R; MITTAL, A. K; KASIRAJ, R; MISRA, A. K; PRABHAKAR, J. H. Testicular development and its relationship to semen production in Murrah buffalo bulls. **Theriogenology**, v. 60, p.27-34, 2003.

RASUL, Z; AHMAD, N; ANZAR, M. Changes in motion characteristics, plasma membrane integrity, and acrosome morphology during cryopreservation of buffalo spermatozoa. **Journal of Andrology**, v.22, p.278-283, 2001.

REKWOT, P. I.; OYEDIPE, E. O.; AKEREJOLA, O. O.; KUMI-DIAKA, J. The Effect of Protein Intake on Body Weight, Scrotal Circumference and Semen Production of Bunaji Bulls and their Friesian Crosses in Nigeria. **Animal Reproduction Science**, v.16 p.1-9, 1988.

RIBEIRO, H.F.L., VALE, W.G. Dag defect in Murrah buffalo bulls in Brazil. **Italian Journal of Animal Science**, v. 6, p. 667-670, 2007. Sup. 2

ROBINSON, J. J.; ASHWORTH, C. J.; ROOKE, J. A.; MITCHELL, L. M.; MCEVOY, T. G. Nutrition and fertility in ruminant livestock animal. **Feed Science and Technology**, n.126, p.259–276, 2006.

ROCHE DIAGNOSTIC. **Elecsys**. Sistema de Imunoensaio: guia de referência em formato A4V 4.0, 2010.

SAID, L.; BANNI, M.; KERKENI, A.; SAID, K.; MESSAOUDI, I. Influence of combined treatment with zinc and selenium on cadmium induced testicular pathophysiology in rat. **Food and Chemical Toxicology**, v.48 p.2759-2765, 2010.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's guide**: statistics. 4. ed. 1993. Version 6, Cary, NC: v.2, 943p.

SILVA SOBRINHO, A. G; GARCIA, J. A.; SILVA, J. F. C.; SILVA, D. J. Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para seis grupos genéticos de bovídeos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.6 n.1, p.40-51, 1987.

SINGH, R. S. V. Metal and apoptosis: recent developments. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.22, n.4, p.262-284, 2008.

SMITH, O. B.; AKINBAMIJO, O. O. Micronutrients and reproduction in farm animals. **Animal Reproduction Science**, v.60, n.61, p.549-560, 2000.

SOUZA JÚNIOR, L., LOURENÇO JÚNIOR, J. B., SANTOS, N. F. A, GONÇALVES, G. F. D, NAHUM, B. S., MONTEIRO, E. M. M., ARAÚJO, C. V., FATURI, C. avaliação do valor nutritivo da torta de coco (*Cocos nucifera* L.) para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.4, n.8. 2009.

TULI, R. K.; LOHAN, L. S.; GOYAL, R. L.; SINGAL, S. P. Testosterone and progesterone hormones in buffalo bull seminal plasma and their correlations with seminal characteristics. **Indian Journal Dairy Sciences**, v.44, n.9., p.587-589, 1991.

VALE FILHO, V. R.; FONSECA, V. O.; FRENEAU, G. E.; GUIMARÃES, J. D.; CASTRO, V. M.; MELO, M. I. V. Desenvolvimento testicular e maturidade sexual em bovinos. **Caderno Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, n.8, p.63-75, 1993.

VALE, W. G. Sperm cryopreservation. *Bubalus bubalis*. **Journal of Buffalo Science Tech**, v.4, Suppl, p.129-140, 1997.

VALE, W. G. Reproductive management of buffalo male aiming semen production for artificial insemination. In: BUFFALO SYMPOSIUM OF AMERICAS, 2002, Belém, Brasil. **Proceedings...** Belém: APCB, 2002.

VALE, W. G; MAGALHÃES, N. A; MAGALHÃES, D. M; RIBEIRO, H. F. L. Testis growth, body weight and testicular size rates in the Brazilian Murrah buffaloes. In:

INTERNATIONAL CONGRESS OF ANIMAL REPRODUCTION, 15., 2004, Porto Seguro, BA. **Abstracts...** Porto Seguro: ICAR, 2004. v.1, p.179.

VALE, W. G; RIBEIRO, H. F. L.; SOUSA, J. S; SILVA, A. O. A; BARBOSA, E. M; FILHO, S. T. R. Seleção e avaliação andrológica do reprodutor bubalino. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.32, n.2, p.141-155, 2008.

WATHES, D. C.; ABAYASEKARA, D. R. E.; AITKEN, R. J. Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. **Biology of Reproduction**, v.77, 190-201, 2007.

YOUSEF, M. I.; EL-MORSY, A. M. A.; HASSAN, M.S. Aluminum-induced deterioration in reproductive performance and seminal plasma biochemistry of male rabbits: protective role of ascorbic acid. **Toxicology**, v.215, p.97-107, 2005.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de concentrados experimentais à base de subprodutos da indústria da Amazônia brasileira, como farelo de coco e torta de amêndoa de dendê, é uma alternativa viável na suplementação de búfalos em períodos críticos do ano. Esses concentrados apresentam elevados teores de gordura e minerais, sendo capazes de satisfazer as exigências nutricionais diárias de touros bubalinos adultos. Contudo, previamente à utilização desses subprodutos, deve-se ter o cuidado de avaliar a fonte fornecedora, uma vez que pode haver metais tóxicos nos ingredientes constituintes das rações experimentais, mesmo que em baixas concentrações.

Comparativamente, os animais experimentais apresentaram maior aproveitamento da torta de amêndoa de dendê em relação ao farelo de coco. No entanto, os búfalos apresentaram excelente desenvolvimento ponderal e similar padrão andrológico, independentemente das dietas ofertadas. Vale ressaltar que os animais suplementados com torta de amêndoa de dendê apresentaram maior integridade de membrana plasmática e motilidade espermática, fatores imprescindíveis no sêmen *in natura* para garantir melhores resultados após a criopreservação de gametas. Assim, a suplementação no nível de 1% do peso vivo, seguindo as formulações testadas, pode ser utilizada com segurança para criação de touros búfalos, sem efeitos adversos relacionados ao desempenho ponderal.

