

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 20/03/2020.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM DIETAS  
HIPERLIPÍDICAS NA PERFORMANCE REPRODUTIVA DE  
BÚFALAS (*Bubalus bubalis*) CRIADAS NA AMAZÔNIA  
ORIENTAL**

**Benjamim de Souza Nahum**

Médico Veterinário

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM DIETAS  
HIPERLIPÍDICAS NA PERFORMANCE REPRODUTIVA DE  
BÚFALAS (*Bubalus bubalis*) CRIADAS NA AMAZÔNIA  
ORIENTAL**

**Benjamim de Souza Nahum**

**Orientadora: Profa. Dra. Gisele Zoccal Mingoti**

**Coorientadora: Profa. Dra. Naiara Zoccal Saraiva**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária, Área: Reprodução Animal

**2018**

N153e Nahum, Benjamim de Souza  
Efeito da suplementação com dietas hiperlipídicas na performance reprodutiva de búfalas (*Bubalus bubalis*) criadas na Amazônia oriental / Benjamim de Souza Nahum. -- Jaboticabal, 2018 ix, 63 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018

Orientadora: Gisele Zoccal Mingoti

Co-orientadora: Naiara Zoccal Saraiva

Banca examinadora: Maria Emília Franco Oliveira, Joaquim Mansano Garcia, Roberta Carrilho Canesin, Ériklis Nogueira.

Bibliografia

1. AGPI. 2. Búfalo. 3. Colesterol. 4. Gordura Protegida. 5. Sincronização. 6. Torta de Palmiste. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:612.1:636.293.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM DIETAS HIPERLIPÍDICAS NA PERFORMANCE REPRODUTIVA DE BÚFALAS (*Bubalus bubalis*) CRIADAS NA AMAZÔNICA ORIENTAL

**AUTOR: BENJAMIM DE SOUZA NAHÚM**  
**ORIENTADORA: GISELE ZOCCAL MINGOTI**  
**COORIENTADORA: NAIARA ZOCCAL SARAIVA**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em MEDICINA VETERINÁRIA, área: REPRODUÇÃO ANIMAL pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. GISELE ZOCCAL MINGOTI  
Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal / FMVA/UNESP - Araçatuba

Profa. Dra. MARIA EMILIA FRANCO OLIVEIRA  
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. JOAQUIM MANSANO GARCIA  
Depto. de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pesquisadora Dra. ROBERTA CARRILHO CANESIN  
Centro APTA Bovinos de Corte / IZ - Sertãozinho/SP

Pesquisador Dr. ÉRIKLIS NOGUEIRA (Participação por Videoconferência)  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal / EMBRAPA - Corumbá/MS

Jaboticabal, 20 de março de 2018

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**Benjamim de Souza Nahum:** Filho de Benjamim Viana Nahum e Gracinda de Souza Nahum, nascido em 13 de agosto de 1971, natural de Belém, Pará. Concluiu o ensino médio no Colégio Salesiano Nossa Senhora do Carmo, no ano de 1988, na mesma cidade. Ingressou no curso de Graduação em Biologia modalidade médica na Universidade Federal do Pará, em janeiro de 1989; e Graduação em Medicina Veterinária, na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, em janeiro de 1992. Concluindo o ensino superior em Medicina Veterinária em dezembro de 1996. Ingressou no curso de Pós-graduação em Ciência Animal, nível de mestrado, área de Medicina e Saúde Animal, na Universidade Federal do Pará – UFPA, em agosto de 1997, sob a orientação do Prof. Dr. William Gomes Vale, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e obteve o grau de mestre em agosto de 2000, com a dissertação de mestrado intitulada “Avaliação da água de coco (*Cocus nucifera*) como diluidor para a congelação do sêmen de bubalino”. De 2000 até 2002, atuou ministrando cursos do SENAR AR/PA na área de bovinocultura, e a partir de 2002 atuou como fiscal Agropecuário da Secretaria de Agricultura do Estado do Pará e da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará – ADEPARÁ, até agosto de 2005. Desde agosto de 2005, é pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém do Pará, na área de Sistemas de Produção Animal – Manejo Animal. Em agosto de 2014, ingressou no curso de Doutorado em Medicina Veterinária - Reprodução Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal, São Paulo, sob a orientação da Profa. Dra. Gisele Zoccal Mingoti e coorientação da Dra. Naiara Zoccal Saraiva.

## EPÍGRAFE

Deus está aqui neste momento,  
Sua presença é real em meu viver,  
Entregue sua vida e seus problemas,  
Fale com Deus, Ele vai ajudar você.

Deus te trouxe aqui,  
Para aliviar o teu sofrimento,  
É Ele o autor da fé,  
Do princípio ao fim,  
Em todos os seus tormentos.

E ainda se vier noites traiçoeiras,  
Se a Cruz pesada for, Cristo estará contigo,  
E o mundo pode até fazer você chorar,  
Mas Deus te quer sorrindo...

Noites Traiçoeiras  
Composição: José Carlos Papae (1986).

## DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, pela vida e saúde.

À FAMÍLIA, bem mais precioso que Deus nos concede, em especial aos meus amados pais, BENJAMIM VIANA NAHUM e GRACINDA DE SOUZA NAHUM, pelo amor, dedicação e incentivo em todos os momentos, meu exemplo de casal, fé, determinação e força.

À MINHA IRMÃ, pelo amor incondicional:  
Marcia Nahum.

À MINHA ESPOSA AMADA, pela dedicação, companheirismo e carinho:  
Márcia Sobrinha.

ÀS MINHAS FILHAS, amor intenso e despretensioso de cada dia:  
Luiza Nahum e Amanda Nahum.

Vocês são a razão do meu viver, amo MUITO cada um de vocês.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha ilustre orientadora, Profa. Dra. Gisele Zoccal Mingoti, pela oportunidade, confiança, paciência e ensinamentos.

À Embrapa Amazônia Oriental, pela oportunidade de crescimento profissional, cessão dos animais e instalações para realização dos experimentos.

Aos colegas de Embrapa, em especial a Dra. Naiara Zoccal Saraiva, pela confiança depositada, oportunidades concedidas e incentivo constante.

Aos professores da UNESP de Jaboticabal, em especial ao prof. Dr. Joaquim Mansano Garcia, pelos ensinamentos, sugestões e convívio.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Câmpus de Araçatuba, em especial ao Departamento de Apoio a Produção e Saúde Animal, ao prof. Dr. Guilherme de Paula Nogueira e Devani Mariano Pinheiro, pela valiosa execução das dosagens hormonais e orientações para o entendimento dos resultados.

Ao professores da Universidade Federal do Pará e Universidade Federal Rural da Amazônia, em especial aos profs. Dr. André Guimarães Maciel e Silva e Dr. Cristian Faturi, pelo acompanhamento, orientações e apoio laboratorial.

Aos colegas da pós-graduação, em especial ao colega e parceiro nas disciplinas Marivaldo Rodrigues Figueiró, pela convivência dinâmica, produtiva e amigável no transcorrer das disciplinas.

