



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E METABÓLICAS DA VACA DA RAÇA  
CURRALEIRO PÉ-DURO

HEITOR CASTRO ALVES TEIXEIRA

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

BRASÍLIA/DF  
DEZEMBRO DE 2014



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E METABÓLICAS DA VACA DA RAÇA  
CURRALEIRO PÉ-DURO**

**Aluno: Heitor Castro Alves Teixeira**

**Orientador: Dr. Arthur da Silva Mariente**

**Co-orientador: Dr. Alexandre Floriani Ramos**

**TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**PUBLICAÇÃO: 117D/2014**

**BRASÍLIA/DF**  
**DEZEMBRO DE 2014**

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

TEIXEIRA, H.C.A. Características reprodutivas e metabólicas da vaca da raça Curraleiro Pé-Duro. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 138p. Tese de Doutorado.

Documento formal, autorizando reprodução desta tese de doutorado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor ou do seu orientador. Citações são estimuladas desde que citadas às fontes.

### FICHA CATALOGRÁFICA

TEIXEIRA, H.C.A. Características reprodutivas e metabólicas da vaca da raça Curraleiro Pé-Duro. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 138p. Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2014.

1. Curraleiro Pé-Duro. 2. Conservação. 3. Perfil Metabólico.
4. Perfil Hormonal. I. Mariante, Arthur da Silva, orientador. II. Ramos, Alexandre Floriani, co-orientador. III. Título.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E METABÓLICAS DA VACA DA RAÇA  
CURRALEIRO PÉ-DURO**

**HEITOR CASTRO ALVES TEIXEIRA**

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA  
AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM CIÊNCIAS ANIMAIS COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À  
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM  
CIÊNCIAS ANIMAIS.**

**APROVADA POR:**

---

**ARTHUR DA SILVA MARIANTE, Doutor (UnB)**

---

**ANTÔNIO DE PINHO MARQUES JÚNIOR, Doutor (UFMG)**

---

**MARIA CLORINDA SOARES FIORAVANTI, Doutora (UFG)**

---

**IVO PIVATO, Doutor (UnB)**

---

**RODRIGO ARRUDA DE OLIVEIRA, Doutor (UnB)**

**BRASÍLIA/DF, 03 de dezembro de 2014.**

## **DEDICATÓRIA**

A memória de minha mãe, Glória Nazaré Nogueira de Castro Teixeira.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu pai e meus irmãos, que sempre me apoiaram e me incentivaram nos momentos difíceis, e sempre estiveram comigo nos momentos de felicidade.

À Cecília Gondim, que desde o ano passado vem tendo uma importância muito grande em minha vida.

Aos meus orientadores, Alexandre Floriani Ramos e Arthur da Silva Mariante, obrigado por todos ensinamentos e conhecimentos adquiridos, pela cobrança, que fez de mim um profissional melhor, e também, pela amizade em todos os momentos.

À Eleonora Barbosa, pela grande amiga que sempre foi, e também pela grande ajuda que me deu em todos os momentos da realização deste trabalho.

À Universidade de Brasília pela oportunidade concedida para realização do doutorado.

À Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia pela oportunidade de realizar este trabalho.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida durante a realização do Doutorado.

Enfim, à todos os funcionários, pesquisadores e amigos da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e do Campo Experimental Sucupira que de alguma maneira contribuíram para realização deste trabalho.

## ÍNDICE

RESUMO.....	IX
ABSTRACT .....	XI
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	XIII
LISTA DE TABELAS.....	XVI
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
1 INTRODUÇÃO.....	2
<b>1.1 Objetivo geral .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Obejetivos específicos.....</b>	<b>4</b>
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	5
<b>2.1 O bovino Curraleiro Pé-Duro .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Fisiologia da gestação, parto e pós parto .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 O perfil metabólico.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1 O perfil energético .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.2 O perfil proteico.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3 Função e integridade renal e hepática .....</b>	<b>17</b>
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>27</b>
<b>CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DA GESTAÇÃO DE VACAS CURRALEIRO PÉ-DURO .....</b>	<b>27</b>
1 RESUMO.....	28
2 ABSTRACT .....	29
3 INTRODUÇÃO.....	30
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
<b>4.1 Animais e local experimental .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 Coleta de amostras .....</b>	<b>33</b>
<b>4.3 Análises hormonais e bioquímicas.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4 Análise estatística .....</b>	<b>34</b>
5 RESULTADOS .....	36
6 DISCUSSÃO .....	41
7 CONCLUSÃO.....	45
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>49</b>
<b>COMPORTAMENTO DA VACA CURRALEIRO PÉ-DURO AO PARTO .....</b>	<b>49</b>
1 RESUMO.....	50
2 ABSTRACT .....	51
3 INTRODUÇÃO.....	52
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
6 CONCLUSÃO.....	59
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>63</b>

CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DO PERIPARTO DE VACAS CURRALEIRO PÉ-DURO.....	63
1 RESUMO.....	64
2 ABSTRACT.....	66
3 INTRODUÇÃO.....	68
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	70
<b>4.1 Animais e local experimental .....</b>	<b>70</b>
<b>4.2 Coleta de amostras .....</b>	<b>71</b>
<b>4.3 Análises bioquímicas e hormonal .....</b>	<b>72</b>
<b>4.4 Análise estatística .....</b>	<b>72</b>
5 RESULTADOS .....	74
6 DISCUSSÃO .....	79
7 CONCLUSÃO.....	83
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>87</b>
CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DO PÓS PARTO DE VACAS CURRALEIRO PÉ-DURO.....	87
1 RESUMO.....	88
2 ABSTRACT.....	90
3 INTRODUÇÃO.....	92
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	94
<b>4.1 Animais e local experimental .....</b>	<b>94</b>
<b>4.2 Coleta de amostras .....</b>	<b>95</b>
<b>4.3 Análises bioquímicas e hormonal .....</b>	<b>96</b>
<b>4.4 Análise estatística .....</b>	<b>96</b>
5 RESULTADOS .....	98
6 DISCUSSÃO .....	103
7 CONCLUSÃO.....	106
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>110</b>
PERFIL HORMONAL E ENERGÉTICO NO PÓS PARTO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A RETOMADA DA CICLICIDADE OVARIANA DE VACAS CURRALEIRO PÉ-DURO.....	110
1 RESUMO.....	111
2 ABSTRACT.....	113
3 INTRODUÇÃO.....	115
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	117
<b>4.1 Animais e local experimental .....</b>	<b>117</b>
<b>4.2 Avaliação da retomada da ciclicidade ovariana e involução uterina .....</b>	<b>118</b>
<b>4.3 Coleta de amostras .....</b>	<b>119</b>
<b>4.4 Análises bioquímicas e hormonais.....</b>	<b>120</b>
<b>4.5 Análise estatística .....</b>	<b>120</b>
5 RESULTADOS .....	122
6 DISCUSSÃO .....	128
7 CONCLUSÃO.....	132
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	133

**CONSIDERAÇÕES FINAIS.....138**

## **CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E METABÓLICAS DA VACA DA RAÇA CURRALEIRO PÉ-DURO**

MSc. Heitor Castro Alves Teixeira

Dr. Alexandre Floriani Ramos

Dr. Arthur da Silva Mariante

Brasília, DF

### **RESUMO**

O bovino Curraleiro Pé-Duro possui como características desejáveis, a resistência ao estresse climático, ectoparasitas e endoparasitas. Contudo, atualmente encontra-se ameaçado devido ao pequeno número de animais existentes. Uma das alternativas para aprimorar o manejo e a nutrição desses animais em núcleos de conservação, é a utilização de ferramentas como o perfil metabólico para a avaliação da condição nutricional/metabólica dos rebanhos em diferentes fases da vida produtiva e reprodutiva. Tendo isto em vista, foram desenhados cinco estudos utilizando 12 vacas Curraleiro Pé-Duro para avaliar a condição metabólica desses animais frente aos desafios ambientais inerentes da sua região de origem, e também, para avaliar o desafio metabólico sofrido na gestação, periparto, parto e pós parto. No Capítulo 2, foram determinadas as exigências metabólicas de vacas Curraleiro Pé-Duro ao longo da gestação e no dia do parto, onde pode ser observado que essas vacas passam por desafios de demanda energética e protéica principalmente devido ao evento parto. No Capítulo 3, apresenta as observações comportamentais dessas vacas frente ao evento parto, onde concluiu-se que são animais que apresentam poucos sinais evidentes de parto, e facilidade para parir. No Capítulo 4 foi feita a avaliação do perfil metabólico no período de transição, de

10 dias antes do parto a 10 dias após o parto, onde, ao avaliar um período de tempo curto como esse, as alterações metabólicas sofridas por vacas Curraleiro Pé-Duro não são tão proeminentes como as observadas da gestação ao parto. Os Capítulos 5 e 6 tratam da avaliação metabólica do pós parto onde foram avaliadas as alterações ao longo do pós parto, e também, relacionou-se estas alterações com a retomada da ciclicidade ovariana após o parto. Vacas Curraleiro Pé-Duro não apresentaram sinais proeminentes de balanço energético negativo, o que pode indicar uma característica de adaptabilidade e rusticidade que esse animais apresentam nas regiões do semiárido nordestino e no cerrado brasileiro. Portanto, esses resultado podem servir de parâmetros de análises de perfis metabólicos para raça nestas fases reprodutivas, e podem servir como subsídio para a implementação de programas de melhorias de manejo e manutenção nutricional desses animais em núcleos de conservação.

Palavars Chave: Perfil Metabólico, Condição Nutricional, Raça Localmente Adaptada, Conservação, Recursos Genéticos

## **REPRODUCTIVE AND METABOLIC CHARACTERISTICS OF CURRALEIRO PÉ-DURO COWS**

MSc. Heitor Castro Alves Teixeira

PhD. Alexandre Floriani Ramos

PhD. Arthur da Silva Mariante

Brasília, DF

### **ABSTRACT**

The Curraleiro Pé-Duro cattle features desirable characteristics like, resistance to environmental stress, ectoparasites and endoparasites. However, today its threatened because of the small number of animals. One alternative to improve the management and nutrition of these animals in conservation nuclei, is the use of tools such as metabolic profile for the assessment of nutritional/metabolic status of the herds in different phases of the productive and reproductive life. With this in mind, five experiments were designed where 12 Curraleiro Pé-Duro cows were used to assess the metabolic status of these animals compared to the normal environmental challenges of their region of origin, and also to assess the metabolic challenge suffered during pregnancy, peripartum, calving and postpartum. In Chapter 2, were determined the metabolic requirements of Curraleiro Pé-Duro cows throughout gestation and at parturition, where it can be observed that these cows is going through challenges of energy and protein demand mainly due to the birth event. In Chapter 3, the behavior of cows were evaluated in front of the event parturition, where it was concluded that they are animals that have few obvious signs of labour, and ease of calving was observed. In chapter 4 the evaluation of metabolic profile was made during the transition period ranging to 10 days before calving, to 10 days after calving, where it was noted that, when evaluating a short period of time as this, the metabolic changes undergone by Curraleiro Pé-Duro cows were not as prominent as those observed from pregnancy till parturition. The Chapters 5 and 6 deal

with postpartum metabolic assessments. In which we defined the metabolic throughout the postpartum changes, and also evaluated this changes with the resumption of ovarian cyclicity in the postpartum. Curraleiro Pé-Duro cows showed no prominent signs of negative energy balance, which may indicate a great feature of adaptability and hardiness of this animals present in the northeastern semi-arid regions and in the cerrado of Brazil. Therefore, these results can serve as parameters for analysis of metabolic profiles to this breed in these reproductive phases, and can serve as a resource for implementation of programs of improvements of management and nutritional maintenance of this animals in conservation nuclei.

Keywords: Metabolic Profile, Nutritional Status, Locally Adapted Breed, Conservation, Genetic Resources

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>27</b>
<b>Figura 2.1.</b> Concentração média de ácidos graxos não esterificados (NEFA) (mmol/L) e beta hidroxibutirato (bHB) (mmol/L) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para NEFA, naquele terço, e # indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para bHB, naquele terço). .....	36
<b>Figura 2.2.</b> Concentração média de triglicerídeos (mg/dL) e colesterol (mg/dL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para triglicerídeos naquele terço). .....	37
<b>Figura 2.3.</b> Concentração média de tiroxina (T4) (nmol/L) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação ( $P > 0,05$ ). .....	38
<b>Figura 2.4.</b> Concentração média de progesterona (P4) (ng/mL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) naquele terço). .....	38
<b>Figura 2.5.</b> Concentração média de proteínas plasmática totais (PPT) (g/dL) e albumina (g/dL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para PPT naquele terço). .....	39
<b>Figura 2.6.</b> Concentração média de ureia (mg/dL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) naquele terço). .....	39
<b>Figura 2.7.</b> Concentração média de creatinina (mg/dL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) naquele terço). .....	40
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>63</b>
<b>Figura 4.1.</b> Concentração média de ácidos graxos não esterificados (NEFA) (mmol/L) e beta hidroxibutirato (bHB) (mmol/L) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro ( $P > 0,05$ ). .....	74
<b>Figura 4.2.</b> Concentração média de triglicerídeos (mg/dL) e colesterol (mg/dL) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (*indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para triglicerídeos naquele período, e # indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para colesterol naquele período). .....	75
<b>Figura 4.3.</b> Concentração média de Tiroxina (T4) (nmol/L) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (*indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) naquele período). .....	76
<b>Figura 4.4.</b> Concentração média de proteínas totais (PPT) (g/dL) e albumina (g/dL) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4	

(D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (*indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) para PPT naquele período, e # indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) para albumina naquele período). .....	77
<b>Figura 4.5.</b> Concentração média de ureia (mg/dL) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (* indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) naquele período). .....	77
<b>Figura 4.6.</b> Concentração média de creatinina (mg/dL) e bilirrubina (mg/dL) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (# indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) para bilirrubina naquele período). .....	78
<b>Figura 4.7.</b> Concentração média de aspartato aminotransferase (AST) (U/L) e gama glutamiltransferase (GGT) (U/L) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (*indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) para AST naquele período). .....	78
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>87</b>
<b>Figura 5.1.</b> Concentração média de ácidos graxos não esterificados (NEFA) (mmol/L) e beta hidroxibutirato (bHB) (mmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto (P>0,05). .....	98
<b>Figura 5.2.</b> Concentração média de triglicerídeos (mg/dL) e colesterol (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto. (* indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) para triglicerídeos naquela fase do pós parto, e # indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) para colesterol naquela fase do pós parto). .....	99
<b>Figura 5.3.</b> Concentração média de tiroxina (T4) (nmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto (P>0,05). .....	100
<b>Figura 5.4.</b> Concentração média de proteínas totais (PPT) (g/dL) e albumina (g/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto (* indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) para PPT naquela fase do pós parto, e # indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) para albumina naquela fase do pós parto). .....	101
<b>Figura 5.5.</b> Concentração média de ureia (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto (*indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) naquela fase do pós parto). .....	101
<b>Figura 5.6.</b> Concentração média de ácidos creatinina (mg/dL) e bilirrubina (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em períodos do pós parto (* indica efeito estatístico de regressão (P<0,05) para creatinina naquela fase do pós parto). .....	102
<b>Figura 5.7.</b> Concentração média de aspartato aminotransferase (AST) (U/L) e gama glutamiltransferase (GGT) (U/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto (P>0,05). .....	102
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>110</b>
<b>Figura 6.1.</b> Curvas de concentração média de progesterona (P4 em ng/mL) de vacas Curraleiro Pé-Duro durante o ciclo estral curto, avaliada do dia da primeira ovulação (D0a) aos três dias após a primeira ovulação (D1, D2 e D3), e dos três dias antes da	

