

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EFEITO DO ESCORE DA CONDIÇÃO CORPORAL AO PARTO E ESTÁDIO  
DE MATURIDADE SOBRE O STATUS METABÓLICO E COMPOSIÇÃO DO  
LEITE DE BÚFALAS MURRAH**

**NELSON DE CARVALHO DELFINO**

**SALVADOR - BAHIA  
JULHO – 2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EFEITO DO ESCORE DA CONDIÇÃO CORPORAL AO PARTO E ESTÁDIO  
DE MATURIDADE SOBRE O STATUS METABÓLICO E COMPOSIÇÃO DO  
LEITE DE BÚFALAS MURRAH**

**NELSON DE CARVALHO DELFINO**  
Médico Veterinário

**SALVADOR - BAHIA  
JULHO - 2018**

**NELSON DE CARVALHO DELFINO**

**EFEITO DO ESCORE DA CONDIÇÃO CORPORAL AO PARTO E  
ESTÁDIO DE MATURIDADE SOBRE O STATUS METABÓLICO E  
COMPOSIÇÃO DO LEITE DE BÚFALAS MURRAH**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Orientador: Prof. Dr. José Esler de Freitas Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

**SALVADOR - BA  
JULHO - 2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**D349e** Delfino, Nelson de Carvalho  
EFEITO DO ESCORE DA CONDIÇÃO CORPORAL AO PARTO E  
ESTÁDIO DE MATURIDADE SOBRE O STATUS METABÓLICO E  
COMPOSIÇÃO DO LEITE DE BÚFALAS MURRAH / Nelson de  
Carvalho Delfino, José Esler de Freitas Junior,  
Gleidson Giordano Pinto Carvalho. -- Salvador, 2018.  
81 f. : il

Orientador: José Esler de Freitas Junior.  
Coorientador: Gleidson Giordano Pinto Carvalho.  
Tese (Doutorado - Zootecnia) -- Universidade  
Federal da Bahia, Universidade Federal da Bahia, 2018.

1. período de transição. 2. status metabólico. 3.  
escore de condição corporal. 4. composição do leite. I.  
Junior, José Esler de Freitas. II. Carvalho, Gleidson  
Giordano Pinto. I. Junior, José Esler de Freitas. II.  
Carvalho, Gleidson Giordano Pinto. III. Título.

CDU: 636.03


**EFEITO DO ESCORE DA CONDIÇÃO CORPORAL AO PARTO  
E ESTÁDIO DE MATURIDADE SOBRE O STATUS METABÓLICO E  
COMPOSIÇÃO DO LEITE DE BÚFALAS MURRAH**

Nelson de Carvalho Delfino

Tese defendida e aprovada para obtenção do grau de  
Doutor em Zootecnia


Salvador, 27 de julho de 2018

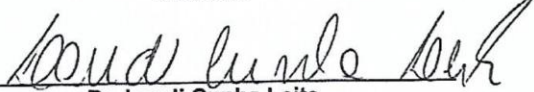
Comissão examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Esler de Freitas Júnior  
UFBA  
Orientador / Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho  
UFBA

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Aracele Vieira Santos  
UFBA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Carlindo Santos Rodrigues  
IFBaiano

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Laudi Cunha Leite  
UFRB

## **DADOS CURRICULARES**

Nelson de Carvalho Delfino, nascido em 11 de fevereiro de 1967 em São Paulo/capital, graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal da Bahia em 2001, cursou especialização em Inspeção Industrial e Sanitária em Produtos de Origem Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e da Saúde em 2009. Em 2011 iniciou mestrado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, em Ciência Animal, submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 2013, na área de microbiologia em alimentos. Ingressou, em 2014, no Curso de Pós Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal da Bahia - UFBA, na área de produção animal sob orientação do professor Dr. José Esler de Freitas Junior, submetendo-se à defesa de tese em julho de 2018.

“Para chegar onde a maioria não chega  
É preciso fazer algo que a maioria não faz”

Bill Gates

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus, pela minha existência e pela oportunidade de poder conquistar tamanha magnitude, com coerência, humildade, saúde e sorte em todo o processo de crescimento pessoal, autoestima, aperfeiçoamento e evolução.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFBA pela oportunidade de cursar o doutorado, aos Professores pela dedicação e conhecimento difundido e a Capes pelo apoio da bolsa concedida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Esler de Freitas Júnior pela honra de oportunizar o aprendizado com tamanha destreza, conduzindo e integrando experimentos, pessoas, condutas e ciência de forma racional, respeitando as aptidões e buscando sempre a inclusão acadêmica.

À equipe experimental, pela dedicação e seriedade que conduziram cada etapa do trabalho: Lucas Bulcão e Filipe, Laís, Igor Matos, Claudia Loyanni, Mauricio Xavier, Daiane. Obrigado a todos vocês por fazerem parte desta experiência.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho pelas orientações nos trâmites pertinentes.

À Fazenda Natal e toda sua equipe, pelo acolhimento e tratamento dispensados durante o período de coleta de dados e condução metodológica do experimento.

Aos colegas que me acompanharam nessa jornada e contribuíram para meu crescimento científico.

À Henry Daniel pelo auxílio e estímulo no processo de estudo e aprendizado e auxílio na construção do artigo científico.

A meu filho Marcelo Silva de Carvalho Delfino pelos apoios didáticos e todos meus filhos Nara Silva de Carvalho Delfino, Luna Silva de Carvalho Delfino e Laura Mel Silva de Carvalho Delfino por serem a razão de minha vida e de minhas conquistas.



À Marcia Regina da Silva pelos incentivos e apoios dispensados desde a base até os fundamentos.

À minha esposa Tatiane Machado da Silva pela paciência e conduta durante todo esse período de extensas mudanças.

À todos aqueles que contribuíram diretamente e indiretamente para realização deste trabalho. Um sonho pessoal e uma conquista de todos.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

#### Escore da condição corporal no parto sobre o status metabólico e o desempenho produtivo de búfalas murrah (*Bubalus bubalis*) durante o período de transição e início da lactação

- Figura 1 - Peso corporal (PC) (C) e pH urinário (D), em búfalas com baixa condição de escore corporal ao parto (BECCP) (Grupo 1: média de ECCP = 2,98), e condição de escore corporal alto ao parto (AECCP) (Grupo 2: média de ECCP = 4,21). \* P <0,05, entre os grupos BECCP e AECCP ..... 18
- Figura 2 - Produção de leite (A), teor de caseína (B), nitrogênio ureico do leite (NUL) (C) e teor de gordura do leite (D), em búfalas com baixa condição corporal ao parto (BECCP) (Grupo 1: média de ECCP= 2,98), e alta condição de escore corporal ao parto (AECCP) (Grupo 2: média de ECCP = 4,21). \* P <0,05, entre os grupos BECCP e AECCP..... 19

### CAPÍTULO II

#### Efeitos do estágio de maturidade sobre as inter-relações entre traços metabólicos e desempenho produtivo de búfalos de murrah (*Bubalus bubalis*) durante a transição e início de lactação

- Figura 1 - Peso corporal (PC) (A), mudança de peso corporal (MPC) (B), escore de condição corporal (ECC) (C), e frequência cardíaca (FC) (D), em búfalas primíparas, número de lactação = 1; Multíparas = número de lactação > 1. \* P <0,05 diferença entre os grupos primíparas e multíparas na semana..... 42
- Figura 2 - Produção de leite (A), teor de caseína (B), produção total de extrato seco (EST) (C) e teor de gordura do leite (D em búfalas. Primária número de lactação = 1; multíparas = número de lactação > 1. \*P <0,05 diferença entre os grupos primíparas e multíparas na semana..... 43

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

#### **Escore da condição corporal no parto sobre o status metabólico e o desempenho produtivo de búfalas murreah (*Bubalus bubalis*) durante o período de transição e início da lactação**

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica do suplemento.....	11
Tabela 2 - Peso corporal, escore de condição corporal e parâmetros clínicos nos períodos pré e pós-parto para os grupos de escore de condição corporal ao parto (ECCP) (média $\pm$ DP).....	15
Tabela 3 - Produção e composição do leite em búfalas segundo grupos de escore de condição corporal ao parto (média $\pm$ EPM).....	16
Tabela 4 - Valores médios semanais de hemograma para os diferentes grupos de escore de condição corporal ao parto (média $\pm$ EPM).....	17
Tabela 5 - Valores médios semanais dos metabólitos sanguíneos dos diferentes grupos de escore de condição corporal ao parto (média $\pm$ EPM).....	20
Tabela 6 - Concentrações de metabólitos na urina durante os períodos pré e pós-parto (média $\pm$ EPM).....	21

## CAPÍTULO II

### **Efeitos do estágio de maturidade sobre as inter-relações entre traços metabólicos e desempenho produtivo de búfalos de murreh (*Bubalus bubalis*) durante a transição e início de lactação**

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica do suplemento.....	34
Tabela 2 - Peso corporal, escore de condição corporal e parâmetros clínicos nos períodos pré e pós-parto para os diferentes grupos de búfalas (média ± EPM).....	38
Tabela 3 - Produção e composição do leite para os diferentes grupos de búfalas (média ± EPM).....	39
Tabela 4 - Valores médios semanais de hemograma para os diferentes grupos de búfalos (média ± EPM).....	40
Tabela 5 - Valores médios semanais dos metabólitos sanguíneos de diferentes grupos de búfalas (média ± EPM).....	44
Tabela 6 - Concentrações de metabólitos na urina durante os períodos pré e pós-parto (média ± EPM).....	45

### CAPÍTULO III

#### **Correlações entre escore de condição corporal, parâmetros clínicos e produção e composição de leite em búfalas Murrah no período de transição e início de lactação**

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica do suplemento.....	58
Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) da relação entre parâmetros clínicos e escores de condição corporal no pré e pós-parto.....	63
Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) da relação entre a produção e a composição do leite e escores de condição corporal no pré e pós-parto.....	64
Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) da relação entre hemograma e valores semanais de escores de condição corporal no pré e pós-parto...	65

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AGNE	Ácidos graxos não esterificados
ATP	Adenosina trifosfato
AECCP	Alto escore de condição corporal ao parto
BECCP	Baixo escore de condição corporal ao parto
BN	Balanço de nitrogênio
CLA	Ácido linoleico conjugado
CMS	Consumo de matéria seca
CNF	Carboidratos não-fibrosos
CT	Carboidratos totais
CV	Coefficiente de variação
DNA	Ácido desoxirribonucléico
DP	Derivados de purinas
DPT	Derivados de purinas totais
ECC	Escore de condição corporal
EE	Extrato etéreo
EPM	Erro padrão da média
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
MECC	Mudança de Escore de condição corporal
PC	Peso corporal
MPC	Mudança de Peso corporal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Kg	Quilograma
L	Litro
MG	Miligramas
MM	Matéria mineral
Mm	Milímetros
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
Nmic	Nitrogênio microbiano
NNP	Nitrogênio não protéico
NR	Nitrogênio ruminal
NRC	Nutrition Research Council
NT	Nitrogênio total
NUP	Nitrogênio ureico plasmático
Pabs	Purinas absorvidas
PB	Proteína bruta

PC           Peso corporal  
PDR         Proteína degradável no rúmen

## SUMÁRIO

**Página**

Resumo geral.....	Xvii
Abstract.....	Xviii
Introdução geral.....	01
Capítulo I.....	05
Escore da condição corporal no parto sobre o status metabólico e o desempenho produtivo de búfalas murrah ( <i>Bubalus bubalis</i> ) durante o período de transição e início da lactação	
Resumo.....	06
Abstract.....	07
1. Introdução.....	08
2 Material e Métodos.....	10
2.1 Aspectos éticos e localização.....	10
2.2 Animais, alojamento e alimentação.....	10
2.3 Coleta de amostras e análise química.....	11
2.4 Produção e composição do leite.....	12
2.5 Escore de condição corporal, peso corporal e parâmetros clínicos.....	12
2.6 Análise de índices de status metabólico.....	12
2.7 Análise estatística .....	14
3 RESULTADO.....	14
3.1 ECC e parâmetros clínicos.....	14
3.2 Produção e composição do leite.....	15
3.3 Parâmetros metabólicos.....	16
4 DISCUSSÃO .....	22
5 CONCLUSÕES.....	25
6 CONFLITO DE INTERESSE.....	25
7 AGRADECIMENTOS.....	25
8 REFERÊNCIAS .....	26
Capítulo II.....	29
Efeitos do estágio de maturidade sobre as inter-relações entre traços metabólicos e desempenho produtivo de búfalos de Murrah ( <i>Bubalus bubalis</i> )	



## durante a transição e início de lactação

Resumo.....	30
Abstract.....	31
1 Introdução.....	32
2 Material e Métodos.....	33
2.1 Aspectos éticos e localização.....	33
2.2 Animais, alojamento e alimentação.....	33
2.3 Coleta de amostras e análise química.....	34
2.4 Produção e composição do leite.....	35
2.5 Escore de condição corporal, peso corporal e parâmetros clínicos.....	35
2.6 Análise de índices de status metabólico.....	36
2.7 Análise estatística .....	37
3 Resultado.....	37
3.1 Escore de condição corporal e parâmetros clínicos.....	37
3.2 Produção e composição do leite.....	38
3.3 Parâmetros metabólicos.....	39
4 Discussão .....	45
5 Conclusões.....	49
6 Conflito de interesse.....	50
7 Agradecimentos.....	50
8 Referências .....	50
Capítulo III.....	53
Correlações entre escore de condição corporal, parâmetros clínicos e produção e composição de leite em búfalas Murrah no período de transição e início de lactação	
Resumo.....	54
Abstract.....	55
1 Introdução.....	56
2 Material Métodos.....	57
2.1 Aspectos éticos e localização.....	57
2.2 Animais, alojamento e alimentação.....	57
2.3 Coleta de amostras e análise química.....	58

2.4 Produção e composição do leite.....	59
2.5 Escore de condição corporal, peso corporal e parâmetros clínicos.....	59
2.6 Análise de índices de status metabólico.....	59
2.7 Análise estatística .....	61
3 Resultados e Discussão.....	61
4 Conclusão.....	66
5 Agradecimentos.....	66
6 Referências.....	67

## **Efeito do escore da condição corporal ao parto e estágio de maturidade sobre o status metabólico e composição do leite de búfalas murrah**

### **RESUMO**

Objetivou-se com este estudo avaliar a influência do escore da condição corporal ao parto (ECCP) e estágio de maturidade sobre o status metabólico de búfalas Murrah no período de transição. No experimento 1 foram usadas trinta e sete búfalas gestantes (múltiparas) monitoradas durante o período de transição com base no escore da condição corporal (ECC) e na data prevista de parto. Foram formados dois grupos de búfalas: 1) búfalas com  $ECCP > 3,5$  ( $n = 17$ ); esses animais foram classificados como o grupo de alto escore de condição corporal ao parto (AECCP), e; 2) búfalas com  $ECCP \leq 3,5$ , ( $n = 20$ ) esse grupo foi classificado e nomeado como o grupo com baixa condição corporal ao parto (BECCP). No experimento 2 foram avaliadas trinta búfalas gestantes selecionadas e monitoradas durante o período de transição, com base no número de partos e na data estimada de parto. Dois grupos foram formados: 1) búfalas primíparas ( $n = 15$ ) e; 2) búfalas múltiparas ( $n = 15$ ). Os animais foram monitorados durante os últimos 30 dias de gestação e os primeiros 70 dias pós-parto e mantidos no mesmo ambiente e nas condições de alimentação e manejo. Os valores médios para o ECCP foram de  $2,98 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) e  $4,21 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) para os grupos BECCP e AECCP, respectivamente. O grupo AECCP apresentou maior teor ( $p = 0,007$ ) e produção de gordura no leite ( $p = 0,027$ ) e maior concentração de nitrogênio ureico do leite ( $p < 0,001$ ) do que o grupo BECCP. O grupo BECCP apresentou maior valor de pH da urina ( $p = 0,033$ ) do que o grupo AECCP no período pré-parto (7,76 para o grupo AECCP versus 7,87 para o grupo BECCP). O grupo AECCP mostrou maior concentração de eritrócitos ( $p < 0,001$ ) e hematócrito ( $p = 0,012$ ) durante o período pós-parto e maior concentração de hemoglobina ( $p = 0,004$ ) durante o período pré-parto. As búfalas múltiparas apresentaram maiores teores de gordura ( $P = 0,019$ ), proteína ( $P = 0,045$ ), lactose ( $P < 0,001$ ), sólidos totais ( $P = 0,047$ ), sólidos totais desengordurados ( $P = 0,003$ ) e maiores concentrações de nitrogênio ureico no leite ( $P < 0,001$ ) e caseína ( $P < 0,001$ ) do que as búfalas primíparas. As búfalas primíparas por sua vez apresentaram maior valor de pH na urina ( $P < 0,001$ ) do que as búfalas múltiparas no período de pré-parto. Os animais primíparas apresentaram maior concentração de leucócitos ( $P < 0,001$ ) e linfócitos ( $P < 0,001$ ) pós-parto e maior concentração de hematócrito ( $P = 0,004$ ) pré-parto.. Houve correlação positiva entre o escore condição corporal (ECC) na segunda semana de lactação e os teores de proteína bruta no leite ( $S2 = 0,400$   $P = 0,038$ ), e estrato seco total ( $S2 = 0,448$ ;  $P = 0,019$ ). As búfalas primíparas durante o período de transição exibem inter-relações negativas entre as características metabólicas e as variações do desempenho produtivo no estresse oxidativo relacionado ao seu estado metabólico.

**Palavras-chave:** balanço negativo, creatinina, metabólitos sanguíneos.

## **Effect of body condition score at calving and maturity stage on metabolic status and milk composition of murrah buffaloes**

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to evaluate the influence of body condition score (BCS) at calving and maturity stage on the metabolic status of female Murrah buffaloes in the transition period. In the experiment 1 were used thirty-seven pregnant buffaloes (multiparous) were selected and monitored during the transition period based on their body condition score and on the estimated calving date. Two groups were formed: 1) buffaloes with a BCS  $> 3.5$  ( $n = 17$ ); this group was classified and named 'high BCS at calving' (HBCS); and 2) buffaloes with a BCS  $\leq 3.5$  ( $n = 20$ ); this group was classified and named 'low BCS at calving' (LBCS). All animals were monitored during the last 30 days of pregnancy and the first 70 days post-calving and kept in the same environment and under the same feeding and management conditions. Mean values for BCS at calving were  $2.98 \pm 0.9$  (mean  $\pm$  SD) and  $4.21 \pm 0.9$  (mean  $\pm$  SD) for the HBCS and LBCS groups, respectively. In the experiment 12 were thirty pregnant buffaloes were selected and monitored during the transition period based on their calving number and on the estimated calving date. Two groups were formed: 1) Primiparous buffaloes ( $n = 15$ ) and; 2) Multiparous buffaloes ( $n = 15$ ). The HBCS group showed higher milk fat content ( $p = 0.007$ ) and milk fat yield ( $p = 0.027$ ) and a higher concentration of milk urea nitrogen ( $p = 0.001$ ) than LBCS buffaloes, which in turn had a lower urine pH value ( $p = 0.033$ ) than HBCS buffaloes in the pre-calving period (7.86 for HBCS vs. 7.76 for LBCS). The HBCS animals had a higher concentration of erythrocytes ( $p = 0.001$ ) and hematocrit ( $p = 0.012$ ) post-calving and a higher hemoglobin concentration ( $p = 0.004$ ) pre-calving. The multiparous buffaloes showed higher milk contents of fat ( $P = 0.019$ ), protein ( $P = 0.045$ ), lactose ( $P < 0.001$ ), TDE ( $P = 0.047$ ), NFDE ( $P = 0.003$ ) and a higher concentration of milk urea nitrogen ( $P = 0.001$ ) and casein ( $P = 0.001$ ), than primiparous buffaloes, which in turn had a higher urine pH value ( $P < 0.001$ ) than multiparous buffaloes in the pre-calving period. The primiparous animals had a higher concentration of leukocyte ( $P = 0.001$ ) and lymphocytes ( $P < 0.001$ ) post-calving and a higher hematocrit concentration ( $P = 0.004$ ) pre-calving. Buffaloes during the transition period exhibited some variations in the oxidative stress related to their metabolic status. After calving, buffaloes with a high BCS at calving and greater lipid mobilization have a more marked alteration in oxidative status, but improved production performance. There was a positive correlation between the body condition score (ECC) in the second week of lactation and the crude protein levels in the milk ( $S_2 = 0.400$   $P = 0.038$ ), and total dry stratum ( $S_2 = 0.448$ ,  $P = 0.019$ ). Primiparous buffaloes during the transition period exhibited negative inter-relationships between metabolic traits and productive performance variations in the oxidative stress related to their metabolic status.

**Keywords:** negative balance, creatinine, blood metabolites.

## INTRODUÇÃO GERAL

O rebanho brasileiro de búfalos, indicado pelo MAPA em 2018, foi de 1.351.631 cabeças e apontam um crescimento na casa dos 5% anuais. Além das características multiadaptáveis da espécie, a produção dos derivados lácteos tem se apresentado como uma alternativa sustentável e a categoria já contempla com uma associação de criadores que buscam implantar sistemas de produção eficientes e adaptáveis as particularidades da espécie e das raças envolvidas, promovendo o aprimoramento técnico científico, o incremento de mercado e as técnicas de manejo.

A rusticidade do bubalino esta relacionada desde particularidades anatômicas como maior capacidade ruminal e reticular, menor intestino delgado, a maior concentração populacional de bactérias das espécies *Fibrobacter succinogenes* (gram -), *Ruminococcus flavefaciens* e *Ruminococcus albus* (gram +); maior reciclagem de N e maiores valores de pH ruminal (WANAPAT E CHERDTHONG, 2009; PIMPA et al., 2007; FRANZOLIN, 1994), e também evidenciam-se características fisiológicas pertinentes que diferenciam dos bovinos e estimulam os estudos que avaliam a fisiologia desses animais em diversas fases produtivas.

O período de transição é evidenciado por mudanças anatômicas, fisiológicas, hormonais e nutricionais que comprometem o equilíbrio homeostático do organismo. Em ruminantes, é caracterizado pelas três últimas semanas de gestação, ou seja, 21 dias de pré-parto, a três semanas pós-parto, ou 21 dias de lactação (DracKley, 1999). O escore de condição corporal ao parto (ECCP) representa um status de relevância na recuperação das funções fisiológicas normais, assim como na perda de peso, na imunidade, na produção e composição do leite e no desempenho reprodutivo (ROCHE et al. 2009).