## SUMÁRIO

	Página
CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
Aspectos da bubalinocultura.....	1
Influência da suplementação lipídica na reprodução.....	2
Utilização da torta de palmiste na suplementação de ruminantes.....	5
Suplementação de AGPI em ruminantes e seus reflexos na reprodução.....	6
Referências.....	10
CAPÍTULO 2 – Efeito da suplementação alimentar com torta de palmiste nas concentrações circulantes de progesterona, lipidemia e função hepática de búfalas ( <i>Bubalus bubalis</i> ).....	17
Resumo.....	18
Abstract.....	19
1. Introdução.....	20
2. Material e Métodos.....	22
2.1. Local experimental.....	22
2.2. Dietas e animais experimentais.....	22
2.3. Análises químicas.....	23
2.4. Sincronização do ciclo e avaliação ultrassonográfica dos ovários.....	25
2.5. Colheita de sangue e ensaios.....	26
2.6. Análise Estatística.....	27
3. Resultados.....	27
4. Discussão.....	31
5. Conclusão.....	34
Agradecimentos.....	34
Referências.....	35

CAPÍTULO 3 – Efeito da suplementação alimentar com ácidos graxos poliinsaturados nas concentrações circulantes de progesterona, lipidemia sanguínea e taxa de concepção em búfalas submetidas a IATF.....	40
Resumo.....	41
Abstract.....	42
1. Introdução.....	43
2. Material e Métodos.....	46
2.1. Local e animais experimentais.....	46
2.2. Delineamento experimental.....	46
2.3. Protocolo de sincronização do estro e ovulação.....	47
2.4. Análise bromatológica.....	48
2.5. Colheita e processamento de sangue.....	51
2.6. Dosagens de metabólitos sanguíneos e progesterona.....	51
2.7. Diagnóstico de prenhez.....	52
2.8. Análise Estatística.....	52
3. Resultados.....	53
4. Discussão.....	56
5. Conclusão.....	58
Agradecimentos.....	58
Referências.....	59



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal



## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 5128/15 do trabalho de pesquisa intitulado "Efeito da suplementação com dietas hiperlipídicas na performance reprodutiva de búfalas (*Bubalus bubalis*) criadas na Amazônia Oriental", sob a responsabilidade da Profª Drª Gisele Zoccal Mingoti está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 01 de abril de 2015.

Jaboticabal, 01 de abril de 2015.

**Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes**  
Coordenadora – CEUA

## EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM DIETAS HIPERLIPÍDICAS NA PERFORMANCE REPRODUTIVA DE BÚFALAS (*Bubalus bubalis*) CRIADAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

**RESUMO** – O objetivo do experimento 1 foi avaliar o efeito da suplementação alimentar com torta de palmiste sobre a atividade ovariana, lipidemia e função hepática de búfalas submetidas à sincronização da ovulação, visando determinar o melhor percentual de torta de palmiste que pode ser oferecido na dieta. Foram utilizadas vinte e quatro búfalas da raça Murrah, com idade média de  $5,67 \pm 1,60$  anos e peso médio de  $684,17 \pm 62,82$  kg, cíclicas e não lactantes, divididas em quatro tratamentos de suplementação com torta de palmiste (0%; 0,25%; 0,50% e 1,00% do peso vivo). Todas as búfalas foram submetidas ao protocolo Ovsynch e foram avaliados os diâmetros do folículo pré-ovulatório, do corpo lúteo e do ovário ipsilateral nos dias D10 (fase folicular) e D17 (fase luteínica) após o início do protocolo de sincronização. O sangue foi colhido nesses mesmos dias para determinar as concentrações séricas de colesterol total e fração HDL, triglicerídeos, progesterona ( $P_4$ ) e das enzimas alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e gama glutamiltransferase (GGT). A suplementação com torta de palmiste não influenciou o desenvolvimento folicular e luteal ( $P > 0,05$ ) e não incrementou as concentrações de  $P_4$  ( $P = 0,23$ ). As concentrações de colesterol total aumentaram nos animais suplementados com até 0,5% PV de torta de palmiste, independente da fase ( $P < 0,05$ ), mas esse efeito não foi observado na fração HDL do colesterol, que se manteve semelhante nas fases folicular (54,86 mg/dL;  $P = 0,08$ ) e luteínica (53,73 mg/dL;  $P = 0,47$ ) do ciclo estral. Nas concentrações de triglicérides, houve um efeito linear ( $P = 0,03$ ) dos tratamentos na fase folicular, porém, houve similaridade na fase luteínica (59,99 mg/dL;  $P = 0,51$ ). A suplementação não alterou a atividade da enzima ALT ( $P > 0,05$ ), mas as enzimas hepáticas AST e GGT tiveram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) nas duas fases avaliadas. No grupo suplementado com 1,0% PV as concentrações de AST e GGT foram acima do recomendado para a espécie. Conclui-se que a suplementação de búfalas com torta de palmiste aumenta as concentrações de colesterol e triglicerídeos, mas não influencia nas concentrações circulantes de progesterona e no desenvolvimento folicular e luteal. A avaliação das enzimas hepáticas permite recomendar o fornecimento de 0,5% PV de torta de palmiste para búfalas, com aumento nas concentrações séricas de colesterol, sem que haja disfunção hepática nos animais. O objetivo do experimento 2 foi avaliar o efeito da suplementação com sais de cálcio de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) na taxa de concepção de búfalas submetidas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e quantificar os níveis de progesterona e o perfil lipídico desses animais. Foram utilizadas búfalas leiteiras (*Bubalus bubalis*,  $n = 120$ ) da raça Murrah, com peso médio de  $452,27 \pm 6,55$  kg e ECC de  $3,41 \pm 0,05$ . Todas as búfalas foram submetidas a um protocolo de sincronização da ovulação e a partir do dia da IATF (D0) divididas em três tratamentos de suplementação com os concentrados (0,5% PV) durante 22 dias. Os tratamentos foram: grupo Controle: animais suplementados com concentrado padrão; grupo Soja: concentrado padrão acrescido de óleo de soja refinado e grupo Megalac: concentrado padrão acrescido de gordura protegida. Foram dosadas as concentrações séricas de colesterol total, HDL, triglicerídeos e progesterona ( $P_4$ ) nos dias D-12 (pré-tratamento) e D22 (pós-tratamento). O diagnóstico de prenhez foi realizado 30 dias após a IATF. Houve uma

elevação substancial de consumo de AGs insaturados para os grupos Soja e Megalac, na ordem de 174,43% e 198,47% respectivamente, em comparação ao grupo Controle. Após 22 dias de suplementação, as concentrações séricas de colesterol total, HDL, LDL e lipídios totais foram mais elevadas ( $P < 0,05$ ) nos grupos tratados Soja e Megalac em comparação ao grupo Controle, e as concentrações circulantes de P4 não diferiram estatisticamente entre os grupos Controle, Soja e Megalac, tanto para as fêmeas prenhas ( $18,09 \pm 2,06$  vs  $20,53 \pm 1,95$  vs  $18,76 \pm 1,36$ ;  $P = 0,6833$ , respectivamente) quanto para as não prenhas ( $4,15 \pm 1,06$  vs  $8,34 \pm 1,87$  vs  $6,09 \pm 1,51$ ;  $P = 0,2105$ , respectivamente). Os resultados da taxa de concepção aos 30 dias demonstram que houve diferença entre os grupos ( $P = 0,0130$ ) Soja, Controle e Megalac, onde as búfalas suplementadas com ração Controle e Megalac obtiveram uma maior taxa de concepção (33,3% e 30,8%, respectivamente) em relação ao grupo Soja (14,3%). As suplementações com concentrados adicionados de sais de cálcio de AGPI aumentaram as concentrações séricas de lipídios (colesterol total, HDL, LDL, lipídios totais), mas não desencadearam reflexos positivos nas concentrações circulantes de progesterona e nas taxas de concepção das búfalas.