## APÊNDICES



APÊNDICE A – Avaliação dos consumos de concentrados e parâmetros seminais de búfalos adultos criados em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Tabela 1 - Consumo médio (kg MS/dia) de concentrado por búfalos adultos criados em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	3,434 ± 0,542 Ae	3,176 ± 0,894 Ab	3,433 ± 0,936 Ad	3,348 ± 0,799
2	3,464 ± 0,499 Ae	3,264 ± 0,791 Ab	3,392 ± 0,780 Ad	3,373 ± 0,691
3	4,268 ± 0,614 Ad	3,323 ± 0,503 Bab	3,825 ± 0,482 Ac	3,806 ± 0,650
4	5,227 ± 0,675 Ab	2,898 ± 0,175 Bb	4,648 ± 0,498 Ab	4,258 ± 1,101
5	5,439 ± 0,660 Aab	2,647 ± 0,215 Bc	4,984 ± 0,452 Ab	4,357 ± 1,309
6	6,129 ± 0,505 Aa	3,134 ± 0,953 Cb	4,589 ± 0,559 Bb	4,617 ± 1,401
7	4,983 ± 0,141Ab	2,796 ± 0,815 Bc	4,425 ± 0,617 Ab	4,068 ± 1,094
8	5,764 ± 0,418 Aa	3,771 ± 0,508 Ba	5,918 ± 0,681 Aa	5,151 ± 1,114
9	4,302 ± 2,026 Bc	2,998 ± 0,090 Bbc	5,805 ± 0,680 Aa	4,368 ± 1,663
Média	4,778 ± 1,233	3,112 ± 0,693	4,558 ± 1,077	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste “t”.

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste “t”.

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 2 - Consumo Médio de Proteína Bruta (g/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	633,9 ± 108,9 Ac	578,4 ± 177,4 Aab	648,5 ± 192,7 Ac	620,3 ± 154,8
2	639,5 ± 100,4 Ac	594,4 ± 157,0 Aab	640,7 ± 160,7 Ac	624,9 ± 133,4
3	787,9 ± 123,4 Abc	605,2 ± 99,8 Aab	722,6 ± 99,2 Ac	705,2 ± 127,0
4	964,9 ± 135,7 Aab	527,8 ± 34,8 Bab	878,0 ± 102,5 Abc	790,2 ± 216,5
5	1004,10 ± 132,7 Aab	482,1 ± 42,7 Bb	941,5 ± 93,1 Ab	809,2 ± 257,1
6	1131,3 ± 101,6 Aa	570,7 ± 189,1 Cab	866,9 ± 115,0 Bbc	856,3 ± 270,4
7	919,9 ± 28,4 Ab	509,2 ± 161,7 Cb	835,9 ± 126,9 Abc	755,0 ± 214,3
8	1064,0 ± 84,2 Aab	686,8 ± 100,9 Ba	1117,9 ± 140,1 Aa	956,3 ± 223,5
9	794,1 ± 407,6 Abc	545,9 ± 17,9 Cab	1096,6 ± 140,0 Aab	812,2 ± 327,8
Média	882,2 ± 229,0	566,7 ± 127,2	861,0 ± 205,1	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste “t”.

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste “t”.