Nas semanas que antecedem o parto a demanda por nutrientes atinge níveis elevados, oriundo do acabamento fetal, alterações hormonais e produção láctea, porém o consumo de matéria seca diminui de 10 a 30%, comprometendo a produção de proprionato e a glicose disponível para síntese do leite, o organismo depende muito da gliconeogenese hepática para atender a grande demanda sistêmica de glicose, utilizando os aminoácidos da dieta e oriundos da mobilização de músculos

esqueléticos, e o glicerol oriundo da mobilização de gordura corporal para suprirem tal demanda (DRACKLEY et al. 2001, HAYIRLI et al. 2002, REYNOLDS et al. 2003).

O balanço energético negativo nesse período, enfrentado pelo aumento expressivo na demanda de nutrientes para produção de leite associado ao baixo consumo de matéria seca desencadeiam adaptações metabólicas necessárias para suportar essas exigências e sucumbe a alguns tipos de problemas de saúde, o que poderia demonstrar a fragilidade no metabolismo, podendo levar a prejuízos na saúde e na rentabilidade da atividade leiteira (Drackley et al. 2005).

Duffield et al. (2002), sugerem que mudanças fisiológicas e patológicas associadas ao balanço energético são importantes fatores relacionados com o desenvolvimento de cetose, deslocamento de abomaso e retenção de placenta e, além disso, podem causar impacto negativo no sistema imune, levando ao aumento da ocorrência de doenças infecciosas como mastite e metrite. A relação entre os cátions e ânions presentes na dieta auxiliando nos processos metabólicos como o equilíbrio ácido básico em uma determinada fase de produção, sendo que o pré-parto é frequentemente negligenciado pelos produtores porque não estão produzindo leite e conseqüentemente não contribuí diretamente no lucro líquido da propriedade (Cavaliere e Santos, 1998).

O sistema de condição corporal (ECC) é um método de pontuação subjetiva de avaliar as reservas de animais leiteiros baseando-se em avaliação da aparência externa do animal que interage com as reservas corporais, sendo diretamente influenciado pelo balanço energético que relacionam gordura corporal, produção de leite e reprodução e ajuda o melhor gerenciamento do manejo para obter a máxima produção e manter um melhor estado de saúde (Gransworthy, 1988). Segundo Anitha et al (2011) estudos revelaram que o desempenho reprodutivo e a produção de leite aumentou com ECC até uma pontuação de 3,99, declinando após essa condição, sugerindo um ECC de 3,5 a 3,99 como ideal para melhor desempenho reprodutivo e produtivo de búfalos Murrah, porém a alimentação deve ser monitorada buscando essa pontuação no momento da parto.

Wathes et al. (2007), relatam que o número de partições pode influenciar o padrão de alterações nos hormônios e metabólitos após parto que influenciam na produção de leite e na fertilidade, animais de primeira gestação reagem de forma

diferente às respostas homeorréticas e as demandas para produção e amadurecimento fisiológico. Informações sobre parâmetros sanguíneos, paridade, produção de leite, escore de condição corporal e dieta podem estar correlacionados, porém características genéticas que se manifestam durante a vida produtiva do animal, principalmente durante a primeira parte da vida produtiva, tiveram relações importantes na saúde e fertilidade em estudos realizados em novilhas leiteiras no Reino Unido por Coffey et al. (2006). Existem poucos estudos que compararam as alterações metabólicas durante o período de transição em búfalas primíparas e múltíparas. Os mesmos autores e ainda Moyes (2004) relataram maiores concentrações de IGF-I em vacas primíparas do que múltíparas e também menores concentrações de insulina em vacas primíparas do que múltíparas. Essas condições podem ser tornar as vacas mais sensíveis ao estresse oxidativo.

A avaliação laboratorial e o monitoramento das enfermidades no puerpério facilitam a identificação de sinais de doenças, ainda assintomáticos, e permite estabelecer estratégias para melhorar a eficiência produtiva. A interpretação de hemograma e exame químico da urina, complementado com exames físicos como frequência respiratória e temperatura corporal, bem como o estado nutricional e a produção e composição do leite, são ferramentas de diagnósticos importantes nos transtornos metabólicos (GONZÁLEZ, 2001).

O período de transição vem sendo estudado com mais ênfase em vacas leiteiras em detrimento das outras fases do ciclo produtivo, visto evidências de influências pertinentes em fases subsequentes, porém em búfalas esses dados são incipientes, necessitando refinamento e identificando particularidades como fisiologia da lactação, parâmetros fisiológicos, concentração de glicose, mobilização de reservas e composição do leite.

Dessa forma, objetivou-se com este estudo avaliar o escore de condição corporal ao parto e o número de partos com a produção e composição do leite e o status metabólico de búfalas da raça Murrah no período de transição, visando identificar particularidades que diferenciam a espécie, como a relação de marcadores zootécnicos e fisiológicos com a fase produtiva e maturidade da periparturiente.

## REFERÊNCIAS INTRODUÇÃO GERAL

Anitha AKS, Bao J, Suresh RRS, Moorthy Dan YKR. A body condition score (BCS) system in Murrah buffalos. *Buffalo Bull* 2011;30:79-99.

Coffey MP, Hickey J, Brotherstone S. 2006. Genetic aspects of growth of Holstein–Friesian dairy cows from birth to maturity. *Journal Dairy Science* **89**:322–9.

Drackley, J.K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.2259-2273, 1999.

Drackley, J.K. Transition cow management and periparturient metabolic disorders. In: Kaske, M.; Schocz, H., Holtershinken, M. (Ed.) Recent developments and perspectives in bovine medicine. Tierärztliche Hochschule: Klinik für Rinderkrankheiten, 2002. P 224-235.

Drackley, J.K.; Dann, H.M.; Douglas, G. N., Guretzky, N.A.J.; Litherland, N.B.; Underwood, J.P.; Looor, J.J. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Ital. Journal Animal Science*, v.4, p.323-344, 2005.

Roche JR, Turner LR, Lee JM, Edmeades DC, Donaghy DJ, Macdonald KA, Penno JW, Berry DP. Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 2. Temporal patterns and intra-relationships in herbage quality and mineral concentration parameters. *Anim Prod Sci* 2009; 49(3):200-10.

González, F. H. D. 2000. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional 444 em gado de corte. In: Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e 445 doenças nutricionais. Porto Alegre: Brasil. UFRGS, pp.63-74.

Gransworthy, P.C. 1988. The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows, pp. 157-170. In Gransworthy, P.C. (ed.) *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*, 1 st ed., Butterworths, London, UK.

Wanapat M. e Cherdthong A. Use of Real-Time PCR Technique in Studying Rumen Cellulolytic Bacteria Population as Affected by Level of Roughage in Swamp Buffalo December 2008 *Current Microbiology* 58(4):294-9

Wathes, D.C., Z. Chenga, N. Bourne, V.J. Taylor, M.P. Coffey, S. 2007. Brotherstone. Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domestic Animal Endocrinology* 33: 203–225.



## **CAPÍTULO I**

**Escore da condição corporal no parto sobre o status metabólico e o desempenho produtivo de búfalas murreh (*Bubalus bubalis*) durante o período de transição e início da lactação.**

Escore da condição corporal no parto sobre o status metabólico e o desempenho produtivo de búfalas murrâh (*Bubalus bubalis*) durante o período de transição e início da lactação

## RESUMO

Trinta e sete búfalas gestantes (multíparas) foram selecionadas e monitoradas durante o período de transição com base no escore da condição corporal (ECC) e na data prevista de parto. Foram formados dois grupos de búfalas: 1) búfalas com  $ECCP > 3,5$ , ( $n = 17$ ); esses animais foram classificados como o grupo de alto escore de condição corporal ao parto (AECCP), e; 2) búfalas com  $ECCP \leq 3,5$ , ( $n = 20$ ) esse grupo foi classificado e nomeado como o grupo com baixa condição corporal ao parto (BECCP). Os animais foram monitorados durante os últimos 30 dias de gestação e os primeiros 70 dias pós-parto e mantidos no mesmo ambiente e nas condições de alimentação e manejo. Os valores médios para o ECCP foram de  $2,98 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) e  $4,21 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) para os grupos BECCP e AECCP, respectivamente. O grupo AECCP apresentou maior teor ( $p = 0,007$ ) e produção de gordura no leite ( $p = 0,027$ ) e maior concentração de nitrogênio ureico do leite ( $p < 0,001$ ) do que o grupo BECCP. O grupo BECCP apresentou maior valor de pH da urina ( $p = 0,033$ ) do que o grupo AECCP no período pré-parto (7,76 para o grupo AECCP versus 7,87 para o grupo BECCP). O grupo AECCP mostrou maior concentração de eritrócitos ( $p = 0,001$ ) e hematócrito ( $p = 0,012$ ) durante o período pós-parto e maior concentração de hemoglobina ( $p = 0,004$ ) durante o período pré-parto. Os resultados do presente estudo demonstraram que, após o parto, as búfalas com ECC elevado no parto e a mobilização lipídica alta apresentam uma alteração mais acentuada do estado oxidativo, no entanto, melhoram o desempenho produtivo. As búfalas durante o período de transição mostraram algumas variações do estado oxidativo relacionado ao estado metabólico.

**Palavras chave:** Lactação; gestação; metabolismo; ruminante

Body condition score at calving on the metabolic status and productive performance of murrah buffaloes (*Bubalus bubalis*) during the transition period and early lactation period

ABSTRACT

Thirty-seven pregnant buffaloes (multiparous) were selected and monitored during the transition period based on their body condition score and on the estimated calving date. Two groups were formed: 1) buffaloes with a BCS  $> 3.5$  ( $n = 17$ ); this group was classified and named 'high BCS at calving' (HBCS); and 2) buffaloes with a BCS  $\leq 3.5$  ( $n = 20$ ); this group was classified and named 'low BCS at calving' (LBCS). All animals were monitored during the last 30 days of pregnancy and the first 70 days post-calving and kept in the same environment and under the same feeding and management conditions. Mean values for BCS at calving were  $2.98 \pm 0.9$  (mean  $\pm$  SD) and  $4.21 \pm 0.9$  (mean  $\pm$  SD) for the HBCS and LBCS groups, respectively. The HBCS group showed higher milk fat content ( $p = 0.007$ ) and milk fat yield ( $p = 0.027$ ) and a higher concentration of milk urea nitrogen ( $p = 0.001$ ) than LBCS buffaloes, which in turn had a lower urine pH value ( $p = 0.033$ ) than HBCS buffaloes in the pre-calving period (7.86 for HBCS vs. 7.76 for LBCS). The HBCS animals had a higher concentration of erythrocytes ( $p = 0.001$ ) and hematocrit ( $p = 0.012$ ) post-calving and a higher hemoglobin concentration ( $p = 0.004$ ) pre-calving. Buffaloes during the transition period exhibited some variations in the oxidative stress related to their metabolic status. After calving, buffaloes with a high BCS at calving and greater lipid mobilization have a more marked alteration in oxidative status, but improved production performance.

**Keywords:** Lactation; Pregnancy; Metabolism; Ruminant

## 1. INTRODUÇÃO

O período de transição é caracterizado por redução da ingestão de alimentos, aumento do crescimento fetal e adaptações homeorréticas (Grummer et al, 2004), incluindo à mobilização de reservas corporais. A diferença entre a menor ingestão de nutrientes e o aumento das necessidades energéticas da fêmea para manutenção, crescimento do corpo, feto e produção de colostro e leite para o recém-nascido, leva a um desequilíbrio fisiológico conhecido como balanço energético negativo (AL IBRAHIM et al, 2010; BERRY et al, 2007).

Para reduzir a intensidade do balanço energético negativo através de adaptações homeorréticas, uma série de reações metabólicas são iniciadas com a conseqüente mobilização de reservas corporais (especialmente gorduras) e redução do peso e do escore corporal. A atividade lipolítica observada através da redução das reservas corporais poderia contribuir para 33% da produção de leite (Bauman e Currie, 1980), porém a atividade lipolítica está correlacionada com a formação de corpos cetônicos, que, em excesso, estão correlacionados negativamente com a saúde animal, causa distúrbios metabólicos (cetose, hipocalcemia, displasia de abomaso e esteatose hepática) e diminuição da resposta imune primariamente causada pela secreção de corticosteróides durante o ultimo mês de gestação, necessárias para alterações hormonais e expulsão do feto, seguida do estresse oxidativo (AL IBRAHIM et al, 2010; BERRY et al, 2007).

O estresse oxidativo está correlacionado com o escore da condição corporal (ECC) (Celi e Bush, 2010), que é um método de avaliação da condição corporal do animal e tem uma alta correlação com a mobilização das reservas do corpo. O ECC tem a vantagem de ser um procedimento rápido, eficaz, econômico e não invasivo. Apesar da sua natureza subjetiva (Anitha et al, 2011), o ECC é muito importante para estabelecer técnicas adequadas de gestão de produção (RENNÓ et al, 2006; FREITAS JR et al, 2008).

Quando em homeostase, no organismo, a formação estará em equilíbrio com a excreção, sendo que o balanço externo de prótons será zero. A concentração de prótons é, geralmente, expressa em termos de pH, e assim como outros parâmetros fisiológicos

serve como base para avaliar a incidência do fenômenos subclínicos que afeta negativamente o rebanho.

A variação da condição corporal no início da lactação pode estar relacionada à produção de leite e ao ECCP (Tamminga et al., 1997), assim como a imunossupressão causada pela queima oxidativa de leucócitos, e diminuição da mitogênese de linfócitos pode estar relacionada com a capacidade do restabelecer o equilíbrio metabólico. Já é conhecido que as vacas leiteiras de transição com ECC elevado perdem mais peso corporal e condição corporal do que as vacas mais magras (Roche Jr, 2006; Roche Jr, 2007). Ao longo do tempo, a criação de búfalos mudou do quintal para fazendas comerciais e grandes empresas. A imensa popularidade do leite de búfalo e dos produtos à base de carne assegurou que a produção de búfalos tenha seguido o caminho da indústria de gado leiteiro. No entanto, para que esta espécie se desempenhe de forma ótima sob a pressão de sistemas de produção intensivos, as raças de búfalos precisam ser melhoradas e as pesquisas precisam ser conduzidas com foco claro na transição entre diferentes estados fisiológicos e alterações no metabolismo lipídico (Campanile et al, 2006; Bauman, 2000). O ECC ao parto explica o conceito de homeorrese que há décadas foi definido como um conjunto de alterações metabólicas no animal que tem uma chave genética para salvaguardar funções biológicas importantes, como a sobrevivência do neonato (através da provisão de leite) ou a reprodução (ROCHE et al, 2009).

Desta forma, objetivou-se com este estudo avaliar a influência do escore da condição corporal no parto (ECCP) sobre o status metabólico e desempenho produtivo de búfalas Murrah no período de transição e início de lactação. A hipótese é que a diminuição gradativa no ECC no início da lactação, seguida de posterior recuperação e retorno ao ECC inicial, no meio e final da lactação, influencia as concentrações dos metabólitos no período de transição e pós-parto, alterando o status oxidativo e o desempenho produtivo em búfalas Murrah.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Aspectos éticos e localização

Este estudo foi realizado em estrita conformidade com as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso de Animais na Escola de Medicina Veterinária e Ciência Animal da Universidade Federal da Bahia, Estado da Bahia, Brasil (número de aprovação: 39-2014).

### 2.2 Animais, alojamento e alimentação.

O experimento foi realizado em um rebanho comercial de búfalas Murrah, para produção de leite (*Bubalus bubalis*). A produção média de leite por lactação (300-DIM) do rebanho foi superior a 2400 kg. Trinta e sete búfalas gestantes (multíparas) foram selecionadas com base no escore de condição corporal (ECC) e na data de parto. Foram formados dois grupos de ECC ao parto (ECCP): 1) búfalas com  $ECCP > 3,5$ , ( $n = 17$ ); esses animais foram classificados como o grupo de alto escore de condição corporal ao parto (AECCP), e; 2) búfalas com  $ECCP \leq 3,5$ , ( $n = 20$ ) esse grupo foi classificado e nomeado como o grupo com baixa condição corporal ao parto (BECCP). Os animais foram monitorados durante os últimos 30 dias de gestação e os primeiros 70 dias pós-parto e mantidos no mesmo ambiente e nas mesmas condições de alimentação e manejo. Os valores médios para o ECCP foram de  $2,98 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) e  $4,21 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) para os grupos BECCP e AECCP, respectivamente. O escore da condição corporal foi estatisticamente diferente entre os grupos ( $P < 0,001$ ).

No período pós-parto, todas as búfalas foram alimentadas com capim elefante picado (*Penisetum purpureum*), e concentrado sob a forma de mistura total “TMR” logo após a ordenha. A dieta (Tabela 1) foi formulada para atender às exigências de búfalas em lactação produzindo 6,0 kg / dia de leite com 7,0% de gordura e 4,2 % de proteína bruta de acordo com as recomendações de Paul e Lal, (2010). Após a alimentação matinal, todas as búfalas pós-parto foram mantidas em piquetes, com capim *Brachiaria decumbens*, (composição de nutrientes, g / kg DM: 216,5 MS, 110,1 PB, 727,4 FDN e 142,1CNF). As amostras dos alimentos foram coletadas duas vezes antes do parto e quatro vezes pós parto e analisadas segundo métodos estabelecidos pela

AOAC e a composição química dos nutrientes pode ser observada a partir dos dados abaixo a Tabela 1.

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica do suplemento

Item	Dieta
Ingredientes, % da MS	
Capim elefante ( <i>Penissetum purpureum</i> ) <sup>a)</sup>	80,0
Milho moído	11,0
Farelo de soja	3,60
Caroço de algodão	3,60
Uréia	0,80
Calcário	0,40
Mineral <sup>b)</sup>	0,60
Composição química, % MS	
Matéria seca	38,1
Proteína bruta	11,4
Fibra em detergente neutro	65,3
Carboidratos não fibrosos <sup>c)</sup>	12,5
Extrato etéreo	2,90

<sup>a)</sup> Composição dos nutrientes (g / kg MS): 250,1 MS; 71,0 PB; 768,2 FDN e 115,1 CNF.

<sup>b)</sup> Contem em kg do produto: 190 g de Ca, 60 g de P, 20 g de S, 20 g de Mg, 35 g de K, 70 g de Na, 15 mgs de Co, 700 mgs de Fe, 10 mgs de Cr, 700 mgs de Cu, 40 mgs de I, 1.600 mgs de Mn, 19 g de Se, 2.500 mgs de Zn, 200.000 IU de Vit A, 50.000 IU de Vit D3, 1 500 IU de Vit E.

<sup>c)</sup> Estimado de acordo com Hall (1998).

### 2.3 Coleta de amostras e análise química

As amostras dos alimentos foram coletadas duas vezes antes do parto e quatro vezes pós parto, processadas em um moinho de faca Wiley utilizando peneiras de 1 mm (Wiley Mill, AH Thomas, Philadelphia, PA, EUA) e analisadas para matéria seca (AOAC 950.15), cinzas (AOAC 942.05), extrato de étereo (EE, AOAC 920.39), proteína bruta (PB = N × 6.25, AOAC 984.13) e lignina (AOAC 973.18) de acordo com os métodos descritos por AOAC (AOAC, 2000). O FDN foi analisado utilizando  $\alpha$ -amilase sem adição de sulfito de sódio ao detergente (analisador de fibra TE-149, Tecnal Equipments for Laboratory Inc., Piracicaba, Brasil). As concentrações de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimadas de acordo com Hall (Hall, 2000), onde  $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ de ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% EE + \% \text{ de cinza} + \% FDN]$ .

## 2.4 Produção e composição do leite

As búfalas foram mecanicamente ordenhadas diariamente às 6h e a produção de leite foi medida por um medidor de leite automático (Delaval®). A produção de leite foi corrigida para 4,0 % de gordura (PLC) de acordo com Di Paolo (1992):  $Y = 1 + 0,01155 [(X-40) + (Z-31)]$  onde: Y é a quantidade (kg) de PLCG equivalente a 1 kg de leite produzido; X e Z são os gramas de gordura e proteínas contidas em 1 kg de leite produzido. As amostras de leite foram automaticamente coletadas (MM6®, DeLaval) todas as semanas (7; 14; 21; 28; 35; 42; 49; 56; 63 e 70 dias), foram analisadas frescas para gordura, proteína, lactose, nitrogênio ureico do leite (NUL) e as células somáticas (CCS) de acordo com Campanile et al. (CAMPANILE et al, 2006).

## 2.5 Escore de condição corporal, peso corporal e parâmetros clínicos

Durante o estudo, o ECC foi avaliado de acordo com Anitha et al (2011), com o uso do método de pontuação da condição corporal em búfalos para a raça Murrah. Foi utilizado o gráfico para a classificação de condição em uma escala de 1 a 5 usando subunidades de 0,5 pontos. As medidas e aferições foram coletadas a cada 7 dias por dois avaliadores treinados nos períodos pré-parto (-28; -21; -7 e parto) e pós-parto (+7; +14; +21; +28; +35; +42; +49; +56 +63 e +70 dias). O peso corporal (PC) foi obtido nos mesmos dias e usado para determinar as mudanças no escore de condição corporal (MECC) e as mudanças no peso corporal (MPC). Foram medidas a temperatura retal e a frequência cardíaca (batidas / min - através do estetoscópio) sempre após a ordenha.

## 2.6 Análise de índices de status metabólico

Semanalmente, as amostras de sangue foram coletadas na cauda, em tubos vacutainer 10mL, com e sem anticoagulante, nos períodos pré-parto (-28; -21; -7), parto e pós-parto (7; 14; 21 e 28 dias). Imediatamente após a coleta, as amostras foram centrifugadas a  $2000 \times g$  durante 15 minutos à temperatura ambiente para obter soro e plasma. Amostras de plasma foram enviadas ao Laboratório e analisadas em hemograma (Eritrócitos, hemoglobina, hematócrito), concentração média de



hemoglobina corpuscular (M.C.H.C), obtida por método colorimétrico de cianometahemoglobina, volume corpuscular médio (M.C.V.), obtido por método de micro-hematócrito; Leucograma (leucócitos, neutrófilos segmentados, linfócitos, bastonetes) obtidos pelo método de May-Grunwald-Giemsa, utilizado para coloração de células é uma mistura de corantes com características neutras, que coram os componentes nucleares e citoplasmáticos das células. O soro foi transferido para tubos de plástico (ependof), identificados e armazenados a  $-20^{\circ}\text{C}$  até a análise. As análises foram feitas com o uso de kits comerciais em um analisador automático de bioquímica (BioSystems®). Foram coletadas amostras de sangue para medir a glicose no soro (K048, Bioclin®, Brasil), proteína total (K031, Bioclin®, Brasil), albumina (K040, Bioclin®, Brasil), colesterol total (K083, Bioclin®, Brasil), ureia (K056, Bioclin®, Brasil) triglicerídeos (K117, Bioclin®, Brasil), cálcio (K051, Bioclin®, Brasil) e fósforo (K068, Bioclin®, Brasil).