**Palavras-chave:** AGPI, Búfalo, Colesterol, Gordura Protegida, Sincronização, Torta de Palmiste

## EFFECT OF SUPPLEMENTATION WITH HYPERLIPIDAL DIETS IN THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF BUFFALO (*Bubalus bubalis*) CREATED IN THE EASTERN AMAZON

**ABSTRACT** – The objective of experiment 1 was to evaluate the effect of food supplementation with palm kernel cake on ovarian activity, lipidemia and hepatic function of buffaloes subjected to ovulation synchronization, aiming at determining the best percentage of palm kernel cake that can be offered in the diet. Twenty-four Murrah buffaloes, mean age of  $5.67 \pm 1.60$  years and mean weight of  $684.17 \pm 62.82$  kg, cyclic and non-lactating, were divided into four treatments of palm kernel cake supplementation (0%, 0.25%, 0.50% and 1.00% of live weight). All buffaloes were submitted to the Ovsynch protocol and the diameter of the preovulatory follicle, corpus luteum and ipsilateral ovary were evaluated at days D10 (follicular phase) and D17 (luteal phase) after the initiation of the synchronization protocol. Blood was collected on these same days to determine serum concentrations of total cholesterol and HDL, triglycerides, progesterone ( $P_4$ ) and alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST) and gamma glutamyltransferase (GGT). Supplementation with palm kernel cake did not influence follicular and luteal development ( $P > 0.05$ ) and did not increase  $P_4$  concentrations ( $P = 0.23$ ). Concentrations of total cholesterol increased in animals supplemented with up to 0.5% PV of palm kernel cake, regardless of the phase ( $P < 0.05$ ), but this effect was not observed in the HDL cholesterol fraction, which remained similar in the follicular phase (54.86 mg/dL,  $P = 0.08$ ) and luteal phase (53.73 mg/dL,  $P = 0.47$ ) of the estrous cycle. In the triglyceride concentrations, there was a linear effect ( $P = 0.03$ ) of the treatments in the follicular phase, but there was similarity in the luteal phase (59.99 mg/dL;  $P = 0.51$ ). Supplementation did not alter ALT activity ( $P > 0.05$ ), but liver enzymes AST and GGT had a significant effect ( $P < 0.05$ ) in the two phases evaluated. In the group supplemented with 1.0% PV the concentrations of AST and GGT were above that recommended for the specie. It is concluded that supplementation of buffaloes with palm kernel cake increases cholesterol and triglyceride concentrations but does not influence circulating progesterone concentrations and follicular and luteal development. The evaluation of hepatic enzymes allows recommending the supplementation of 0.5% PV of palm kernel cake to buffaloes, with increase in serum cholesterol concentrations, without hepatic dysfunction in the animals. The objective of experiment 2 was to evaluate the effect of supplementation with calcium salts of polyunsaturated fatty acids (PUFA) on the conception rate of buffaloes submitted to artificial insemination at fixed time (FTAI) and to quantify progesterone levels and lipid profile of these animals. Milk buffaloes (*Bubalus bubalis*,  $n = 120$ ) of the Murrah breed were used, with a mean weight of  $452.27 \pm 6.55$  kg and BCS of  $3.41 \pm 0.05$ . All buffaloes were submitted to an ovulation synchronization protocol and from day FTAI (D0) divided into three supplementation treatments with the concentrates (0.5% PV) for 22 days. The treatments were: Control group: animals supplemented with standard concentrate; Soybean group: standard concentrate plus refined soybean oil and Megalac group: standard concentrate plus protected fat. The serum concentrations of total cholesterol, HDL, triglycerides and progesterone ( $P_4$ ) on days D-12 (pre-treatment) and D22 (post-treatment) were measured. The diagnosis of pregnancy was performed 30 days after the FTAI. There was a substantial increase in the

consumption of unsaturated AGs for the Soja and Megalac groups, in the order of 174.43% and 198.47%, respectively, compared to the Control group. After 22 days of supplementation, serum concentrations of total cholesterol, HDL, LDL and total lipids were higher ( $P < 0.05$ ) in the treated groups compared to the Control group, and the circulating concentrations of  $P_4$  did not differ statistically between the Control, Soybean and Megalac groups, both for pregnant females ( $18.09 \pm 2.06$  vs.  $20.53 \pm 1.95$  vs  $18.76 \pm 1.36$ ,  $P = 0.6833$ , respectively) and for non-pregnant ( $4.15 \pm 1.06$  vs  $8.34 \pm 1.87$  vs.  $6.09 \pm 1.51$ ,  $P = 0.2105$ , respectively). The results of the conception rate at 30 days show that there was a difference between the groups ( $P = 0.0130$ ) Soybean, Control and Megalac, where buffaloes supplemented with Control and Megalac rations obtained a higher conception rate (33.3% and 30.8%, respectively) in relation to the Soja group (14.3%). Supplements with added concentrates of PUFA calcium salts increased serum lipid concentrations (total cholesterol, HDL, LDL, total lipids), but did not trigger positive reflexes in circulating progesterone concentrations and buffalo conception rates.

**Keywords:** PUFA, Buffalo, Cholesterol, Protected Fat, Synchronization, Palm Kernel Cake

## LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2.....	
Tabela 1. Proporção da composição química da torta de palmiste, do farelo de trigo e da gramínea ( <i>Urochloa brizantha</i> cv. <i>Marandu</i> ), fornecidos às búfalas.....	23
Tabela 2. Proporção da composição em ácidos graxos da torta de palmiste...	24
Tabela 3. Medidas (média ± EPM) de ovários e estruturas ovarianas (folículos e corpos lúteos) durante as fases folicular (D10) e luteínica (D17) de búfalas suplementadas com diferentes percentuais de torta de palmiste.....	28
Tabela 4. Valores de medidas (média ± EPM) dos metabólitos sanguíneos, durante as fases folicular (D10) e luteínica (D17), de búfalas suplementadas com diferentes percentuais de torta de palmiste.....	30
CAPÍTULO 3.....	
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados na formulação dos concentrados Controle, Soja e Megalac, fornecidos às búfalas no experimento.....	48
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química dos concentrados Controle, Soja e Megalac, fornecidos às búfalas no experimento.....	49
Tabela 3. Composição em ácidos graxos dos concentrados Controle, Soja e Megalac, fornecidos às búfalas no experimento.....	50
Tabela 4. Consumo médio de matéria seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB) e de ácidos graxos (AGs) das búfalas...	53
Tabela 5. Concentração de metabólitos sanguíneos (média ± EPM) em búfalas leiteiras, antes do arraçoamento (D-12) e 22 dias após início da suplementação (D22) com concentrados Controle, Soja e Megalac.....	54

## LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1.....	
Figura 1. Estrutura dos ácidos graxos linoleico e linolênico.....	4
CAPÍTULO 2.....	
Figura 1. Representação do delineamento experimental e aplicação de medicamentos no protocolo de sincronização da ovulação (Ovsynch), adotado no experimento.....	25
Figura 2. Concentrações séricas de colesterol total em búfalas suplementadas com diferentes percentuais de torta de palmiste, nas fases folicular (A) e luteínica (B) do ciclo estral sincronizado.....	29
Figura 3. Concentrações séricas de triglicerídeos na fase folicular do ciclo estral sincronizado de búfalas suplementadas com diferentes percentuais de torta de palmiste na dieta.....	30
Figura 4. Concentrações séricas das enzimas AST e GGT em búfalas suplementadas com diferentes percentuais de torta de palmiste na dieta, nas fases folicular (respectivamente A e B) e luteínica (respectivamente C e D) do ciclo estral sincronizado.....	31
CAPÍTULO 3.....	
Figura 1. Representação esquemática do delineamento experimental e do protocolo de sincronização da ovulação.....	47
Figura 2. Médias para progesterona sérica (ng/mL) das búfalas prenhas e não prenhas, no dia 22 de suplementação alimentar com concentrados Controle, Soja e Megalac.....	55
Figura 3. Médias para taxa de concepção aos 30 dias das búfalas suplementadas com concentrados Controle, Soja e Megalac.....	55

## **CAPÍTULO 1 – Considerações gerais**

### **Aspectos da bubalinocultura**

Os bubalinos possuem distribuição geográfica mundial, de um contingente de 199 milhões de cabeças, sendo 97% localizado na Ásia, com destaques para Índia (56,4%), Paquistão (18,4%) e China (11,9%)(FAO, 2016). Os bubalinos vêm sendo criados mundialmente em pequenas e médias propriedades, onde possui fundamental importância econômica e social, com desempenho favorável na produção de carne e leite (LOURENÇO JUNIOR & GARCIA, 2008).

Os búfalos são originários da região asiática e estão em praticamente todos os continentes. A introdução no Brasil ocorreu na Ilha de Marajó (1895) no estado do Pará, com animais provenientes da Itália, e de propriedade do criador Vicente Chermont de Miranda. As últimas importações foram da Índia (1962), de animais “puros” das raças Murrah e Jafarabadi, e se constituíram na base para os cruzamentos por absorção, e da Itália em 1989, e no final do século XX a importação de sêmen bubalino de origem italiana e búlgara (BERNARDES, 2007).