- segunda ovulação (D-1, D-2 e D-3) ao dia da segunda ovulação (D0b). Divididos em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto). ..... 123
- Figura 6.2.** Curvas de concentração média de ácidos graxos não esterificados (NEFA em mmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto). ..... 124
- Figura 6.3.** Curvas de concentração média de beta hidroxibutirato (bHB em mmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto). ..... 124
- Figura 6.4.** Curvas de concentração média de triglicerídeos (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto) (\* na frente do nome do grupo significa diferença estatística ( $P < 0,05$ ) na avaliação das curvas de crescimento). ..... 125
- Figura 6.5.** Curvas de concentração média de colesterol (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto) (\* na frente do nome do grupo significa diferença estatística ( $P < 0,05$ ) na avaliação das curvas de crescimento). ..... 126
- Figura 6.6.** Curvas de concentração média de tiroxina (T4 em nmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto). ..... 127

## LISTA DE TABELAS

<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>49</b>
<b>Tabela 3.1.</b> Média±Desvio-Padrão da frequência das observações dos eventos comportamentais da primeira fase do parto de vacas Curraleiro Pé-Duro pelo N que representa a quantidade de animais que apresentaram estes eventos ao serem observadas de quatro em quatro horas até o início da primeira fase, e posteriormente, por monitoramento constante.....	55
<b>Tabela 3.2.</b> Tempo Médio±Desvio Padrão em minutos da duração dos eventos comportamentais das três diferentes fases do parto de vacas Curraleiro Pé-Duro observadas de quatro em quatro horas até o início da primeira fase, e posteriormente, por monitoramento constante.....	57
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>110</b>
<b>Tabela 6.1.</b> Média±Desvio Padrão das variáveis da avaliação da involução uterina, da retomada da ciclicidade ovariana e da avaliação do ciclo estral curto de vacas Curraleiro Pé-Duro e divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade com a partir dos 105 dias pós parto) .....	122

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA**

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o ANUALPEC (2013) o Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, em torno de 211,4 milhões de cabeças. Porém, grande parte deste contingente está localizada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do País, sendo que o percentual participativo de regiões com clima tropical seco é muito baixo. Isto se deve provavelmente à menor oferta de alimento para os animais. A raça Curraleiro Pé-Duro é formada por animais rústicos que se desenvolveram no semi-árido nordestino e nas regiões de cerrado do Goiás e Tocantins, estando hoje com um reduzido número de exemplares, criados em pequenas propriedades, pouco tecnificadas (Boaventura e Fioravanti, 2005). Por se tratar de animias que apresentam grande rusticidade e adaptabilidade a regiões de climas inóspitos, o bovino Curraleiro Pé-Duro pode ser uma fonte viável de proteína animal para essas regiões, desde que ocorra um aumento do número de exemplares.

Diante disto, a Embrapa, ao criar o seu programa de conservação de recursos genéticos animais, decidiu incluir esta raça, buscando evitar a perda deste inestimável material genético (Mariante et al., 1999). Com a criação do Banco Brasileiro de Germoplasma Animal (BBGA) pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, iniciou-se a criopreservação de gametas e embriões de animais de conservação, mas depois de 25 anos de utilização de técnicas de produção e criopreservação de embriões, ainda é pequena a quantidade de embriões armazenados no BBGA (Mariante e de Bem, 1992; Ramos et al., 2009).

Muitos dos motivos da baixa quantidade estocada de sêmen e embriões se deve ao pouco conhecimento científico que se tem hoje sobre a fisiologia geral e reprodutiva desses animais de conservação, em especial, dos bovinos Curraleiros Pé-Duro. Recentemente, Tortorella (2014) foi responsável pela caracterização reprodutiva de vacas e novilhas

Curraleiro Pé-Duro, gerando conhecimento científico a respeito da fisiologia reprodutiva e a utilização desses animais em programas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Entretanto, na contramão do conhecimento científico, os criadores, por conhecimento empírico, definem o gado Curraleiro Pé-Duro como animais que apresentam alta prolificidade, precocidade, adaptabilidade, habilidade materna e resistência a doenças e ectoparasitas (Mariane e De Bem, 1992; Egito et al., 2002). Contudo, essas afirmativas não são cientificamente comprovadas e muito pouco se sabe sobre o metabolismo e fisiologia reprodutiva, como o período gestacional, o parto, e principalmente o pós parto, que desempenha um importante papel no aumento da prolificidade e eficiência reprodutiva.

Ademais, o pós parto é um período de suma importância para a fisiologia reprodutiva e metabólica dos animais. Reprodutivamente, porque as vacas passam por mudanças anatômicas e hormonais necessárias para a recomposição de todo o aparato genital para que possam se preparar para uma nova gestação, período conhecido como puerpério (Morrow, 1986, Noakes, 1996; Senger, 2003; Neill, 2006). E metabolicamente, devido à alta exigência nutricional que os animais passam pela alta demanda energética após o parto, para a produção de colostro e leite para nutrir o neonato e, em conjunto, naturalmente devido ao seu comportamento, as vacas reduzem sua ingestão de matéria seca (Bell, 1995; Bertoni et al., 2009), podendo entrar em balanço energético negativo (Butler, 2003; Bertoni et al., 2009). Além da alta demanda energética, existe a alta demanda por mobilização proteica para a formação de imunoglobulinas e outras proteínas que estão presentes em grande quantidade no leite (Maunsell et al., 1998; Rudovsky et al., 2008).

A partir do conhecimento destes eventos fisiológicos, poderão ser utilizadas estratégias de manejo que visem à preservação, difusão e melhor utilização da raça, originando assim uma melhora na sanidade, no manejo e na reprodução de bovinos Curraleiros Pé-Duro.

## **1.1 Objetivo geral**

Caracterizar o perfil metabólico e hormonal durante a gestação, o peri-parto, o pós parto, e a retomada da ciclicidade ovariana pós parto, como também, caracterizar o comportamento no momento do parto de vacas da raça Curraleiro Pé-Duro.

## 1.2 Obejetivos específicos

Avaliar o perfil energético, o perfil hormonal e o perfil proteico de vacas Curraleiro Pé-Duro ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto, avaliando as alterações metabólicas ao longo de cada um dos terços da gestação.

Caracterizar etologicamente os eventos que concernem o parto de vacas Curraleiro Pé-Duro, com o intuito de gerar conhecimento científico que auxilie os núcleos de conservação da raça a identificar o momento exato do parto nesses rebanhos.

Avaliar o perfil energético, o perfil hormonal, o perfil proteico e as funções hepática e renal de vacas Curraleiro Pé-Duro no período de transição que é o periparto, comparando as alterações metabólicas ao longo de um período que se inicia dez dias antes do parto e se encerra dez dias após o parto.

Avaliar o perfil energético, o perfil hormonal, o perfil proteico e as funções hepática e renal de vacas Curraleiro Pé-Duro nos diferentes períodos do pós parto, comparando as alterações metabólicas do dia do parto às apresentadas 75 dias pós parto.

Avaliar o perfil hormonal e energético no pós parto e associá-los à retomada da ciclicidade ovariana, e também, caracterizar o ciclo estral curto de vacas Curraleiro Pé-Duro.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O bovino Curraleiro Pé-Duro

Conhecido como gado Curraleiro nos estados de Goiás e Tocantins e como gado Pé-Duro na região Nordeste, esta raça é descendente dos bovinos trazidos pelos colonizadores portugueses e espanhóis (Santiago, 1975; Mariante e de Bem, 1992, Boaventura e Fioravanti, 2005). Acredita-se que tenha descendência direta da raça Mirandesa, a qual ainda pode ser encontrada na região de Trás-os-Montes em Portugal. Criado em regime extensivo, sem controle sanitário ideal e sem alimentação específica, o bovino Curraleiro Pé-Duro é um animal extremamente rústico que é muito bem adaptado a ambientes desfavoráveis como as planícies do semi-árido do Nordeste brasileiro (Primo, 1992; Mariante et al., 2003, Serrano et al., 2004; Bianchini et al., 2006). Segundo Viana (1927), o Curraleiro já habitou todo o território nacional e foi responsável pela formação da raça Caracu e de outras raças locais.

A excepcional rusticidade do Curraleiro Pé-Duro e sua capacidade de sobreviver em pastagens nativas de regiões inóspitas, onde animais de outras raças não sobreviveriam, são duas características que justificam a conservação destes animais. O bovino Curraleiro Pé-Duro está em risco de extinção não somente pela supressão da raça por cruzamentos indiscriminados com raças zebuínas, como também pela castração dos touros pelos criadores que querem “melhorar” seu rebanho com sangue zebuínico, devido a afirmação de que o gado Curraleiro Pé-Duro é pequeno, pouco produtivo e tardio (Mariante e de Bem, 1992). Portanto, os animais muitas vezes são discriminados pelo pequeno porte e substituídos por outros animais com maior rendimento de carcaça (Rangel et al., 2004). Entretanto, esta morfologia é uma adaptação a regiões com baixa oferta alimentar e hídrica. Tanto que em

épocas de estresse nutricional apesar de perderem peso, os animais Curraleiros Pé-Duro não adoecem e recuperam-se rapidamente quando as condições melhoram. Isto porque aproveitam bem todos os tipos de pastagens, sem a necessidade de suplementação alimentar. Já animais de raças comerciais melhoradas geneticamente em situação semelhante perdem peso rapidamente, diminuem a eficiência reprodutiva e tornam-se mais susceptíveis a doenças pela queda da imunidade (Bianchini et al., 2006). Desta forma, o Curraleiro Pé-Duro tem um bom custo-benefício já que não exige grandes investimentos e tem baixo custo de produção, sendo adequado para pequenos e médios produtores (Primo, 1992; Mariante e Cavalcante, 2006).

O padrão morfológico da raça é: peso mínimo de 380 kg para os machos e 300 kg para as fêmeas; altura mínima de 1,38m para os machos e 1,24m para as fêmeas; pelagem de cor variada, sendo a mais comum a vermelha clara com extremidades escuras; chifres curtos e com forma de coroa; orelhas pequenas; barbela reduzida; vassoura preta; membros delgados e bem proporcionados, apresentando, especialmente os anteriores, cor escura (Boaventura, 2005). Na década de 50 do século passado, Athanassof (1957) já demonstrava preocupação com o futuro da raça, e assim fazia referência a ela: As fêmeas são boas produtoras de leite e, embora os animais sejam pequenos, são utilizados com vantagem para o corte e para o trabalho, prestando no sertão inestimáveis serviços. Pela sua prolificidade e adaptabilidade talvez tenham uma melhor relação custo x benefício para a Região Nordeste do que outras raças comerciais (Egito, 2007).

Como ferramenta para preservação e difusão da raça, o Curraleiro Pé-Duro poderia ser incluído em programas de melhoramento genético com o objetivo de aumentar a resistência a doenças (Rangel et al., 2004; Gibson e Bishop, 2005). Existem trabalhos que relatam as vantagens do cruzamento de raças localmente adaptadas com raças européias e zebuínas, nos quais a F1 apresentou maior ganho de peso, melhor conversão alimentar, melhor composição de carcaça e maior precocidade (Mujica et al., 1995; Nardon et al., 1996; Euclides Filho, 2000).

Para evitar o desaparecimento deste material genético único, o Brasil criou o programa de conservação de recursos genéticos animais coordenado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen) da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) que, em conjunto com a Embrapa Meio Norte, tem desenvolvido um programa de conservação específico para esta raça, através da manutenção de um núcleo de conservação em São João do Piauí (Mariante et al., 1999; Egito et al., 2002; Mariante et al., 2003). Estudos realizados no Laboratório de Genética Animal do Cenargen demonstraram que entre as raças localmente adaptadas, a raça Curraleiro Pé-Duro foi a que apresentou os menores índices de

diversidade médios. A heterozigosidade observada e esperada foram baixas e, portanto, indicando alta homozigosidade da população. Quando comparada a outras quatro raças localmente adaptadas do Brasil, analisadas pela mesma metodologia, a raça Curraleiro Pé-Duro foi a que apresentou os menores índices de heterozigosidade observada. A redução significativa na heterozigosidade nesta população reflete os acasalamentos não aleatórios que ocorrem dentro dos rebanhos, onde a relação existente entre machos e fêmeas é pequena. Por estes resultados, os autores sugeriram que as atividades de conservação da raça incluíssem ações envolvendo o intercâmbio de reprodutores entre propriedades, o direcionamento de acasalamentos visando manter a máxima variabilidade genética dentro da população, assim como, a expansão dos trabalhos que vêm sendo executados de coleta e criopreservação de germoplasma, como também de conhecimento fisiológico reprodutivo para melhores práticas de manejo sanitário e reprodutivo em Núcleos de Conservação (Egito et al., 2007).

## **2.2 Fisiologia da gestação, parto e pós parto**

O ciclo estral na vaca é caracterizado por modificações cíclicas e morfológicas em seus órgãos reprodutivos e comportamento sexual. Os bovinos são animais classificados como poliesticos anuais, ou seja, ciclaram durante todos os meses do ano, a partir da puberdade, e em condições adequadas de criação. Seu ciclo estral tem duração de 18 a 24 dias, com média de 21 dias (Hafez e Hafez, 2004). No período médio de 21 dias, os eventos dentro do ovário são dinâmicos e caracterizados por ondas foliculares, em que um grupo de folículos antrais, estimulados pelo hormônio folículo estimulante (Driancourt, 2001; Ginther et al., 1996), crescem em média três dias até que um folículo se torne dominante e os demais entrem em atresia (Ginther et al., 2001)

A partir do estabelecimento da dominância, o folículo passa a expressar receptores para o hormônio luteinizante (LH) e se torna dependente do mesmo (Ginther et al., 1996; Evans e Fortune, 1997). O aumento na pulsatilidade de LH, provoca no folículo pré-ovulatório seu crescimento final, culminando na ovulação (Ginther et al., 2001). No caso de ocorrer à fecundação, o embrião sintetiza e secreta interferon-tau, entre os dias 12 a 26, o que impede a liberação de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  pelo endométrio evitando a luteólise, mantendo assim, a gestação (Cunningham, 1999).

De forma mais específica, após a fecundação, em torno do sétimo ou oitavo dia, o embrião atinge o estágio de blastocisto e, na sequência do seu desenvolvimento, ocorre a ruptura da zona pelúcida e o blastocisto fica livre de sua estrutura protetora no ambiente uterino (Moura, 2008). A parede do embrião, até esse ponto, é constituída de epitélio unilaminar denominado trofoblasto. A seguir, desenvolve-se uma camada de mesoderma e a membrana composta resultante constitui o cório. O âmnio, uma vesícula ectodérmica, circunda o embrião e o sustenta em líquido. Além do âmnio, outras duas vesículas participam da formação da placenta: o saco vitelino, em comunicação com o intestino médio, e o alantóide, que é um divertículo do intestino posterior (Hafez e Hafez, 2004).