As amostras de urina foram coletadas em copos descartáveis, de todas as búfalas aproximadamente quatro horas após a alimentação matinal quando as búfalas urinavam espontaneamente. Após a coleta, a urina foi filtrada e foram utilizadas alíquotas de 10 mL, diluídas imediatamente com 40 ml de ácido sulfúrico 0,036 N e armazenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posterior análise no pré-parto (-28; -21; -7), ao parto (até 24 horas pós-parto) e pós-parto (7; 14; 21; 28; 35; 42; 49; 56; 63; 70 dias).. Os valores de pH da urina foram determinados utilizando um medidor de pH digital (MB-10, Marte Científica, Minas Gerais, Brasil). Na amostra de urina foram determinadas concentrações de ureia (UR, método cinético fixado no tempo UV - K056, Bioclin®, Brasil), ácido úrico (UA, método colorimétrico enzimático - K139, Bioclin®, Brasil), cálcio (Ca, método colorimétrico de Ponto final - Arzenazo III - K051, Bioclin®, Brasil), enxofre (S) e cloro (Cl, método colorimétrico de tiocianato de mercúrio - K050, Bioclin®, Brasil). A determinação de potássio (K) foi feita como equipamento seletivo de íons MH 9180 (MH LabISE® 9180).

## 2.7 Análise estatística

O experimento foi um DIC (delimitação inteiramente casualizado). Os dados foram submetidos ao SAS (2004), verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias por PROC UNIVARIATE. Os dados foram analisados por PROC MIXED de acordo com o modelo de medidas repetidas no tempo. O modelo foi utilizado para estimar o efeito da fase fisiológica (semanas), grupo ECC (AECCP:  $ECC > 3,5$ ; BECCP:  $ECC \leq 3,5$ ) e a interação em índices de estado oxidativo. O nível de significância foi de 5%.

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + ECC_j + (S \times ECC)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde  $Y_{ijk}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral da população;  $S_i$  = efeito médio da fase fisiológica, (semanas) ( $i$  = pré-parto, pós-parto) com a fase fisiológica como fator repetido;  $ECC_j$  = efeito médio do grupo ECC ( $j$  = 1 e 2); e  $e_{ijk}$  = elemento residual inexplicado assumido como independente e normalmente distribuído. Para cada variável analisada, as búfalas no grupo ECC foram submetidos a 3 estruturas de covariância: simetria composta, ordem autoregressiva e covariância não estruturada. Os dados foram analisados em dias de amostragem em relação ao dia do parto com (d 0) representando o dia do parto.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 ECC e parâmetros clínicos

O grupo AECCP apresentou maior PC médio e ECC do que o grupo BECCP, nos períodos pré-parto ( $p = 0,001$ ) e pós-parto ( $p = 0,001$ ) (Tabela 2). Houve efeitos de semanas ( $p = 0,001$ ) e interação entre semanas e grupo para o PC ( $p = 0,001$ ) e ECC ( $p = 0,001$ ) durante o período pré-parto (Figura 1, A e B). No entanto, não houve diferença entre os grupos ECCP para a MPC durante os períodos pré-parto e pós-parto. Houve efeitos de semanas ( $p = 0,001$ ) para MPC durante o período pré-parto (Figura 1 C). O grupo AECCP apresentou maiores valores de ECC do que o grupo BECCP durante o período pré-parto ( $p = 0,001$ ) e pós-parto ( $p = 0,001$ ) (Tabela 2).

Tabela 2. Peso corporal, escore de condição corporal e parâmetros clínicos nos períodos pré e pós-parto para os grupos de escore de condição corporal ao parto (ECCP) (média  $\pm$  DP)

Item	Grupo <sup>a)</sup>		P - Valores <sup>b)</sup>		
	AECCP	BECCP	Grupo	Semana	Inter
PC <sup>c)</sup> (kg)					
Pré-parto	676,5 $\pm$ 17,8	571,5 $\pm$ 19,8	<0,001	<0,001	0,003
Pós-parto	611,3 $\pm$ 14,6	520,0 $\pm$ 19,0	<0,001	0,457	0,956
MPC <sup>d)</sup> (kg)					
Pré-parto	-4,50 $\pm$ 2,32	-6,30 $\pm$ 6,03	0,352	<0,001	0,050
Pós-parto	2,52 $\pm$ 1,15	1,84 $\pm$ 1,42	0,777	0,588	0,994
ECC <sup>e)</sup> (unidade)					
Pré-parto	4,28 $\pm$ 0,06	3,63 $\pm$ 0,08	<0,001	<0,001	<0,001
Pós-parto	3,50 $\pm$ 0,08	2,99 $\pm$ 0,11	<0,001	0,696	0,966
MECC <sup>f)</sup> (unidade)					
Pré-parto	-0,050 $\pm$ 0,04	-0,120 $\pm$ 0,05	0,346	0,155	0,052
Pós-parto	-0,015 $\pm$ 0,01	-0,017 $\pm$ 0,01	0,703	0,740	0,032
TR <sup>g)</sup> (° C)					
Pré-parto	38,6 $\pm$ 0,09	38,4 $\pm$ 0,10	0,191	0,246	0,285
Pós-parto	38,2 $\pm$ 0,06	38,2 $\pm$ 0,06	0,278	0,190	0,156
pH, urina					
Pré-parto	7,76 $\pm$ 0,03	7,87 $\pm$ 0,03	0,033	0,368	0,746
Pós-parto	7,33 $\pm$ 0,09	7,37 $\pm$ 0,13	0,795	<0,001	0,346
FC <sup>h)</sup> (bat/min)					
Pré-parto	77,0 $\pm$ 3,39	75,7 $\pm$ 4,16	0,616	0,173	0,898
Pós-parto	68,8 $\pm$ 1,12	71,7 $\pm$ 1,41	0,184	0,029	0,811

<sup>a)</sup> AECCP = grupo de alto escore de condição corporal (média do grupo = 4,21 unidades de ECC); BECCP = grupo de baixo escore de condição corporal (média do grupo = 2,98 unidades de ECC). <sup>b)</sup> Valores de probabilidade para grupo, semana e interação entre grupo x semana (Inter). <sup>c)</sup> Peso corporal. <sup>d)</sup> Mudança no peso corporal. <sup>e)</sup> Pontuação da condição corporal. <sup>f)</sup> Mudança de pontuação da condição corporal. <sup>g)</sup> Temperatura retal. <sup>h)</sup> Frequência cardíaca

O grupo AECCP apresentou maior valor de pH da urina ( $p = 0,033$ ) do que o grupo BECCP no período de pré-parto (7,76 para AECCP vs 7,86 para o grupo BECCP) (Figura 1 D, Tabela 2). Houve efeito de semanas ( $p = 0,001$ ) para os valores de pH da urina e frequência cardíaca ( $p = 0,029$ ) durante o período pós-parto.

### 3.2 Produção e composição do leite

Não houve diferenças para a produção de leite, PLC, EST e ESTD, proteína e lactose entre os grupos ECCP (Tabela 3). No entanto, o grupo AECCP apresentou maior teor ( $p = 0,007$ ) e produção ( $p = 0,027$ ) de gordura do leite do que o grupo BECCP (Tabela 3). Houve efeitos das semanas para as concentrações de proteína e lactose no leite. O grupo AECCP apresentou maior NUL ( $p = 0,001$ ) do que o grupo BECCP (Figura 2 C, Tabela 3). Houve efeito de semana no período de lactação para a

concentração de caseína no leite, caseína como porcentagem de proteína bruta e NUL (Figura 2 B).

Tabela 3. Produção e composição do leite em búfalas segundo grupos de escore de condição corporal ao parto (média  $\pm$  EPM)

Item	Grupo <sup>a)</sup>		P – valores <sup>b)</sup>		
	AECCP	BECCP	Grupo	Semanas	Inter
<b>Produção, Kg/dia</b>					
Produção de leite	7,64 $\pm$ 0,34	6,80 $\pm$ 0,41	0,491	0,809	0,974
PLC, 4.0 % <sup>c)</sup>	11,62 $\pm$ 0,66	9,84 $\pm$ 0,55	0,051	0,165	0,287
Gordura	0,500 $\pm$ 0,02	0,423 $\pm$ 0,03	0,027	0,310	0,327
Proteína	0,371 $\pm$ 0,01	0,317 $\pm$ 0,01	0,100	0,737	0,314
Lactose	0,373 $\pm$ 0,02	0,342 $\pm$ 0,02	0,404	0,157	0,335
EST <sup>d)</sup>	1,23 $\pm$ 0,08	1,05 $\pm$ 0,08	0,173	0,466	0,928
ESD <sup>e)</sup>	0,852 $\pm$ 0,06	0,728 $\pm$ 0,06	0,296	0,569	0,980
<b>Composição, (g/ 100 g)</b>					
Gordura	6,43 $\pm$ 0,22	5,70 $\pm$ 0,28	0,007	0,755	0,095
Proteína	4,80 $\pm$ 0,14	4,85 $\pm$ 0,16	0,899	<0,001	0,504
Lactose	4,71 $\pm$ 0,07	4,79 $\pm$ 0,09	0,374	<0,001	0,473
EST <sup>d)</sup>	15,39 $\pm$ 0,19	15,21 $\pm$ 0,22	0,497	0,166	0,182
ESD <sup>e)</sup>	10,58 $\pm$ 0,09	10,71 $\pm$ 0,10	0,404	0,711	0,213
Caseína, %	3,89 $\pm$ 0,12	3,92 $\pm$ 0,14	0,925	0,012	0,113
Caseína, % da PB.	80,93 $\pm$ 0,38	80,42 $\pm$ 0,44	0,374	<0,001	0,367
NUL <sup>f)</sup> , (mg/dL)	28,7 $\pm$ 1,68	21,2 $\pm$ 1,97	<0,001	<0,001	0,899
CCS <sup>g)</sup> (unid/ml)	344,7 $\pm$ 105	347,3 $\pm$ 135	0,941	0,536	0,900

<sup>a)</sup> AECCP = grupo de alto escore de condição corporal (média do grupo = 4,21 unidades de ECC); BECCP = grupo de baixo escore de condição corporal (média do grupo = 2,98 unidades de ECC).

<sup>b)</sup> Valores de probabilidade para grupo, semana e interação entre grupo x semana (Inter). <sup>c)</sup> Leite com correção para o teor de gordura, PLC = (((Gordura - 40) + (Proteína - 31)) \* 0,01155) + 1) \* Produção de leite; <sup>d)</sup> Extrato seco total. <sup>e)</sup> extrato seco sem gordura. <sup>f)</sup> Leite azoto ureico. <sup>g)</sup> contagem de células somáticas.

### 3.3 Parâmetros metabólicos

Não foram observadas diferenças nas concentrações de eritrócitos, hematócrito, neutrófilos segmentados, e linfócitos entre grupos de ECCP durante o período pré-parto (Tabela 4). Da mesma forma, não houve diferenças para as concentrações de MCHC, hemoglobina, eritrócitos e linfócitos entre os grupos de ECCP durante o período pós-parto. No entanto, o grupo AECCP apresentou maiores concentrações de eritrócitos ( $p = 0,001$ ) e hematócrito ( $p = 0,012$ ) durante o período pós-parto e maiores concentrações

de MCHC. ( $P = 0,002$ ) e hemoglobina ( $p = 0,004$ ) durante o período pré-parto (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios semanais de hemograma para os diferentes grupos de escore de condição corporal ao parto (média  $\pm$  EPM)

Item	Grupo <sup>a)</sup>		P – valores <sup>b)</sup>		
	AECCP	BECCP	Grupo	Semanas	Inter
Eritrócitos, $10^6/\text{mm}^3$					
Pré-parto	8,34 $\pm$ 0,50	6,67 $\pm$ 0,57	0,531	0,540	0,112
Pós-parto	6,47 $\pm$ 1,12	5,86 $\pm$ 0,47	<0,00	0,001	0,630
			1		
Hematócrito, %					
Pré-parto	34,9 $\pm$ 1,05	34,3 $\pm$ 0,93	0,277	0,393	0,958
Pós-parto	33,9 $\pm$ 0,72	32,4 $\pm$ 0,96	0,012	0,016	0,476
MCHC, % <sup>c)</sup>					
Pré-parto	34,8 $\pm$ 0,62	33,8 $\pm$ 0,36	0,002	0,323	0,894
Pós-parto	32,3 $\pm$ 0,96	34,7 $\pm$ 1,26	0,053	0,947	0,893
Hemoglobina, %					
Pré-parto	6,47 $\pm$ 0,33	5,86 $\pm$ 0,34	0,004	0,001	0,636
Pós-parto	13,1 $\pm$ 1,18	11,1 $\pm$ 1,59	0,204	0,318	0,470
VCM, % <sup>d)</sup>					
Pré-parto	47,0 $\pm$ 2,82	54,1 $\pm$ 1,61	<0,00	0,189	0,022
			1		
Pós-parto	50,4 $\pm$ 0,99	52,5 $\pm$ 1,23	<0,00	0,771	0,970
			1		
Leucócito, $10^6/\text{mm}^3$					
Pré-parto	9181,8 $\pm$ 1179	11167,4 $\pm$ 705	0,001	0,029	0,192
Pós-parto	10562,7 $\pm$ 841	11152,1 $\pm$ 1084	0,016	0,036	0,319
Neutrófilo segmentado, $10^6/\text{mm}^3$					
Pré-parto	4703,9 $\pm$ 763	4834,2 $\pm$ 396	0,336	0,977	0,939
Pós-parto	5008,9 $\pm$ 570	5466,4 $\pm$ 732	0,034	0,287	0,259
Linfócitos (%)					
Pré-parto	38,9 $\pm$ 5,40	42,3 $\pm$ 2,83	0,305	0,049	0,976
Pós-parto	32,2 $\pm$ 2,59	36,9 $\pm$ 3,13	0,847	0,321	0,193
Neutrófilos (%)					
Pré-parto	4629 $\pm$ 1200	4870 $\pm$ 1160	0,032	0,976	0,947
Pós-parto	5008 $\pm$ 2444	5466 $\pm$ 1298	0,034	0,287	0,259

<sup>a)</sup> AECCP = grupo de alto escore de condição corporal (média do grupo = 4,21 unidades de ECC); BECCP = grupo de baixo escore de condição corporal (média do grupo = 2,98 unidades de ECC). <sup>b)</sup> Valores de probabilidade para o grupo, semana e interação entre o grupo x semana (Inter). <sup>c)</sup> Concentração de hemoglobina corpuscular média. <sup>d)</sup> Volume corpuscular médio.

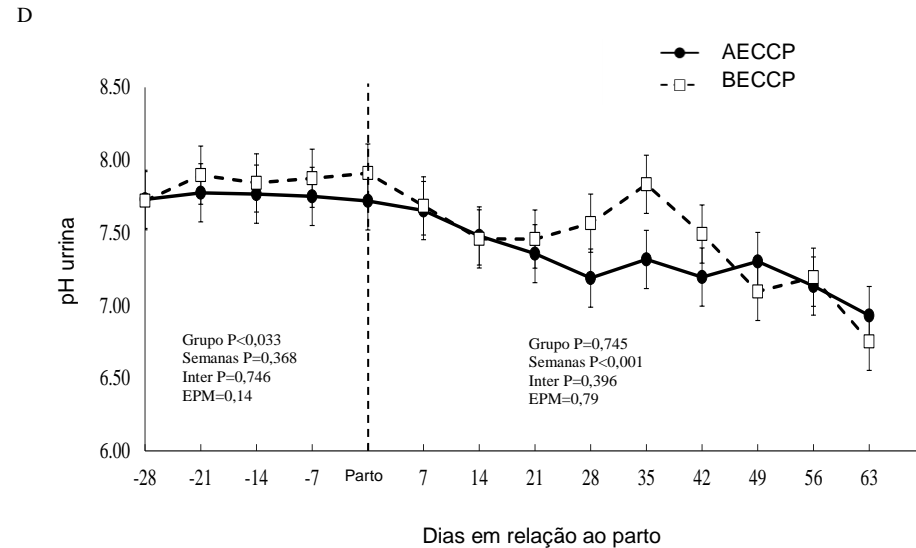
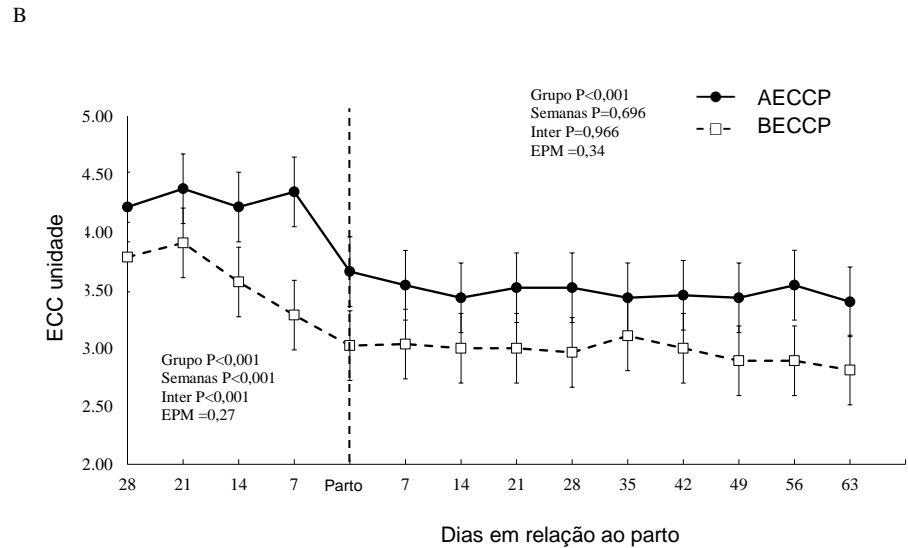
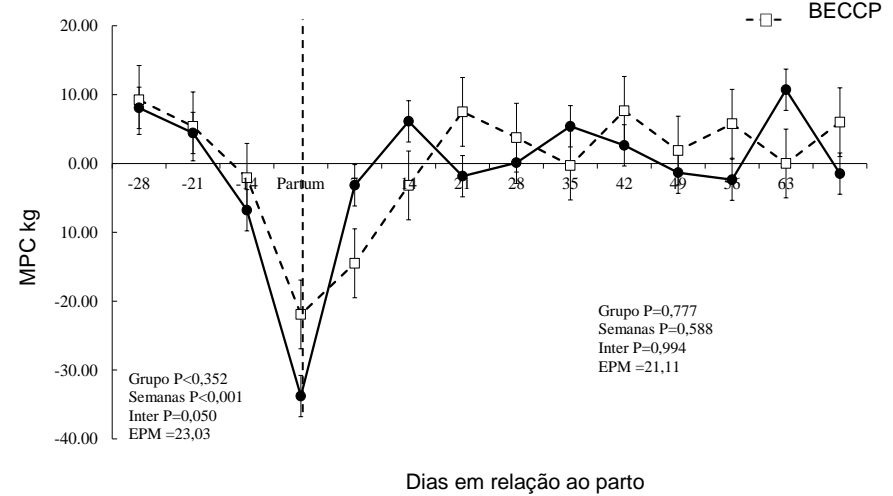
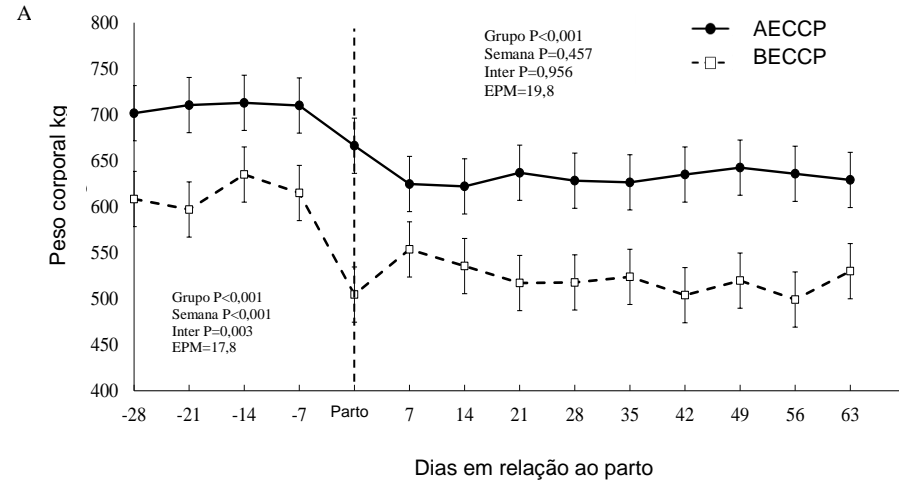


Figura 1. Peso corporal (PC) (C) e pH urinário (D), em búfalas com baixa condição de escore corporal ao parto (BECCP) (Grupo 1: média de ECCP = 2,98), e condição de escore corporal alto ao parto (AECCP) (Grupo 2: média de ECCP = 4,21). \* P <0,05, entre os grupos BECCP e AECCP.