De tal forma que, atualmente, no Brasil encontra-se o maior rebanho de búfalos das Américas, provavelmente devido ao clima tropical da região ser semelhante aos seus países de origem, e assim, propiciar a adaptação ambiental. Sendo que a distribuição é bem heterogênea entre as cinco regiões do país, e ocorre da seguinte maneira: Norte – 906.867 (66,14%), Sudeste – 173.509 (12,66%), Nordeste – 130.059 (9,49%), Sul – 100.757 (7,35%) e Centro-Oeste – 59.749 (4,36%). Maior concentração deste rebanho ocorre na região Amazônica, uma região responsável por 74% do contingente nacional de 1.370.941 búfalos (IBGE, 2016).

Os búfalos domésticos são da espécie *Bubalus bubalis* e pertencem à classe Mammalia, subclasse Ungulata, ordem Artiodactyla, subordem Ruminantia, família Bovidae, subfamília Bovinae, e inclui duas subespécies conhecidas como tipos de rio (*Bubalis*: Murrah, Mediterrâneo, Jafarabadi) e pântano (*Kerebau*: Carabao), de tal forma que, no Brasil são encontradas todas as quatro raças de búfalo doméstico (BERNARDES, 2007; LOURENÇO JUNIOR & GARCIA, 2008). São animais extremamente rústicos, pela capacidade de digerir forragens com alto teor de fibra

bruta e grande capacidade de adaptação, podendo sobreviver em diversos ambientes, com grandes variações de clima, relevo e vegetação, e são explorados para a produção de carne, leite, tração animal e esterco (SANTOS *et al.*, 2016).

Os búfalos podem ser criados em sistemas produtivos que possibilitam excelente desempenho, com produção de animais precoces, e que atingem 450kg em menos de dois anos de idade, além de efeitos positivos no desenvolvimento ponderal e na reprodução das fêmeas (LOURENÇO JUNIOR & GARCIA, 2008). A produtividade pode ser incrementada pela intensificação dos sistemas de produção, como pelo uso da tecnologia de pastejo rotacionado intensivo, inclusive com reflexos positivos na redução do desmatamento e preservação da floresta nativa (LOURENÇO JUNIOR & GARCIA, 2008).

Todavia, apesar da favorável adaptação às condições brasileiras e grande produtividade (NOGUEIRA *et al.*, 1989), os bubalinos ainda apresentam eficiência reprodutiva inferior aos bovinos, devido principalmente à puberdade retardada e prolongados intervalos entre partos (ZICARELLI, 2010), o que provavelmente está relacionado com manejo deficiente e/ou seleção genética inadequada (VALE, 2000), além de interações entre o genótipo e o meio ambiente (ROLIM FILHO *et al.*, 2011).

### **Influência da suplementação lipídica na reprodução**

A baixa eficiência reprodutiva causa redução de rentabilidade na pecuária, em especial devido à fase de balanço energético negativo (BEN), que ocorre nas últimas semanas de gestação e no início da lactação, quando o gasto energético para a produção de colostro, leite e manutenção do animal está mais elevado que a energia fornecida pela ingestão de matéria seca na alimentação (SARTORI & MOLLO, 2007). Fêmeas em BEN apresentam elevadas concentrações de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e baixas concentrações de glicose, insulina e IGF-I, e este quadro ocasiona efeitos negativos na função ovariana e fertilidade (SARTORI & MOLLO, 2007), com retardo na primeira ovulação e concepção pós-parto (WILTBANK *et al.*, 2006).

Como estratégia para aumento do desempenho reprodutivo, e considerando a influência da nutrição, mais precisamente do conteúdo energético, tem sido adotado

o uso de gorduras na suplementação de fêmeas bovinas (FUNSTON, 2004; THATCHER *et al.*, 2004; LOPES *et al.*, 2009; 2011) e bubalinas (MALIK *et al.*, 2011; NAZIR *et al.*, 2013), como forma de contribuir para a longevidade produtiva dos animais, e conseqüente aumento da rentabilidade do produtor.

A ingestão de ácidos graxos por ruminantes está limitada a percentuais baixos, na ordem de 1 a 4% da dieta, sob a forma de fosfolipídios e glicolipídios nas forragens, e de triglicerídeos nos grãos (VAN SOEST, 1994; SANTOS, 1998). Fontes concentradas de energia como gorduras, sementes de oleaginosas e óleos vegetais, têm sido utilizadas na alimentação de ruminantes, com o intuito de elevar a densidade energética e melhorar o desempenho de vacas leiteiras e de corte (SANTOS, 1998; STAPLES *et al.*, 1998), sem comprometer a ingestão de fibras e nem exceder a inclusão de carboidratos na dieta (SALLA *et al.*, 2003). Com a suplementação lipídica, é possível incrementar este nível de gordura na dieta de ruminantes e chegar até 5% em relação à ingestão de matéria seca (IMS).

Níveis superiores ao patamar de 5% da IMS causam revestimento físico da ingesta contra a ação dos microrganismos ruminais, com redução da digestibilidade da fibra, prejuízos no consumo de matéria seca e no desempenho animal, além de possibilitar alterações na fisiologia ruminal, por causar danos aos microrganismos celulolíticos presentes no rúmen (DIAS *et al.*, 2009).

No ambiente ruminal, as diferentes fontes de gordura interagem com a população microbiana, ocasionando mudanças no padrão de crescimento e função da microbiota, além de transformações nos lipídios ingeridos na dieta, com conversão por hidrólise e biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados em saturados, os quais eventualmente alcançam os tecidos do corpo (JENKINS, 2011). Juchem (2007) demonstrou que o processo de biohidrogenação pode alterar o perfil lipídico dos óleos fornecidos na suplementação de vacas leiteiras, de tal forma que, mais de 70% do ácido linoléico e mais de 85% do ácido linolênico são biohidrogenados no rúmen.

No caso de sementes de oleaginosas na forma de grão inteiro, ocorre uma maior proteção da fração óleo, o que reduz a possibilidade de biohidrogenação ruminal (CAVALIERI *et al.*, 2005). Outra possibilidade é o uso de gordura *by-pass*, protegida ou inerte, que permite o incremento na densidade energética da dieta, sem

impactos negativos sobre a fermentação ruminal e o consumo de forragem, com a passagem de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) pelo rúmen sem sofrer biohidrogenação, sendo absorvidos somente nas condições ácidas do abomaso (JENKINS & PALMQUIST, 1984).

Tais suplementos tem proporcionado aumento na eficiência produtiva, principalmente na produção de leite, devido a uma combinação de efeitos calóricos e não calóricos (JENKINS, 2011). A suplementação lipídica em bovinos aumenta a capacidade funcional dos ovários, prolonga a vida útil do corpo lúteo e aumenta as concentrações plasmáticas de progesterona, o que reflete positivamente no desenvolvimento da competência (STAPLES *et al.*, 1998) e qualidade embrionária (CERRI *et al.*, 2009).

Na suplementação com gordura, outro fator relevante é o perfil de ácidos graxos (AGs) da dieta, o qual direciona o perfil de AGs dos tecidos e pode influenciar no desempenho reprodutivo (FUNSTON, 2004; RAES *et al.*, 2004). A fração de óleo das forragens e de vários grãos, embora geralmente baixa, possui proporções significativas de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), em particular os ácidos linoleico (C18:2; n6;  $\omega$ 6) e linolênico (C18:3; n3;  $\omega$ 3) (Figura 1), os quais são ácidos graxos que não podem ser sintetizados pelos animais e seres humanos, e portanto essenciais na dieta (MATTOS *et al.*, 2000; HUANG *et al.*, 2009).