As glândulas endometriais secretam o histotrofo, que inicialmente é responsável pelo crescimento do embrião. A seguir, a implantação é necessária para assegurar o suprimento adequado de oxigênio e de nutrientes para o desenvolvimento do concepto. A implantação se caracteriza pela vascularização e pelo estabelecimento do contato entre as membranas embrionárias e o endométrio. A contribuição nutricional do histotrofo diminui, relativamente, com o desenvolvimento dos placentomas, porém ele pode ter importância durante toda a gestação (Moura, 2008).

Nos bovinos, a migração transuterina do embrião é rara. O blastocisto inicia o alongamento entre o 12º e o 13º dia após a fecundação. O embrião normalmente se encontra no terço médio do corno ipsilateral ao corpo lúteo, enquanto o cório continua seu alongamento até ocupar todo o lume do útero (Moura, 2008).

A implantação, na vaca, é superficial, uma vez que o blastocisto permanece no lúmen uterino. O estágio de justaposição se inicia por volta do 18º ao 20º dia após a fertilização. A presença de protruções citoplasmáticas de células trofoblásticas e a migração das células binucleadas junto à abertura das glândulas endometriais são importantes para a fixação do concepto. Por volta do terceiro mês de gestação é que se completa o processo de aderência das membranas fetais ao endométrio (Hafez e Hafez, 2004; Moura, 2008; Machado, 2009).

A placenta é formada quando o tecido fetal entra em contato com o materno, permitindo a interação fisiológica entre mãe e feto. Desta forma, a placenta é composta pelo córion e vascularizada pela alantóide, sendo esta sua estrutura definitiva e que permanece assim até o final da gestação (Moura, 2008).

Sendo a gestação um período de suma importância tanto para a matriz quanto para o feto em desenvolvimento, adequar os requerimentos nutricionais para a fêmea bovina é importante para garantir um adequado aporte nutricional para o desenvolvimento e

crescimento fetal e assegurar que a matriz se mantenha com condição corporal adequada para o momento do parto, para a lactação, e para que possa reproduzir dentro de 80 dias pós parto, e, no caso de novilhas, para que as mesmas possam continuar crescendo (Cronjé, 2000; NRC, 2000; Roche, 2006).

A duração da gestação nas diferentes espécies está ligada à taxa de divisão celular e diferenciação tecidual culminando, no fim da gestação, o parto. (Neill, 2006). Na vaca, a gestação pode durar de 270 a 295 dias, variando entre raças taurinas e zebuínas (Arthur et al., 1996; Baruselli et al., 2007), sendo desconhecida a duração da gestação de animais Curraleiros Pé-Duro. O parto é iniciado pelo feto e é completado por uma complexa interação de fatores endócrinos, neuronais e mecânicos, porém suas atuações precisas e inter-relações não são totalmente conhecidas (Hafez e Hafez, 2004; Schatten e Constantinescu, 2007).

O feto possui vários mecanismos que asseguram a quiescência do miométrio até o total desenvolvimento do mesmo no útero. A produção de progesterona bloqueia o miométrio, sendo que o declínio da progesterona materna é pré-requisito para dilatação da cérvix e o início da atividade miometrial associada ao trabalho de parto (Arthur et al., 1996). A diminuição da concentração de progesterona é induzida pela elevação do cortisol fetal durante os estágios finais da gestação pelo aumento do estresse fetal (Arthur et al., 1996; Schatten e Constantinescu, 2007). Morel (2003) relata que o crescente aumento na demanda metabólica na placenta durante a fase de crescimento fetal (último terço da gestação) estimula a produção placentária de prostaglandina E<sub>2</sub>, que vai atuar estimulando o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal fetal, elevando a concentração de cortisol fetal.

Nos bovinos, o cortisol fetal estimula a enzima 17 $\alpha$ -hidroxilase, que catalisa a conversão da progesterona ou pregnenolona para estradiol (Gordon, 1996; Eales et al., 2004; Hafez e Hafez, 2004). As concentrações elevadas de estrógenos estimulam a secreção de prostaglandina e o desenvolvimento de receptores para ocitocina. O cortisol, além da síntese de estrógenos, causa a liberação de prostaglandina que acarretará a luteólise (Schatten e Constantinescu, 2007). A contribuição materna, embora menos marcante que a fetal, é claramente evidente na hora do parto. Por exemplo, vacas zebuínas apresentam uma forte tendência de parir à noite. Essa habilidade de postergar o nascimento para que não sejam incomodadas é bem conhecida, e ocorre na maioria dos partos de vacas Curraleiro Pé-Duro.

O sucesso do parto depende de dois processos mecânicos: a habilidade do útero em contrair e a capacidade da cérvix de dilatar suficientemente para permitir a passagem do feto (Senger, 2003). A atividade do miométrio está sob influência da progesterona, que

assegura ambiente propício para o desenvolvimento do feto. Contrações miométriais de baixa amplitude e frequência ocorrem durante a maior parte da gestação (Senger, 2003). No parto o útero troca o domínio da progesterona e passa para o estágio de dominância estrogênica, e como resultado, dois caminhos paralelos são mobilizados no tecido uterino: (1) O primeiro caminho é semelhante àquele da contração do músculo liso, em que a musculatura lisa uterina sai do seu estado de relaxamento para o estado de atividade; (2) o segundo caminho é aquele resultante do aumento da relação estradiol/progesterona, aumentando a síntese ou liberação de  $PGF_{2a}$  e ocitocina (Hafez e Hafez, 2004). Esses dois caminhos atuam em conjunto, iniciando intensas e sincrônicas contrações miométriais, levando à dilatação da cérvix e à expulsão do feto e, logo depois, à expulsão das membranas fetais (Schatten e Constantinescu, 2007).

Juntamente com avaliação de estudos ambientais, nutricionais e de manejo, os estudos e investigações etológicos do período peri-parto desempenham um importante papel no aumento da eficiência reprodutiva (Ramírez et al., 1995, Hafez e Hafez, 2004). Os eventos iniciais do parto e no decorrer do parto são importantes para que se possa identificar quando os animais estão entrando em trabalho de parto, e para que se possa saber se estes necessitam ou não de auxílio (González et al., 2003; Miedema et al., 2011a; Miedema et al., 2011b). Durante poucos dias até poucas horas antes do parto, as vacas apresentam um aumento nos comportamentos relacionados com andar, deitar e levantar, raspar o chão, lambe o flanco e vulva, e erguer a cauda (Liedfors et al., 1994). A inquietação é mais frequentemente observada, como uma mudança comportamental no momento iminente do parto e tem sido descrita da seguinte forma: aumento na movimentação do animal, isolamento do rebanho, vocalização, erguer e balançar a cauda, olhar para o flanco e arredores, fazer ninho, comer em pequenas quantidades (Houwing et al., 1990; Liedfors et al., 1994).

Em vacas, o parto ocorre normalmente entre um período que dura de 30 minutos a quatro horas desde o aparecimento do alantocório até a completa expulsão do feto (Mainau e Manteca, 2011). A ocorrência de partos mais longos do que quatro horas, demonstram a ocorrência de alguma distocia (Noakes, 1996). Após o parto, as contrações abdominais cessam, porém as contrações miométriais permanecem, entretanto, são menos frequentes e regulares (Noakes, 1996). Devido a isso, a completa expulsão dos envoltórios fetais pode se estender por um período que varia de uma a 12 horas (Morow, 1986; Senger, 2003; Peter e Jackson, 2004), sendo que períodos acima de 12 horas para a total liberação dos envoltórios fetais são caracterizadas como retenção de placenta (Peter e Jackson, 2004).

O puerpério é compreendido pelo período após a completa finalização do parto, inclusive da expulsão das membranas fetais, até o sistema genital retomar

completamente o funcionamento que tinha quando não estava gestante (Arthur et al., 1996, Peter et al., 2009). Adicionalmente, em espécies poliéstricas como a vaca, é importante que haja um puerpério de ocorrência normal para que não haja atrasos nas épocas de cobertura ou serviço, para que se consiga máxima eficiência reprodutiva (Frazer, 2005). Entretanto, o sistema genital não regride completamente ao seu estado pré-gravídico, particularmente após a primeira gestação, pois as mudanças anatômicas não são completamente reversíveis (Peter et al., 2009).

Segundo Arthur et al. (1996) existem quatro principais áreas de manutenção do puerpério: (1) o trato tubular genital, especialmente o útero, que está diminuindo e atrofiando, e assim, revertendo a hipertrofia ocorrida em resposta ao estímulo gestacional. Contrações miométriais, que continuam por vários dias pós-parto, auxiliam no processo e ajudam a evitar o acúmulo de líquidos e tecidos; isto é normalmente conhecido como involução uterina; (2) a estrutura do endométrio e as camadas mais profundas da parede uterina são rearranjadas e organizadas; (3) ocorre uma reativação da função ovariana em espécies poliéstricas e um retorno a ciclicidade; e (4) a contaminação bacteriana do lúmen uterino é eliminada.

A redução do trato genital é chamada involução uterina, e este decréscimo ocorre em uma escala logarítmica, e é a maior mudança ocorrida nos primeiros dias pós-parto (Silvestre et al., 2009). Contrações uterinas continuam por diversos dias, entretanto, reduzindo a regularidade, frequência, amplitude e duração. A atrofia das miofibras uterinas apresenta uma redução de 750 para 450  $\mu\text{m}$  no primeiro dia pós-parto a menos de 200  $\mu\text{m}$  até os oito dias pós-parto (Arthur et al., 1996).

O diâmetro do corno uterino previamente gestante reduz o seu tamanho à metade dentro de cinco dias pós-parto e à metade do comprimento dentro de 15 dias. Associada com esta fase de rápida involução, está presente uma alta descarga uterina (Frazer, 2005; Potter et al., 2010). A velocidade de involução do corno não gravídico é variável e está ligada à involução do corno previamente gravídico e ao grau de envolvimento na fase de placentação (Peter et al., 2009).

As prostaglandinas também apresentam uma grande influência sobre a involução uterina (Weems et al., 2006). Randel et al. (1996) e Gümen e Seguin (2003) observaram que a aplicação exógena de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  aumenta a secreção de GnRH/LH em vacas leiteiras, fazendo com que essas vacas voltem a ciclar mais rapidamente. Adicionalmente, Weems et al. (2006) revisaram que a ciclicidade induzida pelo eixo hipotálamo-hipófise-gônada aumenta a pulsatilidade de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  pelo útero, aumentando a contratilidade e acelerando a involução.

Apesar de a placentação na vaca ser considerada como do tipo adeciuada é bem conhecido que, entre os primeiros sete a 10 dias após o parto, usualmente ocorre uma perda de fluido e um descolamento tecidual. Esta liberação de fluido e tecido necrosado é conhecida como lóquio (Ball e Peters, 2004). Esta descarga uterina é normal, porém, deve ser acompanhada diariamente para se observar se está ocorrendo uma secreção purulenta, o que é indicativo de infecção uterina (Frazer, 2005; Gilbert et al., 2005; Sheldon et al., 2006; Potter et al., 2010).

O lóquio é derivado dos fluidos fetais remanescentes, de sangue de veias umbilicais rompidas e de fragmentos das membranas fetais, porém, é principalmente formado pela perda tecidual das carúnculas uterinas. A perda tecidual ocorre concomitantemente com as mudanças degenerativas e necróticas nas camadas superficiais do útero (Arthur et al., 1996; Ball e Peters, 2004). Após as 48 horas pós parto existem evidências de uma necrose inicial na massa septal da carúncula, os vasos sanguíneos carunculares rapidamente se constingem e ficam ocluídos. Aos cinco dias pós-parto a necrose evolui rapidamente e, neste momento, o extrato compacto da mucosa da carúncula fica coberto por uma camada leucocitária e necrótica. Muitos destes materiais necrosados e fluidos liberados contribuem para a formação do lóquio. Pequenos vasos sanguíneos, principalmente arteríolas, emergem para a superfície da carúncula, de onde há escoamento sanguíneo, causando a coloração avermelhada do lóquio (Arthur et al., 1996). Eventualmente, o restante caruncular se torna menor e mais liso por volta de 19 dias pós-parto, ocorrendo o desaparecimento dos vasos sanguíneos restantes (Gordon et al., 1996).

Ainda que estas mudanças ocorram rapidamente e as carúnculas se tornem menores, ainda assim, 40 a 60 dias pós-parto as carúnculas consistem de apenas uma pequena protrusão de 4 a 8 mm de diâmetro e 4 a 6 mm de espessura. Em relação à regeneração epitelial, esta se inicia aos oito dias após o parto, e se completa após 25 dias (Arthur et al., 1996; Gordon, 1996; Ball e Peters, 2004)

Durante o puerpério, o útero involui e o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal retorna a secretar ciclicamente as gonadotropinas/hormônios gonadais, levando a primeira ovulação pós-parto e a um ciclo estral regular. Em um puerpério normal, esses eventos se completam seis semanas pós-parto. Noventa por cento das vacas ovulam neste período (Peter et al., 2009), entretanto, o intervalo entre o parto e a ovulação pode chegar a nove semanas em vacas de alta produção de leite (Arthur et al., 1996).

Infecções uterinas clínicas e subclínicas podem afetar a atividade ovariana. Contaminação do lúmen uterino é inevitável, pois a persistência de patógenos bacterianos

normalmente causam metrite clínica ou subclínica (Sheldon et al., 2006; Potter et al., 2010). Existe a hipótese de que infecções uterinas suprimem a liberação de gonadotropinas pelo hipotálamo (GnRH) e possivelmente a liberação de LH pela hipófise, já que possuem efeito local (ex.: causam atraso na foliculogênese) sobre a função ovariana (Mateus et al., 2002). Os mecanismos envolvidos no efeito negativo causado pelas infecções uterinas sobre o trato reprodutivo podem estar ligados à resposta inflamatória (Silva et al., 2008). Vacas com um puerpério anormal resultando em atraso da involução uterina, conseqüentemente, também apresentam uma atividade ovariana atrasada. Altas concentrações de  $\text{PGF}_{2a}$  nas três primeiras semanas pós parto por infecção subclínica servem como sinalização uterina, prevenindo o início da ciclicidade ovariana prematura até que a infecção puerperal seja eliminada (Sheldon et al., 2002; Weems et al., 2006). Portanto, é importante que não haja infecção uterina para garantir o funcionamento/fisiologia das fases folicular e luteal do ciclo estral. Desta forma, o prolongamento da secreção uterina de  $\text{PGF}_{2a}$  em vacas com metrite severa, exerce um importante papel no prolongamento do anestro pós-parto (Potter et al., 2010).