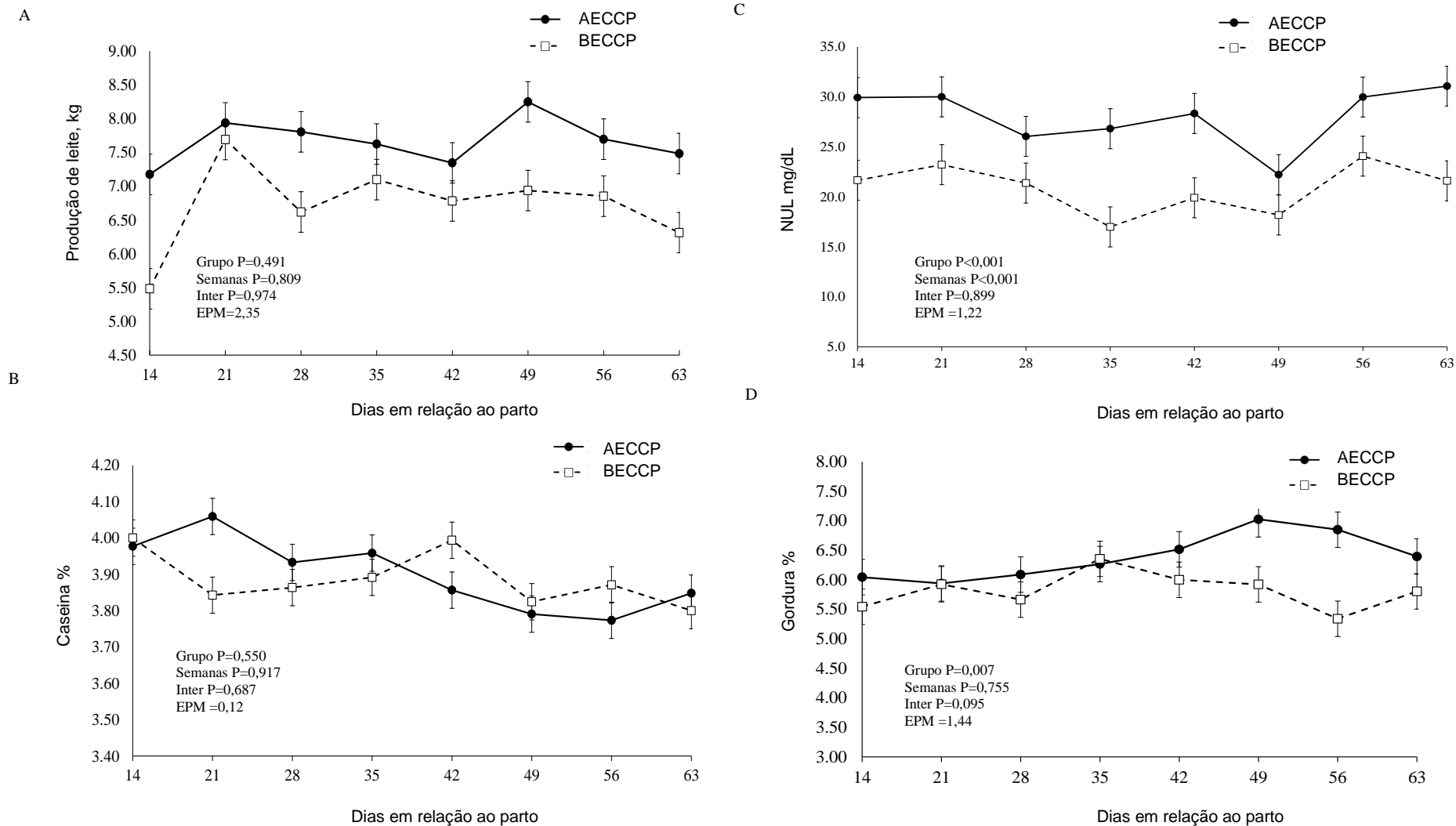


Figura 2. Produção de leite (A), teor de caseína (B), nitrogênio ureico do leite (NUL) (C) e teor de gordura do leite (D), em búfalas com baixa condição corporal ao parto (BECCP) (Grupo 1: média de ECCP= 2,98), e alta condição de escore corporal ao parto (AECPP) (Grupo 2: média de ECCP = 4,21). \* P <0,05, entre os grupos BECCP e AECPP.

O grupo AECCP apresentou concentrações mais baixas de VCM ( $P = 0,001$ ), leucócitos ( $p = 0,001$ ) e neutrófilos ( $p = 0,032$ ) durante os períodos pré-parto e pós-parto (VCM  $P = 0,001$ ; leucócitos  $p = 0,016$ ; e neutrófilos  $p = 0,034$ ). Houve efeito de semanas durante o período pós-parto para as concentrações de eritrócitos, hematócrito e leucócitos e efeitos de semanas durante o período pré-parto para hemoglobina e leucócitos.

Tabela 5. Valores médios semanais dos metabólitos sanguíneos dos diferentes grupos de escore de condição corporal ao parto (média  $\pm$  EPM)

Item	Grupo <sup>a)</sup>		<i>P</i> - valores <sup>b)</sup>		
	AECCP	BECCP	Grupo	Semanas	Inter
	mg/dL				
Glicose					
Pré-parto	65,4 $\pm$ 3,77	73,1 $\pm$ 2,79	0,087	0,275	0,659
Pós-parto	74,3 $\pm$ 2,61	73,6 $\pm$ 3,22	0,183	0,040	0,336
Proteína total					
Pré-parto	8,42 $\pm$ 0,27	7,35 $\pm$ 0,19	0,035	0,351	0,517
Pós-parto	8,51 $\pm$ 0,21	8,13 $\pm$ 0,27	0,366	0,552	0,854
Albumina					
Pré-parto	3,02 $\pm$ 0,10	2,88 $\pm$ 0,07	0,036	0,297	0,225
Pós-parto	3,07 $\pm$ 0,05	2,99 $\pm$ 0,06	0,111	0,298	0,473
Globulina					
Pré-parto	5,33 $\pm$ 0,23	4,51 $\pm$ 0,17	0,046	0,303	0,525
Pós-parto	5,41 $\pm$ 0,19	4,98 $\pm$ 0,24	0,315	0,415	0,715
Ureia					
Pré-parto	19,5 $\pm$ 2,58	23,6 $\pm$ 1,74	0,327	0,635	0,804
Pós-parto	44,3 $\pm$ 3,77	38,5 $\pm$ 4,64	0,022	0,005	0,278
Colesterol total					
Pré-parto	20,3 $\pm$ 1,09	21,0 $\pm$ 0,68	0,156	0,601	0,417
Pós-parto	26,8 $\pm$ 3,01	34,5 $\pm$ 3,69	0,029	0,004	0,280
Triglicerídeos					
Pré-parto	32,7 $\pm$ 7,45	35,5 $\pm$ 4,91	0,245	0,126	0,989
Pós-parto	41,0 $\pm$ 3,43	41,7 $\pm$ 4,23	0,618	0,997	0,320
Cálcio					
Pré-parto	10,3 $\pm$ 0,77	10,2 $\pm$ 0,50	0,684	0,172	0,718
Pós-parto	7,23 $\pm$ 0,62	9,76 $\pm$ 0,76	0,003	0,532	0,793
Fósforo					
Pré-parto	8,27 $\pm$ 1,17	8,25 $\pm$ 0,77	0,427	0,131	0,267
Pós-parto	7,93 $\pm$ 0,30	7,74 $\pm$ 0,37	0,125	0,250	0,290

<sup>a)</sup>AECCP = grupo de alto escore de condição corporal (média do grupo = 4,21 unidades de ECC); BECCP = grupo de baixo escore de condição corporal (média do grupo = 2,98 unidades de ECC). <sup>b)</sup> Valores de probabilidade para o grupo, semana e interação entre o grupo x semana (Inter).



As concentrações de glicose, ureia, triglicerídeos e fósforo não diferiram entre os dois grupos durante os períodos pré-parto e pós-parto (Tabela 5). O grupo de AECCP apresentou maior proteína plasmática total ( $p = 0,035$ ), albumina ( $p = 0,036$ ) e globulina ( $p = 0,046$ ) no período pré-parto. No entanto, o grupo BECCP apresentou maior colesterol total ( $p = 0,029$ ) e cálcio ( $p = 0,003$ ) no período pós-parto. Houve efeito das semanas para as concentrações de glicose ( $p = 0,040$ ), ureia ( $p = 0,004$ ) e colesterol total ( $p = 0,005$ ) durante o período pós-parto.

Tabela 6. Concentrações de metabólitos na urina durante os períodos pré e pós-parto (média  $\pm$  EPM)

Item	Grupo <sup>a)</sup>		<i>P</i> -valores <sup>b)</sup>		
	AECCP	BECCP	Grupo	Semanas	Inter
K (mg/dl)					
Pré-parto	159,5 $\pm$ 23,4	150,3 $\pm$ 25,8	0,940	0,880	0,840
Pós-parto	135,0 $\pm$ 22,3	150,2 $\pm$ 24,9	0,090	0,190	0,030
Cl (mg/dl)					
Pré-parto	89,7 $\pm$ 10,2	96,8 $\pm$ 10,1	0,490	0,100	0,350
Pós-parto	58,7 $\pm$ 6,88	83,8 $\pm$ 8,73	<0,001	0,150	0,510
S (mg/dl)					
Pré-parto	8,56 $\pm$ 2,10	10,18 $\pm$ 2,14	0,630	0,350	0,980
Pós-parto	12,3 $\pm$ 2,50	12,7 $\pm$ 2,78	0,890	0,280	0,590
Ca (mg/dl)					
Pré-parto	7,47 $\pm$ 1,15	6,03 $\pm$ 1,13	0,360	0,280	0,130
Pós-parto	12,44 $\pm$ 1,40	13,44 $\pm$ 1,72	0,840	0,630	0,790
Ureia (mg/dl)					
Pré-parto	176,4 $\pm$ 33,7	260,8 $\pm$ 34,2	0,170	0,007	0,050
Pós-parto	1162,4 $\pm$ 112	1204,4 $\pm$ 141	0,941	0,014	0,714
Ácido urico (mg/dl)					
Pré-parto	3,85 $\pm$ 0,50	4,22 $\pm$ 0,57	0,562	0,787	0,767
Pós-parto	12,3 $\pm$ 2,50	12,7 $\pm$ 2,78	0,899	0,286	0,592

<sup>a)</sup>AECCP = grupo de alto escore de condição corporal (média do grupo = 4,21 unidades de ECC); BECCP = grupo de baixo escore de condição corporal (média do grupo = 2,98 unidades de ECC). <sup>b)</sup> Valores de probabilidade para o grupo, semana e interação entre o grupo x semana (Inter).

As concentrações urinárias de K, S, Ca, ureia e ácido úrico não diferiram entre os dois grupos durante os períodos pré-parto e pós-parto (Tabela 6). Da mesma forma, não houve diferença para a concentração de Cl entre os grupos durante o período pré-parto. No entanto, o grupo BECCP apresentou maior concentração de Cl ( $p = 0,010$ ) durante o período pós-parto. Houve efeito de semanas para concentrações de ureia no período pré-parto ( $p = 0,007$ ) e pós-parto ( $p = 0,014$ ). Houve efeito da interação entre

semanas e grupos de BECCP para concentração de K ( $p = 0,030$ ) no período pós-parto e houve efeito da interação grupo x semana para ureia no pré-parto.

#### 4. DISCUSSÃO

Durante os períodos pré-parto e pós-parto, o grupo AECCP apresentou maior peso corporal (PC) e ECC do que o grupo BECCP. Esses resultados estão relacionados ao método utilizado e à correlação entre PC e ECC (Anitha et al, 2011; Roche, 2006). Foi observado que a perda de PC e a mudança de ECC (65,2 kg de PC e 0,78 unidades de ECC para AECCP vs 51,5 kg de PC e 0,64 unidades de ECC para BECCP) dos grupos durante a transição encontrados entre a fase fisiológica gestante não –lactante e lactante e não gestante (Figura 1 C), foi principalmente devido ao ECC aumentado antes do parto.

Os animais do grupo AECCP perderam 9,6% do peso corporal inicial do que o grupo BECCP 9,0% (Tabela 2) no pré-parto. As recomendações do ECCP para as vacas leiteiras podem ser diferentes para búfalas leiteiras e isso é devido às diferenças no metabolismo entre as espécies. Os perfis endócrinos mudam (Bauman, 2000) e a lipólise e a lipogênese são reguladas para aumentar as reservas de lipídios durante a gestação e o metabolismo lipídico é regulado pelos mecanismos homeostáticos e homeóicos (Roche et al, 2009). Lacetera et al (2005) concluíram que, após o parto, as vacas que apresentaram ECC elevado no parto e mobilização lipídica alta apresentam uma alteração mais acentuada do estado oxidativo. Essas condições podem tornar as vacas mais sensíveis ao estresse oxidativo. Nas fêmeas de bovinos de corte, as concentrações de somatotropina no sangue são menores e a concentração de insulina é maior quando comparada às raças de aptidão leiteira. Assim, as raças mostraram menor produção de leite de acordo com a ingestão de matéria seca (Shingu et al, 2007). Neste estudo o PC e o ECC foram menores para o grupo BECCP, indicando que as fêmeas bubalinas apresentam um comportamento fisiológico e metabólico semelhante às fêmeas de bovinos de corte.

Foram medidos parâmetros clínicos e relacionados ao estresse oxidativo durante a mudança de estado fisiológico, como frequência cardíaca (FC) e temperatura retal (TR) e não houve diferença na entre os grupos, sendo que a TR representa uma medida importante na avaliação fisiológica e tem correlacionado com o estresse oxidativo e a

produção de albumina (Ganaie et al, 2013). Celi et al. (2008), avaliaram o estresse oxidativo em vacas leiteiras no período de transição e observou-se concentrações mais baixas de albumina plasmática próximo do parto em comparação com uma maior concentração aos 21 dias pós-parto, indicando que as vacas estavam em estresse oxidativo.

O grupo AECCP apresentou menor valor de pH da urina do que o grupo BECCP no período pré-parto. Alterações no pH urinário foram associadas a um aumento da produção urinária de Ca e a acidose metabólica poderia ter aumentado a reabsorção de Ca dos ossos e intestinal, sendo que a absorção de Ca foi atribuída ao aumento da síntese de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  (Roche et al, 2009). No entanto, não foi observado diferença na excreção de Ca na urina entre os grupos de ECCP (Tabela 6).

Esperavasse que a produção de leite fosse alterada com o ECCP avaliado. No entanto, não foi observada diferença na produção de leite entre os grupos de ECCP, embora o grupo AECCP tenha produzido 0,75 kg a mais. Os resultados em vacas leiteiras (Rennó et al, 2006; Freitas Jr et al, 2008; Bell, 1995) mostraram que os animais com maior ECC ao parto apresentavam maior teor de gordura do leite. Esse resultado pode estar relacionado à maior mobilização de reservas corporais em animais com maior ECC, devido à maior mobilização de gordura corporal (AGNE) do tecido adiposo na circulação sanguínea (Bell, 1995). Essa mudança pode contribuir para o aumento do grupo de ácidos graxos que formam a gordura do leite, favorecendo a captura de ácidos graxos de cadeia longa do sangue para a glândula mamária, resultando em maior incorporação ao leite (Bell, 1995). Anitha et al. (2011) avaliaram um sistema de classificação da condição corporal em búfalos de Murrah com diferentes grupos de ECC e mostraram que o grupo ECC ao parto alterou a composição do leite (grupo 1: 2,5-2,99; grupo 2: 3,0-3,49; grupo 3: 3,5-3,99 E grupo 4: 4,0 - 4,49 com teor de gordura do leite de 5,82%, 6,80%, 7,76% e 8,46%, respectivamente). Mushtaq et al (2012) avaliaram um sistema de classificação de condição corporal em búfalos Nili-Ravi e o grupo com ECC com valor médio de 3,0, apresentou teor de gordura no leite de 4,56%.

O grupo AECCP apresentou maior nitrogênio ureico do leite (NUL;  $p = 0,001$ ), do que o grupo BECCP. Muitos fatores podem alterar o conteúdo de NUL, especialmente a nutrição, com aumento da ingestão de proteína ou aumento do RDP (Bach, 2005). A proteína do corpo do catabolismo e a deaminação do excesso de

proteína dietética podem contribuir para o pool de nitrogênio ureico no sangue. A uréia difusa para dentro e para fora da glândula mamária equilibrando-se com uréia no sangue. Como este processo permite que o MUN seja um excelente preditor de ureia de sangue N e N urinário (Roy et al., 2011). O grupo AECCP apresentou maiores concentrações de eritrócitos e hematócrito durante o período pós-parto e maiores concentrações de M.C.H.C e hemoglobina durante o período pré-parto (Tabela 4). Fisiologicamente no final da gestação, o número de eritrócitos é aumentado como resultado do efeito eritropoiético da somatotropina placentária coriônica, progesterona e prolactina (Roche, 2009). O efeito eritropoiético é a formação de glóbulos vermelhos, glóbulos brancos (linfócitos, monócitos, eosinófilos, granulócitos, neutrófilos e basófilos) e plaquetas. De forma semelhante, o aumento do volume sanguíneo é em resposta à circulação uterina placentária e ao desenvolvimento fetal, mantendo a oxigenação tissular adequada e as pressões sanguíneas. Contudo, a condição nutricional pode alterar o volume sanguíneo, o efeito eritropoiético e a produção de leite. Os animais de alta produção de leite mostram menores concentrações de eritrócitos sanguíneos (BRU-HANSEN, 2006).

O grupo AECCP apresentou menores concentrações de leucócitos durante os períodos pré-parto e pós-parto e; Neutrófilo segmentado durante o pós-parto. Os leucócitos participam na proteção do hospedeiro contra o patógeno e no monitoramento e remoção de antígenos não próprios. O aumento das concentrações de leucócitos no sangue pode ser atribuído a uma menor condição nutricional do grupo BECCP no momento de parto. Isso ocorre porque uma resposta imune eficiente é baseada na interação e no equilíbrio entre os diferentes tipos de células e seus produtos. Com a aproximação do parto, aumenta o número total de leucócitos, principalmente como resultado do aumento absoluto no número de neutrófilos (GRAUGNARD, 2011).

O grupo BECCP apresentou altas concentrações de neutrófilos nos períodos pré-parto ( $p = 0,032$ ) e pós-parto ( $p = 0,034$ ). A redução do estado nutricional e o aumento do estresse oxidativo podem aumentar a concentração de neutrófilos. Isso ocorre porque a fagocitose dos microrganismos é a principal função dos neutrófilos (GRAUGNARD, 2011). Isso representa uma das principais linhas de defesa do hospedeiro contra patógenos; Especialmente os leucócitos são frequentemente produzidos em grande escala em hospedeiros com carga bacteriana.

As concentrações de metabólitos urinários foram semelhantes mostraram diferenças significativas no presente experimento quando compararam grupos de ECCP, com exceção de Cl (mg / dl) que apresentaram diferenças entre os grupos de ECCP no pós-parto. As concentrações de K e Cl são necessárias para manter a pressão osmótica e a regulação ácido-base (Lager e Jordan, 2012). No periparto, existe uma correlação positiva entre as concentrações de cálcio, fósforo e albumina no sangue (Alvarenga et al, 2015). As baixas concentrações de cálcio e fósforo no sangue que são observadas no balanço energético negativo, possivelmente, são necessárias para sustentar a produção de leite (Sundrum, 2015). Fiore et al. (2015) encontraram diferenças nas concentrações de K, Cl e Ca no sangue entre os períodos pré-parto e pós-parto.

## **5. CONCLUSÕES**

As búfalas durante o período de transição apresentam algumas variações do estado oxidativo relacionado ao estado metabólico. Após o parto, as búfalas que tiveram ECC elevado e mobilização lipídica elevada apresentam uma alteração mais acentuada do estado oxidativo, no entanto, melhoram o desempenho produtivo. Essas condições permitem que os búfalos sejam menos sensíveis ao estresse oxidativo.

## **6. CONFLITO DE INTERESSE**

Desejamos confirmar que não existem conflitos de interesse conhecidos associados a esta publicação e não houve suporte financeiro significativo para este trabalho que poderia ter influenciado seu resultado.

## **7. AGRADECIMENTOS**

Os autores reconhecem o Sr. Urbano Antônio Souza Filho e a empresa de laticínios Bufalissima, e a Fazenda Natal, pela sua ajuda técnica e pela disponibilidade de uso dos animais.

## 8. REFERÊNCIAS

- Al Ibrahim RM, Kelly AK, O'Grady L, Gath VP, McCarney C, Mulligan FJ. The effect of body condition score at calving and supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, metabolic status, and rumen fermentation of dairy cows in early lactation. *J Dairy Sci* 2010; 93:5318-28.
- Alvarenga EA, Moreira GHFA, Facury Filho EJ, Leme FOP, Coelho SG, Molina LR, Lima JAM, Carvalho AU. Evaluation of the metabolic profile of Holstein cows during the transition period. *Rev Bras Zootec* 2015;35:281-90.
- Anitha AKS, Bao J, Suresh RRS, Moorthy Dan YKR. A body condition score (BCS) system in Murrah buffalos. *Buffalo Bull* 2011;30:79-99.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) International. 2000. Official Methods of Analysis. 17th edn Association Official Analytical Chemists; Gaithersburg, MD, USA.
- Bach A, Calsamiglia S, Stern MD. Nitrogen metabolism in the rumen. *J Dairy Sci* 2005;88:9-21.
- Bauman DE. Regulation of nutrient partitioning during lactation: Homeostasis and homeorhesis revisited. In: Cronje PB, editor. *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. Wallingford, UK: CAB International; 2000. p. 311-28. DOI: 10.1079/9780851994635.0311.
- Beever DE. The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Anim Reprod Sci* 2006;96:212-26.
- Berry DP, Lee JM, Macdonald KA, Roche JR. Body condition score and body weight effects on dystocia and stillbirths and consequent effects on postcalving performance. *J Dairy Sci* 2007;90:4201-11.
- Bell AW. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J Anim Sci* 1995;73:2804-19.
- Brun-Hansen HC, Kampen AH, Lund A. Hematologic values in calves during the first 6 months of life. *Vet Clin Pathol* 2006;35:182-7.
- Campanile G, Neglia G, DiPalo R, Gasparrini B, Pacelli C, D'Occhio MJ, Zicarelli L. Relationship of body condition score and blood urea and ammonia to pregnancy in Italian Mediterranean buffaloes. *Reprod Nutr* 2006;46:57-62.
- Celi P, Di Trana A, Quaranta A. Metabolic profile and oxidative status in goats during the peripartum period. *Aust J Exp Agric* 2008;48:1004-08.

Celi P, Bush DR. Pregnancy, lambing and survival. In: Cottle D, editor. International sheep and wool handbook. Nottingham University Press; 2010. p. 223-57.

Di Palo R. Produzione latte nella bufala con diete tradizionali e con impiego di acidi grassi [Ph D Thesis]. Italy, University of Naples; 1992.

Fiore E, Barberio A, Morgante M, Rizzo M, Giudice E, Piccione G, Lora M, Ganesella M. Glucose infusion response to some biochemical parameters in dairy cows during the transition period. *Anim Sci Pap Rep* 2015;33(2):129-36.

Freitas Jr JE, Rocha Jr VR, Rennó FP, Mello MTP, Carvalho AP, Caldeira LA. Effect of body condition score at calving on productive performance of crossbred Holstein-Zebu cows. *Rev Bras Zootec* 2008;37:116-21.

Ganaie AH, Shanker G, Bumla NA, Ghasura RS, Mir NA. Biochemical and physiological changes during thermal stress in bovines. *J Veterinar Sci Technol* 2013;4:126-35. DOI:10.4172/2157-7579.1000126.

Graugnard DE, Bionaz M, Trevisi E, Moyes KM, Salak-Johnson JL, Wallace RL, Drackley JK, Bertoni G, Looor JJ. Blood immunometabolic indices and polymorphonuclear neutrophil function in peripartum dairy cows are altered by level of dietary energy prepartum. *J Dairy Sci* 2012;95(4):1749-58. DOI: 10.3168/jds.2011-4579.