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 3 - Consumo Médio de Lipídeos (g/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	125,0 ± 21,5 Cb	281,8 ± 86,4 Bab	405,8 ± 120,5 Ac	270,9 ± 143,4
2	126,1 ± 19,8 Cb	289,5 ± 76,5 Bab	400,9 ± 100,5 Ac	272,2 ± 135,3
3	155,4 ± 24,3 Cab	294,8 ± 48,7 Bab	452,1 ± 62,1 Ac	300,8 ± 133,02
4	190,3 ± 26,7 Cab	257,1 ± 17,0 Bb	549,4 ± 64,2 Ab	332,2 ± 165,9
5	198,0 ± 26,2 Cab	234,8 ± 20, 8Bb	589,2 ± 58,3 Ab	340,6 ± 186,1
6	223,1 ± 20,0 Ba	278,0 ± 92,1 Bab	542,4 ± 72,0 Ab	347,8 ± 157,6
7	181,4 ± 5,6 Cab	248,0 ± 78,7 Bb	523,0 ± 79,4 Abc	317,5 ± 164,3
8	209,8 ± 16,6 Ca	334,5 ± 49,1 Ba	699,5 ± 87,7 Aa	414,6 ± 221,9
9	156,6 ± 80,4 Cab	265,9 ± 8,7 Bab	686,1 ± 87,6 Aa	369,5 ± 244,7
Média	174,0 ± 45,2	276,0 ± 62,0	538,7 ± 128,3	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 4 - Consumo Médio de Cálcio (g/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	11,40 ± 1,96Bc	9,15 ± 2,81Ba	16,75 ± 4,98Ac	12,43 ± 4,62
2	11,51 ± 1,8 Bc	9,40 ± 2,49Ba	16,55 ± 4,15Ac	12,49 ± 4,15
3	14,18 ± 2,22 Bbc	9,58 ± 1,58Ca	18,67 ± 2,57Ac	14,14 ± 4,33
4	17,36 ± 2,44 Bab	8,35 ± 0,55Ca	22,68 ± 2,65Ab	16,13 ± 6,43
5	18,06 ± 2,39 Bab	7,63 ± 0,68Ca	24,33 ± 2,41Ab	16,67 ± 7,36
6	20,36 ± 1,83 Aa	9,03 ± 2,99Ba	22,40 ± 2,97 Ab	17,26 ± 6,56
7	16,55 ± 0,51 Bb	8,06 ± 2,56Ca	21,60 ± 3,28Abc	15,40 ± 6,20
8	19,14 ± 1,51 Bab	10,86 ± 1,60Ca	28,88 ± 3,62Aa	19,63 ± 7,95
9	14,28 ± 7,33 Bbc	8,64 ± 0,28Ca	28,33 ± 3,61 Aa	17,08 ± 9,62
Média	15,88 ± 4,12	8,97 ± 2,01	22,24 ± 5,30	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 5 - Consumo Médio de Magnésio (g/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	7,07 ± 1,21 Ac	7,42 ± 2,28 Aab	8,46 ± 2,51 Ac	7,65 ± 2,02
2	7,14 ± 1,12 Ac	7,63 ± 2,02 Aab	8,35 ± 2,09 Ac	7,71 ± 1,74
3	8,79 ± 1,37 Abc	7,77 ± 1,28Aab	9,42 ± 1,29 Ac	8,66 ± 1,41
4	10,76 ± 1,51 Aab	6,78 ± 0,45 Bab	11,45 ± 1,34 Abc	9,66 ± 2,40
5	11,20 ± 1,48 Aab	6,19 ± 0,55 Bb	12,28 ± 1,21 Ab	9,88 ± 2,94
6	12,62 ± 1,13 Aa	7,33 ± 2,43 Bab	11,31 ± 1,50 Abc	10,42 ± 2,85
7	10,26 ± 0,32 Ab	6,53 ± 2,07 Bb	10,90 ± 1,65 Abc	9,23 ± 2,45
8	11,87 ± 0,94 Bab	8,82 ± 1,30 Ca	14,58 ± 1,83 Aa	11,75 ± 2,76
9	8,86 ± 4,55 Bbc	7,01 ± 0,23 Bab	14,30 ± 1,83 Aab	10,05 ± 4,14
Média	9,84 ± 2,55	7,27 ± 1,63	11,23 ± 2,67	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 6 - Consumo Médio de Sódio (g/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	0,45 ± 0,07 Cb	0,62 ± 0,19 Bab	1,06 ± 0,32 Ac	0,71 ± 0,33
2	0,45 ± 0,07 Cb	0,64 ± 0,17 Bab	1,05 ± 0,26 Ac	0,71 ± 0,31
3	0,55 ± 0,09 Bb	0,65 ± 0,11 Bab	1,18 ± 0,16 Ac	0,80 ± 0,31
4	0,68 ± 0,10 Bab	0,57 ± 0,04 Bab	1,44 ± 0,17 Ab	0,89 ± 0,41
5	0,70 ± 0,09 Bab	0,52 ± 0,05 Bb	1,54 ± 0,15 Ab	0,92 ± 0,47
6	0,79 ± 0,07 Ba	0,62 ± 0,20 Bab	1,42 ± 0,19 Ab	0,94 ± 0,39
7	0,65 ± 0,02 Bab	0,55 ± 0,17 Bab	1,37 ± 0,21 Abc	0,85 ± 0,40
8	0,75 ± 0,06 Bab	0,74 ± 0,11 Ba	1,83 ± 0,23 Aa	1,10 ± 0,55
9	0,56 ± 0,28 Bb	0,59 ± 0,02 Bab	1,79 ± 0,23 Aa	0,98 ± 0,63
Média	0,62 ± 0,16	0,61 ± 0,14	1,41 ± 0,34	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 7 - Consumo Médio de Potássio (g/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	31,39 ± 5,39ABc	33,03 ± 10,13Aab	24,75 ± 7,35Bc	29,72 ± 7,90
2	31,66 ± 4,97ABc	33,95 ± 8,97Aab	24,46 ± 6,13Bc	30,02 ± 7,38
3	39,01 ± 6,11Abc	34,56 ± 5,70ABab	27,58 ± 3,79Bbc	33,72 ± 6,68
4	47,77 ± 6,72Aab	30,14 ± 1,99Bb	33,51 ± 3,91Bb	37,14 ± 8,69
5	49,72 ± 6,57Aab	27,53 ± 2,44Cb	35,94 ± 3,55Bab	37,73 ± 10,01
6	56,02 ± 5,03Aa	32,59 ± 10,80Bab	33,09 ± 4,39Bb	40,57 ± 12,74
7	45,55 ± 1,40Ab	29,08 ± 9,23 Bb	31,90 ± 4,85Bbc	35,51 ± 9,33
8	52,68 ± 4,17Aab	39,22 ± 5,76Ba	42,67 ± 5,35Ba	44,86 ± 7,33
9	39,32 ± 20,18ABbc	31,18 ± 1,02Bab	41,85 ± 5,34Aa	37,45 ± 11,72
Média	43,68 ± 11,34	32,37 ± 7,27	32,86 ± 7,83	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 8 - Consumo Médio de Ferro (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	562,72 ± 96,71 Bb	665,81 ± 204,20 Bab	1163,83 ± 345,76 Ac	797,45 ± 350,07
2	567,68 ± 89,13 Bb	684,23 ± 180,74 Bab	1149,89 ± 288,30 Ac	800,60 ± 321,15
3	699,45 ± 109,56 Bb	696,63 ± 114,92 Bab	1296,78 ± 178,06 Ac	897,62 ± 318,77
4	856,54 ± 120,50 Bab	607,52 ± 40,07 Cab	1575,75 ± 184,03 Ab	1013,27 ± 441,42
5	891,33 ± 117,82 Bab	554,86 ± 49,19 Cb	1689,79 ± 167,14 Ab	1045,33 ± 505,32
6	1004,28 ± 90,20 Ba	656,93 ± 217,71 Cab	1555,75 ± 206,41 Ab	1072,32 ± 418,07
7	816,57 ± 25,18 Bab	586,10 ± 186,12 Bab	1500,10 ± 227,83 Abc	967,59 ± 431,63
8	944,55 ± 74,72 Ba	790,54 ± 116,13 Ba	2006,36 ± 251,51 Aa	1247,15 ± 580,12
9	704,95 ± 361,82 Bb	628,39 ± 20,64 Bab	1967,95 ± 251,22 Aa	1100,43 ± 678,07
Média	783,12 ± 203,29	652,33 ± 146,47	1545,14 ± 368,11	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 9 - Consumo Médio de Manganês (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	74,15 ± 12,74 Cb	150,62 ± 46,19 Bab	289,22 ± 85,92 Ac	171,33 ± 106,10
2	74,81 ± 11,74 Cb	154,78 ± 40,89 Bab	285,75 ± 71,65 Ac	171,78 ± 100,42
3	92,17 ± 14,44 Cab	157,59 ± 25,99 Bab	322,26 ± 44,25 Ac	190,67 ± 104,17
4	112,87 ± 15,88 Bab	137,43 ± 9,06 Bab	391,58 ± 45,73 Ab	213,96 ± 133,05
5	117,46 ± 15,52 Bab	125,52 ± 11,13 Bb	419,92 ± 41,54 Ab	220,96 ± 147,70
6	132,34 ± 11,87 Ba	148,61 ± 49,25 Bab	386,62 ± 51,30 Ab	222,52 ± 126,32
7	107,61 ± 3,32 Bab	132,59 ± 42,10 Bab	372,78 ± 56,62 Ab	204,33 ± 129,38
8	124,47 ± 9,85Ca	178,83 ± 26,27 Ba	498,59 ± 62,50 Aa	267,30 ± 174,72
9	92,99 ± 47,68 Cab	142,15 ± 4,67 Bab	489,05 ± 62,43 Aa	241,37 ± 187,26
Média	103,20 ± 26,79	147,57 ± 33,13	383,98 ± 91,48	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 10 - Consumo Médio de Molibdênio (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	0,102 ± 0,019 Ba	0,096 ± 0,029 Ba	4,216 ± 1,254 Ad	1,471 ± 2,118