Após o parto, o aumento da concentração do hormônio folículo estimulante (FSH) (dois a três dias de duração) se dá na primeira semana pós parto, resultando na emergência da primeira onda de crescimento folicular em aproximadamente dez a 14 dias pós parto (Peter et al., 2009). Com o declínio da concentração de FSH, um folículo é selecionado para continuar o crescimento e se torna um folículo dominante. Esse folículo dominante suprime a secreção de FSH e inibe a emergência de uma nova onda, pela produção de inibina e estradiol. A habilidade deste folículo de crescer e ovular depende das mudanças nas concentrações e liberação de vários fatores de crescimento (IGF-I e proteínas ligadoras (Fortune et al., 2004)), assim como o aumento na pulsatilidade de LH (Canfield e Butler, 1990). Essas mudanças ocorridas no folículo dominante são necessárias para estimular a esteroidogênese, atividade da enzima aromatase, e indução de receptores de LH nas células da granulosa. A ovulação, seguida pela formação de um corpo lúteo, é considerada como uma progressão normal do puerpério (Peter et al., 2009). Na ausência da ovulação, o folículo dominante se torna atrésico ou cístico. Nas vacas em que o folículo dominante se torna atrésico, inicia-se uma nova onda folicular levando a um novo folículo dominante e, conseqüente, à ovulação, dando origem a ciclicidade ovariana normal, assim como ocorria antes da fecundação e conseqüente gestação.

## **2.3 O perfil metabólico**

O perfil metabólico foi utilizado inicialmente em vacas leiteiras na Grã-Bretanha, na cidade de Compton na década de 1960 (Payne et al., 1970). O sucesso foi limitado por uma série de razões, sendo a principal delas, a expectativa que todas as concentrações bioquímicas no sangue bovino refletiriam a ingestão nutricional e status nutricional em todas as fases da vida do animal (Whitaker et al., 1999). Sabe-se que o balanço nutricional em animais de produção depende muito da sua condição fisiológica e da fase de produção/reprodução (McNamara et al., 2003).

As doenças metabólicas ou doenças de produção são provocadas por um desequilíbrio entre os nutrientes que ingressam ao organismo do animal, o seu metabolismo e os egressos, através das fezes, urina, leite e feto (González et al., 2000). Os desbalanços nutricionais que afetam os rebanhos são resultados do aporte ou à utilização de alimentos incapazes de preencher os requerimentos de manutenção ou de produção. Quando esses desbalanços são de curta duração e não são demasiado severos, o metabolismo do animal pode compensar utilizando suas reservas corporais (Roussel et al., 1982a). Entretanto, se o desbalanço é severo ou moderado e persistente, o animal esgota suas reservas corporais e assim ocorre a doença. Contudo, a maioria dessas doenças tem um efeito de difícil percepção e atuam limitando a produção de um modo persistente, provocando uma diminuição na rentabilidade da pecuária (Kaneko, 1997).

Principalmente por motivos financeiros, a utilização do perfil metabólico surge como uma ferramenta de aumento da produção animal, entretanto, pode ser utilizada como ferramenta de avaliação do status nutricional e assim, também auxiliar na sanidade do rebanho.

### **2.3.1 O perfil energético**

Os primeiros antecedentes com relação à avaliação do metabolismo energético em bovinos fazem referência à determinação da concentração de glicose em amostras de sangue, procedimento que rapidamente foi deixado de lado considerando o forte controle

homeostásico hormonal que o organismo mantém sobre sua concentração (González et al., 2000; González et al., 2010), o que permite a manutenção de sua constância.

Da mesma forma, tem sido determinada a concentração de ácidos graxos não esterificados (do inglês, *non esterified fatty acids*) em amostras de sangue. Porém, contrariamente à glicemia, foi observado que este metabólito apresenta uma elevada variação dentro do dia, produto do tempo de ingestão e de condições ambientais alheias ao balanço de energia, como é o caso do estresse, limitando assim sua sensibilidade interpretativa (González et al., 2010).

Outros corpos cetônicos, como o beta hidroxibutirato (bHB) e acetoacetato, são produtos fisiológicos do metabolismo de glicídeos e lipídeos de ruminantes. Seus precursores são as gorduras e os ácidos graxos da dieta, bem como os depósitos de gordura do animal (Vap e Weisser, 2007). O ácido butírico da dieta é transformado no epitélio dos pré-estômagos, via acetoacetato, em bHB, sendo este o principal corpo cetônico do sangue do ruminante hígido (Russell e Roussel, 2007). Por outro lado, os ácidos graxos de cadeia longa, como os triglicerídeos, produzidos na mobilização de reservas de gordura, são convertidos no fígado em acetoacetato e depois em bHB, o qual pode ser utilizado como fonte de energia e de síntese de gordura no leite (Eicher, 2003). Desta forma, a cetose é produzida quando a produção de corpos cetônicos é maior que sua utilização, quando existe um déficit de energia, em decorrência da alta demanda de glicose (Russell e Roussel, 2007). Portanto, triglicerídeos, NEFA e bHB estão intrinsecamente ligados à mobilização e utilização energética fazendo dessa cadeia, em conjunto com o colesterol, fonte da quebra e formação de lipídios para manutenção das concentrações de glicose (Vap e Weisser, 2007).

Portanto, se os metabólitos supracitados têm ligação direta entre eles, hormônios metabólicos, como a tiroxina (T4) agem de forma direta sobre eles, pois sabe-se que o aumento nos valores de T4 pode estar ligado ao aumento da lipólise devido ao aumento do metabolismo basal e ao aumento do consumo de oxigênio, via fosforilação oxidativa, como também, o aumento da utilização de ATP, pois ativam maior número de bombas ATPases Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>, presentes em quase todas as células (Refsal et al., 1984; Doornenbal et al., 1988; Kafi et al., 2012).

### 2.3.2 O perfil proteico

O soro contém muitas proteínas diferentes, mas os dois principais componentes proteicos de importância diagnóstica para o perfil bioquímico são a albumina e as globulinas. A albumina, sintetizada no fígado, é a principal proteína responsável pela pressão osmótica no plasma (Roussel, et al., 1997). Muitas proteínas diferentes compõem a fração das globulinas. Uma grande parte da fração de globulinas consiste em imunoglobulinas, que são sintetizadas por células linfóides. Muitas outras globulinas são sintetizadas pelo fígado, com uma pequena quantidade sintetizada por outros tecidos (Roussel et al., 1997).

A proporção de albumina e globulina (relação A/G) é razoavelmente constante em bovinos saudáveis (intervalo de referência: 0,84 a 0,94) (Russell e Roussel, 2007). Perfis bioquímicos normalmente incluem albumina e concentrações de proteínas totais (PPT) e a fração de globulina que é um valor obtido subtraindo a concentração de albumina da concentração de proteínas totais (Kaneko, 1997).

A hiperproteinemia resulta de um aumento nas concentrações de albumina, globulina, ou ambos. A única causa de hiperalbuminemia é a desidratação. Na desidratação, se as concentrações de albumina e globulina aumentarem excessivamente acima do intervalo de referência se dá a determinação do grau de desidratação pela concentração de proteínas no soro. Hiperproteinemia sem desidratação concorrente é quase sempre o resultado de hiperglobulinemia. Em vacas leiteiras, as concentrações de globulinas aumentam substancialmente com a idade e lactação (Russell e Roussel, 2007).

A hipoproteinemia é geralmente o resultado de hipoalbuminemia em bovinos adultos. Neonatos, principalmente aqueles que não tenham ingerido colostro, tendem a ter menores concentrações de proteínas totais do que os adultos. A hipoalbuminemia ocorre quando há perda excessiva de albumina ou se a produção hepática é insuficiente para atender a demanda, como resultado de uma produção insuficiente ou aumento do consumo (Kaneko, 1997). Produção de albumina insuficiente pode ocorrer em animais com doença hepática crônica grave ou como resultado da inadequada ingestão, digestão ou absorção de proteínas. Como a albumina bovina tem uma meia-vida de 16,5 dias, e a capacidade de reserva hepática é grande, doenças hepáticas devem ser crônicas e severas para resultar em hipoalbuminemia (Russell e Roussel, 2007).

A ureia é produto de excreção do metabolismo do nitrogênio e sua determinação em amostras de soro sanguíneo, juntamente com albumina e PPT ou globulinas,

revelam informações sobre a atividade metabólica proteica do animal. A concentração sanguínea de ureia tem relação direta com o aporte proteico da alimentação, bem como a relação energia:proteína (Vap e Weisser, 2007). Valores baixos de ureia no sangue dos animais são encontrados em rebanhos que utilizam dietas deficitárias em proteínas e valores altos naqueles que utilizam dietas com excessivo aporte proteico ou com déficit de energia (González et al., 2000).

### **2.3.3 Função e integridade renal e hepática**

A eliminação de resíduos nitrogenados, a capacidade de concentrar a urina e conservar a água do corpo e a regulação do equilíbrio ácido-básico são funções vitais realizadas pelo rim. O perfil bioquímico e a análise de urina são utilizados para avaliar essas funções e são úteis para o diagnóstico de doenças renais. No rim, a ureia é filtrada livremente através do glomérulo e difunde passivamente para fora dos túbulos a uma taxa que depende da taxa de fluxo de urina através dos túbulos (González et al., 2000). O restante da ureia filtrada é excretada na urina. A reabsorção da ureia está inversamente relacionada ao fluxo de urina ao longo dos túbulos. A ureia é gerada no fígado pelo ciclo da ureia por meio da metabolização da amônia, é um subproduto do catabolismo de proteínas sendo por conseguinte, também influenciada pela dieta e função hepática. A creatinina é resultado do metabolismo muscular normal e é um produto da degradação da creatina. A creatinina é filtrada livremente pelo glomérulo e excretada pelos rins. Muito pouco é reabsorvido ou secretado nos túbulos. As concentrações de creatinina são minimamente afetadas pela dieta ou catabolismo protéico, mas pode ser afetada por um leve grau de perda de massa muscular (Monke et al., 1998).

O citoplasma dos hepatócitos contém alta atividade das enzimas AST (aspartato aminotransferase), L-iditol desidrogenase (IDH), ornitina carbamoiltransferase (OCT), glutamato desidrogenase (GDH), e lactato desidrogenase (LDH), e estas, são geralmente referidas como enzimas de vazamento. Com a lesão ou necrose hepatocelular aguda ou crônica, a atividade sérica dessas enzimas aumenta porque elas essencialmente "vazam" dos hepatócitos para o soro. A enzima AST é a enzima mais comumente disponível para avaliar lesão hepatocelular em ruminantes (Russell e Roussel, 2007).

O aumento da atividade destas enzimas pode ser visto como insultos metabólicos para o fígado, ou doenças infecciosas, inflamatórias, e tóxicas. Na doença hepática crônica ou lentamente progressiva, a atividade da enzima AST pode cair ou ficar dentro do intervalo de referência, porque muito poucos hepatócitos sendo danificados ou a massa hepatocelular é substancialmente reduzida (Lechtenberg e Nagaraja, 1991). Consequentemente, estas enzimas podem ser indicadores mais sensíveis da doença aguda, como a hepatite infecciosa ou certas toxicidades (Russell e Roussel, 2007).

O aumento da produção hepática de GGT (gama glutamiltransferase) e fosfatase alcalina (ALP) ocorre na colestase, ou seja, interrupção do trânsito dos ductos biliares (Barakat e Ford, 1988). A atividade destas enzimas aumenta secundariamente à obstrução biliar causada por condições tais como fasciolíase ou colelitíase. Estas enzimas colestáticas são mais propensas a ter atividade sérica alta nas doenças hepáticas crônicas do que as enzimas de vazamento porque a constrição ou obstrução de ductos biliares se dá de forma secundária à fibrose (Russell e Roussel, 2007).

Embora a GGT seja encontrada em muitos tecidos, é considerada específica do fígado e provavelmente é um melhor indicador da doença hepática do que ALP em ruminantes. Essencialmente toda a atividade da GGT no soro tem origem a partir de células de ductos biliares e membranas hepatocelulares, e é um importante indicador de desordens hepatobiliares e colestase em ruminantes (Barakat e Ford, 1988). Portanto, a associação da avaliação da AST com a GGT são de suma importância para avaliação da função hepática em exames de perfil metabólico em ruminantes.

Além disso, os ácidos biliares e a bilirrubina também são utilizados para avaliar a função hepática de excreção. Os ácidos biliares são sintetizados no fígado a partir do colesterol, segregados na bÍlis, reabsorvidos a partir do intestino, e posteriormente, removidos da circulação portal, e reciclados pelo fígado. Nos estados em jejum, as concentrações de ácidos biliares alta podem indicar doença hepática e diminuição da função hepatobiliar (Russell e Roussel, 2007).

A bilirrubina é um produto da decomposição da hemoglobina. No sangue, a bilirrubina não conjugada é ligada à albumina e transportada para o fígado, onde ela se torna conjugada e, em seguida, é excretada para a bÍlis (Russell e Roussel, 2007). Em bovinos saudáveis, a concentração de bilirrubina total é baixa quando comparada com o das outras espécies e a magnitude do aumento tende a ser relativamente pequena e inconsistente, mesmo em doença grave do fígado. Ruminantes com doença hepática colestática podem ter

hiperbilirrubinemia moderada, no entanto, isto não é um achado consistente (Cornelius, 1997).

Portanto o entendimento das fases reprodutivas associado ao entendimento das variações da homeostasia dos processos metabólicos já é parcialmente conhecido em animais de produção, entretanto, não se tem conhecimento científico da influência metabólica sobre os processos reprodutivos em vacas Curraleiro Pé-Duro. São, portanto, necessários estudos que gerem conhecimento científico neste campo para introdução de praticas de manejo e adequação alimentar em Núcleos de Conservação da raça.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA / CIÊNCIAS DA TERRA / CIÊNCIAS AGRÁRIAS, PECUÁRIA, PESCA E PSCICULTURA. **ANUALPEC**. 20.ed. Brasil: FNP, 2013.

ARTHUR, G.H.; NOAKES, D.E.; PEARSON, H.; PARKINSON, T.J. **Veterinary reproduction and obstetrics**. 7 ed. W. B. Saunders, 1996. 726p.

ATHANASSOF, N. **Manual do criador de bovinos**. Ed. Melhoramentos. 1957. 818 p.

BALL, P. J. H.; PETERS, A. R. **Reproduction in cattle**. 3 ed. Blackwell Publishing, 2004. 250p.

BARAKAT, S.E.D.M.; FORD, E.J.H. Further studies on the diagnostic value of gamma-glutamyl transferase in domestic animals. **Research in Veterinary Sciences**, v.44, p.354-360, 1988.

BARUSELLI, P.S.; GIMENES, L.U.; SALES, J.N.S. Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.2, p.205-211, 2007.

BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2804-2819, 1995.

BERTONI, G.; TREVISI, E.; LOMBARDELLI, R. Some new aspects of nutrition, health conditions and fertility of intensively reared dairy cows. **Italian Journal of Animal Science**, v.8, p.491-518, 2009.

BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C. M.; FERNANDES, M. C. B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A. S.; EGITO, A. A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1443-1448, 2006.

BOAVENTURA, V.M & FIORAVANTI, M.C.S. **Gado Currealeiro: relação dos criadores e aspectos gerais da raça**. Goiânia: Sebrae - GO, 2005. 80p.