Grummer RR, Mashek DG, Hayirli A. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2004;20:447-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.013>.

Hall MB. Calculation of Non-Structural Carbohydrate Content of Feeds that Contain Non-Protein Nitrogen. University of Florida; Gainesville, FL, USA: 2000. p. A-25 (Bulletin-339).

Lacetera N, Scalia D, Bernabucci U, Ronchi B, Pirazzi D, Nardone A. Lymphocyte functions in overconditioned cows around parturition. *J Dairy Sci* 2005;88:2010-16.

Lager K, Jordan E. The metabolic profile for the modern transition dairy cow. In: Proceedings of the mid-south ruminant nutrition conference 2012. Jordan E editor; 2012; Grapevine, TX, USA': Texas A and M University: College Station; 2012. p. 9-16.

Mushtaq A, Qureshi MS, Khan S, Habib G, Swati ZA, Rahman SU. Body condition score as marker of milk yield and composition in dairy animals. *J Anim Plant Sci* 2012;22:169-73.

Paul,SS and Lal,D . Nutrient Requirements of Buffaloes. Satish Serial Publishing House - 2010.

Rennó FP, Pereira JC, Santos ADF, Alves NG, Torres CAA, Rennó LN, Balbinot PZ. Effects of body condition at calving on milk yield and composition, lactation curve and body reserve mobilization of Holstein cows. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2006;58:220-33.

Roche JR, Berry DP, Kolver ES. Holstein-Friesian strain and feed effects on milk production, body weight, and body condition score profiles in grazing dairy cows. *J Dairy Sci* 2006;89:3532-43.

Roche JR. Milk production responses to pre- and post-calving dry matter intake in grazing dairy cows. *Livest Sci* 2007;110:12–24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2006.08.016>.

Roche JR, Turner LR, Lee JM, Edmeades DC, Donaghy DJ, Macdonald KA, Penno JW, Berry DP. Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 2. Temporal patterns and intra-relationships in herbage quality and mineral concentration parameters. *Anim Prod Sci* 2009;49(3):200-10.

Roy B, Brahma B, Ghosh S, Pankaj P K and Mandal G. Evaluation of milk urea concentration as useful indicator for dairy herd management. *Asian-Australian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2011, 6(1): 1-19

SAS (Statistical Analysis System) Institute Inc. 2004. User's Guide: Statistics, version 9. SAS Inst;Cary, NC, USA.

Shingu H, Hayashi H, Touno E, Oshibe A, Kushibiki S, Oda S, Katoh KY. Characteristics of developmental changes in the kinetics of glucose and urea in Japanese Black calves: Comparison with Holstein calves. *J Anim Sci* 2007;85:2910-15.

Sundrum A. Metabolic disorders in the transition period indicate that the dairy cows' ability to adapt is overstressed. *Animals (Basel)* 2015;5(4):978-1020. DOI:10.3390/ani5040395.



## **CAPÍTULO II**

**Efeitos do estágio de maturidade sobre as inter-relações entre traços metabólicos e desempenho produtivo de búfalos de murreh (*Bubalus bubalis*) durante a transição e início de lactação**

Efeitos do estágio de maturidade sobre as inter-relações entre traços metabólicos e desempenho produtivo de búfalos de murreh (*Bubalus bubalis*) durante a transição e início de lactação

RESUMO

Trinta búfalas gestantes foram selecionadas e monitoradas durante o período de transição, com base no número de partos e na data estimada de parto. Dois grupos foram formados: 1) búfalas primíparas (n = 15) e; 2) búfalas múltíparas (n = 15). Todos os animais foram monitorados semanalmente nos últimos 30 dias de gestação até os primeiros 63 dias pós-parto e mantidos no mesmo ambiente e sob as mesmas condições de alimentação e manejo. As búfalas múltíparas apresentaram maiores teores de gordura (P = 0,019), proteína (P = 0,045), lactose (P = 0,001), sólidos totais (P = 0,047), sólidos totais desengordurados (P = 0,003) e maior concentração de nitrogênio ureico no leite (P = 0,001) e caseína (P = 0,001), do que as búfalas primíparas. As búfalas primíparas por sua vez apresentaram maior valor de pH na urina (P = 0,001) do que as búfalas múltíparas no período de pré-parto. Os animais primíparas apresentaram maior concentração de leucócitos (P = 0,001) e linfócitos (P = 0,001) pós-parto e maior concentração de hematócrito (P = 0,004) pré-parto. Búfalas primíparas durante o período de transição mostraram inter-relações negativas entre características metabólicas e variações do desempenho produtivo no estresse oxidativo relacionado ao seu estado metabólico.

**Palavras-chave:** Lactação; estado metabólico; gestação; ruminante

Effects of maturity stage on the inter-relationships between metabolic traits and productive performance of murrah buffaloes (*Bubalus bubalis*) during the transition period and early lactation

ABSTRACT

Thirty pregnant buffaloes were selected and monitored during the transition period based on their calving number and on the estimated calving date. Two groups were formed: 1) Primiparous buffaloes ( $n= 15$ ) and; 2) Multiparous buffaloes ( $n= 15$ ). All animals were monitored weekly during the last 30 days of pregnancy and the first 63 days post-calving and kept in the same environment and under the same feeding and management conditions. The multiparous buffaloes showed higher milk contents of fat ( $P= 0.019$ ), protein ( $P= 0.045$ ), lactose ( $P= 0.001$ ), TDE ( $P = 0.047$ ), NFDE ( $P= 0.003$ ) and a higher concentration of milk urea nitrogen ( $P= 0.001$ ) and casein ( $P= 0.001$ ), than primiparous buffaloes, which in turn had a higher urine pH value ( $P= 0.001$ ) than multiparous buffaloes in the pre-calving period. The primiparous animals had a higher concentration of leukocyte ( $P= 0.001$ ) and lymphocytes ( $P= 0.001$ ) post-calving and a higher hematocrit concentration ( $P= 0.004$ ) pre-calving. Primiparous buffaloes during the transition period exhibited negative inter-relationships between metabolic traits and productive performance variations in the oxidative stress related to their metabolic status.

**Keywords:** Lactation; metabolic status; pregnancy; ruminant

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a criação de búfalos passou de uma atividade de quintal para fazendas comerciais e grandes empresas. A imensa popularidade do leite de búfala e produtos à base de carne permitiu que a produção de búfalos começasse a seguir os passos para a profissionalização como à indústria de bovinos leiteiros. No entanto, para que esta espécie tenha um ótimo desempenho sob a pressão de sistemas de produção intensiva, as raças de búfalos devem ser melhoradas e as pesquisas devem ser conduzidas com um foco claro na transição entre diferentes estágios fisiológicos e alternâncias no metabolismo lipídico (Bauman et al., 2000; Campineli et al., 2006).

O período de transição é caracterizado por uma diminuição no consumo de alimentos e um aumento no crescimento fetal e adaptações homeorréticas (Grummer et al., 2004), incluindo a mobilização de reservas corporais. A diferença entre a menor ingestão de nutrientes e o aumento das necessidades energéticas das fêmeas para manutenção, crescimento corporal e fetal e produção de colostro e leite para o recém-nascido leva a um desequilíbrio fisiológico chamado balanço energético negativo (Al Ibrahim et al., 2010; Berry et al., 2007) com alterações associadas no metabolito sanguíneo e perfis hormonais que por sua vez influenciam a produção de leite e a fertilidade.

Búfalas (*Bubalus bubalis*) em condições tropicais, geralmente possuem idade ao primeiro parto ao redor de 34 a 41 meses, para que ocorra o máximo benefício econômico (Khattab et al., 1996), embora os animais não estejam fisicamente amadurecidos para produção neste estágio de vida. As búfalas que se aproximam de seus primeiros partos estão, portanto, em um estado metabólico diferente daquele experimentado por búfalas multíparas, pois necessitam de nutrientes para seu próprio crescimento contínuo, além do desenvolvimento de seu bezerro. Além disso, o estresse oxidativo está associado ao escore de condição corporal (ECC) e à mobilização de reservas metabólicas diferentes com a idade.

Existem poucos estudos na literatura que compararam alterações metabólicas periparturientes entre animais de primeira lactação (primíparas) e búfalas maduras (multíparas) e além dos números limitados de animais em cada faixa etária. Evidências disponíveis com estudos em vacas leiteiras (Coffey et al., 2006; Wathes et al., 2007)

indicam que a paridade pode influenciar o padrão de alterações nos hormônios metabólicos e metabólitos após o parto, mas os dados publicados são inconsistentes para búfalos. No entanto, é necessário avaliar as alterações dos metabólitos sanguíneos e nos perfis hormonais que, por sua vez, influenciam a produção e a composição do leite.

Assim, o objetivo com este estudo foi avaliar as diferenças entre búfalas Murrah primíparas e multíparas (*Bubalus bubalis*) nas inter-relações entre características metabólicas e desempenho produtivo durante o período de transição e início da lactação. A hipótese é que as búfalas com mais de um parto podem influenciar positivamente as concentrações de metabólitos no período de transição pós-parto, alterando o estado oxidativo e aumentando o desempenho desses animais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Aspectos éticos e localização**

Este estudo foi realizado em estrita conformidade com as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso de Animais na Escola de Medicina Veterinária e Ciência Animal da Universidade Federal da Bahia, Estado da Bahia, Brasil (número de aprovação: 39-2014).

### **2.2 Animais, alojamento e alimentação.**

O experimento foi realizado em um rebanho comercial de búfalas para produção de leite Murrah, (*Bubalus bubalis*). A produção média de leite por lactação (300-DIM) do rebanho foi superior a 2400 kg. Trinta búfalas gestantes foram selecionadas e monitoradas durante o período de transição, com base no número de partos e na data estimada de parto. Dois grupos foram formados: 1) búfalas primíparas (n = 15) e; 2) búfalas multíparas (n = 15). Os animais foram monitorados durante os últimos 30 dias de gestação e os primeiros 70 dias pós-parto e mantidos no mesmo ambiente e nas mesmas condições de alimentação e manejo.

No período pós-parto, todas as búfalas foram alimentadas com capim elefante picado (*Penissetum purpureum*), e concentrado sob a forma de mistura total “TMR” logo após a ordenha. A dieta (Tabela 1) foi formulada para atender às exigências de

búfalas em lactação produzindo 6,0 kg / dia de leite com 7,0% de gordura e 4,2 % de proteína bruta de acordo com as recomendações de Paul e Lal (2010). Após a alimentação matinal, todas as búfalas pós-parto foram mantidas em piquetes com capim *Brachiaria decumbens* (composição de nutrientes, g / kg DM: 216,5 MS, 110,1 PB, 727,4 FDN e 142,1CNF). As amostras dos alimentos foram coletadas duas vezes antes do parto e quatro vezes pós parto e analisadas segundo métodos estabelecidos pela AOAC e a composição química dos nutrientes pode ser observada a partir dos dados abaixo a Tabela 1.

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica do suplemento

Item	Dieta
Ingredientes, % da MS	
Capim elefante ( <i>Penissetum purpureum</i> ) <sup>a)</sup>	80,0
Milho moído	11,0
Farelo de soja	3,60
Caroço de algodão	3,60
Ureia	0,80
Calcário	0,40
Mineral <sup>b)</sup>	0,60
Composição química, % MS	
Matéria seca	38,1
Proteína bruta	11,4
Fibra em detergente neutron	65,3
Carboidratos não fibrosos <sup>c)</sup>	12,5
Extrato etéreo	2,90

<sup>a)</sup> Composição do nutrientes (g / kg MS): 250,1 MS; 71,0 PB; 768,2 FDN e 115,1 CNF.

<sup>b)</sup> Contem em kg do produto: 190 g de Ca, 60 g de P, 20 g de S, 20 g de Mg, 35 g de K, 70 g de Na, 15 mgs de Co, 700 mgs de Fe, 10 mgs de Cr, 700 mgs de Cu, 40 mgs de I, 1.600 mgs de Mn, 19 g de Se, 2.500 mgs de Zn, 200.000 IU de Vit A, 50.000 IU de Vit D3, 1 500 IU de Vit E.

<sup>c)</sup> Estimado de acordo com Hall (1998).

### 2.3 Coleta de amostras e análise química

As amostras dos alimentos foram processadas em um moinho de faca Wiley utilizando peneiras de 1 mm (Wiley Mill, AH Thomas, Philadelphia, PA, EUA) e analisadas para matéria seca (AOAC 950.15), cinzas (AOAC 942.05), extrato de éter (EE, AOAC 920.39), proteína bruta (PB = N × 6.25, AOAC 984.13) e lignina (AOAC

973.18) de acordo com os métodos descritos por AOAC [9]. O FDN foi analisado utilizando  $\alpha$ -amilase sem adição de sulfito de sódio ao detergente (analisador de fibra TE-149, Tecnal Equipments for Laboratory Inc., Piracicaba, Brasil). As concentrações de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimadas de acordo com Hall [10], onde  $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ de ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% EE + \% \text{ de cinza} + \% FDN]$ .

#### **2.4 Produção e composição do leite**

As búfalas foram mecanicamente ordenhadas diariamente às 6h00 e a produção de leite foi medida por um medidor de leite automático (Delaval®). A produção de leite foi corrigida para 4,0 de gordura (PLC) de acordo com Di Paolo [11]:  $Y = 1 + 0,01155 [(X-40) + (Z-31)]$  onde: Y é a quantidade (kg) de PLCG equivalente a 1 kg de leite produzido; X e Z são os gramas de gordura e proteínas contidas em 1 kg de leite produzido. As amostras de leite foram automaticamente coletadas (MM6®, DeLaval) todas as semanas (7; 14; 21; 28; 35; 42; 49; 56; 63 e 70 dias), de acordo com o leite de acordo com a produção de leite de cada búfala em cada ordenha. As amostras de leite foram analisadas frescas para gordura, proteína, lactose, nitrogênio ureico do leite (NUL) e as células somáticas contêm (CCS) de acordo com Campanile et al. [12].

#### **2.5 Escore de condição corporal, peso corporal e parâmetros clínicos**

Durante o estudo, o ECC foi avaliado de acordo com Anitha et al. [7], com o uso do método de pontuação da condição corporal em búfalos para a raça Murrah. Foi utilizado o gráfico para a classificação de condição em uma escala de 1 a 5 usando subunidades de 0,5 pontos. As medidas foram coletadas todas as semanas por dois avaliadores treinados nos períodos pré-parto (-28; -21; -7 e parto) e pós-parto (+7; +14; +21; +28; +35; +42; +49; +56 +63 e +70 dias). O peso corporal (PC) foi obtido nos mesmos dias e usado para determinar as mudanças no escore de condição corporal (MECC) e as mudanças no peso corporal (MPC). Foram medidas a temperatura retal e a frequência cardíaca (batidas / min - através do estetoscópio).

## 2.6 Análise de índices de status metabólico

Semanalmente, as amostras de sangue foram coletadas na cauda, em tubos vacutainer 10mL, com e sem anticoagulante, nos períodos pré-parto (-28; -21; -7), parto e pós-parto (7; 14; 21 e 28 dias). Imediatamente após a coleta, as amostras foram centrifugadas a  $2000 \times g$  durante 15 minutos à temperatura ambiente para obter soro e plasma. Amostras de sangue foram enviadas ao Laboratório e analisadas em hemograma (Eritrócitos, hemoglobina, hematócrito), concentração média de hemoglobina corpuscular - M.C.H.C, obtida por método colorimétrico de cianometahemoglobina, volume corpuscular médio - M.C.V., obtido por método de micro-hematócrito; Leucograma (leucócitos, neutrófilos segmentados, linfócitos, neutrófilos) obtidos pelo método de May-Grunwald-Giemsa. O soro foi transferido para tubos de plástico, identificados e armazenados a  $-20^{\circ} C$  até a análise. As análises foram feitas com o uso de kits comerciais em um analisador automático de bioquímica (BioSystems®). Foram coletadas amostras de sangue para medir a glicose no soro (K048, Bioclin®, Brasil), proteína total (K031, Bioclin®, Brasil), albumina (K040, Bioclin®, Brasil), colesterol total (K083, Bioclin®, Brasil), ureia (K056, Bioclin®, Brasil) triglicerídeos (K117, Bioclin®, Brasil), cálcio (K051, Bioclin®, Brasil) e fósforo (K068, Bioclin®, Brasil).

As amostras de urina foram coletadas de todas as búfalas aproximadamente quatro horas após a alimentação matinal quando as búfalas urinavam espontaneamente. As alíquotas de 10 ml de urina foram diluídas imediatamente com 40 ml de ácido sulfúrico 0,036 N e armazenadas a  $-20^{\circ} C$  para posterior análise no pré-parto (-28; -21; -7), ao parto (até 24 horas pós-parto) e pós-parto (7; 14; 21; 28; 35; 42; 49; 56; 63; 70 dias). Após a coleta, a urina foi filtrada e foram utilizadas alíquotas de 10 mL. Os valores de pH da urina foram determinados utilizando um medidor de pH digital (MB-10, Marte Científica, Minas Gerais, Brasil). Na amostra de urina foram determinadas concentrações de ureia (UR, método cinético fixado no tempo UV - K056, Bioclin®, Brasil), ácido úrico (UA, método colorimétrico enzimático - K139, Bioclin®, Brasil), cálcio (Ca, método colorimétrico de Ponto final - Arzenazo III - K051, Bioclin®, Brasil), enxofre (S) e cloro (Cl, método colorimétrico de tiocianato de mercúrio - K050, Bioclin®, Brasil). A determinação de potássio (K) foi feita como equipamento seletivo de íons MH 9180 (MH LabISE® 9180).



## 2.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao SAS [13], verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias por PROC UNIVARIATE. Os dados foram analisados por PROC MIXED de acordo com o modelo de medidas repetidas no tempo. O modelo foi utilizado para estimar o efeito da fase fisiológica (semanas), grupo de ordem de parto (Grupo 1: primíparas; Grupo 2: multíparas) e a interação em índices de estado oxidativo. O nível de significância foi de 5%.

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + G_j + (S \times G)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde  $Y_{ijk}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral da população;  $S_i$  = efeito médio da fase fisiológica, (semanas) ( $i$  = pré-parto, pós-parto) com a fase fisiológica como fator repetido;  $G_j$  = efeito médio do grupo de partos ( $j$  = 1 e 2); e  $e_{ijk}$  = elemento residual inexplicado assumido como independente e normalmente distribuído. Para cada variável analisada, as búfalas no grupo de ordem de parto foram submetidos a 3 estruturas de covariância: simetria composta, ordem autoregressiva e covariância não estruturada. Os dados foram analisados em dias de amostragem em relação ao dia do parto com (d 0) representando o dia do parto.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Escore de condição corporal e parâmetros clínicos

O grupo multíparo apresentou maior média de PC e ECC do que o grupo primíparo nos períodos pré ( $P = 0,001$ ) e pós-parto ( $P = 0,001$ ) (Tabela 2). Houve efeito de semanas ( $P = 0,001$ ) e efeito de interação entre semanas e grupos para PC ( $P = 0,001$ ) durante o período de pré-parto (Figura 1A). Houve efeito de semanas ( $P = 0,001$ ) para o MPC ( $P = 0,003$ ) e o ECC ( $P = 0,006$ ) durante o período de pré-parto. No entanto, não houve diferença entre os grupos para MPC pré e pós-parto. Houve efeitos de semana ( $P = 0,001$ ) no pré-parto de ECC (Figura 1C).

Tabela 2. Peso corporal, escore de condição corporal e parâmetros clínicos nos períodos pré e pós-parto para os diferentes grupos de búfalas (média  $\pm$  EPM).

Item	Grupo <sup>a</sup>		P – Valores <sup>b</sup>		
	Primíparas	Múltiparas	Grupo	Semanas	Inter
PC <sup>c)</sup> (kg)					
Pré-parto	570,7 $\pm$ 20,6	670,2 $\pm$ 20,5	<0,001	<0,001	<0,001
Pós-parto	524,2 $\pm$ 16,3	621,0 $\pm$ 14,5	<0,001	0,282	0,013
MPC <sup>d)</sup> (kg)					
Pré-parto	-9,04 $\pm$ 2,8	-2,01 $\pm$ 2,2	0,058	0,003	0,132
Pós-parto	1,37 $\pm$ 1,29	3,57 $\pm$ 1,37	0,823	0,387	0,052
ECC <sup>e)</sup> (unidade)					
Pré-parto	3,84 $\pm$ 0,12	4,25 $\pm$ 0,09	<0,001	0,006	0,084
Pós-parto	3,05 $\pm$ 0,10	3,55 $\pm$ 0,09	<0,001	0,571	0,039
MECC <sup>f)</sup> (unidade)					
Pré-parto	-0,14 $\pm$ 0,05	-0,02 $\pm$ 0,04	0,142	0,401	0,973
Pós-parto	-0,03 $\pm$ 0,01	-0,01 $\pm$ 0,01	0,481	0,761	0,612
TR <sup>g)</sup> (° C)					
Pré-parto	38,3 $\pm$ 0,09	38,6 $\pm$ 0,09	0,028	0,246	0,613
Pós-parto	38,2 $\pm$ 0,06	38,2 $\pm$ 0,07	0,927	0,072	0,049
pH, urina					
Pré-parto	7,87 $\pm$ 0,03	7,73 $\pm$ 0,04	<0,001	0,169	0,607
Pós-parto	7,31 $\pm$ 0,09	7,35 $\pm$ 0,08	0,578	<0,001	0,104
FC <sup>h)</sup> (bat/min)					
Pré-parto	81,7 $\pm$ 4,45	70,9 $\pm$ 3,21	<0,001	0,226	0,106
Pós-parto	70,7 $\pm$ 1,24	69,0 $\pm$ 1,23	0,223	0,009	0,802

<sup>a</sup> Primíparas, número de lactações = 1; Múltiparas = número de lactações > 1. <sup>b</sup> Valores de probabilidade para grupo, semana e interação entre grupo x semana (Inter). <sup>c</sup> Peso corporal. <sup>d</sup> Mudança no peso corporal. <sup>e</sup> Pontuação da condição corporal. <sup>f</sup> Mudança de pontuação da condição corporal. <sup>g</sup> Temperatura retal. <sup>h</sup> Frequência cardíaca.

O grupo de primíparas apresentou maior valor de pH na urina ( $P < 0,001$ ) (Tabela 2) e valores de frequência cardíaca ( $P = 0,001$ ) do que o pré-parto comparado ao grupo de múltiparas. Houve um efeito de semanas ( $P < 0,001$ ) para os valores de pH da urina e frequência cardíaca ( $P = 0,009$ ) (Figura 1 D), durante o período pós-parto. O grupo das múltiparas apresentou maior temperatura retal ( $P = 0,028$ ) do que o grupo primíparo no pré-parto.