2	0,102 ± 0,015 Ba	0,098 ± 0,026 Ba	4,168 ± 1,045 Ad	1,456 ± 2,062
3	0,128 ± 0,018 Ba	0,100 ± 0,014 Ba	4,700 ± 0,644 Ad	1,642 ± 2,264
4	0,154 ± 0,024 Ba	0,086 ± 0,005 Ba	5,710 ± 0,664 Abc	1,983 ± 2,750
5	0,162 ± 0,023 Ba	0,080 ± 0,010 Ba	6,126 ± 0,606 Ab	2,122 ± 2,948
6	0,184 ± 0,017 Ba	0,094 ± 0,034 Ba	5,638 ± 0,747 Abc	1,972 ± 2,713
7	0,150 ± 0,007 Ba	0,082 ± 0,026 Ba	5,436 ± 0,826 Ac	1,889 ± 2,633
8	0,172 ± 0,013 Ba	0,110 ± 0,016 Ba	7,272 ± 0,911 Aa	2,518 ± 3,514
9	0,126 ± 0,065 Ba	0,090 ± 0,000 Ba	7,136 ± 0,911 Aa	2,450 ± 3463
Média	0,142 ± 0,038	0,093 ± 0,021	5,600 ± 1,335	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 11 - Consumo Médio de Cobalto (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	68,59 ± 11,79 Bb	104,77 ± 32,13 Aab	94,93 ± 28,20 Ac	89,43 ± 28,49
2	69,20 ± 10,86 Bb	107,67 ± 28,44 Aab	93,80 ± 23,51 Ac	90,22 ± 26,34
3	85,26 ± 13,35 Bb	109,62 ± 18,08 Aab	105,78 ± 14,52 ABc	100,22 ± 18,09
4	104,41 ± 14,68 Bab	95,60 ± 6,30 Bb	128,53 ± 15,01 Abc	109,51 ± 18,57
5	108,65 ± 14,36 Bab	87,31 ± 7,74 Bb	137,84 ± 13,63 Ab	111,26 ± 24,26
6	122,42 ± 10,99 Aa	103,37 ± 34,26 Aab	126,90 ± 16,84 Abc	117,56 ± 23,71
7	99,53 ± 3,07 Bab	92,23 ± 29,29 Bb	122,36 ± 18,58 Abc	104,71 ± 22,87
8	115,13 ± 9,11 Ba	124,40 ± 18,27 Ba	163,66 ± 20,52 Aa	134,4 ± 26,71
9	85,93 ± 44,10 Bb	98,88 ± 3,24 Bb	160,52 ± 20,49 Aab	115,11 ± 42,58
Média	95,46 ± 24,78	102,65 ± 23,04	126,03 ± 30,03	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 12 - Consumo Médio de Cromo (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	5,15 ± 0,88 Bb	4,39 ± 1,35 Ba	15,63 ± 4,64 Ad	8,39 ± 5,92
2	5,20 ± 0,82 Bb	4,51 ± 1,19 Ba	15,44 ± 3,87 Ad	8,38 ± 5,63
3	6,40 ± 1,00 Bb	4,59 ± 0,76 Ba	17,41 ± 2,39 Ad	9,47 ± 6,04
4	7,84 ± 1,11 Bab	4,00 ± 0,26 Ca	21,16 ± 2,47 Abc	11,00 ± 7,75
5	8,16 ± 1,08 Bab	3,66 ± 0,32 Ca	22,69 ± 2,24 Ab	11,50 ± 8,51
6	9,20 ± 0,83 Ba	4,33 ± 1,43 Ca	20,89 ± 2,78 Abc	11,47 ± 7,40
7	7,48 ± 0,23 Bab	3,86 ± 1,22 Ca	20,14 ± 3,06 Ac	10,49 ± 7,44
8	8,65 ± 0,69 Bab	5,21 ± 0,76 Ca	26,95 ± 3,38 Aa	13,60 ± 10,05
9	6,46 ± 3,32 Bb	4,14 ± 0,14 Ba	26,43 ± 3,37 Aa	12,34 ± 10,66
Média	7,17 ± 1,87	4,30 ± 0,97	20,75 ± 4,94	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 13 - Consumo Médio de Cobre (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	111,69 ± 19,20 Bc	125,69 ± 38,55 ABab	142,03 ± 42,19 Ac	126,47 ± 34,69
2	112,67 ± 17,69 Ac	129,16 ± 34,12 Aab	140,33 ± 35,18 Ac	127,39 ± 30,23
3	138,83 ± 21,75 Acb	131,50 ± 21,69 Aab	158,25 ± 21,73 Ac	142,86 ± 23,26
4	170,00 ± 23,91 Aab	114,68 ± 7,56 Bb	192,30 ± 22,46 Ab	158,99 ± 38,27
5	176,91 ± 23,38 Aab	104,74 ± 9,28 Bb	206,21 ± 20,40 Ab	162,62 ± 47,41
6	199,33 ± 17,91 Aa	124,01 ± 41,10 Bab	189,85 ± 25,19 Abc	171,06 ± 44,25
7	162,07 ± 5,00 Ab	110,64 ± 35,13 Bb	183,07 ± 27,81 Abc	151,92 ± 39,66
8	187,47 ± 14,83 Bab	149,23 ± 21,92 Ca	244,85 ± 30,69 Aa	193,85 ± 46,08
9	139,92 ± 71,81 Bbc	118,62 ± 3,89 Bab	240,16 ± 30,66 Aa	166,23 ± 68,96
Média	155,43 ± 40,35	123,14 ± 27,65	188,56 ± 44,92	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 14 - Consumo Médio de Zinco (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	145,85 ± 25,06 Ac	139,01 ± 42,63 Aab	141,58 ± 42,06 Ac	142,14 ± 34,83
2	147,13 ± 23,10 Ac	142,85 ± 37,74 Aab	139,88 ± 35,07 Ac	143,30 ± 30,33
3	181,29 ± 28,40 Ab	145,44 ± 23,99 Aab	157,75 ± 21,66 Abc	161,49 ± 27,67
4	222,00 ± 31,23 Aab	126,84 ± 8,36 Bab	191,69 ± 22,39 Ab	180,17 ± 46,15
5	231,01 ± 30,54 Aab	115,84 ± 10,27 Bb	205,56 ± 20,33 Aab	184,14 ± 55,04
6	260,30 ± 23,38 Aa	137,15 ± 45,45 Cab	189,26 ± 25,11 Bb	195,57 ± 60,46
7	211,64 ± 6,53 Ab	122,37 ± 38,86 Bb	182,49 ± 27,71 Ab	172,16 ± 46,29
8	244,81 ± 19,36 Aab	165,05 ± 24,25 Ba	244,07 ± 30,59 Aa	217,98 ± 45,20
9	182,71 ± 93,78 Bbc	131,19 ± 4,31 Cab	239,40 ± 30,56 Aa	184,43 ± 69,84
Média	202,97 ± 52,69	136,19 ± 30,58	187,96 ± 44,78	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 15 - Consumo Médio de Selênio (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	0,98 ± 0,17 Bb	1,18 ± 0,36 Bab	2,11 ± 0,63 Ac	1,42 ± 0,65
2	0,99 ± 0,16 Bb	1,21 ± 0,32 Bab	2,08 ± 0,52 Ac	1,43 ± 0,59
3	1,22 ± 0,19 Bb	1,23 ± 0,20 Bab	2,35 ± 0,32 Ac	1,60 ± 0,59
4	1,50 ± 0,21 Bab	1,07 ± 0,07 Bab	2,86 ± 0,33 Ab	1,81 ± 0,82
5	1,56 ± 0,21 Bab	0,98 ± 0,09 Cb	3,06 ± 0,30 Ab	1,87 ± 0,93
6	1,76 ± 0,16 Ba	1,16 ± 0,38 Cab	2,82 ± 0,37 Ab	1,91 ± 0,77
7	1,43 ± 0,05 Bab	1,03 ± 0,33 Cab	2,72 ± 0,41 Abc	1,73 ± 0,80
8	1,65 ± 0,13 Ba	1,40 ± 0,21 Ba	3,63 ± 0,46 Aa	2,23 ± 1,07
9	1,23 ± 0,63 Bb	1,11 ± 0,04 Bab	3,57 ± 0,46 Aa	1,97 ± 1,24
Média	1,37 ± 0,35	1,15 ± 0,26	2,80 ± 0,66	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 16 - Consumo Médio de Alumínio (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	418,09 ± 71,86 Ad	167,25 ± 51,29 Ba	329,66 ± 97,93 Ac	305,00 ± 128,57
2	421,78 ± 66,22 Ad	171,87 ± 45,40 Ba	325,71 ± 81,66 Ac	306,45 ± 122,87
3	519,69 ± 81,40 Ac	174,99 ± 28,87 Ca	367,31 ± 50,43 Bbc	353,99 ± 155,47
4	636,40 ± 89,53 Ab	152,60 ± 10,07 Ca	446,33 ± 52,13 Bb	411,78 ± 213,38
5	662,25 ± 87,54 Aab	139,38 ± 12,36 Ca	478,64 ± 47,35 Bab	426,75 ± 230,51
6	746,17 ± 67,02 Aa	165,02 ± 54,69 Ca	440,67 ± 58,46 Bb	450,62 ± 251,94
7	606,71 ± 18,71 Abc	147,23 ± 46,75 Ca	424,91 ± 64,53 Bb	392,95 ± 200,40
8	701,79 ± 55,52 Aab	198,58 ± 29,17 Ca	568,30 ± 71,24 Ba	489,56 ± 226,10
9	523,77 ± 268,83 Ac	157,85 ± 5,19 Ba	557,43 ± 71,16 Aa	413,02 ± 239,14
Média	581,85 ± 151,04	163,86 ± 36,79	437,66 ± 104,27	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).