BUTLER, W.R. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and

fertility in postpartum dairy cows. **Livestock Production Science**, v.83, p.211–218, 2003.

BUTLER, W.R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, vol. 60–61, p. 449–57, 2000.

CANFIELD RW; BUTLER WR. Energy balance and pulsatile LH secretion in early postpartum dairy cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, vol. 7, p. 323–330, 1990

CORNELIUS, C.E. Liver function. In: KANEKO, J.J., editor. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5ª edição. San Diego: Academic Press, 1997. p. 364–397.

CRONJÉ, P.B. **Ruminant physiology: Digestion, metabolism, growth and reproduction**. CABI Publishing, 2000. 474p.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999, p. 353-375.

DOORNENBAL, H.; TONG, A.K.W.; MURRAY, N.L. Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.52, p.99-105, 1988.

DRIANCOURT, M.A. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. **Theriogenology**, v. 55, p. 1211-1239, 2001.

EALES, A.; SMALL, J.; MACALDOWIE, C. **Practical Lambing and Lamb Care**. 3 ed. Moredun e Blackwell Publishing. 2004. 272p.

EGITO, A.A. **Diversidade genética, ancestralidade individual e miscigenação nas raças bovinas no Brasil com base em microssatelites e haplótipos de DNA mitocondrial: subsídios para a conservação**. Brasília: Departamento de Biologia Celular do Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, 2007, 246f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, 2007.

EGITO, A.A.; MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M. Programa Brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**, v.51, p.39-52, 2002.

EGITO, A.A.; PAIVA, S.R.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; MARIANTE, A.S.; ALMEIDA, L.D.; CASTRO, S.R.; GRATTAPAGLIA, D.. Microsatellite based genetic diversity and relationships among ten creole and commercial cattle breeds raised in Brazil. **BMC Genetics**, v. 8, p. 83, 2007.

EUCLIDES FILHO, K. Contribution of European adapted breeds to beef production under tropical and subtropical environments. **Conferência Global de Conservação Genética**, p. 6, 2000.

EVANS, A.C.; FORTUNE, J.E. Selection of dominant follicle in cattle occurs in the absence of differences in the expression of messenger ribonucleic acid for gonadotropin receptors. **Endocrinology**, v. 138, p. 2963-2971, 1997.

FORTUNE, J.E.; RIVERA, G.M.; YANG, M.Y. Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. **Animal Reproduction Science**, vol. 82–83, p. 109–126, 2004.

FRAZER, G.S. A rational basis for therapy in the sick postpartum cow. **Veterinary Clinics: Food and Animal Practice**, vol. 21, p. 523–568, 2005.

GIBSON, J.P.; BISHOP, S.C. Use of molecular markers to enhance resistance of livestock to disease: a global approach. **Revue Scientifique et Technique International Office of Epizootics**, v. 24, n. 1, p. 343–353, 2005.

GILBERT, R.O.; SHIN, S.T.; GUARD, C.L.; ERB, H.N.; FRAJBLAT, M. Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. **Theriogenology**, vol. 64, p. 1879–1888, 2005.

GINTHER, O.J.; BERGFELT, D.R.; BEG, M.A. Follicle selection in cattle: role of luteinizing hormone. **Biology of Reproduction**, v. 64, p. 197–205, 2001.

GINTHER, O.J.; WILTBANK, M.C.; FRICKE, P.M. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology of Reproduction**, v. 55, p. 1187–1194, 1996.

GONZÁLEZ, M.; YABUTA, A.K.; GALINDO, F. Behaviour and adrenal activity of first parturition and multiparous cows under a competitive situation. **Applied Animal Behaviour Science**, v.83, p.259–266, 2003.

GORDON, I. **Controlled reproduction in cattle and buffaloes**. Vol. 1. CAB International, 1996. 492p.

GÜMEN, A.; SEGUIN, B. Ovulation rate after GnRH or PGF<sub>2α</sub> administration in early postpartum dairy cows. **Theriogenology**, vol. 60, p. 341–348, 2003.

HAFEZ, E. S. E. e HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7ed. Manole, 2004. 513p.

HOUWING, H.; HURNIK, J.F.; LEWIS, N.J. Behavior of periparturient dairy cows and their calves. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, p.355–362, 1990.

KAFI, M.; TAMADON, A.; SAEB, M.; MIRZAEI, A.; ANSARI-LARI, M. Relationships between thyroid hormones and serum energy metabolites with different patterns of postpartum luteal activity in high-producing dairy cows. **Animal**, v.6, n.8, p.1253–1260, 2012.

KANEKO, J.J. Serum proteins and the dysproteinemias. In: KANEKO, J.J., editor. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5ª edição. San Diego: Academic Press, 1997. p. 117–138.

LECHTENBERG, K.F.; NAGARAJA, T.G. Hepatic ultrasonography and blood changes in cattle with experimentally induced hepatic abscesses. **American Journal of Veterinary Research**, v.52, n.6, p.803–809, 1991.

LIDFORS, L.M.; MORAN, D.; JUNG, J.; JENSEN, P.; CASTREN, H. Behaviour at calving and choice of calving place in cattle kept in different environments. **Applied Animal Behaviour Science**, v.42, p.11-28, 1994.

MACHADO, E. R. **Avaliação de componentes estruturais do placentomo da vaca Nelore**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2009, 41f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

MAINAU, E; MANTECA, X. Pain and discomfort caused by parturition in cows and sows. **Applied Animal Behaviour Science**, v.135, p.241– 251, 2011.

MARIANTE, A. S.; EGITO, A. A. Animal genetic resources in Brazil: result of five centuries of natural selection. **Theriogenology**, v.57, n.1, p. 223-235. 2002

MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; EGITO A.A.; MCMANUS, C. Advances in the Brazilian animal genetic resources conservation programme. In: FAO. **Animal Genetic Resources Information**. Roma, p.109-123,1999.

MARIANTE, A.S.; CAVALCANTE, N. **Animais do Descobrimento: raças domésticas da história do Brasil**. Brasília: Embrapa Sede / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 274p.

MARIANTE, A.S.; de BEM, A.R. Animal genetic resources conservation programme in Brazil. In: FAO. **Animal Genetic Resources Information**. Roma, 1992. 73p.

MARIANTE, A.S.; MCMANUS, C.; MENDONÇA, J.F. **Country report on the state of animal genetic resources: Brazil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 92p.

MATEUS, L.; da COSTA, L.L.; BERNARDO, F.; SILVA, J.R. Influence of puerperal uterine infection on uterine involution and postpartum ovarian activity in dairy cows. **Reproduction in Domestic Animals**, vol. 37, p. 31–35, 2002.

MAUNSELL, F.P.; MORIN, D.E.; CONSTABLE, P.D.; HURLEY, W.L.; McCOY, G.C.; KAKOMA, I.; ISAACSON, R.E. Effects of mastitis on the volume and composition of colostrum produced by Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1291–1299, 1998.

MIEDEMA, H.M.; COCKRAM, M.S.; DWYER, C.M.; MACRAE, A.I. Behavioural predictors of the start of normal and dystocic calving in dairy cows and heifers. **Applied Animal Behaviour Science**, v.132, p.14–19, 2011b.

MIEDEMA, H.M.; COCKRAM, M.S.; DWYER, C.M.; MACRAE, A.I. Changes in the behaviour of dairy cows during the 24 h before normal calving compared with behaviour during late pregnancy. **Applied Animal Behaviour Science**, v.131, p.8–14, 2011a.

MONKE, D.R.; KOCIBA, G.J.; DEJARNETTE, M. Reference values for selected hematologic and biochemical variables in Holstein bulls of various ages. **American Journal of Veterinary Research**, v.59, n.11, p.1386–1391, 1998.

MOREL, M. C. G. D. **Equine reproductive physiology, breeding and stud management**. CABI Publishing, 2003. 375p.

MORROW, D.A. **Current Therapy in Theriogenology**. Second Edition, W.B. Saunders Company. 1143p. 1986.

MOURA, M. R. P. **Perfil citológico dos líquidos extra-embrionários, células maternas e proporção volumétrica do placentomo da vaca nos terços inicial, médio e final da gestação**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008, 42f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

MUJICA, F.; MENCHACA, M.A.; HAMMOND, A.C. Comportamiento post destete de novillos Senepol, Hereford y Senepol x Hereford, en Brooksville, Florida. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 5, p. 155-166, 1997.

NARDON, R.; RAZZOK, A.G.; MOURA, A.C. Influência da raça, época de abate e metodologia de análise nas características quali-quantitativas de carcaças de bovinos selecionados para ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza, 1996. v. 1, p. 200-202.

NEILL, J.D. **Knobil and Neill's Physiology of Reproduction**. 3ed. Elsevier Inc., 2006. 3230p.

NOAKES, D.E. Parturition and the care of parturient animals. In: ARTHUR, G.H.; NOAKES, D.E.; PEARSON, H.; PARKINSON, T.J. **Veterinary Reproduction and Obstetrics**. Seventh Edition, W.B. Saunders Company, p. 141-170, 1996.

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. Seventh Edition. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition: Animal Nutrition, National Research Council, 2000. 248p.

PETER, A.T.; VOS, P.L.A.M.; AMBROSE, D.J. Postpartum anestrus in dairy cattle. **Theriogenology**, vol. 71, p. 1333-1342, 2009.

PETER, G.G.; JACKSON, M.A. **Handbook of Veterinary Obstetrics**. Second Edition, Saunders Company. 320p. 2004.

POTTER, T.J.; GUITIAN, J.; FISHWICK, J.; GORDON, P.J.; SHELDON, I.M. Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle. **Theriogenology**, v.74, n.1, p.127-134, 2010.

PRIMO, A.T. El Ganado bovino Iberico en las Americas: 500 Años Después. **Archivos de Zootecnia**, v.41, n.154, p. 421-432, 1992.

RAMÍREZ, A.; QUILES, A.; HEVIA, M.; SOTILLO, F. Behavior of the Murciano-Granadina goat in the hour before parturition. **Applied Animal Behaviour Science**, v.44, p.29-35, 1995.

RAMOS, A.F.; NASCIMENTO, N.V.; SILVA, A.V.R.; NETO, M.A.P.; EGITO, A.A.; PAIVA, S.R.; CASTRO, S.R.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; MARIANTE, A.S. Qualidade do

sêmen bovino estocado no Banco Brasileiro de Germoplasma Animal. X Simposio Iberoamericano Sobre Conservación e Utilización de Recursos Zoogenéticos. **Memórias**, Universidad Nacional de Colombia, Palmira - Colômbia, 2009.

RANDEL, R.D.; LAMMOGLIA, M.A.; LEWIS, A.W.; NEUENDORFF, D.A.; GUTHRIE, M.J. Exogenous PGF<sub>2a</sub> enhanced GnRH-induced LH release in postpartum cows. **Theriogenology**, vol. 45, p. 643-654, 1996.

RANGEL, P.N.; ZUCCHI, M.I.; FERREIRA, M.E. Similaridade entre raças bovinas brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 97-100, 2004.

REFSAL, K.R.; NACHREINER, R.F.; ANDERSON, C.R. Relationship of season, herd, lactation, age, and pregnancy with serum Thyroxine and Triiodothyronine in holstein cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v.1, n.3, p.225-234, 1984.

ROCHE, J.F. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. **Animal Reproduction Science**, v.96, p.282–296, 2006.

ROUSSEL, A.J.; WHITNEY, M.S.; COLE, D.J. Interpreting a bovine serum chemistry profile: part 1. **Veterinary Medicine**, v.92, p.553–558, 1997.

ROUSSEL, J.D.; ARANAS, T.J.; SEYBT, S.H. Metabolic profile testing for Holstein cattle in Louisiana: reference values. **American Journal of Veterinary Research**, v.43, n.9, p.1658–1660, 1982b.

ROUSSEL, J.D.; SEYBT, S.H.; TOUPS, G. Metabolic profile testing for Jersey cows in Louisiana: reference values. **American Journal of Veterinary Research**, v.43, n.6, p.1075–1077, 1982a.

RUDOVSKY, A.; LOCHER, L.; ZEYNER, A.; SOBIRAJ, A.; WITTEK, T. Measurement of immunoglobulin concentration in goat colostrum. **Small Ruminant Research**, v.74, p.265–269, 2008.

RUSSELL, K.E. & ROUSSEL, A.J. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.23, p.403–426, 2007.

SANTIAGO, A.A. **Os cruzamentos na pecuária bovina**. São Paulo: Instituto de Zootecnia, 1975. 549 p.

SCHATTEN, H.; CONSTANTINESCU, G. **Comparative Reproductive Biology**. Blackwell Publishing, 2007. 432p.

SENGER, P.L. **Pathways to Pregnancy and Parturition**, Second Edition, Current Conceptions, p.304-325, 2003.

SERRANO, G.M.; EGITO, A.A.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A.S. Genetic diversity and population structure of Brazilian native bovine breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.6, p.543-549, 2004.

SHELDON, I.M.; LEWIS, G.S.; LEBLANC, S.; GILBERT, R.O. Defining postpartum uterine disease in cattle. **Theriogenology**, vol. 65, p. 1516–1530, 2006.

SHELDON, I.M.; NOAKES, D.E.; RYCROFT, A.N.; PFEIFFER, D.U.; DOBSON, H. Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. **Reproduction**, vol. 123, p. 837–845, 2002.

SILVA, E.; GAIVÃO, M.; LEITÃO, S.; AMARO, A.; LOPES da COSTA, L.; MATEUS, L. Blood COX-2 and PGES gene transcription during the peripartum period of dairy cows with normal puerperium or with uterine infection. **Domestic Animal Endocrinology**, vol. 35, p. 314–323, 2008b.

SILVESTRE, F.T.; BARTOLOME, J.A.; KAMIMURA, S.; ARTECHE, A.C.; PANCARCI, S.M.; TRIGG, T.; THATCHER, W.W. Postpartum suppression of ovarian activity with a Deslorelin implant enhanced uterine involution in lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, vol. 110, p. 79–95, 2009.

TORTORELLA, R.D. **Fisiologia e manipulação do ciclo estral dos bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 102 p. Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2014.

VAP, L.M & WEISER, M.G. Field chemistry analysis. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.23, p.427–442, 2007.

VIANA, U. Sobre o gado Curraleiro, notas históricas e apontamentos sobre os bovinos no Brasil. **Jornal do Brasil**. Rio de Janeiro- RJ, p. 41. 1927.