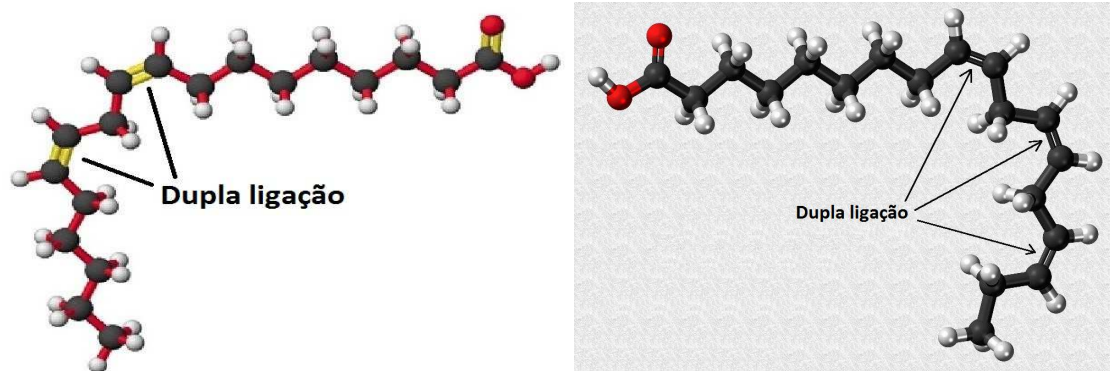


Figura 1. Estrutura dos ácidos graxos linoleico e linolênico respectivamente, destaque para as duplas ligações demonstradas pelas setas.

Adaptado de <https://pixabay.com/pt/ácido-alfa-linolênico-ácido-graxo-872688/>  
<https://i0.wp.com/malnutridos.com/wp-content/uploads/2016/10/linoleico2.png>

## Utilização da torta de palmiste na suplementação de ruminantes

Apesar dos benefícios de uma nutrição adequada, a alimentação representa um custo elevado na pecuária, principalmente quando são usados cereais de alto valor nutricional. Em condições tropicais, existem espécies arbóreas cultivadas comercialmente, que no processo de extração de seus óleos, disponibilizam significativas quantidades de subprodutos agroindustriais.

Estes subprodutos têm menor valor agregado e, portanto, motivam pesquisas quanto às qualidades químicas e utilização na dieta alimentar de ruminantes (RODRIGUES FILHO *et al.*, 1999), como forma de baratear custos, melhorar os índices zootécnicos e minimizar os efeitos da sazonalidade produtiva dos ruminantes. Sendo assim, a inclusão de subprodutos na alimentação de ruminantes é economicamente justificável, devido a qualidade nutricional e preço competitivo em relação aos concentrados convencionais (COSTA *et al.*, 2011; MACIEL *et al.*, 2012).

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) é da família das Palmáceas, de origem africana, cultivada em vários países de clima tropical, sem sazonalidade e com alta produção, de cerca de 1,486 milhões de toneladas de cachos no Estado do Pará (IBGE, 2016). A produtividade da cultura do dendê é maior do que a soja (3.500 a 6.000 kg/ha vs 400 a 600 kg/ha), assim como o seu rendimento em grãos (Kg/ha) que pode ser oito vezes maior (SUFRAMA, 2003).

Dos frutos do dendezeiro são extraídos dois tipos de óleo: o de palma, retirado da polpa ou mesocarpo e o de palmiste, obtido da amêndoa ou endosperma. O beneficiamento da produção inicia logo após a colheita, e consta das etapas de: esterilização, debulha, digestão e prensagem mecânica, de maneira natural e sem o uso de substâncias químicas, extraindo da polpa do fruto o óleo de palma ou óleo de dendê (SUFRAMA, 2003). Esta gordura de palma é popular nas culinárias africana e brasileira, além de amplamente usada na indústria de alimentos, em frituras, massas de biscoito e sorvetes.

Da cultura do dendê obtêm-se 22% de óleo da polpa, 2% de óleo de palmiste e 3% de torta de palmiste do peso total do cacho (COSTA *et al.*, 2011; SUFRAMA, 2003). O óleo de palmiste é extraído da amêndoa interna da semente, e a torta de amêndoa de dendê ou torta de palmiste é o subproduto resultante da polpa seca,

sendo o resíduo agroindustrial mais abundante na região Amazônica (RODRIGUES FILHO *et al.*, 1993; COSTA *et al.*, 2011).

Além disso, a torta de palmiste possui teores de proteína bruta (PB; 14%), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DVMO; 60%) e extrato etéreo (EE; 11,98%) que favorecem o uso deste subproduto na alimentação animal (RODRIGUES FILHO *et al.*, 2001). A torta de palmiste possui características favoráveis, tais como: potencial nutritivo, ausência de fatores antinutricionais, disponibilidade durante o ano e baixo custo, que possibilitam o uso na alimentação de bubalinos em proporções de até 60% de substituição do volumoso (BARBOSA, 2010). O elevado percentual lipídico da torta de palmiste justifica o uso na suplementação animal, para a elevação do teor energético da dieta, uma estratégia utilizada para aumento de desempenho produtivo e reprodutivo.

### **Suplementação de AGPI em ruminantes e os reflexos na reprodução**

Ácidos graxos poliinsaturados são constituintes essenciais das membranas celulares, inclusive do sistema reprodutivo, e a proporção nos diferentes tecidos é um reflexo dos lipídios ingeridos na dieta (WATHES *et al.*, 2007), de tal forma que esse fornecimento de ácidos graxos poliinsaturados pode modificar algumas vias específicas e influenciar o metabolismo de alguns hormônios, causando alterações metabólicas e endócrinas, que resultam em mudanças na atividade uterina e ovariana (LUCY *et al.*, 1991; DIAS *et al.*, 2009; MATTOS *et al.*, 2000).

A inclusão dietética de ácidos graxos, além de aumentar o coeficiente energético da dieta, estimula a síntese e o acúmulo de colesterol e ésteres de colesterol nos tecidos e fluidos corporais, inclusive nos ovários (NOGUEIRA, 2008) e corpo lúteo (HAWKINS *et al.*, 1995). Altas concentrações séricas de colesterol promovem uma maior concentração de progesterona (P<sub>4</sub>) plasmática (HAWKINS *et al.*, 1995; STRONGE *et al.*, 2005; DEMETRIO *et al.*, 2007).

Este aumento nas concentrações de progesterona deve-se ao aumento na síntese deste hormônio (GRUMMER & CARROLL, 1991) e diminuição do metabolismo hepático (HAWKINS *et al.*, 1995), com reflexos positivos no desenvolvimento da competência embrionária (MCNAMARA *et al.*, 2003). Fator este

importante em búfalas, onde uma das principais causas de mortalidade embrionária precoce é a produção insuficiente de progesterona (CAMPANILE *et al.*, 2005; 2007).

Os ácidos graxos polinsaturados podem afetar características do ciclo estral de fêmeas de corte e leite, com alterações na duração do ciclo, padrão de ondas foliculares, dimensão das estruturas ovarianas, concentrações circulantes de hormônios esteróides (SARTORI & MOLLO, 2007; GREGORY *et al.*, 2009), tempo de luteólise e o número e tamanho dos folículos (WATHES *et al.*, 2007) e produção de prostaglandinas (SARTORI & GUARDIEIRO, 2010).

Dietas ricas em AGPI, principalmente os ácidos linoléico (C18:2; n6;  $\omega$ 6) e linolênico (C18:3; n3;  $\omega$ 3), inibem a secreção precoce de prostaglandinas – PGs, em especial de PGF2 $\alpha$ , com resultados bastante significativos na inibição da síntese de PGF2 $\alpha$  endometrial bovina (MATTOS *et al.*, 2002; AMBROSE *et al.*, 2006), e consequente retardamento da luteólise (WILLIAMS & STANKO, 2000), sendo importante manter o equilíbrio entre a luteólise e mecanismos anti-luteolíticos para obter bons resultados nas taxas de concepção em sistemas de criação de bovinos (BINELLI *et al.*, 2001) e bubalinos (NAZIR *et al.*, 2013).

Os ácidos linoléico, que é convertido em ácido araquidônico, um precursor das prostaglandinas dienoicas (ex. PGF2 $\alpha$ ), e linolênico, que é convertido em ácido eicosapentaenoico (EPA; C20:5n-3) precursor das prostaglandinas trienoicas (ex. PGF3 $\alpha$ ), são descritos como os ácidos graxos que afetam a fertilidade em bovinos (SARTORI & GUARDIEIRO, 2010) e bubalinos (NAZIR *et al.*, 2013).