Tabela 17 - Consumo Médio de Bário (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	15,14 ± 2,60 Bb	11,16 ± 3,42 Ba	28,94 ± 8,60 Ac	18,41 ± 9,41
2	15,27 ± 2,40 Bb	11,46 ± 3,03 Ba	28,59 ± 7,17 Ac	18,44 ± 8,76
3	18,82 ± 2,95 Bb	11,67 ± 1,93 Ca	32,24 ± 4,43 Ac	20,91 ± 9,33
4	23,05 ± 3,24 Bab	10,18 ± 0,67 Ca	39,18 ± 4,58 Ab	24,13 ± 12,65
5	23,98 ± 3,17 Bab	9,30 ± 0,83 Ca	42,01 ± 4,15 Ab	25,10 ± 14,13
6	27,02 ± 2,43 Ba	11,00 ± 3,65 Ca	38,68 ± 5,13 Ab	25,57 ± 12,28
7	21,97 ± 0,68 Bab	9,82 ± 3,12 Ca	37,30 ± 5,67 Acb	23,03 ± 12,14
8	25,41 ± 2,01 Ba	13,25 ± 1,95 Ca	49,88 ± 6,25 Aa	29,51 ± 16,19
9	18,97 ± 9,74 Bb	10,53 ± 0,35 Ca	48,93 ± 6,25 Aa	26,14 ± 18,14
Média	21,07 ± 5,47	10,93 ± 2,45	38,42 ± 9,15	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 18 - Consumo Médio de Estrôncio (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	20,39 ± 3,50 Bb	17,61 ± 5,40 Ba	45,77 ± 13,60 Ca	27,92 ± 15,38
2	20,57 ± 3,23 Bb	18,10 ± 4,78 Ba	45,22 ± 11,34 Ca	27,96 ± 14,38
3	25,34 ± 3,97 Bb	18,43 ± 3,04 Ba	51,00 ± 7,00 Ca	31,59 ± 15,22
4	31,03 ± 4,37 Bab	16,07 ± 1,06 Ca	61,97 ± 7,24 Ab	36,36 ± 20,30
5	32,29 ± 4,27 Bab	14,68 ± 1,30 Ca	66,46 ± 6,57 Ab	37,81 ± 22,65
6	36,39 ± 3,26 Ba	17,38 ± 5,76 Ca	61,18 ± 8,12 Ab	38,32 ± 19,39
7	29,59 ± 0,91 Bab	15,50 ± 4,92 Ca	59,00 ± 8,96 Ab	34,69 ± 19,54
8	34,22 ± 2,71 Ba	20,91 ± 3,07 Ca	78,91 ± 9,89 Aa	44,68 ± 26,30
9	25,54 ± 13,11 Bb	16,62 ± 0,54 Ca	77,40 ± 9,88 Aa	39,85 ± 29,09
Média	28,37 ± 7,36	17,26 ± 3,88	60,77 ± 14,48	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 19 - Consumo Médio de Titânio (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	4,43 ± 0,76 Bb	11,11 ± 3,41 Ab	4,43 ± 1,32 Bb	6,66 ± 3,82
2	4,46 ± 0,70 Bb	11,42 ± 3,01 Aab	4,38 ± 1,09 Bb	6,75 ± 3,84
3	5,50 ± 0,86 Bb	11,63 ± 1,92 Aab	4,94 ± 0,68 Bb	7,36 ± 3,35
4	6,74 ± 0,95 Bab	10,14 ± 0,67 Ab	6,00 ± 0,70 Bab	7,63 ± 2,00
5	7,01 ± 0,93 Bab	9,26 ± 0,82 Ab	6,44 ± 0,64 Bab	7,57 ± 1,46
6	7,90 ± 0,71 Ba	10,96 ± 3,63 Ab	5,93 ± 0,79 Bab	8,26 ± 2,95
7	6,42 ± 0,20 ABab	9,78 ± 3,10 Ab	5,72 ± 0,87 Bb	7,31 ± 2,52
8	7,43 ± 0,59 Bab	13,19 ± 1,94 Aa	7,64 ± 0,96 Ba	9,42 ± 3,01
9	5,55 ± 2,85 Cb	10,49 ± 0,34 Aa	7,50 ± 0,96 Ba	7,84 ± 2,65
Média	6,16 ± 1,60	10,89 ± 2,44	5,89 ± 1,40	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 20 - Consumo Médio de Cádmio (mg/dia) por búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	0,60 ± 0,10 Ba	4,24 ± 1,30 Aab	4,95 ± 1,47 Ac	3,26 ± 2,24
2	0,60 ± 0,09 Ba	4,36 ± 1,15 Aab	4,89 ± 1,23 Ac	3,28 ± 2,17
3	0,74 ± 0,12 Ca	4,44 ± 0,73 Bab	5,52 ± 0,76 Ac	3,57 ± 2,19
4	0,91 ± 0,13 Ca	3,87 ± 0,25 Bb	6,71 ± 0,78 Ab	3,83 ± 2,49
5	0,95 ± 0,12 Ca	3,53 ± 0,31 Bb	7,19 ± 0,71 Ab	3,89 ± 2,69
6	1,07 ± 0,09 Ca	4,18 ± 1,39 Bab	6,62 ± 0,88 Ab	3,96 ± 2,51
7	0,87 ± 0,03Ca	3,73 ± 1,19 Bb	6,38 ± 0,97 Abc	3,66 ± 2,47
8	1,00 ± 0,08 Ca	5,03 ± 0,74 Ba	8,54 ± 1,07 Aa	4,86 ± 3,26
9	0,75 ± 0,38 Ca	4,00 ± 0,13 Bb	8,38 ± 1,07 Aa	4,38 ± 3,29
Média	0,83 ± 0,22	4,15 ± 0,93	6,57 ± 1,57	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 21 - Evolução do Peso Médio (kg) de búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Período*	Tratamento**			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
1	475,2 ± 102,5	448,8 ± 89,7	450,1 ± 102,7	458,0 ± 96,8h
2	506,1 ± 99,1	486,4 ± 92,7	483,9 ± 98,3	492,1 ± 94,8g
3	542,9 ± 88,0	525,4 ± 76,6	519,0 ± 85,7	529,1 ± 82,1f
4	564,6 ± 83,3	544,4 ± 70,4	554,4 ± 83,1	554,47 ± 77,6e
5	607,7 ± 80,3	582,2 ± 66,1	589,7 ± 65,1	593,2 ± 69,8d
6	631,4 ± 71,3	601,2 ± 56,8	610,6 ± 54,5	614,4 ± 61,1c
7	658,6 ± 76,5	615,5 ± 54,7	638,0 ± 59,2	637,4 ± 65,5b
8	664,9 ± 49,0	648,1 ± 53,0	671,0 ± 56,5	661,3 ± 52,5a
9	668,9 ± 38,7	645,8 ± 35,1	687,7 ± 54,6	667,5 ± 45,8a
Média	591,4 ± 103,3A	566,4 ± 94,1 <sup>a</sup>	578,3 ± 107,5A	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Cada período tem duração de 28 dias.