WEEMS, C.W.; WEEMS, Y.S.; RANDEL, R.D. Prostaglandins and reproduction in female farm animals. **The Veterinary Journal**, vol. 171, p. 206–228, 2006.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DA GESTAÇÃO DE VACAS CURRALEIRO PÉ-DURO**

Heitor Castro Alves Teixeira <sup>1,2</sup>, Arthur da Silva Mariante<sup>2</sup>, Alexandre Floriani Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil;

<sup>2</sup>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, Distrito Federal, Brasil

## 1 RESUMO

Diversos são os estudos que demonstram todo o balanço nutricional/metabólico de vacas no período de pós-parto inicial, lactação e período de transição, contudo, poucos trabalhos relatam o andamento do balanço metabólico de vacas ao longo de todo o período gestacional e as alterações sofridas no dia do parto. Portanto, objetivou-se avaliar o perfil energético e lipídico, perfil hormonal e perfil proteico de vacas Curraleiro Pé-Duro ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto, avaliando as alterações metabólicas ao longo de cada um dos terços da gestação. Foram utilizadas 12 vacas Curraleiro Pé-Duro gestantes, que tiveram o sangue coletado por meio de venopunção jugular dos 30 dias de gestação até o nono mês de gestação (30 em 30 dias) e no dia do parto. Os dados foram avaliados por meio de modelos lineares generalizados e análise de regressão, comparando os terços da gestação, para isso, assumiu-se que: Terço Inicial corresponde do 1º mês ao 4º mês de gestação; o Terço Médio, do 4º mês ao 7º mês de gestação e o Terço Final, do 7º mês de gestação ao dia do parto. NEFA e bHB apresentaram aumento de suas concentrações no 1º e no 3º terços respectivamente ( $P < 0,05$ ). Triglicerídeos e ureia apresentaram queda no terço inicial e aumento no terço médio ( $P < 0,05$ ), enquanto que colesterol, tiroxina e albumina não houve variação na concentração ( $P > 0,05$ ). No Terço Final, PPT apresentaram aumento e creatinina queda em suas concentrações ( $P < 0,05$ ). Enquanto que P4 apresenta expressiva da concentração no Terço Inicial e Final ( $P < 0,05$ ). Apesar de as Vacas Curraleiro Pé-Duro serem animais adaptados ao clima e pastagem da região onde foram estudadas, muitos de seus metabólitos sofreram alterações em suas concentrações devido ao momento do parto, um período que demonstrou ser de alta demanda metabólica.

Palavras-chave: Perfil Metabólico; Perfil Energético; Demanda Metabólica; Conservação; Recursos Genéticos.

## 2 ABSTRACT

There are several studies that demonstrate all the nutritional balance/metabolism of cows during the early postpartum, and lactation period of transition, however, few studies report the progress of the metabolic balance of cows throughout the pregnancy and the changes suffered in the day of labor. Therefore, the objective of this study was to assess the energy and lipid profile, metabolic and reproductive hormone profile and protein profile of Curraleiro Pé-Duro cows throughout the nine months of pregnancy and at parturition, assessing metabolic changes over of each thirds of the gestation. 12 pregnant Curraleiro Pé-Duro cows had its blood collected via jugular venipuncture at 30 days of gestation until the ninth month of gestation (30 to 30 days) and at parturition. Data were evaluated using generalized linear models and regression analysis, comparing the thirds of pregnancy, for this, it was assumed that: Initial Third would correspond to the 1st month till the 4th month of pregnancy; Middle Third, the 4th month to 7th month of pregnancy and the Final Third, the 7th month of pregnancy to the day of delivery. NEFA and BHBA concentrations had increased on the 1st and 3rd thirds respectively ( $P<0.05$ ). Triglycerides and urea decreased in the first third and at the middle third it increased ( $P<0.05$ ), whereas cholesterol, albumin and thyroxine had no variations in its levels ( $P>0.05$ ). In the Final Third, TPP had increased and creatinine had declined its concentrations ( $P<0.05$ ). While P4 had a significant decline concentration Initial Third and Final Third ( $P<0.05$ ). Although Curraleiro Pé-Duro cows are animals adapted to climate and grazing in the area where they were studied, many of their metabolites have undergone changes in their concentrations due to the time of labor, generating high metabolic demand.

Keywords: Metabolic Profile; Energy Profile; Metabolic Demand; Conservation; Genetic Resources.

### 3 INTRODUÇÃO

O perfil metabólico foi utilizado inicialmente em vacas leiteiras na Grã-Bretanha na década de 1960 (Payne et al., 1970). O sucesso foi limitado por uma série de razões, sendo a principal delas, a expectativa que todas as concentrações bioquímicas no sangue bovino refletiriam a ingestão nutricional e condição nutricional em todas as fases da vida do animal (Whitaker et al., 1999). Sabe-se que o balanço nutricional em animais de produção depende muito da sua condição fisiológica e fase de produção/reprodução (McNamara et al., 2003).

Diversos são os estudos que demonstram todo o balanço nutricional/metabólico de vacas no período de pós-parto inicial, lactação e período de transição (Bauman e Currie, 1980; Drackley, 1999; Garnsworthy et al., 2008; Sullivan et al., 2009; Esposito et al., 2014), contudo, poucos trabalhos relatam o balanço metabólico de vacas ao longo de todo o período gestacional e as alterações sofridas no dia do parto. Adicionalmente a isto, pouco se sabe sobre o perfil metabólico de vacas de raças localmente adaptadas, como a Curraleiro Pé-Duro em qualquer período produtivo/reprodutivo.

A intensificação nos sistemas de produção animal tem levado a um aumento do risco de apresentação de transtornos metabólicos nos rebanhos animais uma vez que o desafio metabólico imposto pela maior demanda produtiva favorece o desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes ao organismo, a capacidade para metabolizar esses componentes e os níveis de produção alcançados (González et al., 2000). Os animais Curraleiros Pé-Duro, entretanto, ainda são criados em sistemas de baixa intensificação produtiva e pouca tecnificação, quase que da mesma forma como eram criados a 500 anos atrás, na época da colonização do Brasil. Por outro lado, com o avanço dos programas de conservação da raça, mais informações fisiológicas e metabólicas desses animais devem ser obtidas o que possibilita que se entenda os fatores importantes relacionados a grande adaptação desses animais a regiões de calor

intenso e pastagens de baixa qualidade, como as regiões semiáridas do nordeste brasileiro e as regiões de cerrado.

Diante destes fatos, objetivou-se avaliar o perfil energético, o perfil hormonal e o perfil proteico de vacas Curraleiro Pé-Duro ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto, avaliando as alterações metabólicas ao longo de cada um dos terços da gestação.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Animais e local experimental

O estudo foi executado no Setor de Campo Experimental Fazenda Sucupira, de propriedade de Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, localizado a Sudoeste da cidade de Brasília - DF (15°52' a 15°56'S e 48°00' a 48°02'W), com altitudes que variam de 1.050 a 1.250 m. O clima predominante é o *Koppen Aw*, indicando inverno seco e verão chuvoso. A fazenda conta com uma área total de 1.763 ha, distribuídos em áreas de cerrado, pastagem e agricultura (Walter e Sampaio, 1998).

Quinze fêmeas Currealeiro Pé-Duro foram selecionadas por meio de exame ginecológico, palpação transretal e ultrassonografia antes do início do estudo para constatação da ciclicidade e ausência de enfermidades ou anormalidades no aparelho reprodutivo. Os animais foram mantidos a pasto (*Brachiaria brizantha*) com mineralização e água à vontade ao longo de todo o período experimental.

As fêmeas tiveram seu ciclo estral previamente sincronizado, onde, no D0 foi inserido um implante de progesterona (P4 - CIDR<sup>1</sup>) e administrados 2mg de benzoato de estradiol (BE - Estrogin<sup>2</sup>); no D8 foi administrado 150µg de D-cloprostenol (PGF2α - Veteglan<sup>3</sup>) e subsequente retirada do implante de P4; no D9 foi administrado 1mg de BE e as inseminações artificiais foram feitas no D10, por volta de 18 horas após a aplicação de 1mg

---

<sup>1</sup> CIDR – Pfizer Animal Health, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>2</sup> Estrogin – Farmavet, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>3</sup> Veteglan – Hertape Calier Saúde Animal, Juatuba-MG, Brasil.

de BE. Foram utilizadas doses de sêmen de três diferentes touros previamente avaliadas, sendo que já se tinha comprovada a fertilidade desses animais no núcleo de conservação da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Trinta dias após a inseminação artificial, as vacas passaram por palpação transretal e ultrassonografia (Aloka scanner B com transdutor transretal de 7,5 MHz<sup>4</sup>) para constatação da gestação. As fêmeas diagnosticadas como não gestantes após este exame foram resincronizadas e novamente inseminadas com doses de sêmen dos mesmos animais e novamente avaliadas para diagnóstico de gestação 30 dias após a inseminação artificial. Ao fim deste período, as vacas não gestantes permaneceram por 30 dias com touro do Campo Experimental Sucupira e novamente foi feito o diagnóstico de gestação. No total, doze vacas se apresentaram gestantes ao fim da estação de monta (meses de fevereiro a abril) e estas foram utilizadas no estudo.

## 4.2 Coleta de amostras

As vacas tiveram o sangue coletado por meio de venopunção jugular com tubos à vácuo sem anticoagulante dos 30 dias de gestação até o nono mês de gestação, com intervalo de 30 dias, e no dia do parto.

Após a coleta do sangue, as amostras foram centrifugadas a 3000 G por 15 minutos e o soro separado foi armazenado em microtubos a temperatura de -20°C até o momento das quantificações hormonais e bioquímicas, segundo metodologia revisada por Russell e Rousel (2007).

---

<sup>4</sup> Aloka CO. – Tóquio, Japão

### 4.3 Análises hormonais e bioquímicas

As quantificações hormonais foram realizadas por meio de kits comerciais de radioimuno ensaio (RIA) onde foram avaliados progesterona ( $P_4$  - Siemens<sup>5</sup>) e tiroxina total (T4 – Siemens<sup>6</sup>). As quantificações bioquímicas foram feitas por meio de kits comerciais dos tipos colorimétricos e enzimáticos cinéticos e sua leitura foi feita em duplicata com auxílio de espectrofotômetro semi-automatizado (Bioplus<sup>7</sup>) apresentando 7 filtros de cor com faixa de leitura variando de 340nm a 670nm de espectro de luz.

Os metabólitos sanguíneos avaliados foram: ácidos graxos não esterificados (NEFA – Randox<sup>8</sup>), beta hidroxibutirato (bHB – Randox<sup>9</sup>), Triglicérides (Bioclin<sup>10</sup>), Colesterol (Bioclin<sup>11</sup>), proteínas plasmáticas totais (PPT - Laborlab<sup>12</sup>), albumina (Laborlab<sup>13</sup>), ureia (Laborlab<sup>14</sup>) e creatinina (Bioclin<sup>15</sup>), conforme recomendação do fabricante.

### 4.4 Análise estatística

Os dados foram divididos entre os três terços da gestação (inicial, médio e final) e foram avaliados quanto à normalidade por teste de Shapiro-Wilk. Aqueles que apresentaram normalidade foram avaliados por modelos lineares generalizados e os que não apresentaram distribuição normal encaixaram-se na distribuição Gamma e não precisaram sofrer transformação logarítmica. Os três terços da gestação foram então avaliados por análise de regressão para determinação de progressão ou regressão da curva ao longo dos períodos avaliados assumindo-se o nível de probabilidade de 95%.

---

<sup>5</sup> Coat-A-Count Progesterone RIA Kit – Siemens Healthcare Diagnostics – California - EUA

<sup>6</sup> Coat-A-Count Total T4 Thyroxine RIA Kit - Siemens Healthcare Diagnostics – California - EUA

<sup>7</sup> Analisador Bioquímico Bioplus Bio200S – Bioplus Produtos para Laboratórios LTDA - Brasil

<sup>8</sup> Nefa (non-esterified fatty acid) Assay – Randox Laboratories Ltd – County Antrim – United Kingdom

<sup>9</sup> Hydroxybutyrate (Ranbut) Assay – Randox Laboratories Ltd – County Antrim – United Kingdom

<sup>10</sup> Bioclin Triglicérides Monoreagente - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>11</sup> Bioclin Colesterol Monoreagente - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>12</sup> Protal – Laborlab Produtos para Laboratórios Ltda – Guarulhos – São Paulo - Brasil

<sup>13</sup> Albumin – Laborlab Produtos para Laboratórios Ltda – Guarulhos – São Paulo - Brasil

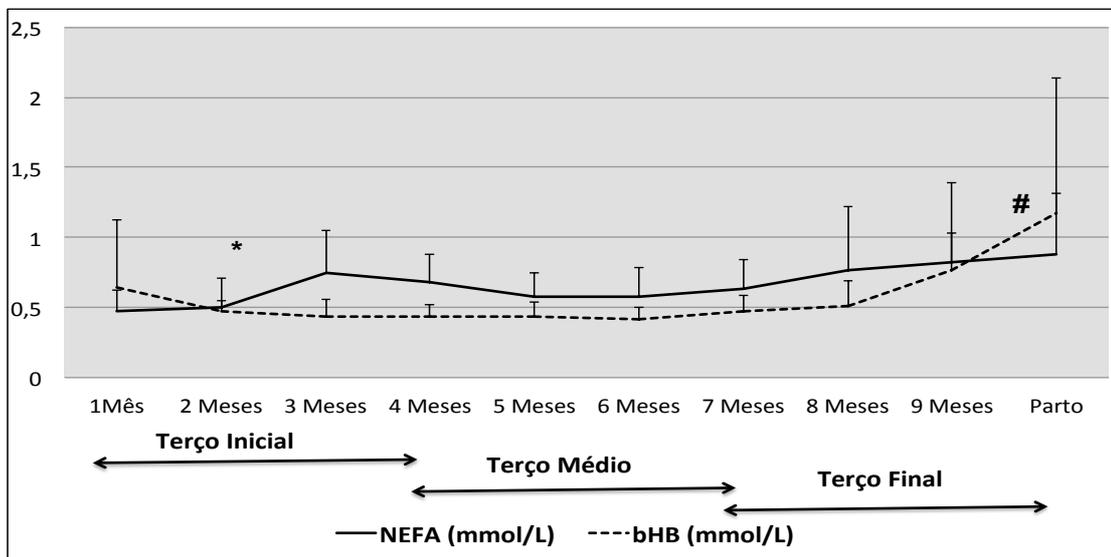
<sup>14</sup> Uréia UV Liquid Stable - Laborlab Produtos para Laboratórios Ltda – Guarulhos – São Paulo - Brasil

<sup>15</sup> Bioclin Creatinina - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

Para uma melhor avaliação das curvas dos terços da gestação e suavização das variações das curvas, assumiu-se que: Terço Inicial corresponde do 1º mês ao 4º mês de gestação; o Terço Médio, do 4º mês ao 7º mês de gestação e o Terço Final, do 7º mês de gestação ao dia do parto. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico R Core Team, 2013.