O ácido linoleico e os AGPI de cadeia longa, EPA e docosa-hexaenoico (DHA; C22:6n-3), também agem como inibidores competitivos pela enzima prostaglandina endoperóxido sintases (PGHS), dentro do processo de síntese das prostaglandinas (THATCHER *et al.*, 2004), e interferem na conversão do ácido araquidônico a PGF2 $\alpha$  (BINELLI *et al.*, 2001).

Por outro lado, vários trabalhos têm sido realizados para melhor entender e controlar o ciclo estral, a dinâmica folicular ovariana e maximizar os resultados reprodutivos em bovinos (PURSLEY *et al.*, 1995) e bubalinos (BARUSELLI, 1992; BARUSELLI *et al.*, 2001; NEGLIA *et al.*, 2003; BARUSELLI & CARVALHO, 2005; DE RENSIS *et al.*, 2005; GARCIA *et al.*, 2008; GHUMAN *et al.*, 2012).

Os protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), apesar de

serem uma alternativa potencial para o aumento do desempenho reprodutivo em búfalos (BARUSELLI & CARVALHO, 2005), possuem ainda resultados bastante variáveis com relação à taxa de concepção em bubalinos (GHUMAN *et al.*, 2012), sendo necessário desenvolver medidas para melhorar estes índices reprodutivos.

Fator relevante neste contexto é a mortalidade embrionária precoce resultante da síntese  $\text{PGF2}\alpha$ , devido à ausência de fatores inibidores, acarretando em degeneração do corpo lúteo e perda gestacional, principalmente em rebanhos de búfalos leiteiros (MALIK *et al.*, 2011). Estratégias de suplementação dietética com ácidos graxos  $\omega 3$  ou  $\omega 6$ , são capazes de diminuir a síntese de  $\text{PGF2}\alpha$  pelo endométrio (AMBROSE *et al.*, 2006) e inibir a ação luteolítica, favorecendo o reconhecimento de embriões bovinos ainda incapazes de sinalizar para o organismo materno (BURNS *et al.*, 2003), com a possibilidade de aumento das taxas de concepção das búfalas.

O efeito inibitório na síntese de PGs, na fase lútea tardia em vacas, pode reduzir a incidência de perda embrionária precoce, com aumento nas taxas de concepção (THATCHER *et al.*, 1994; MATTOS *et al.*, 2000; AMBROSE *et al.*, 2006), devido ao aumento no reconhecimento materno da gravidez (WATHES *et al.*, 2007). Acredita-se que conceptos bovinos pequenos e subdesenvolvidos são incapazes de sinalizar e desencadear o reconhecimento materno da gestação, por meio da produção de interferon-tau (IFN- $\tau$ ) entre os dias 13 e 21 após a ovulação, para que ocorra o bloqueio na liberação uterina de  $\text{PGF2}\alpha$  e, assim, permitir a continuidade da secreção de progesterona pelo corpo lúteo e manutenção da gestação (BURNS *et al.*, 2003; SENGER, 2012).

O reconhecimento da gestação é o período em que o concepto sinaliza sua presença no ambiente uterino materno, sendo imprescindível para evitar a secreção luteolítica de  $\text{PGF2}\alpha$ , manutenção do CL e da gestação (SENGER, 2012). Em ruminantes, este período requer o alongamento do embrião, que coincide com a máxima produção de interferon-tau (ANTONIAZZI *et al.*, 2011).

O IFN- $\tau$  é um interferon do tipo I, secretado pelas células trofoblásticas do blastocisto, embrião e anexos embrionários antes da implantação, que age nas células endometriais do útero para inibir a produção de receptores de oxitocina e, desta forma, evitar a síntese e liberação uterina de  $\text{PGF2}\alpha$ , preservando o corpo

lúteo e a gestação, além de promover a síntese de proteínas pelas glândulas uterinas da porção apical, fundamentais para a sobrevivência embrionária antes da sua implantação no endométrio uterino (SENGER, 2012). A falência funcional e estrutural do corpo lúteo ocorre somente em casos de ausência de fertilização ou de não reconhecimento materno da gestação, com liberação de pulsos de PGF2 $\alpha$  pelas células endometriais entre o 15<sup>o</sup> e 19<sup>o</sup> dia do ciclo estral (BERTAN, 2004).

A suplementação de vacas com AGPI ricos em linoléico (C18:2,  $\omega$ 6), durante o tempo esperado de luteólise, promove resultados positivos em vacas submetidas a protocolos de inseminação artificial em tempo fixo - IATF (LOPES *et al.*, 2009; 2011) e transferência de embriões em tempo fixo - TETF (CORDEIRO *et al.*, 2015). Também em bovinos, o ácido linolênico (C18:3,  $\omega$ 3) mostrou capacidade em elevar as concentrações de estradiol (E<sub>2</sub>) plasmático (ROBINSON *et al.*, 2002).

Resultados descritos por Cordeiro *et al.* (2015), apontam que a suplementação de vacas de corte com sementes de girassol (EE 10,1%; rico em  $\omega$ 6) é uma alternativa viável, pois aumentam: as concentrações séricas de colesterol (148,2  $\pm$  6,1 mg/dL vs 116,0  $\pm$  6,4 mg/dL) e a taxa de prenhez (66,7% vs 47,7%), com resultados favoráveis também na TETF, com aumento das concentrações de progesterona (5,8  $\pm$  0,4 ng/mL vs 3,5  $\pm$  0,4 ng/mL) e da taxa de prenhez no grupo girassol (55,7% vs 36,9%) em comparação ao grupo controle, nos dois experimentos.

Na suplementação de búfalas leiteiras com linhaça (59,4%  $\omega$ 3), foram evidenciados impactos positivos no desempenho reprodutivo, com elevação das concentrações de progesterona plasmática e redução da secreção uterina de PGF2 $\alpha$ , durante o período de reconhecimento da gestação, com consequente incremento de 35,5% na taxa de concepção (NAZIR *et al.*, 2013).

Fato semelhante ocorre na suplementação de búfalas leiteiras com farinha de peixe, que possui AGPI da família n-3, ácido eicosapentaenóico (EPA, C20; 5) e ácido docosahexanóico (DHA, C22; 6), com diferença significativa nas concentrações venosas de 13,14-di-hidro-15-ceto-PGF2 $\alpha$  (PGFM), entre o grupo suplementado e o controle (197,4  $\pm$  41,7 pg/ml vs 326,3  $\pm$  33,5 pg/ml), respectivamente, mas sem afetar o diâmetro do corpo lúteo e as concentrações de progesterona (MALIK *et al.*, 2011).

## Referências

- [1] AMBROSE, D.J.; KASTELIC, J.P.; CORBETT, R.; PITNEY, P.A.; PETIT, H.V.; SMALL, J.A.; ZALKOVIC, P. Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in  $\alpha$ -linolenic acid. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.8, p.3066–3074, 2006.
- [2] ANTONIAZZI, A.Q.; HENKES, L.E.; OLIVEIRA, J.F.C.; HANSEN, T.R. Função do interferon-tau durante o reconhecimento materno da gestação em ruminantes. **Ciência Rural**, v.41, n.1, p.176-185, 2011.
- [3] BARBOSA, N. G. S. Torta de amêndoa de dendê: consumo, digestibilidade, metabolismo ruminal e desempenho leiteiro em bubalinos. 2010. 176 p. **Tese** (doutorado) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Minas Gerais. 2010.
- [4] BARUSELLI, P. S. Atividade ovariana e comportamento reprodutivo no período pós-parto em búfalos (*Bubalus bubalis*). 1992. 99 f. **Tese** (doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1992.
- [5] BARUSELLI, P.S.; AMARAL, R.; BARUFI, F.B.; VALENTIM, R.; MARQUES, M. de O. Lecirelin and buserelin (gonadotrophin releasing hormone agonists) are equally effective for fixed time insemination in buffalo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 38, n. 3, p. 142-145, 2001.
- [6] BARUSELLI, P.S.; CARVALHO, N. A. T. de. Biotecnologias da reprodução em bubalinos (*Bubalus bubalis*). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.29, n.1, p. 4-17, 2005.
- [7] BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.3, p. 293-298, 2007.
- [8] BERTAN, C.M. Mecanismos endócrinos e moleculares pelos quais o estradiol estimula a síntese de prostaglandina F<sub>2</sub> $\alpha$  no endométrio de fêmeas bovinas. 2004. 185f. **Tese** (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- [9] BINELLI, M., THATCHER, W.W., MATTOS, R., BARUSELLI, P.S. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. **Theriogenology**, v.56, p.1451–1463, 2001.
- [10] BURNS, P.D.; ENGLE, T.E.; HARRIS, M.A.; ENNS, R.M.; WHITTIER, J.C. Effect of fish meal supplementation on plasma and endometrial fatty acid composition in nonlactating beef cows. **Journal of Animal Science**, v.81, p.2840–2846, 2003.