\*\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 22 - Evolução do Perímetro Escrotal de búfalos adultos criados animais em sistema silvipastoril com suplementação de 252 dias de duração.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
0	28,4 ± 4,6	26,6 ± 4,1	25,5 ± 4,5	27,5 ± 4,5 c
112	30,4 ± 3,9	29,1 ± 1,9	29,3 ± 2,6	29,6 ± 2,9 b
168	34,2 ± 3,3	32,3 ± 2,4	31,9 ± 3,9	32,8 ± 3,3 a
196	34,6 ± 2,5	32,3 ± 2,7	32,0 ± 2,5	33,0 ± 2,8 a
224	34,6 ± 2,0	33,0 ± 1,9	32,7 ± 1,9	33,4 ± 2,1 a
Média	32,4 ± 4,2 A	30,7 ± 3,6 B	30,2 ± 4,1 B	

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 23 - Concentração média de Testosterona (ng/mL) de touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
168	2,580 ± 2,299 Aa	1,207 ± 1,060Ab	1,453 ± 1,114 Aa	1,757 ± 1,682
196	1,642 ± 1,566 Aa	2,187 ± 1,916 Aa	2,357 ± 1,996 Aa	2,062 ± 1,815
224	1,995 ± 1,919Ba	1,491 ± 1,080 Bab	2,519 ± 1,749 Aa	2,002 ± 1,637
Média	2,103 ± 1,960	1,628 ± 1,447	2,133 ± 1,713	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 24 - Volume espermático (mL) de touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
112	3,0 ± 1,1	1,8 ± 1,0	3,5 ± 2,0	2,9 ± 1,6 a
140	3,8 ± 2,6	2,9 ± 2,2	3,1 ± 2,1	3,4 ± 2,3 a
168	2,8 ± 2,1	3,7 ± 2,2	3,6 ± 1,4	3,3 ± 1,8 a
196	4,7 ± 1,6	4,2 ± 2,7	3,3 ± 2,4	4,1 ± 2,1 a
224	3,9 ± 1,3	3,2 ± 2,3	3,8 ± 1,7	3,8 ± 1,5 a
Média	3,6 ± 1,9 A	3,0 ± 2,1 A	3,5 ± 1,8 A	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 25 – Frequência da cor do ejaculado (%) de touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Cor	Tratamento*		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Branco	64,00% (48) B	86,21% (25) A	62,32% (43) B
Amarelada	36,00% (27)	13,79% (4)	37,68% (26)