### 3.2 Produção e composição do leite

O grupo múltiparo apresentou maior PLC ( $P = 0,004$ ), e produções de gordura ( $P = 0,008$ ), proteína ( $P = 0,005$ ), lactose ( $P = 0,005$ ) e ESD ( $P = 0,045$ ) (Tabela 4). O grupo de múltiparas de forma semelhante apresentou maiores teores de gordura no leite ( $P = 0,019$ ) (Figura 2D), proteína ( $P = 0,045$ ), lactose ( $P = 0,001$ ), ESTE ( $P = 0,047$ ) (Figura 2C), ESD ( $P = 0,003$ ).

Tabela 3. Produção e composição do leite para os diferentes grupos de búfalas (média ± EPM)

Item	Grupos <sup>a</sup>		Grupo	P – valores <sup>b</sup>	
	Primíparas	Múltiparas		Semanas	Inter
Produção, Kg/dia					
Produção de leite	6,92 ± 0,42	7,53 ± 0,33	0,192	0,614	0,992
PLC <sup>c)</sup>	9,48 ± 0,66	11,62 ± 0,55	0,004	0,162	0,499
Gordura	0,428 ± 0,03	0,506 ± 0,02	0,008	0,462	0,303
Proteína	0,338 ± 0,02	0,390 ± 0,03	0,005	0,246	0,966
Lactose	0,322 ± 0,02	0,382 ± 0,01	0,005	0,691	0,567
EST <sup>d)</sup>	1,09 ± 0,07	1,22 ± 0,05	0,112	0,282	0,490
ESD <sup>e)</sup>	0,759 ± 0,07	0,871 ± 0,07	0,045	0,639	0,814
Composição, (%)					
Gordura	6,07 ± 0,25	6,57 ± 0,27	0,019	0,821	0,009
Proteína	4,81 ± 0,14	4,85 ± 0,16	0,046	0,013	0,457
Lactose	4,78 ± 0,14	4,85 ± 0,15	<0,001	0,012	0,249
EST <sup>d)</sup>	15,14 ± 0,20	15,37 ± 0,21	0,047	0,104	0,008
ESD <sup>e)</sup>	10,57 ± 0,09	10,68 ± 0,10	0,030	0,732	0,320
Caseína, %	3,88 ± 0,13	3,91 ± 0,11	<0,001	0,071	0,249
NUL <sup>f)</sup> , (mg/dL)	22,7 ± 2,07	27,6 ± 1,93	<0,001	<0,001	<0,001
CCS <sup>g)</sup> (unid/ml)	388 ± 115	330 ± 110	0,290	0,735	0,742

<sup>a</sup> Primíparas, número de lactações = 1; Múltiparas = número de lactações > 1. <sup>b</sup> Valores de probabilidade para grupo, semana e interação entre grupo x semana (Inter). <sup>c</sup> Valores de probabilidade para grupo, semana e interação entre grupo x semana (Inter). <sup>d</sup> Leite com correção para o teor de gordura, PLC = (((Gordura - 40) + (Proteína - 31)) \* 0,01155) + 1) \* Produção de leite; <sup>e</sup> Extrato seco total. <sup>f</sup> extrato seco sem gordura. <sup>g</sup> Leite azoto ureico. <sup>h</sup> contagem de células somáticas.

O grupo das múltiparas apresentou maior conteúdo de NUL (P = 0,001) e caseína (P = 0,001) (Figura 2B), do que as búfalas primíparas (27,6 vs. 22,7 mg / dL, respectivamente) (Figura 2C, Tabela 3). Houve efeito de semana no período de lactação e efeito de interação entre semanas e grupos para o conteúdo de NUL (P = 0,001) (Figura 2 B). Não houve diferenças para a produção de leite (Figura 2A), EST e CCS entre os grupos (Tabela 3).

### 3.3 Parâmetros Metabólicos

Não houve diferenças nas concentrações de eritrócitos, hemoglobina e hemácias entre os grupos no período de pré-parto (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios semanais de hemograma para os diferentes grupos de búfalos (média  $\pm$  EPM)

Item	Grupo <sup>a</sup>		P – valores <sup>b</sup>		
	Primíparas	Múltíparas	Grupo	Semanas	Inter
Eritrócitos, 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>					
Pré-parto	6,91 $\pm$ 0,61	6,05 $\pm$ 0,92	0,557	0,736	0,804
Pós-parto	6,47 $\pm$ 1,12	5,86 $\pm$ 0,47	0,759	0,001	0,311
Hematócrito, %					
Pré-parto	34,8 $\pm$ 0,78	33,7 $\pm$ 0,72	0,017	0,350	0,402
Pós-parto	33,9 $\pm$ 0,72	32,4 $\pm$ 0,96	0,608	0,014	0,312
MCHC <sup>c</sup> %					
Pré-parto	34,21 $\pm$ 0,45	34,40 $\pm$ 0,67	0,012	0,182	0,457
Pós-parto	34,14 $\pm$ 0,97	30,11 $\pm$ 1,81	0,039	0,919	0,026
Hemoglobina, %					
Pré-parto	12,03 $\pm$ 0,32	12,02 $\pm$ 0,33	0,825	0,046	0,552
Pós-parto	12,90 $\pm$ 1,17	11,43 $\pm$ 1,67	0,283	0,337	0,736
VCM <sup>d</sup> %					
Pré-parto	50,50 $\pm$ 1,73	54,36 $\pm$ 3,02	<0,001	0,368	0,299
Pós-parto	49,73 $\pm$ 0,82	53,75 $\pm$ 0,95	<0,001	<0,001	0,066
Leucócito, 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>					
Pré-parto	11599,10 $\pm$ 633	8004,7 $\pm$ 979	<0,001	0,052	0,686
Pós-parto	10807,7 $\pm$ 843	10742,2 $\pm$ 1178	0,033	0,054	0,918
Neutrófilo segmentado, 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>					
Pré-parto	5224 $\pm$ 349	3941 $\pm$ 412	<0,001	0,971	0,199
Pós-parto	4893 $\pm$ 532	5667 $\pm$ 1129	0,983	0,347	0,959
Hemácias, 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>					
Pré-parto	6,91 $\pm$ 0,62	5,95 $\pm$ 0,50	0,347	0,708	0,751
Pós-parto	6,28 $\pm$ 0,29	6,31 $\pm$ 0,75	0,759	0,001	0,311
Linfócitos, %					
Pré-parto	43,96 $\pm$ 2,60	35,48 $\pm$ 3,52	0,001	0,017	0,012
Pós-parto	40,29 $\pm$ 2,07	32,65 $\pm$ 4,13	0,005	0,387	0,853

<sup>a</sup> Primíparas, número de lactações = 1; Múltíparas = número de lactações > 1. <sup>b</sup> Valores de probabilidade para grupo, semana e interação entre grupo x semana (Inter). <sup>c</sup> Concentração de hemoglobina corpuscular média. <sup>d</sup> Volume corpuscular médio.

Da mesma forma, não foram observadas diferenças nas concentrações de eritrócitos, hematócrito, hemoglobina, neutrófilos segmentados entre os grupos pós-parto. No entanto, o grupo de primíparas apresentou concentrações mais altas de hematócrito (P = 0,017), leucócito (P = 0,001), neutrófilo segmentado (P = 0,001) e linfócito (P = 0,001) no período de pré-parto (Tabela 4). O grupo de múltíparas mostrou concentrações mais elevadas de MCHC (P = 0,012), VCM (P = 0,001) no período de pré-parto do que as búfalas primíparas (Tabela 4).

O grupo de múltíparas apresentou menores concentrações de MCHC (P = 0,039), leucócitos (P = 0,033) e linfócitos (P = 0,005) e maiores concentrações de VCM (P = 0,001), no período pós-parto que as búfalas primíparas. Houve efeitos de semanas (P = 0,001) nos eritrócitos, VCM (P = 0,001), pós-parto e hemoglobina (P = 0,046) e

linfócitos ( $P = 0,017$ ) no pré parto. Houve efeito de interação entre semanas e grupos para os linfócitos ( $P = 0,012$ ) durante o período de pré-parto.

Não foram observadas diferenças nas concentrações de albumina, triglicérides e fósforo entre os dois grupos pré e pós-parto (Tabela 5). O grupo das primíparas apresentou maior glicose plasmática total ( $P = 0,014$ ), colesterol total ( $P = 0,013$ ) e cálcio ( $P = 0,001$ ) no período de pré-parto. No entanto, o grupo de primíparas apresentou menor concentração de proteína total ( $P = 0,044$ ) globulina ( $P = 0,025$ ) e uréia ( $P = 0,016$ ) no período de pré-parto e menor proteína total ( $P = 0,040$ ) e globulina ( $P = 0,019$ ) pós-parto. Houve efeito de semanas nas concentrações de glicose ( $P = 0,049$ ) uréia ( $P = 0,008$ ) e colesterol total ( $P = 0,007$ ) no período pós-parto e nas concentrações de triglicérides ( $P = 0,041$ ) pré-parto.

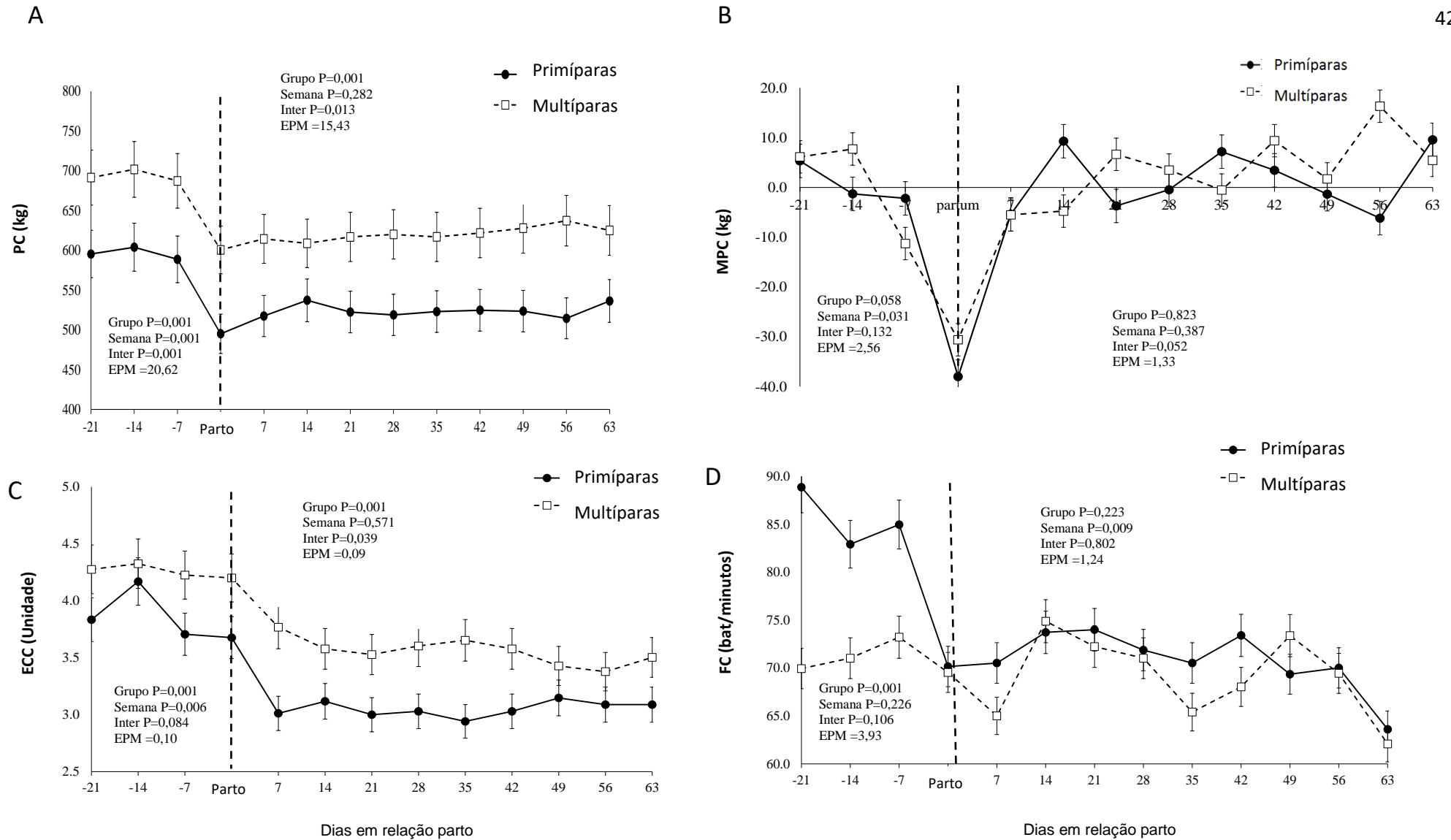


Figura 1. Peso corporal (PC) (A), mudança de peso corporal (MPC) (B), escore de condição corporal (ECC) (C), e frequência cardíaca (FC) (D), em búfalas primíparas, número de lactação = 1; Multíparas = número de lactação > 1. \*  $P < 0,05$  diferença entre os grupos primíparas e multíparas na semana.

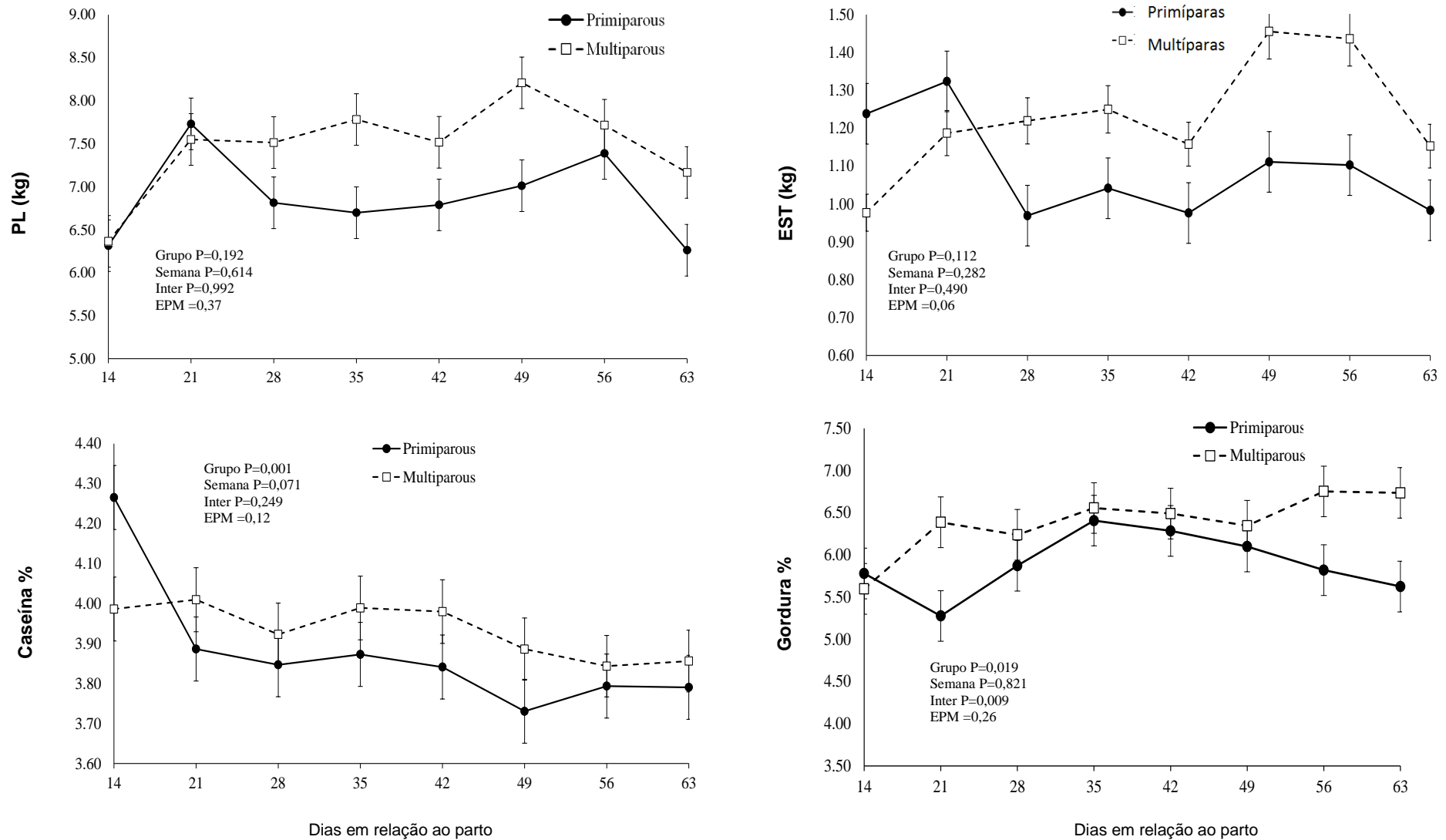


Figura 2. Produção de leite (A), teor de caseína (B), produção total de extrato seco (EST) (C) e teor de gordura do leite (D em búfalas Primípara, número de lactação = 1; múltiparas = número de lactação > 1. \*P <0,05 diferença entre os grupos primíparas e múltiparas na semana.

Tabela 5. Valores médios semanais dos metabólitos sanguíneos de diferentes grupos de búfalas (média  $\pm$  EPM)

Item	Grupo <sup>a</sup>		P- valores <sup>b</sup>		
	Primíparas	Múltíparas	Grupo	Semanas	Inter
	mg/dL				
Glicose					
Pré-parto	71,5 $\pm$ 2,37	65,2 $\pm$ 2,94	0,014	0,287	0,754
Pós-parto	78,2 $\pm$ 2,31	67,2 $\pm$ 2,98	0,086	0,049	0,542
Proteína Total					
Pré-parto	7,58 $\pm$ 0,28	7,92 $\pm$ 0,28	0,044	0,256	0,377
Pós-parto	8,10 $\pm$ 0,23	8,62 $\pm$ 0,30	0,040	0,476	0,227
Albumina					
Pré-parto	2,93 $\pm$ 0,08	2,95 $\pm$ 0,08	0,779	0,203	0,560
Pós-parto	5,16 $\pm$ 0,23	5,45 $\pm$ 0,23	0,173	0,362	0,259
Globulina					
Pré-parto	4,69 $\pm$ 0,23	4,96 $\pm$ 0,26	0,025	0,218	0,895
Pós-parto	2,93 $\pm$ 0,05	3,05 $\pm$ 0,07	0,019	0,277	0,316
Ureia					
Pré-parto	22,6 $\pm$ 1,80	21,0 $\pm$ 2,28	0,293	0,521	0,559
Pós-parto	35,45 $\pm$ 3,67	43,13 $\pm$ 4,74	0,016	0,008	0,602
Colesterol Total					
Pré-parto	20,5 $\pm$ 0,69	19,7 $\pm$ 0,88	0,013	0,605	0,522
Pós-parto	31,6 $\pm$ 3,52	29,4 $\pm$ 4,64	0,019	0,007	0,660
Triglicerídeos					
Pré-parto	34,8 $\pm$ 5,91	32,3 $\pm$ 8,44	0,762	0,041	0,204
Pós-parto	40,2 $\pm$ 4,36	41,8 $\pm$ 5,62	0,371	0,997	0,477
Cálcio					
Pré-parto	11,14 $\pm$ 0,41	9,50 $\pm$ 0,48	0,001	0,158	0,656
Pós-parto	10,22 $\pm$ 0,59	7,33 $\pm$ 0,77	<0,001	0,387	0,052
Fósforo					
Pré-parto	8,43 $\pm$ 0,70	8,46 $\pm$ 0,80	0,731	0,161	0,315
Pós-parto	7,92 $\pm$ 0,33	8,05 $\pm$ 0,43	0,903	0,261	0,368

<sup>a</sup> número de lactação primípara = 1; Múltípara = número de lactação > 1.

<sup>b</sup> Valores de probabilidade para grupo, semana e interação entre grupo x semana (Inter).

As concentrações urinárias de Cl, cálcio e ácido úrico não diferiram entre os dois grupos durante os períodos pré e pós-parto (Tabela 6). Da mesma forma, não houve diferença para a concentração de K entre os grupos de pré-parto. No entanto, o grupo de múltíparas apresentou maior conteúdo de K ( $P = 0,010$ ) pós-parto. O grupo de primíparas apresentou maior teor de S durante os períodos pré ( $P = 0,001$ ) e pós-parto ( $P = 0,001$ ) e maior teor de uréia nos períodos pré ( $P = 0,001$ ) e pós-parto ( $P = 0,001$ ). Houve um efeito de semanas ( $P = 0,001$ ) e efeito de interação entre semanas e grupos para as concentrações de uréia ( $P = 0,001$ ) durante o período de pré-parto.



Tabela 6. Concentrações de metabólitos na urina durante os períodos pré e pós-parto (média ± EPM)

Item	Grupo <sup>a</sup>		P- valores <sup>b</sup>		
	Primíparas	Múltíparas	Grupo	Semanas	Inter
K (mg/dl)					
Pré-parto	120,2 ± 22,5	180,4 ± 23,9	0,059	0,807	0,327
Pós-parto	115,8 ± 24,4	158,5 ± 22,0	<0,001	0,222	0,399
Cl (mg/dl)					
Pré-parto	8,27 ± 9,06	95,9 ± 10,0	0,684	0,753	0,431
Pós-parto	68,9 ± 9,31	65,1 ± 7,86	0,245	0,240	0,474
S (mg/dl)					
Pré-parto	13,46 ± 2,29	6,08 ± 2,43	<0,001	0,361	0,836
Pós-parto	18,26 ± 2,50	8,11 ± 2,26	<0,001	0,178	0,791
Ca (mg/dl)					
Pré-parto	5,48 ± 1,02	7,88 ± 1,16	0,105	0,561	0,767
Pós-parto	12,37 ± 1,66	13,13 ± 1,46	0,290	0,850	0,487
Ureia (mg/dl)					
Pré-parto	588,8 ± 90,41	184,3 ± 89,39	<0,001	0,114	0,892
Pós-parto	1377,3 ± 116	980,1 ± 102	<0,001	0,014	0,016
Ácido Úrico (mg/dl)					
Pré-parto	3,50 ± 0,50	4,38 ± 0,50	0,077	0,901	0,445
Pós-parto	4,79 ± 0,75	4,51 ± 0,68	0,190	0,230	0,808

<sup>a</sup> número de lactação primípara = 1; Múltípara = número de lactação > 1.

<sup>b</sup> Valores de probabilidade para grupo, semana e interação entre grupo x semana (Inter).