- [11] CAMPANILE, G., NEGLIA, G., GASPARRINI, B., GALERO, G., PRANDI, A., DI PALO, R., D'OCCHIO, M.J., ZICARELLI, L. Embryonic mortality in buffaloes synchronized and mated by AI during the seasonal decline in reproductive function. **Theriogenology**, v.63, p.2334–2340, 2005.
- [12] CAMPANILE, G., VECCHIO, D., ZICARELLI, L., NEGLIA, G.; DI PALO, R., BALESTRIERI, A., D'OCCHIO, M.J. Strategies to reduce embryonic mortality in buffalo cows. **Italian Journal of Animal Science**, v.6, p.680-683, 2007.
- [13] CAVALIERI, F.B.; SANTOS, G.T.; MATSUSHITA, M.; PETIT, H.V.; RIGOLON, L. P.; SILVA, D.; *et al.* Milk production and milk composition of dairy cows fed Lac100 ® or whole flaxseed. **Canadian Journal of Animal Science**, v.85, p.413-416, 2005.
- [14] CERRI, R.L.; JUCHEM, S.O.; CHEBEL, R.C.; RUTIGLIANO, H.M.; BRUNO, R.G.; GALVÃO, K.N.; *et al.* Effect of fat source differing in fatty acid profile on metabolic parameters, fertilization, and embryo quality in high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.1520-1531, 2009.
- [15] CORDEIRO, M. B.; PERES, M. S.; SOUZA, J. M. de; GASPARI, P.; BARBIERI, F.; SÁ FILHO, M. F.; MATURANA FILHO, M.; DINARDI, R. N.; NOGUEIRA, G. P.; MESQUITA, F. S.; PUGLIESI, G.; MARTINS, T.; BINELLI, M.; MEMBRIVE, C.M.B. Supplementation with sunflower seed increases circulating cholesterol concentrations and potentially impacts on the pregnancy rates in *Bos indicus* beef cattle. **Theriogenology**, v.83, p.1461-1468, 2015.
- [16] COSTA, D.A. da; COLODO, J.C.N.; FERREIRA, G.D.G.; ARAÚJO, C.V. de; MOREIRA, G.R. Uso da torta de dendê na alimentação de ruminantes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.14, p.133-137, 2011.
- [17] DEMETRIO, D. G. B.; SANTOS, R. M.; DEMETRIO, C. G. B.; VASCONCELOS, J. L. M. Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5073-5082, 2007.
- [18] DE RENSIS, F.; RONCI, G.; GUARNERI, P.; NGUYEN, B.X.; PRESICCE, G.A.; HUSZENICZA, G.; SCARAMUZZI, R.J. Conception rate after fixed time insemination following ovsynch protocol with and without progesterone supplementation in cyclic and non-cyclic Mediterranean Italian buffaloes (*Bubalus bubalis*). **Theriogenology**, v.63, p.1824–1831, 2005.
- [19] DIAS, J.C.; MARTINS, J.A.M.; EMERICK, L.L.; SOUZA, F.A.; ANDRADE, V.J. Efeitos da suplementação lipídica no aumento da eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.33, n.2, p. 95-104, 2009.

- [20] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>; 2016 [acessado 27 janeiro 2018].
- [21] FUNSTON, R.N. Fat supplementation and reproduction in beef females. **Journal of Animal Science**, v.82(Suppl.), p.154-161, 2004.
- [22] GARCIA, A.R.; NAHÚM, B. de S.; LOURENÇO JUNIOR, J. de B.; COSTA, N. A. da; GONÇALVES, K. da S.; MIYASAKI, M. Y. A.; ANDRADE, A. F. C. de; ARRUDA, R. P. de. Associação da medroxiprogesterona ao protocolo Ovsynch para inseminação artificial em tempo fixo de búfalas cíclicas (*Bubalus bubalis*) criadas na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica** (Impresso), v. 38, p. 369-377, 2008.
- [23] GHUMAN, S.P.S., HONPARKHE, M., SINGH, J., DHAMI, D.S., KUMAR, A., NAZIR, G., AHUJA, C.S. Fertility response using three estrus synchronization regimens in lactating anestrus buffaloes. **Indian Journal of Animal Science**, v.82, p.162–166, 2012.
- [24] GREGORY, R.M.; CARDONA, J.C.A.; PATIN OSPINA, H.; HERNANDEZ RAMIREZ, M.; MATTOS, R.C.; JOBIM, M.I.M. Ácidos graxos poliinsaturados e seus efeitos no desempenho reprodutivo da vaca. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Suplemento, p.153-156, 2009.
- [25] GRUMMER, R. R.; CARROLL, D. J. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.69, p.3838-3852, 1991.
- [26] HAWKINS, D.E.; NISWENDER, K.D.; OSS, G. M.; MOELLER, C.L.; ODDE, K.G.; SAWYER, H.R.; NISWENDER, G. D. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. **Journal of Animal Science**, v.73, p. 541-545, 1995.
- [27] HUANG, Y.; SCHOONMAKER, J.P.; OREN, S.L.; TRENKLE, A.; BEITZ, D.C. Calcium salts of CLA improve availability of dietary CLA. **Livestock Science**, v.122, n.1, p.1-7, 2009.
- [28] IBGE. Produção Agrícola Municipal, <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=16787&t=resultados>; 2016 [acessado 08 novembro 2017].
- [29] IBGE. Produção da Pecuária Municipal, <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?&t=resultados/>; 2016 [acessado 08 novembro 2017].

- [30] JENKINS, T.C. **Feed Ingredients/Feed Supplements: Fats and Protected Fats**. In *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*, edited by John W. Fuquay, Academic Press, San Diego, 2011, Pag.363-370.
- [31] JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.978-986, 1984.
- [32] JUCHEM, S. O. Lipid Digestion and Metabolism in dairy cows: effects on production, reproduction and health. 2007. **Phd thesis**, University of California Davis, 2007.
- [33] LOPES, C.N.; SCARPA, A.B.; CAPPELLOZZA, B.I.; COOKE, R.F.; VASCONCELOS, J.L.M. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on reproductive performance of *Bos indicus* beef cows. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3935-3943, 2009.
- [34] LOPES, C.N.; COOKE, R.F.; REIS, M.M.; PERES, R.F.G.; VASCONCELOS, J. L. M. Strategic supplementation of calcium salts of polyunsaturated fatty acids to enhance reproductive performance of *Bos indicus* beef cows. **Journal of Animal Science**, v.89, p.3116-3124, 2011.
- [35] LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; GARCIA, A. R. Panorama da Bubalinocultura na Amazônia. In: Encontro Internacional da Pecuária da Amazônia, 2008, Belém. **Anais do Encontro Internacional da Pecuária da Amazônia**. Fortaleza-CE: Instituto Frutal, 2008. p. 1-45.
- [36] LUCY, M.C.; STAPLES, C.R.; MICHEL, F.M.; THATCHER, W.W.; BOLT, D.J. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F<sub>2</sub>α, luteinizing hormone, and follicular growth. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.483-489, 1991.
- [37] MACIEL, R.P.; NEIVA, J.N.M.; ARAUJO, V.L. de; CUNHA, O.F.R.; PAIVA, J.; RESTLE, J.; MENDES, C.Q.; LOBO, R.N.B. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.698-706, 2012.
- [38] MALIK, A.A.; GANDOTRA, V. K.; BRAR, P.S.; GHUMAN, S.P.S.; DHALIWAL, G.S. Attenuation of luteolytic response following fish meal supplementation in dairy buffaloes (*Bubalus bubalis*), **Animal Reproduction Science**, v.126, n.1–2, p.45-49, 2011.
- [39] MATTOS, R.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. **Reviews of Reproduction**, v.5, p.38–45, 2000.