\*Tratamento: Controle (à base de Milho e Soja), FC (à base de Farelo de Coco) e TAD (à base de Torta de Amêndoa de Dendê),

Tabela 26 - Aspecto seminal (%) de touros bubalinos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Aspecto	Tratamento*		
	Controle	Base-FC	Base-TAD
Aquoso	25,33% (19)	20,69% (6)	42,03% (29)
Leitoso	74,67% (56) A	72,41% (21) A	57,97% (40) B
Cremoso	0% (0)	6,90% (2)	0% (0)

\*Tratamento: Controle (à base de Milho e Soja), FC (à base de Farelo de Coco) e TAD (à base de Torta de Amêndoa de Dendê).

Tabela 27 – Valores de pH seminal de touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
112	7,0 ± 0,0	7,3 ± 0,7	7,1 ± 0,6 ±	7,1 ± 0,5 a
140	6,9 ± 0,3	7,0 ± 0,0	7,0 ± 0,0	7,0 ± 0,2 ab
168	6,9 ± 0,4	6,8 ± 0,4	6,9 ± 0,4	6,9 ± 0,4 b
196	6,7 ± 0,5	6,6 ± 0,9	6,5 ± 0,5	6,6 ± 0,6 c
224	6,7 ± 0,5	7,0 ± 1,0	6,4 ± 0,5	6,6 ± 0,5 c
Média	6,9 ± 0,4 A	7,0 ± 0,6 A	6,8 ± 0,5 A	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste “t”.

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste “t”.

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 28 - Movimento de massa (0-5) no sêmen de touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
112	3,3 ± 2,0	3,8 ± 1,8	2,8 ± 1,3	3,2 ± 1,7 a
140	3,0 ± 1,9	3,3 ± 2,1	3,3 ± 1,6	3,2 ± 1,7 a
168	2,4 ± 1,9	3,2 ± 1,8	3,7 ± 1,3	3,0 ± 1,7 a
196	3,2 ± 1,9	3,2 ± 2,0	2,5 ± 1,6	2,9 ± 1,7 a
224	3,0 ± 1,7	2,0 ± 1,7	3,7 ± 1,4	3,2 ± 1,6 a
Média	2,9 ± 1,9 A	3,4 ± 1,8 A	3,1 ± 1,5 A	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste “t”.

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste “t”.