#### 4. DISCUSSÃO

O controle homeostático implica que, se o ambiente nutricional for adequado, o animal em lactação pode atender às demandas de energia do CMS e a mobilização de tecidos será minimizada (Roche et al, 2009). O conceito de homeorrese tem implicação de que o animal tem um direcionamento genético para salvaguardar importantes funções biológicas como a sobrevivência do neonato (através do fornecimento de leite) ou reprodução e de acordo com Bauman e Currie (1980) pode ser explicado pela expressão “orquestrada ou alterações coordenadas no metabolismo do tecido corporal, necessárias para suportar um estado fisiológico”.

Durante os períodos pré e pós-parto, o grupo de múltíparas apresentou maior PC e ECC do que as búfalas primíparas. Esses resultados estão relacionados ao método adotado e à correlação entre PC e MPC e estágio de maturidade (Anitha et al., 2011; Roche et al., 2007). Observamos que a perda de PC e a mudança na ECC (46,5 kg e 0,79 pontos para primíparas vs. 49,2 kg e 0,70 para múltíparas) dos grupos durante a transição foi observada entre as fases gestacionais não-lactantes e lactantes não grávidas (Figura 1C).

Os animais do grupo das primíparas perderam 8,1% do peso corporal inicial, enquanto as multíparas perderam 7,3% do peso (Tabela 2) no período de pré-parto. Apesar de avaliar búfalas de diferentes idades, é necessário enfatizar que o ECC recomendado no parto para vacas leiteiras pode ser diferente para búfalos leiteiros devido as diferenças no metabolismo entre as espécies, capacidade de controle da temperatura corporal, potencial genético, comportamento alimentar e padrão de ruminação (Campineli et al., 2006).

Foi observado maior ECC para o grupo das multíparas do que para as primíparas no período pré-parto ( $P = 0,001$ ) (4,25 unidades vs 3,84 unidades, respectivamente) e pós-parto (3,55 unidades vs 3,05 unidades, respectivamente). Os perfis endócrinos mudam (Bauman, 2000) e a lipólise e lipogênese são reguladas para aumentar as reservas lipídicas durante a gestação; Além disso, o metabolismo lipídico é regulado por mecanismos homeostáticos e homeorréticos (Roche et al., 2009). No início de sua primeira lactação, as demandas competitivas da glândula mamária são sobrepostas às exigências de crescimento (Wathes et al., 2007). Algumas diferenças fisiológicas têm sido relacionadas na literatura entre vacas leiteiras primíparas e multíparas. Wathes et al. (2007) e Moyes (2004) relataram concentrações mais altas de IGF-I em vacas primíparas do que multíparas e também menores concentrações de insulina em vacas primíparas do que em vacas multíparas. Essas condições podem tornar as vacas mais sensíveis ao estresse oxidativo. Em fêmeas de bovinos de corte, as concentrações de somatotropina no sangue são mais baixas e as concentrações de insulina são mais altas quando comparada com as raças destinadas a produção de leite.

O grupo de multíparas apresentou maior temperatura retal ( $P = 0,028$ ) do que o grupo de primíparas no período de pré-parto. A temperatura retal é uma medida importante na avaliação fisiológica e esse resultado pode ser explicado pela maior termogênese para multíparas do que para as primíparas que se correlaciona com estresse oxidativo e produção de albumina (Ganaie et al., 2013; Celi et al., 2008).

O grupo de primíparas apresentou maiores de pH na urina que o grupo de multíparas no período de pré-parto. Alterações no pH urinário foram associadas ao aumento da produção urinária de Ca, e a acidose metabólica poderia ter aumentado a reabsorção de ossos e intestinos. A absorção de Ca é atribuída a um aumento na síntese

de 1,25 (OH) 2 D3 (Roche et al., 2009). No entanto, não foi observado diferenças na excreção de Ca na urina entre os grupos BCS (Tabela 6).

Esperava-se mudança na produção de leite entre os grupos avaliados. No entanto, não foram observadas diferenças na produção de leite entre os dois grupos, embora o grupo de multíparas tenha produzido 0,61 kg a mais. No entanto, o grupo de multíparas apresentou maior PLC e maiores produções de gordura, proteína, lactose e ESD e maiores teores de gordura, proteína, lactose, EST e ESD. Esses resultados podem ser atribuídos ao estágio de maturidade e idade; o grupo de búfalas multíparas possui maior capacidade de consumo de matéria seca e, assim, maior capacidade de adaptação às alterações metabólicas. Outro fator importante que pode explicar essas diferenças na composição e produção de sólidos é o ECC. Esse resultado pode estar relacionado à maior mobilização de reservas corporais em animais com maior ECC devido à maior mobilização de gordura corporal (AGNE) do tecido adiposo para a corrente sanguínea (Bell et al., 1995). Essa mudança pode contribuir para aumentar o *pool* de ácidos graxos que formam a gordura do leite, favorecendo a captura de ácidos graxos de cadeia longa do sangue para a glândula mamária e resultando em maior incorporação do leite (Bell., 1995). Anitha et al. (2011) avaliaram um sistema de classificação ECC em búfalos Murrah em diferentes grupos de ECC e relataram que o ECC ao parto influenciou a composição do leite (grupo 1: 2,5-2,99; grupo 2: 3,0-3,49; grupo 3: 3,5-3,99; e grupo 4 : 4,0-4,49, com teor de gordura do leite de 5,82%, 6,80%, 7,76% e 8,46%, respectivamente).

O grupo de multíparas apresentou maior teor de nitrogênio ureico no leite (NUL;  $P = 0,001$ ) do que o grupo de primíparas. Vários fatores podem alterar o conteúdo de NUL, especialmente a nutrição, como o aumento na ingestão de proteína ou o aumento no consumo de PDR (Bach et al., 2005). O catabolismo e a desaminação da proteína corporal e o excesso de proteína da dieta, podem contribuir para o *pool* de nitrogênio ureico no sangue. Como o sangue é secretado pela glândula mamária, a uréia é difundida para dentro e para fora da glândula, entrando em equilíbrio com a uréia sanguínea. Este processo permite que o NUL seja um excelente preditor da uréia sanguínea e do nitrogênio urinário. Entretanto, neste estudo não houve diferença entre o MPC entre os grupos avaliados e, portanto, apenas este resultado não pode explicar essa diferença no conteúdo do NUL. Atribuímos o maior conteúdo de NUL ao aumento do

consumo de proteína que pode ter ocorrido devido à maior capacidade de consumo do grupo multiparas.

O grupo das primíparas exibiu maiores concentrações de hematócrito, leucócitos, neutrófilos segmentados e linfócitos no pré-parto (Tabela 4). Fisiologicamente, no final da gravidez, o número de glóbulos vermelhos aumenta como resultado do efeito eritropoiético da somatotropina placentária da placenta, progesterona e prolactina (Roche et al., 2009). O efeito eritropoiético é a formação de glóbulos vermelhos, glóbulos brancos (linfócitos, monócitos, eosinófilos, granulócitos, neutrófilos e basófilos) e plaquetas. Da mesma forma, o aumento do volume sanguíneo é uma resposta à circulação uterina placentária e ao desenvolvimento fetal, mantendo a oxigenação tecidual e a pressão arterial em níveis adequados. No entanto, o estado nutricional pode alterar o volume sanguíneo, o efeito eritropoiético e a produção de leite. Animais de alta produção exibem menores concentrações de eritrócitos no sangue (Brun-Hansen et al., 2006).

O grupo de múltiparas apresentou menores concentrações de MCHC, leucócitos e linfócitos e maiores concentrações de MCV, no período pós-parto, do que as búfalas primíparas. Esses resultados podem ser atribuídos ao maior status inflamatório no período pré-parto e ao efeito dos hormônios glicocorticóides no grupo de primíparas, que aumentaram a concentração de linfócitos (Brun-Hansen et al., 2006). O VCM confere uma medida do tamanho das hemácias, de modo que valores menores indicam hemácias reduzidas. Os leucócitos participam na proteção do hospedeiro contra o patógeno e no monitoramento e remoção de antígenos não próprios. O aumento das concentrações de leucócitos no sangue pode ser atribuído à menor condição nutricional do grupo de primíparas ao parto. Isso ocorre porque uma resposta imune eficiente é baseada na interação e no equilíbrio entre diferentes tipos de células e seus produtos. À medida que a data de parto se aproxima, o número total de leucócitos aumenta, principalmente como resultado do aumento absoluto no número de neutrófilos (Graugnard et al., 2012).

Níveis elevados de neutrófilos foram apresentados pelo grupo de primíparas pré- (P = 0,001). Embora a ECC não tenha sido baixa em ambos os grupos, o declínio do estado nutricional e o aumento do estresse oxidativo podem aumentar a concentração de neutrófilos, o que é explicado pelo fato de que a fagocitose dos microrganismos é a

principal função dos neutrófilos (Graugnard et al. 2012). Isso representa uma das principais linhas de defesa do hospedeiro contra patógenos; os leucócitos, principalmente, são frequentemente produzidos em larga escala em hospedeiros com carga bacteriana.

O grupo de multíparas apresentou maior conteúdo pós-parto de K (Lager et al., 2012). O grupo das primíparas apresentou maior teor de S durante os períodos pré e pós-parto e maior teor de uréia nos períodos pré e pós-parto. As concentrações de metabólitos urinários foram semelhantes entre os dois grupos no presente experimento, com exceção de K, S e uréia, que diferiram entre os grupos pré e pós-parto. As concentrações de K e Cl são necessárias para manter a pressão osmótica e a regulação ácido-base

No periparto, existe uma correlação positiva entre as concentrações de cálcio, fósforo e albumina no sangue (Alvarenga et al., 2015). O grupo das primíparas apresentou maior glicose plasmática total, colesterol total e cálcio no período de pré-parto. As búfalas primíparas têm menor desafio metabólico do que as búfalas multíparas, por isso houve maiores concentrações de glicose no sangue do grupo das primíparas (Coffey et al., 2006). O colesterol total plasmático mais elevado para o grupo das primíparas pode ser atribuído à maior mobilização de combustível corporal, especialmente gordura. Baixas concentrações de cálcio e fósforo no sangue para o grupo das multíparas observado no balanço energético negativo, são possivelmente necessárias para sustentar a produção de leite (Sundrum et al., 2015). Fiore et al. (2015) encontraram diferenças nas concentrações sanguíneas de K, Cl e Ca entre os períodos pré e pós-parto. O grupo de primíparas apresentou maior cálcio plasmático nos períodos pré e pós-parto. Esse resultado pode ser atribuído à maior eficiência de mobilização e absorção de cálcio em animais jovens (Gonzales, 2000).

## **5. CONCLUSÃO**

Búfalos durante o período de transição mostraram algumas variações no status oxidativo relacionadas ao seu estado metabólico. Após o parto, as búfalas primíparas durante o período de transição exibem inter-relações negativas entre as características metabólicas e as variações do desempenho produtivo no estresse oxidativo relacionado

ao seu estado metabólico. Essas condições podem tornar os búfalas multíparas menos sensíveis ao estresse oxidativo durante o período de transição.

## 6. CONFLITO DE INTERESSES

Confirmamos que não há conflitos de interesse conhecidos associados a esta publicação e que nenhum auxílio financeiro significativo foi fornecido para este estudo que possa ter influenciado seus resultados.

## 7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Sr. Urbano Antônio Souza Filho, à empresa leiteira Bufalissima e à Fazenda Natal pela assistência técnica e pelo uso de seus animais.

## 8. REFERÊNCIAS

Al Ibrahim RM, Kelly AK, O’Grady L, Gath VP, McCarney C, Mulligan FJ. 2010. The effect of body condition score at calving and supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, metabolic status, and rumen fermentation of dairy cows in early lactation. *Journal Dairy Science* **93**:5318-5328.

Alvarenga EA, Moreira GHFA, Facury Filho EJ, Leme FOP, Coelho SG, Molina LR, Lima JAM, Carvalho AU. 2015. Evaluation of the metabolic profile of Holstein cows during the transition period. *Revista Brasileira de Zootecnia* **35**:281-90.

Anitha AKS, Bao J, Suresh RRS, Moorthy Dan YKR. 2011. A body condition score (BCS) system in Murrah buffalos. *Buffalo Bull* **30**:79-99.

AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) International. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed Association Official Analytical Chemists; Gaithersburg, MD, USA.

Bach A, Calsamiglia S, Stern MD. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. 2005. *Journal Dairy Science* **88**:9-21.

Bauman DE. 2000. Regulation of nutrient partitioning during lactation: Homeostasis and homeorhesis revisited. In: Cronje PB, editor. *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. Wallingford, UK: CAB International. pp. 311-28.

Bauman, DE, and WB Currie. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal Dairy Science* **63**:1514–1529.

- Bell AW. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal Animal Science* **73**:2804-19.
- Berry DP, Lee JM, Macdonald KA, Roche JR. 2007. Body condition score and body weight effects on dystocia and stillbirths and consequent effects on postcalving performance. *Journal Dairy Science* **90**:4201-11.
- Brun-Hansen HC, Kampen AH, Lund A. 2006. Hematologic values in calves during the first 6 months of life. *Veterinary Clinical Pathology* **35**:182-7.
- Campanile G, Neglia G, DiPalo R, Gasparini B, Pacelli C, D'Occhio MJ, Zicarelli L. 2006. Relationship of body condition score and blood urea and ammonia to pregnancy in Italian Mediterranean buffaloes. *Reproduction Nutrition Development* **46**:57-62.
- Celi P, Bush DR. Pregnancy, lambing and survival. 2010. In: Cottle D, editor. *International sheep and wool handbook*. Nottingham University Press. pp. 223-57.
- Celi P, Di Trana A, Quaranta A. 2008. Metabolic profile and oxidative status in goats during the peripartum period. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **48**:1004-08.
- Coffey MP, Hickey J, Brotherstone S. 2006. Genetic aspects of growth of Holstein-Friesian dairy cows from birth to maturity. *Journal Dairy Science* **89**:322-9.
- Di Palo R. 1992. *Produzione latte nella bufala con diete tradizionali e con impiego di acidi grassi* [Ph D Thesis]. Italy, University of Naples.
- Fiore E, Barberio A, Morgante M, Rizzo M, Giudice E, Piccione G, Lora M, Ganesella M. 2015. Glucose infusion response to some biochemical parameters in dairy cows during the transition period. *Animal Science Papers and Reports* **33**:129-36.
- Ganaie AH, Shanker G, Bumla NA, Ghasura RS, Mir NA. 2013. Biochemical and physiological changes during thermal stress in bovines. *Journal of Veterinary Science and Technology* **4**:126-35.
- González, F. H. D. 2000. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre: Brasil. UFRGS, pp.63-74.
- Graugnard DE, Bionaz M, Trevisi E, Moyes KM, Salak-Johnson JL, Wallace RL, Drackley JK, Bertoni G, Looor JJ. 2012. Blood immunometabolic indices and polymorphonuclear neutrophil function in peripartum dairy cows are altered by level of dietary energy prepartum. *Journal Dairy Science* **95**:1749-58.
- Grummer RR, Mashek DG, Hayirli A. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **20**:447-70.

Hall MB. 2000. Calculation of Non-Structural Carbohydrate Content of Feeds that Contain Non-Protein Nitrogen. University of Florida; Gainesville, FL, USA. p. A-25 (*Bulletin-339*).

Khattab, RM., El-Shamaa, IS, MA Ibrahim and SA, Darwish.1996. Puberty and post-pubertal seminal changes leading to sexual maturity of winter and summer born Buffalo males. *Journal of Agriculture and Animal Science* **34**:1563-1575.

Lager K, Jordan E. 2012. The metabolic profile for the modern transition dairy cow. In: *Proceedings of the mid-south ruminant nutrition conference 2012*. Jordan E editor; 2012; Grapevine, TX, USA': Texas A and M University: College Station. pp. 9-16.

Moyes TE. 2004. *Variation in concentrations of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in pasture-fed Holstein–Friesian cows*. Ph.D. thesis. Australia: University of Melbourne.

Paul, SS and Lal, D 2010. *Nutrient Requirements of Buffaloes*. Satish Serial Publishing House.

Roche JR, Turner LR, Lee JM, Edmeades DC, Donaghy DJ, Macdonald KA, Penno JW, Berry DP. 2009. Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 2. Temporal patterns and intra-relationships in herbage quality and mineral concentration parameters. *Animal Production Science* **49**:200-10.

Roche JR. 2007. Milk production responses to pre- and post-calving dry matter intake in grazing dairy cows. *Livestock Science* **110**:12–24.

SAS (*Statistical Analysis System*) Institute Inc. 2004. User's Guide: Statistics, version 9. SAS Inst;Cary, NC, USA.

Sundrum A. 2015. Metabolic disorders in the transition period indicate that the dairy cows' ability to adapt is overstressed. *Animals* **5**:978-1020.

Wathes, D.C., Z. Chenga, N. Bourne, V.J. Taylor, M.P. Coffey, S. 2007. Brotherstone. Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domestic Animal Endocrinology* **33**: 203–225.



### **CAPÍTULO III**

**Correlações entre escore de condição corporal, parâmetros clínicos e produção e composição de leite em búfalas Murrah no período de transição e início de lactação**

## Correlações entre escore de condição corporal, parâmetros clínicos e produção e composição de leite em búfalas Murrah no período de transição e início de lactação

### RESUMO

Trinta e sete búfalas gestantes (multíparas) foram selecionadas e monitoradas durante o período de transição com base no escore da condição corporal (ECC) e na data prevista de parto. Foram formados dois grupos de búfalas: 1) búfalas com  $ECCP > 3,5$ , ( $n = 17$ ); esses animais foram classificados como o grupo de alto escore de condição corporal ao parto (AECCP), e; 2) búfalas com  $ECCP \leq 3,5$ , ( $n = 20$ ) esse grupo foi classificado e nomeado como o grupo com baixa condição corporal ao parto (BECCP). Os animais foram monitorados durante os últimos 30 dias de gestação e os primeiros 70 dias pós-parto e mantidos no mesmo ambiente e nas condições de alimentação e manejo. Os valores médios para o ECCP foram de  $2,98 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) e  $4,21 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) para os grupos BECCP e AECCP, respectivamente. Houve correlação positiva entre o peso corporal (PC) e o escore condição corporal (ECC) em três semanas pré-parto (S-3 = 0,493 P= 0,014; S-2 = 0,585 P= 0,002; S-1 = 0,536 P = 0,004) até três semanas pós-parto (S1 = 0,747 P= <0,001; S2 = 0,685 P= <0,001; S3 = 0,602 P = <0,001). Houve correlação positiva entre o escore condição corporal (ECC) na segunda semana de lactação e os teores de proteína bruta no leite (S2 = 0,400 P= 0,038), e estrato seco total (S2 = 0,448; P= 0,019). Búfalos durante o período de transição mostraram algumas correlações importantes como a redução do escore de condição corporal e o aumento das concentrações de células de defesa como os leucócitos.

**Palavras chave:** Lactação, leucócitos, mudança de peso, ruminantes

CORRELATIONS BETWEEN BODY CONDITION SCORE, CLINICAL  
PARAMETERS AND PRODUCTION AND MILK COMPOSITION IN BUFFALO  
MURRAH IN THE TRANSITION PERIOD AND EARLY LACTATION

ABSTRACT

Thirty-seven pregnant buffaloes (multiparous) were selected and monitored during the transition period based on their body condition score and on the estimated calving date. Two groups were formed: 1) buffaloes with a BCS  $> 3.5$  ( $n = 17$ ); this group was classified and named 'high BCS at calving' (HBCS); and 2) buffaloes with a BCS  $\leq 3.5$  ( $n = 20$ ); this group was classified and named 'low BCS at calving' (LBCS). All animals were monitored during the last 30 days of pregnancy and the first 70 days post-calving and kept in the same environment and under the same feeding and management conditions. Mean values for BCS at calving were  $2.98 \pm 0.9$  (mean  $\pm$  SD) and  $4.21 \pm 0.9$  (mean  $\pm$  SD) for the HBCS and LBCS groups, respectively. There was a positive correlation between body weight (CP) and body condition score (ECC) at three weeks before delivery ( $S-3 = 0.493$   $P = 0.014$ ,  $S-2 = 0.585$   $P = 0.002$ ,  $S-1 = 0.536$   $P = 0.004$ ) up to three weeks postpartum ( $S1 = 0.747$   $P = <0.001$ ;  $S2 = 0.685$   $P = <0.001$ ;  $S3 = 0.602$   $P = <0.001$ ). There was a positive correlation between the body condition score (ECC) in the second week of lactation and the crude protein levels in the milk ( $S2 = 0.400$   $P = 0.038$ ), and total dry stratum ( $S2 = 0.448$ ,  $P = 0.019$ ). Buffaloes during the transition period showed some important correlations such as the reduction of the body condition score and the increase of concentrations of defense cells such as leukocytes.

**Key words:** Lactation, leukocytes, weight change, ruminants

## 1. INTRODUÇÃO

A análise do perfil metabólico tem sido usada para investigar possíveis relações entre a ingestão de energia na dieta e o aumento da incidência de doenças metabólicas e reprodutivas no pós- parto. A perda de condição corporal entre os períodos seco e pós- parto são usados como um meio de avaliação da gordura corporal e conteúdo muscular e consequentemente, correlaciona-se com os demais parâmetros metabólicos.

As variações no pré e concentrações no pós-parto de certos parâmetros metabólicos podem servir como indicadores de doenças persistente no pós-parto e a identificação precoce de fatores de risco, que podem não só permitir uma intervenção direcionada, mas também servem como base para possíveis mudanças nas práticas de gestão e manejo para a prevenção destas doenças (Kim IH, Suh GH, 2003; Wathes DC et al, 2007; Kaufmann TB et al, 2010).

Escores de condição corporal (ECC) e suas variações são usados como um meio de avaliação indireta do metabolismo energético e quando correlacionados com parâmetros plasmáticos de metabólitos podem servir para monitorar o balanço energético negativo e indicar tendências de desequilíbrio homeostático que podem comprometer o período pós-parto e o potencial produtivo, porém poucas publicações descreveram as relações entre distúrbios metabólicos e ECC em vacas e em búfalas esses estudos ainda estão incipientes.

A correlação entre o ECC e temperatura retal pode explicar, por exemplo, a atividade lipolítica do tecido adiposo, assim como os teores de proteína bruta e extrato seco total no leite podem estar relacionadas com a reserva muscular e a capacidade de mobilização que é regulada por diversos fatores. Já os leucócitos indicam importante correlação entre o status sanitário e a concentração de células de defesa do organismo, que é bastante dependente da capacidade de suportar o estresse inerente dessa transição.