- [40] MATTOS, R.; STAPLES, C.R.; WILLIAMS, J.; AMOROCHO, A.; MCGUIRE, M.A.; THATCHER, W.W. Uterine, ovarian, and production responses of lactating dairy cows to increasing dietary concentrations of Menhaden fish meal. **Journal Dairy Science**, v.85, p.755–764, 2002.
- [41] MCNAMARA, S.; BUTLER, T.; RYAN, D.P.; MEE, J.F.; DILLON, P.; O'MARA, F.P.; BUTLER, S.T.; ANGLESEY, D.; RATH, M.; MURPHY, J.J. Effect of offering rumen-protected fat supplements on fertility and performance in spring-calving Holstein–Friesian cows, **Animal Reproduction Science**, v.79, n.1–2, p.45-56, 2003.
- [42] NAZIR, G.; GHUMAN, S.P.S.; SINGH, J.; HONPARKHE, M.; AHUJA, C.S.; DHALIWAL, G.S.; SANGHA, M.K.; SAIJPAUL, S.; AGARWAL, S.K. Improvement of conception rate in postpartum flaxseed supplemented buffalo with Ovsynch + CIDR protocol. **Animal Reproduction Science**, v.137, n.1-2, p.15-22, 2013.
- [43] NEGLIA, G.; GASPARRINI, B.; DI PALO, R.; DE ROSA, C.; ZICARELLI, L.; CAMPANILE, G. Comparison of pregnancy rates with two oestrus synchronization protocols in Italian Mediterranean Buffalo cows. **Theriogenology**, v.60, p.125–133, 2003.
- [44] NOGUEIRA, E. Efeitos da suplementação energética e lipídica no perfil metabólico, desenvolvimento folicular e produção in vitro de embriões em novilhas da raça Nelore (*Bos taurus indicus*). 2008. 87f. **Tese** (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2008.
- [45] NOGUEIRA, J.R.; BARBOSA, C.; MATTOS, J.C.A.; CAMPOS, B.E.S.; CAPELLOZA, C.N.Z. Aspectos da eficiência reprodutiva de bualinos das raças Mediterâneo e Jafarabadi. **Boletim de Indústria Animal**, v. 46, p. 45-54, 1989.
- [46] PURSLEY, J.R.; MEE, M.O.; WILTBANK, M.C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 $\alpha$  and GnRH. **Theriogenology**, v.44, p.915–923, 1995.
- [47] RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p.199-221, 2004.
- [48] ROBINSON, R.S.; PUSHPAKUMARA, P.G.A.; CHENG, Z. et al. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. **Reproduction**, v.124, p.119-131, 2002.
- [49] RODRIGUES FILHO, J. A.; CAMARÃO, A. P.; LOURENÇO JUNIOR, J.B. **Avaliação de subprodutos agroindustriais para alimentação de ruminantes**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1993. 15 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 71).

- [50] RODRIGUES FILHO, J. A.; CAMARÃO, A. P.; AZEVEDO, G.P.C.; BRAGA, E. **Efeito da proporção de casca de semente na composição química da torta de amêndoa de dendê**. Belém: Embrapa-CPATU, 1999. 4p. (Embrapa-CPATU. Comunicado Técnico, 1).
- [51] RODRIGUES FILHO, J.A.; CAMARÃO, A.P.; AZEVEDO, G.P.C. **Utilização da torta de amêndoa de dendê na alimentação de ruminantes**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001 24p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 111).
- [52] SALLA, L.E.; FISCHER, V.; FERREIRA, E.X.; MORENO, C.B.; STUMPF-JR, W.; DUARTE, L.D. Comportamento ingestivo de vacas Jersey alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de gordura nos primeiros 100 dias de lactação. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.32, p.683-689, 2003.
- [53] SANTOS, C. L. R. dos; SANTOS JUNIOR, J. B. dos; CUNHA, M. C. da; NUNES, S. R. F.; BEZERRA, D. C.; TORRES JUNIOR, J. R. de S.; CHAVES, N. P. Nível tecnológico e organizacional da cadeia produtiva da bubalinocultura de corte no estado do Maranhão. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.83, 1-8, 2016.
- [54] SANTOS, J.E.P. Efeitos da nutrição na reprodução bovina. In: Congresso Brasileiro de Raças Zebuínas, 3, 1998, Uberaba, MG. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1998. p.24-75.
- [55] SARTORI, R.; GUARDIEIRO, M. M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.39, p.422-432, 2010.
- [56] SARTORI, R.; MOLLO, M. R. Influência da ingestão alimentar na fisiologia reprodutiva da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.2, p.197-204, 2007.
- [57] SENGER, P.L. **Pathways to pregnancy & parturition**. Illinois: Current Conceptions Inc., 2012. p. 280-281.
- [58] SUFRAMA. Potencialidades - Estudo de Viabilidade Econômica – Dendê. [http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj\\_pot\\_regionais/dende.pdf](http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/dende.pdf); 2003 [acessado 08 novembro 2017].
- [59] ROLIM FILHO, S.T.; RIBEIRO, H.F.L.; VALE, W.G.; PICANÇO, N. da S.; BARBOSA, E.M.; FERREIRA, R.N.; SIMÕES, A.R. Involução uterina, atividade ovariana, primeiro cio pós-parto e distúrbios reprodutivos em búfalas **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.2, p. 221 -227, 2011.
- [60] STAPLES, C.R.; BURKE, J.M.; THATCHER, W.W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.856–871, 1998.

- [61] STRONGE, A. J. H.; SREENAN, J. M.; DISKIN, M. G.; MEE, J. F.; KENNY, D. A.; MORRIS, D. G. Post-insemination milk progesterone concentration and embryo survival in dairy cows. **Theriogenology**, v.64, p.1212-1224, 2005.
- [62] THATCHER, W.W.; STAPLES, C.R.; DANET-DESNOYERS, G.; OLDICK, B.; SCHMITT, E.P. Embryo health and mortality in sheep and cattle. **Journal of Animal Science**, v.72 (Suppl. 3), p.16–30, 1994.
- [63] THATCHER, W.W.; STAPLES, C.R.; MACLAREN, L; BILBY, T.R. Efeitos biológicos dos lipídios em parâmetros reprodutivos de vacas leiteiras em lactação. In: Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 8, 2004, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: Conapec Jr; Botucatu: UNESP, 2004. p.115-132.
- [64] VALE, W.G. Enhancing the puberty in buffalo heifers. In: International congress on animal reproduction, 14., 2000, Stockholm. **Proceedings...** Stockholm: ICAR, 2000. v. 1, p. 271.
- [65] VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- [66] WATHES, D. C.; ROBERT, D.; ABAYASEKARA, E.; AITKEN, R. J. Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. **Biology of Reproduction**, v.77,p.190-201, 2007.
- [67] WILLIAMS, G. L.; STANKO, R. L. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.77 (E. Suppl.), p.1-12, 2000.
- [68] WILTBANK, M.; LOPEZ, H.; SARTORI, R.; SANGSRITAVONG, S.; GÜMEN, A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, v.65, p.17-29, 2006.
- [69] ZICARELLI, L. Enhancing reproductive performance in domestic dairy water buffalo (*Bubalus bubalis*). **The journal of the society for reproduction and fertility**, v.67, p.443–455, 2010.