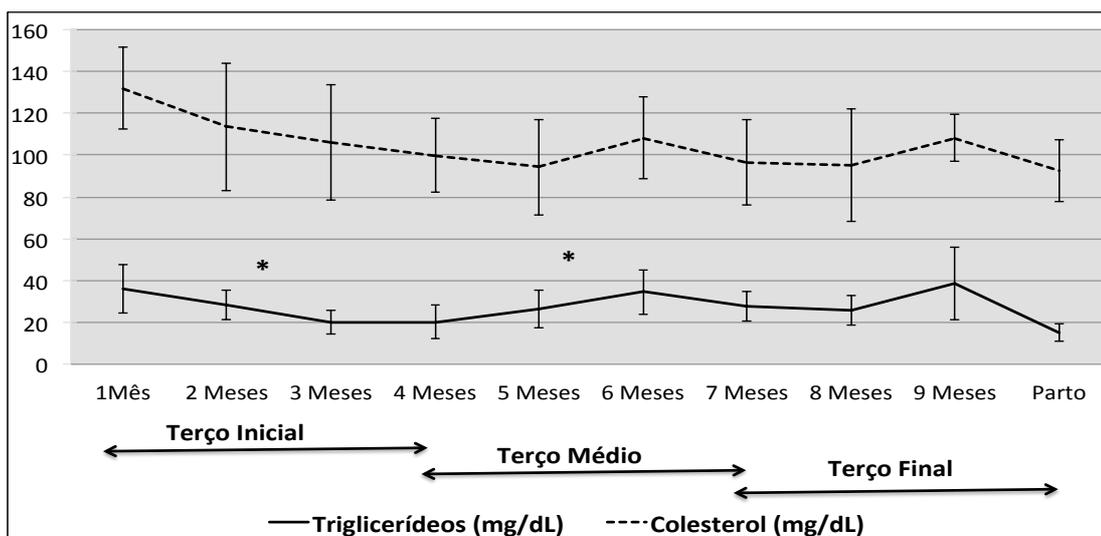
## 5 RESULTADOS

Todos os resultados estão apresentados na forma de médias das concentrações dos metabólitos ou hormônios durante o primeiro mês ao nono mês de gestação e no dia do parto e avaliados estatisticamente quanto aos terços da gestação. Sobre o perfil energético durante a gestação pode-se observar que NEFA apresentou um crescimento no terço inicial da gestação ( $P < 0,05$ ) e depois manteve-se constante, enquanto que bHB manteve-se constante nos dois primeiros terços da gestação e apresentou aumento significativo no terço final da gestação ( $P < 0,05$ ) (Figura 2.1).



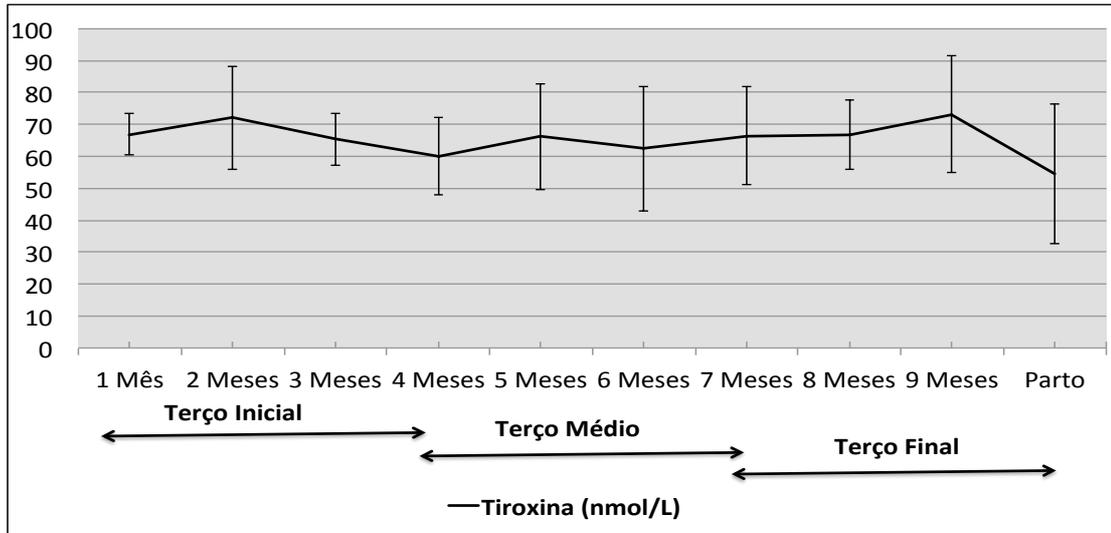
**Figura 2.1.** Concentração média de ácidos graxos não esterificados (NEFA) (mmol/L) e beta hidroxibutirato (bHB) (mmol/L) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para NEFA, naquele terço, e # indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para bHB, naquele terço).

Os triglicerídeos apresentaram queda em sua concentração durante o primeiro terço de gestação ( $P < 0,05$ ) e logo após, no terço médio, apresentaram um aumento ( $P < 0,05$ ) com posterior manutenção das suas concentrações no terço final. Apesar de o colesterol ter apresentado uma curva bem semelhante à curva de triglicerídeos, não foi possível observar efeito significativo sobre sua concentração ao longo da gestação e no dia do parto ( $P > 0,05$ ) (Figura 2.2).

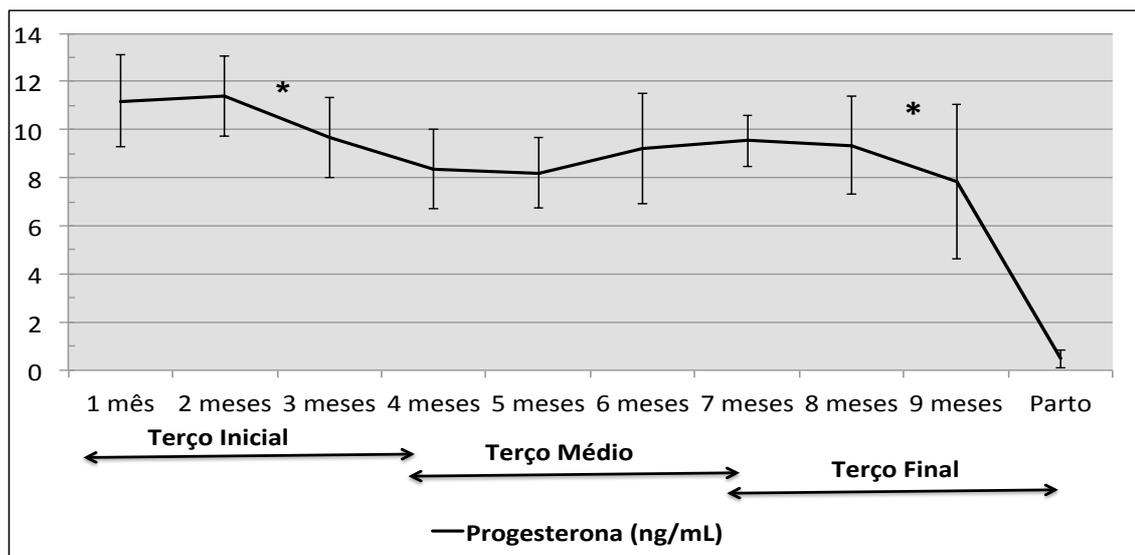


**Figura 2.2.** Concentração média de triglicerídeos (mg/dL) e colesterol (mg/dL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para triglicerídeos naquele terço).

Quanto ao perfil hormonal avaliado, a tiroxina (T4) manteve uma concentração constante, de aproximadamente  $65,33 \pm 14,50$  nmol/L (média geral ao longo de toda gestação) e uma súbita queda no dia do parto ( $54,37 \pm 21,81$  nmol/L). Entretanto, não foi possível observar efeito significativo nesta queda ( $P > 0,05$ ) (Figura 2.3). A progesterona (P4) apresentou uma leve queda no terço inicial ( $P < 0,05$ ) e em seguida manteve sua concentração constante no terço médio. Entretanto, no terço final é possível observar uma queda expressiva da progesterona no dia do parto ( $P < 0,05$ ) de  $7,84 \pm 3,21$  ng/mL no nono mês de gestação para  $0,47 \pm 0,53$  ng/mL no dia do parto (Figura 2.4).



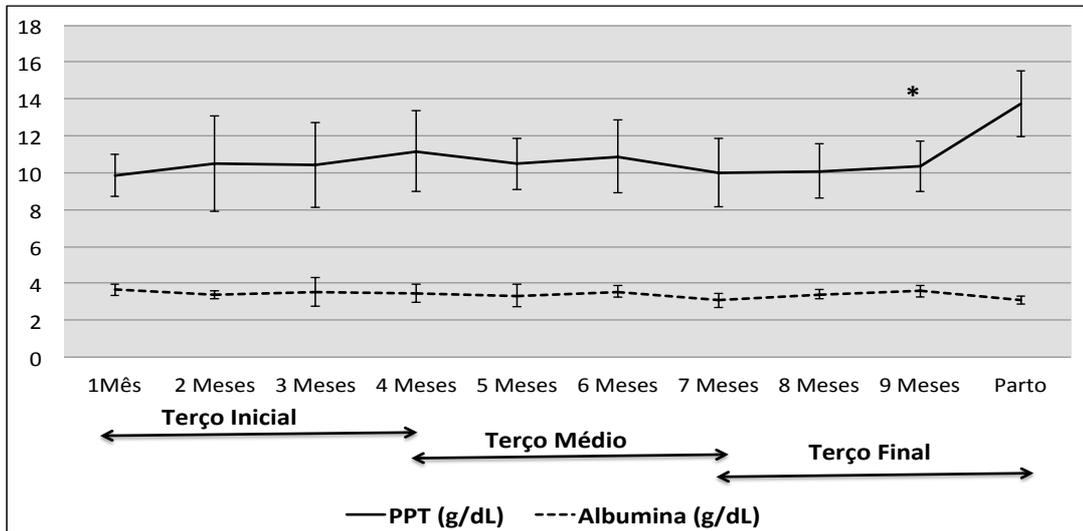
**Figura 2.3.** Concentração média de tiroxina (T4) (nmol/L) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação ( $P>0,05$ ).



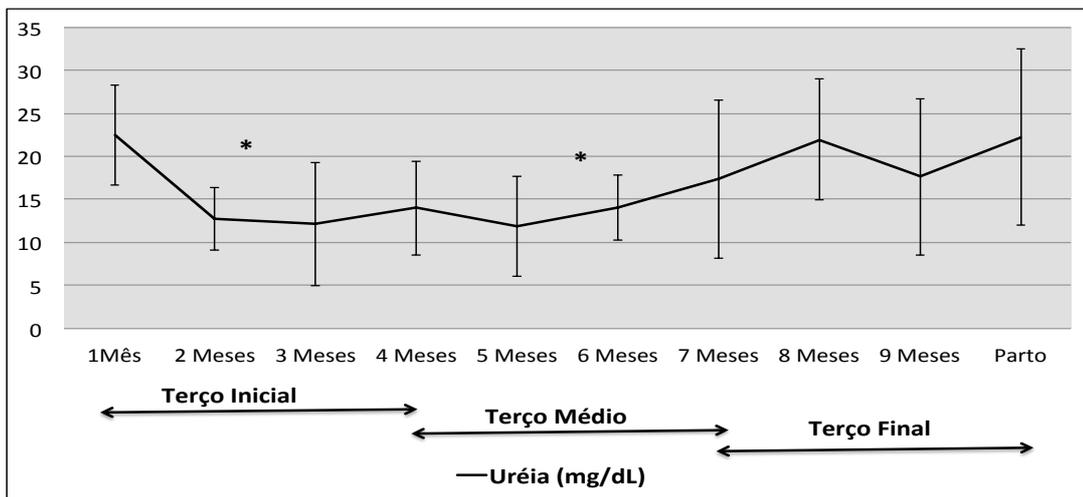
**Figura 2.4.** Concentração média de progesterona (P4) (ng/mL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P<0,05$ ) naquele terço).

O perfil proteico avaliado apresentou uma constância na concentração média de albumina ao longo de toda gestação. Contudo, proteínas totais (PPT) apresentaram-se constantes durante os dois primeiros meses de gestação, mas devido ao grande aumento de PPT, que variou de  $10,35\pm 1,37\text{g/dL}$ , no nono mês de gestação, para  $13,73\pm 1,76\text{g/dL}$  no dia do parto, foi possível observar um aumento significativo das PPT no terço final da gestação

(Figura 2.5). A ureia apresentou uma sensível queda no terço inicial da gestação ( $P < 0,05$ ) e um aumento no terço médio ( $P < 0,05$ ) com consequente manutenção da concentração no terço final ( $P > 0,05$ ) sem grandes variações no dia do parto (Figura 2.6).

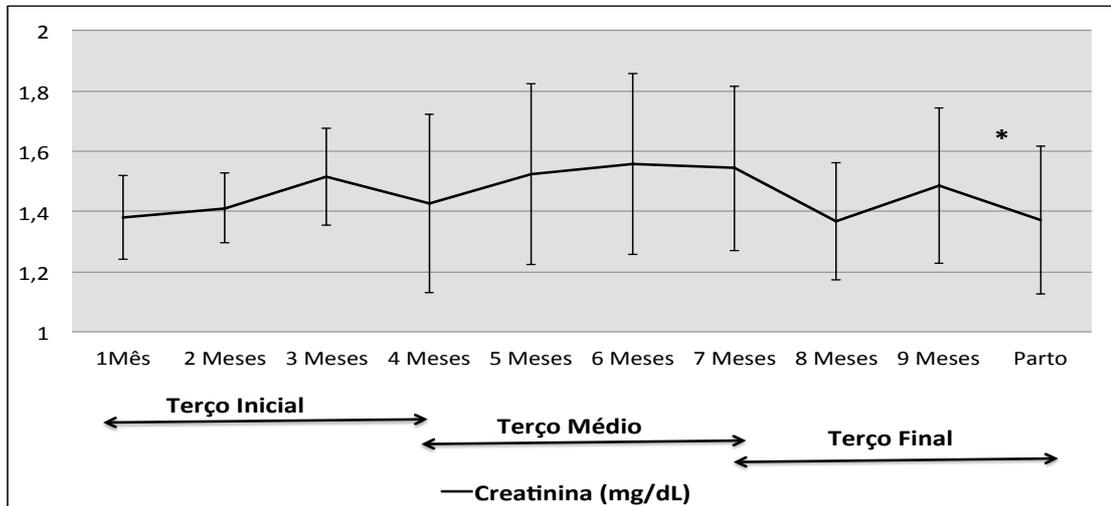


**Figura 2.5.** Concentração média de proteínas plasmáticas totais (PPT) (g/dL) e albumina (g/dL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para PPT naquele terço).



**Figura 2.6.** Concentração média de ureia (mg/dL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) naquele terço).

A creatinina apresentou uma variação ao longo de todo período estudado, entretanto, só foi possível observar uma queda significativa na concentração de creatinina no terço final da gestação ( $P < 0,05$ ) apresentando os menores valores no oitavo mês de gestação ( $1,36 \pm 0,19 \text{ mg/dL}$ ) e no dia do parto ( $1,37 \pm 0,24 \text{ mg/dL}$ ) (Figura 2.7).



**Figura 2.7.** Concentração média de creatinina (mg/dL) ao longo dos nove meses de gestação e no dia do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, e dividido entre os três terços da gestação (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) naquele terço).