Objetivou-se com este estudo investigar a associação de variações pré e pós-parto nas concentrações de metabólito sanguíneo e ECC nas concentrações de células de defesa como os leucócitos, temperatura retal e frequência cardíaca e pH da urina, assim como peso corporal, proteína bruta e extrato seco total no leite.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Aspectos éticos e localização

Este estudo foi realizado em estrita conformidade com as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso de Animais na Escola de Medicina Veterinária e Ciência Animal da Universidade Federal da Bahia, Estado da Bahia, Brasil (número de aprovação: 39-2014).

### 2.2 Animais, alojamento e alimentação.

O experimento foi realizado em um rebanho comercial de búfalas Murrah, para produção de leite (*Bubalus bubalis*). A produção média de leite por lactação (300-DIM) do rebanho foi superior a 2400 kg. Trinta e sete búfalas gestantes (multíparas) foram selecionadas com base no escore de condição corporal (ECC) e na data de parto. Foram formados dois grupos de ECC ao parto (ECCP): 1) búfalas com  $ECCP > 3,5$ , ( $n = 17$ ); esses animais foram classificados como o grupo de alto escore de condição corporal ao parto (AECCP), e; 2) búfalas com  $ECCP \leq 3,5$ , ( $n = 20$ ) esse grupo foi classificado e nomeado como o grupo com baixa condição corporal ao parto (BECCP). Os animais foram monitorados durante os últimos 30 dias de gestação e os primeiros 70 dias pós-parto e mantidos no mesmo ambiente e nas mesmas condições de alimentação e manejo. Os valores médios para o ECCP foram de  $2,98 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) e  $4,21 \pm 0,9$  (média  $\pm$  DP) para os grupos BECCP e AECCP, respectivamente. O escore da condição corporal foi estatisticamente diferente entre os grupos ( $P < 0,001$ ).

No período pós-parto, todas as búfalas foram alimentadas com capim elefante picado (*Penissetum purpureum*), e concentrado sob a forma de mistura total “TMR” logo após a ordenha. A dieta (Tabela 1) foi formulada para atender às exigências de búfalas em lactação produzindo 6,0 kg / dia de leite com 7,0% de gordura e 4,2 % de proteína bruta de acordo com as recomendações de Paul e Lal, (2010). Após a alimentação matinal, todas as búfalas pós-parto foram mantidas em piquetes, com capim *Brachiaria decumbens*, (composição de nutrientes, g / kg DM: 216,5 MS, 110,1 PB, 727,4 FDN e 142,1CNF). As amostras dos alimentos foram coletadas duas vezes antes do parto e quatro vezes pós parto e analisadas segundo métodos estabelecidos pela

AOAC e a composição química dos nutrientes pode ser observada a partir dos dados abaixo a Tabela 1.

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica do suplemento

Item	Dieta
<b>Ingredientes, % da MS</b>	
Capim elefante ( <i>Penissetum purpureum</i> ) <sup>a)</sup>	80,0
Milho moído	11,0
Farelo de soja	3,60
Caroço de algodão	3,60
Uréia	0,80
Calcário	0,40
Mineral <sup>b)</sup>	0,60
<b>Composição química, % MS</b>	
Matéria seca	38,1
Proteína bruta	11,4
Fibra em detergente neutro	65,3
Carboidratos não fibrosos <sup>c)</sup>	12,5
Extrato etéreo	2,90

<sup>a)</sup> Composição dos nutrientes (g / kg MS): 250,1 MS; 71,0 PB; 768,2 FDN e 115,1 CNF.

<sup>b)</sup> Contem em kg do produto: 190 g de Ca, 60 g de P, 20 g de S, 20 g de Mg, 35 g de K, 70 g de Na, 15 mgs de Co, 700 mgs de Fe, 10 mgs de Cr, 700 mgs de Cu, 40 mgs de I, 1.600 mgs de Mn, 19 g de Se, 2.500 mgs de Zn, 200.000 IU de Vit A, 50.000 IU de Vit D3, 1 500 IU de Vit E.

<sup>c)</sup> Estimado de acordo com Hall (1998).

### 2.3 Coleta de amostras e análise química

As amostras dos alimentos foram coletadas duas vezes antes do parto e quatro vezes pós parto, processadas em um moinho de faca Wiley utilizando peneiras de 1 mm (Wiley Mill, AH Thomas, Philadelphia, PA, EUA) e analisadas para matéria seca (AOAC 950.15), cinzas (AOAC 942.05), extrato de étereo (EE, AOAC 920.39), proteína bruta (PB = N × 6.25, AOAC 984.13) e lignina (AOAC 973.18) de acordo com os métodos descritos por AOAC (AOAC, 2000). O FDN foi analisado utilizando  $\alpha$ -amilase sem adição de sulfito de sódio ao detergente (analisador de fibra TE-149, Tecnal Equipments for Laboratory Inc., Piracicaba, Brasil). As concentrações de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimadas de acordo com Hall (Hall, 2000), onde  $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ de ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% EE + \% \text{ de cinza} + \% FDN]$ .

## 2.4 Produção e composição do leite

As búfalas foram mecanicamente ordenhadas diariamente às 6h e a produção de leite foi medida por um medidor de leite automático (Delaval®). A produção de leite foi corrigida para 4,0 % de gordura (PLC) de acordo com Di Paolo (1992):  $Y = 1 + 0,01155 [(X-40) + (Z-31)]$  onde: Y é a quantidade (kg) de PLCG equivalente a 1 kg de leite produzido; X e Z são os gramas de gordura e proteínas contidas em 1 kg de leite produzido. As amostras de leite foram automaticamente coletadas (MM6®, DeLaval) todas as semanas (7; 14; 21; 28; 35; 42; 49; 56; 63 e 70 dias), foram analisadas frescas para gordura, proteína, lactose, nitrogênio ureico do leite (NUL) e as células somáticas (CCS) de acordo com Campanile et al. (CAMPANILE et al, 2006).

## 2.5 Escore de condição corporal, peso corporal e parâmetros clínicos

Durante o estudo, o ECC foi avaliado de acordo com Anitha et al (2011), com o uso do método de pontuação da condição corporal em búfalos para a raça Murrah. Foi utilizado o gráfico para a classificação de condição em uma escala de 1 a 5 usando subunidades de 0,5 pontos. As medidas e aferições foram coletadas a cada 7 dias por dois avaliadores treinados nos períodos pré-parto (-28; -21; -7 e parto) e pós-parto (+7; +14; +21; +28; +35; +42; +49; +56 +63 e +70 dias). O peso corporal (PC) foi obtido nos mesmos dias e usado para determinar as mudanças no escore de condição corporal (MECC) e as mudanças no peso corporal (MPC). Foram medidas a temperatura retal e a frequência cardíaca (batidas / min - através do estetoscópio) sempre após a ordenha.

## 2.6 Análise de índices de status metabólico

Semanalmente, as amostras de sangue foram coletadas na cauda, em tubos vacutainer 10mL, com e sem anticoagulante, nos períodos pré-parto (-28; -21; -7), parto e pós-parto (7; 14; 21 e 28 dias). Imediatamente após a coleta, as amostras foram centrifugadas a  $2000 \times g$  durante 15 minutos à temperatura ambiente para obter soro e plasma. Amostras de plasma foram enviadas ao Laboratório e analisadas em

hemograma (Eritrócitos, hemoglobina, hematócrito), concentração média de hemoglobina corpuscular (M.C.H.C), obtida por método colorimétrico de cianometahemoglobina, volume corpuscular médio (M.C.V.), obtido por método de micro-hematócrito; Leucograma (leucócitos, neutrófilos segmentados, linfócitos, bastonetes) obtidos pelo método de May-Grunwald-Giemsa, utilizado para coloração de células é uma mistura de corantes com características neutras, que coram os componentes nucleares e citoplasmáticos das células. O soro foi transferido para tubos de plástico (ependof), identificados e armazenados a  $-20^{\circ}\text{C}$  até a análise. As análises foram feitas com o uso de kits comerciais em um analisador automático de bioquímica (BioSystems®). Foram coletadas amostras de sangue para medir a glicose no soro (K048, Bioclin®, Brasil), proteína total (K031, Bioclin®, Brasil), albumina (K040, Bioclin®, Brasil), colesterol total (K083, Bioclin®, Brasil), ureia (K056, Bioclin®, Brasil) triglicerídeos (K117, Bioclin®, Brasil), cálcio (K051, Bioclin®, Brasil) e fósforo (K068, Bioclin®, Brasil).

As amostras de urina foram coletadas em copos descartáveis, de todas as búfalas aproximadamente quatro horas após a alimentação matinal quando as búfalas urinavam espontaneamente. Após a coleta, a urina foi filtrada e foram utilizadas alíquotas de 10 mL, diluídas imediatamente com 40 ml de ácido sulfúrico 0,036 N e armazenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posterior análise no pré-parto (-28; -21; -7), ao parto (até 24 horas pós-parto) e pós-parto (7; 14; 21; 28; 35; 42; 49; 56; 63; 70 dias).. Os valores de pH da urina foram determinados utilizando um medidor de pH digital (MB-10, Marte Científica, Minas Gerais, Brasil). Na amostra de urina foram determinadas concentrações de ureia (UR, método cinético fixado no tempo UV - K056, Bioclin®, Brasil), ácido úrico (UA, método colorimétrico enzimático - K139, Bioclin®, Brasil), cálcio (Ca, método colorimétrico de Ponto final - Arzenazo III - K051, Bioclin®, Brasil), enxofre (S) e cloro (Cl, método colorimétrico de tiocianato de mercúrio - K050, Bioclin®, Brasil). A determinação de potássio (K) foi feita como equipamento seletivo de íons MH 9180 (MH LabISE® 9180).



## 2.7 Análise estatística

As correlações entre as várias concentrações dos parâmetros clínicos e produção e composição do leite e ECC nas semanas pré-parto (S-3, S-2 e S-1) a pós-parto (S1, S2, S3, S4, S5 e S6), foram analisados pelo teste de correlação de Pearson (SAS, 9.1, 2004), considerando o nível de significância de  $P < 0,05$ .

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve correlação positiva entre o peso corporal (PC) e o escore condição corporal (ECC) em três semanas pré-parto (S-3 = 0,493  $P = 0,014$ ; S-2 = 0,585  $P = 0,002$ ; S-1 = 0,536  $P = 0,004$ ) até três semanas pós-parto (S1 = 0,747  $P < 0,001$ ; S2 = 0,685  $P < 0,001$ ; S3 = 0,602  $P < 0,001$ ) (Tabela 2). Houve correlação positiva entre o escore condição corporal e a temperatura retal (TR) duas semanas pós-parto (0,365  $P < 0,046$ ). O peso corporal apresenta variações durante a lactação. Ele é influenciado pelo tamanho dos animais (desenvolvimento de esqueleto), quantidade de reservas corporais e enchimento do trato gastrointestinal (Rennó et al., 2006; Enevoldsen e Kristensen, 1997), fatores esses dependentes dos estádios de lactação e gestação e da idade dos animais (Koenen et al., 1999). Segundo Koenen et al. (1999) e Buckley et al. (2000), o peso corporal (PC) segue um padrão com rápida diminuição ao parto, coincidindo com a expulsão do feto, da placenta e dos demais conteúdos uterinos, acompanhado pelo declínio gradual do peso em razão da mobilização de reservas corporais para o fornecimento de energia para a produção de leite. Após o início da lactação e nova concepção, há retorno ao peso inicial em função da reposição dos tecidos corporais mobilizados e do desenvolvimento fetal.

A faixa de temperatura retal de vacas no pós-parto gira em torno de 38,6 a 39,4 °C (Smithe e Risco, 2005). A correlação positiva entre o ECC e a TR na segunda semana pode ser explicada pela atividade lipolítica no tecido adiposo que é regulada por diversos fatores. Entre eles destacam-se o escore de condição corporal (ECC) ao parto, que representa a quantidade de reservas corporais retida no corpo do animal, e a produção de leite, que se relaciona à magnitude dos estímulos hormonais que regulam

as taxas de lipólise e lipogênese, bem como a partição de nutrientes entre a glândula mamária e o restante dos tecidos corporais (Herdt, 2000).

Não houve correlação entre o escore condição corporal (ECC) em três semanas pré-parto e três semanas pos parto com os parâmetros pH da urina e frequência cardíaca.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson (r) da relação entre parâmetros clínicos e escores de condição corporal no pré e pós-parto

Item	Pre-parto						Pós-parto					
	S-3		S-2		S-1		S1		S2		S3	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Peso corporal	0,493	0,014	0,585	0,002	0,536	0,004	0,747	<0,001	0,685	<0,001	0,602	<0,001
Temperatura retal	0,240	0,256	-0,322	0,116	-0,010	0,961	0,373	0,066	0,365	0,046	0,218	0,207
pH, Urina	-0,263	0,275	-0,279	0,247	-0,239	0,258	-0,022	0,983	-0,275	0,172	0,031	0,368
Frequencia cardiac	-0,160	0,452	-0,122	0,587	0,008	0,968	-0,355	0,081	-0,061	0,738	-0,302	0,077

Semanas pré-parto: S-3 21 dias pré parto, S-2: 14 dias pré parto e S-1 7 dias pré parto. (Valores de  $P < 0,05$  indicam diferenças significativas).

Houve correlação positiva entre o escore condição corporal (ECC) na segunda semana de lactação e os teores de proteína bruta no leite (S2 = 0,400  $P = 0,038$ ), e estrato seco total (S2 = 0,448;  $P = 0,019$ ). Não houve correlação entre o escore condição corporal (ECC) nas demais semanas avaliadas e os teores de gordura, lactose e ESD, PL, PLC, e as produções de gordura, proteína, lactose, EST e ESD. Renno et al. (2006) também observou maiores teores de EST nas primeiras semanas de lactação em vacas com maior ECC.

Os maiores teores de EST podem ser explicados pelo maior teor de gordura, não observado neste capítulo mas sim no capítulo I. Esse resultado pode ser explicado pela mobilização de reservas corporais em animais com maior ECCP, resultando numa grande liberação de ácidos graxos nãoesterificados (AGNE), provenientes do tecido adiposo para a circulação sanguínea (Bell, 1995). Essa liberação pode contribuir para o aumento do pool de ácidos graxos que formam a gordura do leite, favorecendo a captura de ácidos graxos de cadeia longa do sangue para a glândula mamária, resultando na grande incorporação deles ao leite de vacas nas primeiras 12 semanas pós-parto (Palmquist et al., 1993)

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) da relação entre a produção e a composição do leite e escores de condição corporal no pré e pós-parto

Item	S2		S3		S4		S5		S6	
	$r$	$P$	$r$	$P$	$r$	$P$	$r$	$P$	$r$	$P$
Gordura, %	0,345	0,147	0,033	0,883	0,061	0,764	0,096	0,654	0,056	0,777
Proteína, %	0,400	0,038	0,253	0,251	-0,074	0,712	0,100	0,633	-0,056	0,789
Lactose, %	-0,282	0,162	-0,143	0,484	0,003	0,986	-0,083	0,679	0,161	0,441
EST, %	0,448	0,019	0,158	0,438	-0,176	0,369	0,073	0,714	0,083	0,691
ESD, %	-0,034	0,860	-0,212	0,297	0,048	0,807	0,064	0,750	0,081	0,348
PLC, kg/dia	-0,016	0,961	-0,265	0,358	0,115	0,628	0,115	0,628	0,051	0,840
PL, kg/dia	0,159	0,602	-0,084	0,723	0,062	0,657	0,062	0,657	0,201	0,334
Gordura, kg/dia	-0,210	0,616	-0,218	0,472	0,095	0,679	0,095	0,679	0,311	0,208
Proteína, kg/dia	0,256	0,420	-0,110	0,671	0,083	0,718	0,083	0,718	0,079	0,738
Lactose, kg/dia	-0,093	0,810	-0,312	0,257	-0,035	0,879	-0,035	0,879	-0,071	0,771
EST, kg/dia	-0,069	0,820	-0,189	0,481	-0,014	0,971	-0,014	0,951	0,058	0,808
ESD, kg/dia	-0,523	0,365	-0,153	0,585	0,143	0,545	0,143	0,545	-0,010	0,961

Semanas pré-parto: S-3 21 dias pré parto, S-2: 14 dias pré parto e S-1 7 dias pré parto. (Valores de  $P < 0,05$  indicam diferenças significativas).

Houve correlação negativa entre o escore condição corporal (ECC) na primeira semana de lactação com as concentrações de leucócitos no sangue das búfalas ( $S2 = -0,555$ ;  $P = 0,048$ ). O número de leucócitos totais encontra-se aumentado, principalmente devido ao aumento de neutrófilos, com ou sem desvio à esquerda.

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) da relação entre hemograma e valores semanais de escores de condição corporal no pré e pós-parto

Item	Pr-parto						Pós-parto					
	S-3		S-2		S-1		S1		S2		S3	
	$r$	$P$	$r$	$P$	$R$	$P$	$r$	$P$	$r$	$P$	$r$	$P$
Hematocrito	0,179	0,191	0,458	0,252	0,425	0,253	0,197	0,449	-0,197	0,518	-0,224	0,506
Linfocito	-0,154	0,770	0,458	0,252	-0,154	0,691	0,276	0,371	0,067	0,835	-0,366	0,372
Leucocito	-0,277	0,595	-0,291	0,634	-0,185	0,670	-0,555	0,048	0,031	0,921	-0,494	0,122
Neutrófilos	-0,635	0,065	-0,010	0,980	-0,275	0,440	0,186	0,541	-0,351	0,318	0,002	0,996

Semanas pré-parto: S-3 21 dias pré parto, S-2: 14 dias pré parto e S-1 7 dias pré parto. (Valores de  $P < 0,05$  indicam diferenças significativas).

O conhecimento da produção, distribuição e fisiopatologia leucocitária são essenciais para interpretação do significado do leucograma (Latimer e Meyer, 1992). O número de cada tipo de leucócito varia, dependendo do grau de estresse e da condição das membranas fetais. Estas alterações são evidentes entre as 12 e 24 horas após o parto e diminuem nos dias subsequentes (Tizard, 2000). A contagem diferencial de leucócitos pode ser apresentada em números relativos (porcentagens) ou absolutos (número por microlitro); a interpretação deve sempre se basear mais nos números absolutos de leucócitos (Nelson e Couto, 2000). As alterações no leucograma de bovinos observadas durante o parto são típicas de uma resposta leucocitária a um quadro de estresse. O número de leucócitos totais encontra-se significativamente aumentado, principalmente devido ao aumento de neutrófilos, com ou sem desvio à esquerda. Os leucócitos, as células brancas do sangue, são bem menos numerosos que os eritrócitos circulantes. Eles realizam suas funções, predominantemente, nos tecidos (Dukes, 1996). O número circulante, portanto, reflete o equilíbrio entre o fornecimento e a demanda, variando entre as espécies (Kerr, 2003).

#### **4. CONCLUSÃO**

Búfalos durante o período de transição mostraram algumas correlações importantes como a redução do escore de condição corporal e o aumento das concentrações de células de defesa como os leucócitos. Essas condições podem tornar os búfalos mais sensíveis ao estresse pós-parto durante o período de transição.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Sr. Urbano Antônio Souza Filho, à empresa leiteira Bufalissima e à Fazenda Natal pela assistência técnica e pelo uso de seus animais.

## 6. REFERÊNCIAS

Anitha AKS, Bao J, Suresh RRS, Moorthy Dan YKR. 2011. A body condition score (BCS) system in Murrah buffalos. *Buffalo Bull* **30**:79-99.

AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) International. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed Association Official Analytical Chemists; Gaithersburg, MD, USA.

Bell, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.2804-2819, 1995.

Buckley, F.; Dillon, P.; Rath, M. et al. The relationship between genetic merit for yield and live weight, condition score, and energy balance of spring calving Holstein-Friesian cows on grass based systems of milk production. *J. Dairy Sci.*, v.83, p.1878-1886, 2000.

Campanile G, Neglia G, DiPalo R, Gasparrini B, Pacelli C, D'Occhio MJ, Zicarelli L. 2006. Relationship of body condition score and blood urea and ammonia to pregnancy in Italian Mediterranean buffaloes. *Reproduction Nutrition Development* **46**:57-62.

Dukes, H.H. *Fisiologia dos animais domésticos*. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856p.

Enevoldsen, C. and Kristensen. Estimation of body weight from body size measurements and body condition scores in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 1988- 1995 T. 1997.

Herdt, T.H. Ruminant adaptation to negative energy balance. In: HERDT, T.H. (Ed.). *Metabolic disorders of ruminants*. *Vet. Clin. North Am.*, v.16, p.215-230, 2000.

Kaufmann TB, Drillich M, Tenhagen BA, Heuwieser W. Correlations between periparturient serum concentrations of non-esterified fatty acids, beta-hydroxybutyric acid, bilirubin, and urea and the occurrence of clinical and subclinical postpartum bovine endometritis. *BMC Vet Res* 2010; 6: 47.

Kim IH, Suh GH. Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum

diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology* 2003; 60: 1445–1456.

Koenen, E.P.C.; Groen, A.F.; Gengler, N. Phenotypic variation in live weight and live-weight changes of lactating Holstein-Friesian cows. *Anim. Sci.*, v.68, p.109-114, 1999.

Latimer, K.S.; Meyer, D.J. Os leucócitos na Saúde e na Moléstia. In: ETTINGER, S.J. Tratado de medicina Interna Veterinária. 3. ed. São Paulo: Manole, 1992. v. 4, p. 2616-2664.

Palmquist, D.L.; Weisbjerg, M.R.; Hvelplund, T. Ruminal, intestinal, and total digestibilities of nutrients in cow fed diets high in fat and undegradable protein. *Journal of Dairy Science*, v.76, p.1353-1364, 1993.

Paul, SS and Lal, D 2010. *Nutrient Requirements of Buffaloes*. Satish Serial Publishing House.

Rennó, F.P.; Pereira, J.C.; Santos, A.D.F. et al. Efeito da condição corporal ao parto sobre a produção e composição do leite, curva de lactação e mobilização de reservas corporais em vacas da raça Holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.2, p.220-233, 2006.

SAS (*Statistical Analysis System*) Institute Inc. 2004. User's Guide: Statistics, version 9. SAS Inst; Cary, NC, USA.

Smith, B.I.; Risco, C.A. Management of periparturient disorders in dairy cattle. *Vet. Clin. North Am.*, v.21, p.503-521, 2005.

TIZARD, I. *Veterinary immunology: an introduction*. 6.ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000. 482p.

Wathes DC, Fenwick M, Cheng Z, Bourne N, Llewellyn S, Morris DG, Kenny D, Murphy J, Fitzpatrick R. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*. 2007; 68 (Suppl 1): S232–S241