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 29 - Concentração espermática ( $\times 10^6$  spztz/mL) de touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
5**	1924,0 $\pm$ 1460,8	1854,4 $\pm$ 1383,8	1025,6 $\pm$ 534,4	1541,2 $\pm$ 1203,5 a
6**	952,3 $\pm$ 541,1	1558,6 $\pm$ 880,7	837,7 $\pm$ 662,8	1031,0 $\pm$ 570,2 b
7**	725,6 $\pm$ 403,0	1892,5 $\pm$ 965,8	934,6 $\pm$ 478,1	1001,4 $\pm$ 687,1 b
8**	1589,6 $\pm$ 566,1	1607,0 $\pm$ 1015,5	915,0 $\pm$ 505,1	1343,0 $\pm$ 690,0 ab
9**	1508,2 $\pm$ 479,1	1370,0 $\pm$ 875,5	1230,3 $\pm$ 611,8	1373,2 $\pm$ 564,1 ab
Média	1326,3 $\pm$ 893,8 AB	1698,1 $\pm$ 1023,0A	1003,2 $\pm$ 569,0 B	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 30 - Motilidade espermática progressiva (%) de touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
112	56,3 $\pm$ 23,6 Bb	69,4 $\pm$ 14,5Aa	64,7 $\pm$ 9,7Aa	62,0 $\pm$ 17,3 a
140	62,7 $\pm$ 23,0Aab	65,7 $\pm$ 21,3Aab	71,9 $\pm$ 21,3Aa	66,7 $\pm$ 21,5 a
168	52,2 $\pm$ 20,4Bb	42,5 $\pm$ 30,0Bb	73,2 $\pm$ 13,8Aa	58,8 $\pm$ 22,6 a
196	59,2 $\pm$ 20,8ABab	51,0 $\pm$ 30,9Bb	71,0 $\pm$ 20,9Aa	62,0 $\pm$ 22,8 a
224	65,9 $\pm$ 14,2Aa	40,0 $\pm$ 18,0Bb	76,9 $\pm$ 7,9Aa	68,6 $\pm$ 15,3 a
Média	59,3 $\pm$ 20,5B	56,7 $\pm$ 24,8B	71,7 $\pm$ 15,1A	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 31 - Vigor espermático (0-5) de touros bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
112	3,3 ± 1,3	3,6 ± 0,9	3,0 ± 0,6	3,2 ± 1,0 b
140	3,7 ± 1,2	3,6 ± 1,3	4,1 ± 1,2	3,8 ± 1,2 ab
168	4,1 ± 1,1	4,2 ± 1,2	4,6 ± 0,6	4,3 ± 0,9 a
196	3,5 ± 0,7	3,8 ± 1,3	3,7 ± 1,4	3,6 ± 1,1 ab
224	3,5 ± 0,5	3,3 ± 1,5	4,2 ± 0,5	3,8 ± 0,7 ab
Média	3,6 ± 1,0 A	3,7 ± 1,1 A	3,9 ± 1,0 A	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 32 - Integridade de membrana plasmática (%) de espermatozóides de bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
112	74,9 ± 18,5	86,4 ± 10,7	86,3 ± 6,4	81,9 ± 13,8 a
140	69,5 ± 18,7	73,8 ± 17,5	82,3 ± 12,1	75,1 ± 16,6 b
168	58,5 ± 17,3	56,3 ± 31,6	75,1 ± 13,8	64,6 ± 20,1 b
196	65,6 ± 23,5	71,7 ± 19,8	76,9 ± 16,4	70,9 ± 19,9 b
224	71,3 ± 18,3	61,3 ± 28,0	87,0 ± 8,8	77,4 ± 17,4 b
Média	68,0 ± 19,5 B	72,0 ± 22,6B	82,1 ± 12,2 A	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 33 - Defeitos maiores (%) no sêmen de bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
112	17,0 ± 11,8	19,6 ± 9,0	16,0 ± 7,8	17,1 ± 9,4 c
140	31,3 ± 16,4	23,6 ± 8,4	29,0 ± 15,5	28,9 ± 14,5 b
168	43,1 ± 22,9	39,2 ± 20,8	49,1 ± 24,3	44,8 ± 22,5 a
196	30,7 ± 16,8	31,5 ± 15,4	36,2 ± 18,6	32,9 ± 16,5 ab
224	25,7 ± 15,8	31,0 ± 21,2	24,8 ± 22,4	25,8 ± 18,6 b
Média	29,6 ± 18,9 A	27,8 ± 15,3 A	30,1 ± 21,4 A	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

Tabela 34 - Defeitos menores (%) no sêmen de bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	Base-FC	Base-TAD	
112	12,0 ± 6,0	7,5 ± 3,6	12,3 ± 5,8	11,2 ± 5,6 b
140	12,5 ± 3,6	14,7 ± 4,2	15,6 ± 6,9	14,1 ± 5,2 a
168	16,4 ± 11,9	15,1 ± 5,5	11,1 ± 9,0	14,1 ± 9,9 a
196	14,9 ± 8,7	18,0 ± 9,7	17,9 ± 9,2	16,6 ± 8,7 a
224	16,9 ± 5,8	19,2 ± 9,4	14,6 ± 6,5	16,1 ± 6,3 a
Média	14,6 ± 7,8 A	13,8 ± 7,1 A	14,0 ± 7,6 A	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).



Tabela 35 - Defeitos totais (%) no sêmen de bubalinos adultos criados em sistema silvipastoril, suplementados com três tipos de concentrados.

Dia	Tratamento*			Média
	Controle	FC	TAD	
112	29,0 ± 14,8	27,1 ± 11,1	28,3 ± 8,1	28,3 ± 11,3 c
140	43,8 ± 16,6	36,9 ± 9,2	44,6 ± 15,5	42,7 ± 14,7 b
168	59,5 ± 20,6	54,3 ± 17,5	60,2 ± 19,3	58,9 ± 18,9 a
196	45,6 ± 14,2	49,5 ± 13,9	54,1 ± 13,6	49,4 ± 13,7 a
224	42,6 ± 12,7	50,2 ± 11,8	40,1 ± 19,5	42,1 ± 15,7b
Média	44,2 ± 18,5 A	41,3 ± 16,1 A	44,3 ± 19,2 A	-

<sup>A, B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

<sup>a, b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si a 5% pelo teste "t".

\* Tratamento: Controle (à base de milho e soja), FC (à base de farelo de coco) e TAD (à base de torta de amêndoa de dendê).

APÊNDICE B – Ilustrações de animais experimentais, suplementação com subprodutos da agroindústria da Amazônia Oriental e colheita de seminal.

Foto 1 - Exemplar bubalino usado no trabalho experimental.



Fonte: Arquivo pessoal.

Foto 2 - Animais experimentais sendo suplementados com rações experimentais à base de farelo de soja e milho (Grupo Controle), farelo de coco (Grupo FC) ou torta de amêndoa de dendê (Grupo TAD).



Fonte: Arquivo pessoal.

Foto 3 - Animais experimentais em pastejo.



Fonte: Arquivo pessoal.

Foto 4 - Higienização da fêmea bubalina para realização de colheita seminal.



Fonte: Arquivo pessoal.



Foto 5 - Higienização do macho bubalino antes da colheita de sêmen por vagina artificial.



Fonte: Arquivo pessoal.

Foto 6 - Procedimento de colheita de sêmen bubalino pelo método da vagina artificial.



Fonte: Arquivo pessoal.