## 6 DISCUSSÃO

Diversos estudos relacionados ao metabolismo energético relatam que o aumento de metabólitos como NEFA e bHB estão diretamente ligados à lipólise, e o aumento de sua concentração na circulação demonstra um aumento na demanda energética (Bergman, 1970; Bauman e Currie, 1980; Overton e Waldron, 2004; Harmeyer e Schlumbohm, 2006; Montiel et al., 2007; Frigotto et al., 2009; Ospina et al., 2013). A mobilização de tecido adiposo das reservas corporais promove a liberação de ácidos graxos livres e o acúmulo destes no fígado (Smith et al., 1997). O acúmulo de triglicerídeos hepáticos é fisiológico, mas quando o aporte de NEFA ultrapassa a capacidade do fígado em oxidar ácidos graxos, há um acúmulo de metabólitos intermediários, conhecidos por corpos cetônicos, entre os quais o bHB. Como observado no terço inicial da gestação, neste estudo, as vacas apresentaram um aumento substancial de NEFA circulante, isso pode estar diretamente ligado a dois motivos: quebra de tecido adiposo para utilização de energia necessária para o desenvolvimento inicial do concepto (Ingvarsen, 2006), ou mobilização energética devido ao início do período onde as pastagens começam a apresentar menor qualidade, na região onde o estudo foi conduzido. Concomitante ao aumento de NEFA neste período, pode-se observar também, uma queda na concentração de triglicerídeos, o que pode vir a concordar com ambos os fatos relatados do aumento da lipólise neste período, ademais, os triglicerídeos voltaram a aumentar sua concentração no terço médio e se mantiveram até o fim da gestação.

Diferentemente de NEFA, bHB apresentou concentração baixa e constante nos dois primeiros terços da gestação, entretanto, no terço final, apresentou um aumento considerável, principalmente no dia do parto ( $1,17 \pm 0,97$  mmol/L). Este fato pode estar diretamente ligado ao alto gasto energético exigido pelo momento do parto e grande lipólise. Apesar de NEFA não ter apresentado aumento significativo neste período ( $P > 0,05$ ), ambos os metabólitos apresentaram-se no terço final, acima dos parâmetros normais relacionados com o

balanço energético. Vap e Weisser (2007) descreveram que no período próximo ao parto NEFA acima de 0,6 mEq/L (0,6 mmol/L) e bHB acima de 1,4 mmol/L representam indicadores de balanço energético negativo e risco de doenças metabólicas, cetose subclínica, deslocamento de abomaso, retenção de placenta, entre outras. Apesar das concentrações de NEFA e bHB de vacas Curraleiro Pé-Duro estarem próximas ou acima dos valores descritos por Vap e Weisser (2007), Eicher (2003), González et al. (2011) e Ospina et al. (2013), estes animais não apresentaram nenhum sinal clínico de cetose, nem problemas como retenção de placenta e outros. Isto pode estar ligado ao fato desses animais apresentarem maiores níveis relativos na concentração desses metabólitos e não apresentarem sinais claros de balanço energético negativo nesta fase. Também pode ser um indicativo de adaptabilidade desses animais em mobilizar maiores reservas energéticas nesta fase da gestação para compensar a baixa qualidade das pastagens.

Como discutido anteriormente, os triglicerídeos sofrem influência direta da metabolização de lipídios e altera as concentrações de NEFA e bHB. Entretanto o colesterol, que não apresenta ligação direta com esses metabólitos, não apresentou variação significativa ( $P>0,05$ ) no período estudado. A variação na concentração de colesterol poderia estar associada à variação de triglicerídeos devido a algumas vias metabólicas semelhantes entre colesterol e triglicerídeos (Vap e Weisser, 2007), entretanto, colesterol apresenta outras vias, como a de precursor para hormônios esteroides, talvez por este motivo, apesar das curvas semelhantes, não ocorreu a variação nas concentrações de colesterol neste estudo.

Sabe-se que o aumento nos valores de T4 pode estar ligado ao aumento da lipólise devido ao aumento do metabolismo basal e aumento do consumo de oxigênio, via fosforilação oxidativa, como também a utilização de ATP, pois aumentam o número de bombas ATPases  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , presentes em quase todas as células (Refsal et al., 1984). Apesar do aumento da lipólise por meio da observação nas concentrações de NEFA, bHB e triglicerídeos, a T4 provavelmente não apresentou relação direta com este fato, haja visto que não houve variação na sua concentração ao longo da gestação e no dia do parto, mantendo uma média geral de  $65,33 \pm 14,50$  nmol/L, valor próximo ao observado por Doornenbal et al. (1988) e Kafi et al. (2012).

A progesterona (P4) apresentou uma variação em sua curva justamente como o esperado para a fisiologia, com concentração alta no primeiro e segundo mês de gestação ( $11,18 \pm 1,9$  ng/mL e  $11,39 \pm 1,7$  ng/mL respectivamente) e uma queda súbita no terceiro e quarto meses, o que caracterizou uma queda significativa da concentração de P4 no terço inicial da gestação ( $P<0,05$ ). Isto pode estar associado ao fato da concentração de P4 no início

da gestação ser mais alta em vacas, para que o ambiente uterino apresente-se viável para a implantação embrionária e consequente manutenção da gestação (Rhinehart et al., 2009). Além disso, o alto metabolismo hepático pode exercer uma queda na relação da concentração entre P4 e 17-beta-estradiol (E2), o que pode causar perdas embrionárias ou fetais em vacas de alta produção de leite (Sangsritavong et al., 2002; Bech-Sábat et al., 2008). Como as vacas Curraleiro Pé-Duro não são de alta produção leiteira, e provavelmente, não apresentam a mesma taxa de metabolização hormonal apresentada por vacas de alta produção, talvez, essa queda só tenha sido observada no terceiro e quarto mês de gestação em diante, haja visto, que foi observada uma queda na concentração de triglicerídeos e um aumento na concentração de NEFA no terço inicial da gestação, indicando alta taxa de metabolismo pelo fígado.

A queda expressiva da concentração ( $P < 0,05$ ) de P4 no terço final, está ligada ao momento do parto, haja visto que ocorre toda uma cadeia de expressão hormonal que desencadeia a luteólise, promove a queda da concentração de P4 e culmina com o parto (Kamimura et al., 1978; Aba et al., 1998; Rhinehart et al., 2009).

PPT e albumina estão diretamente relacionadas à saúde geral dos animais, e sua relação albumina/globulina (PPT menos a albumina) está diretamente relacionada com fatores relacionados a doenças crônicas, desidratação, ou resultado da insuficiente ingestão da dieta ou baixa absorção proteica pelo intestino (Russell e Roussel, 2007). Como observado neste estudo, albumina manteve uma concentração constante ao longo de toda a gestação e no dia do parto, enquanto que as PPT apresentaram um aumento significativo ( $P < 0,05$ ) no terço final da gestação. Provavelmente devido à produção láctea que se dá próximo ao momento do parto, para a formação do colostro, o organismo dessas vacas produziu uma maior quantidade de imunoglobulinas a serem mobilizadas para a glândula mamária e ejetadas no leite, como observado por Whitaker et al. (1999) ao avaliar estudos de perfil metabólico em vários países.

A ureia pode ser utilizado para avaliar dois parâmetros: metabolização de proteínas (Ferguson et al., 1988; Valkeners et al., 2008) e juntamente com a creatinina, função excretória renal (Russell e Roussel, 2007). Na Figura 2.6, pode ser observado que ocorreu uma queda ( $P < 0,05$ ) na concentração de ureia no terço inicial. Isto pode ter ocorrido devido a queda da qualidade das pastagens neste período, voltando a ter a normalização de sua concentração com o aumento ( $P < 0,05$ ) a partir do terço médio da gestação.

A creatinina sérica em conjunto com a ureia servem de parâmetros para avaliação da filtração glomerular. É sabido que a creatinina é resultado do metabolismo normal dos músculos e é um produto da degradação da creatina (Russell e Roussel, 2007). Considerando que os animais obtiveram uma maior mobilização energética no terço final da

gestação devido ao dia do parto, esses animais podem ter apresentado perda de peso. Animais com baixo peso podem apresentar níveis baixos de creatinina devido à diminuição da atividade metabólica por baixa massa muscular (Pires et al., 2013). Pode ser observada uma queda significativa ( $P < 0,05$ ) de creatinina no terço final da gestação, entretanto, as concentrações tanto de creatinina quanto de ureia, mantiveram-se dentro dos valores de referência para bovinos.

Estes resultados, no futuro, podem servir de parâmetros normais de variação hormonal e do perfil metabólico ao longo da gestação e servir como subsídio para implantação de manejo nutricional adequado a vacas Curraleiro Pé-Duro nos núcleos de conservação, haja visto que os parâmetros para esta raça nunca foram estudados.

## 7 CONCLUSÃO

Apesar das Vacas Curraleiro Pé-Duro serem animais adaptados ao clima e pastagem da região onde foram estudadas, alguns de seus metabólitos sofreram alterações em suas concentrações devido ao momento do parto, um período que demonstrou ser de alta demanda metabólica.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABA, M.A. ; SUMAR, J.; KINDAHL, H.; FORSBERG, M.; EDQVIST, L.E. Plasma concentrations of 15-ketodihydro-PGF<sub>2a</sub>, progesterone, oestrone sulphate, oestradiol-17b and cortisol during late gestation, parturition and the early post partum period in llamas and alpacas. **Animal Reproduction Science**, v.50, p.111–121, 1998.

BAUMAN, D.E & CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1514-1529, 1980.

BECH-SÁBAT, G.; LÓPEZ-GATIUS, F.; YÁNIZ, J.L.; GARCÍA-ISPIERTO, I.; SANTOLARIA, P.; SERRANO, B.; SULON, J.; DE SOUSA, N.M.; BECKERS, J.F. Factors affecting plasma progesterone in the early fetal period in high producing dairy cows. **Theriogenology**, v.69, p.426–432, 2008.

BERGMAN, E.N. Hyperketonemia-ketogenesis and ketone body metabolism. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.6, p.936-948, 1970.

DOORNENBAL, H.; TONG, A.K.W.; MURRAY, N.L. Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.52, p.99-105, 1988.

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

EICHER, R. Metabolic profile testing in dairy herds: wrong answer or wrong question?. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.44, suppl.1, p.28, 2003.

ESPOSITO, G.; IRONS, P.C.; WEBB, E.C.; CHAPWANYA, A. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.144, p.60–71, 2014.

FERGUSON, J.D.; BLANCHARD, T.; GALLIGAN, D.T.; HOSHALL, D.C.; CHALUPA, W. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, v.192, n.5, p.650–662, 1988.

FRIGOTTO, T.A; OLLHOFF, R.D.; FILHO, I.R.B.; ALMEIDA, R. Parâmetros metabólicos

sanguíneos de vacas leiteiras de alta produção no período de transição. **Ciência Animal Brasileira**, suppl. 1, p.99-105, 2009.

GARNSWORTHY, P.C.; LOCK, A.; MANN, G.E.; SINCLAIR, K.D.; WEBB, R. Nutrition, metabolism, and fertility in dairy cows: 1. dietary energy source and ovarian function. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.3814–3823, 2008.

GONZÁLEZ, F.D.; MUIÑO, R.; PEREIRA, V.; CAMPOS, R.; BENEDITO, J.L. Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. **Journal of Veterinary Science**, v.12, n.3, p.251-255, 2011.

GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O.; RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre – UFRGS, 2000, 108p.

HARMEYER, J. & SCHLUMBOHM, C. Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: Implications for onset of pregnancy toxemia. **Research in Veterinary Science**, v.81, p.254–264, 2006.

INGVARTSEN, K.L. Feeding- and management-related diseases in the transition cow. Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. **Animal Feed Science and Technology**, v.126, p.175–213, 2006.

KAFI, M.; TAMADON, A.; SAEB, M.; MIRZAEI, A.; ANSARI-LARI, M. Relationships between thyroid hormones and serum energy metabolites with different patterns of postpartum luteal activity in high-producing dairy cows. **Animal**, v.6, n.8, p.1253–1260, 2012.

KAMIMURA, S.; MIYAKE, M.; SATO, K. Serum levels of reproductive steroids in cows with prolonged gestation. **Theriogenology**, v.10, n.2-3, p.131-145, 1978.

McNAMARA, S.; MURPHY, J.J.; RATH, M.; O'MARA, F.P. Effects of different transition diets on energy balance, blood metabolites and reproductive performance in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.84, p.195–206, 2003.

MONTIEL, F.; GALINA, C.S.; LAMOTHE, C.; CASTAÑEDA, O. Effect of a feed supplementation during the mid-lactating period on body condition, milk yield, metabolic profile and pregnancy rate of grazing dual-purpose cows in the Mexican humid tropic. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.39, n.3, 2007.

OSPINA, P.A.; MCART, J.A.; OVERTON, T.R.; STOKOL, T.; NYDAM, D.V. Using nonesterified fatty acids and b-hydroxybutyrate concentrations during the transition period for herd-level monitoring of increased risk of disease and decreased reproductive and milking performance. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.29, p.387–412, 2013.

OVERTON, T.R. & WALDRON, M.R. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. **Journal of Dairy Science**, v.87, Suppl. EE105–E119, 2004.

PAYNE, J.M.; DEW, S.M.; MANSTON, R.; FAULKS, M. The use of a metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record**, v.87, p.150-158, 1970.

PIRES, J.A.A.; DELAVAUD, C.; FAULCONNIER, Y.; POMIÈS, D.; CHILLIARD, Y. Effects of body condition score at calving on indicators of fat and protein mobilization of periparturient Holstein-Friesian cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.6423-6439, 2013.

REFSAL, K.R.; NACHREINER, R.F.; ANDERSON, C.R. Relationship of season, herd, lactation, age, and pregnancy with serum Thyroxine and Triiodothyronine in holstein cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v.1, n.3, p.225-234, 1984.

RHINEHART, J.D.; STARBUCK-CLEMMER, M.J.; FLORES, J.A.; MILVAE, R.A.; YAO, J.; POOLE, D.H.; INSKEEP, E.K. Low peripheral progesterone and late embryonic/early fetal loss in suckled beef and lactating dairy cows. **Theriogenology**, v.71, p.480-490, 2009.

RUSSELL, K.E. & ROUSSEL, A.J. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.23, p.403-426, 2007.

SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D.K.; SARTORI, R.; ARMENTANO, L.E.; WILTBANK, M.C. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17  $\beta$  in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2831-2842, 2002.

SMITH, T.R.; HIPPEN, A.R.; BEITZ, D.C.; YOUNG, J.W. Metabolic characteristics of induced ketosis in normal and obese dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1569-1581, 1997.

SULLIVAN, T.M.; MICKE, G.C.; PERRY, V.E.A. Influences of diet during gestation on potential postpartum reproductive performance and milk production of beef heifers. **Theriogenology**, v.72, p.1202-1214, 2009.

VALKENERS, D.; THÉWIS, A.; VAN LAERE, M.; BECKERS, Y. Effect of rumen-degradable protein balance deficit on voluntary intake, microbial protein synthesis, and nitrogen metabolism in growing double-muscling Belgian Blue bulls fed corn silage-based diet. **Journal of Animal Science**, v.86, p.680-690, 2008.

VAP, L.M. & WEISER, M.G. Field chemistry analysis. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.23, p.427-442, 2007.

WALTER, B.M.T. & SAMPAIO, A.B. **A vegetação da fazenda Sucupira**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998. 110p.

WHITAKER, D.A.; GOODGER, W.J.; GARCIA, M.; PERERA, B.M.A.O.; WITTEWER, F. Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v.38, p.119-131, 1999.

## **CAPÍTULO 3**

### **COMPORTAMENTO DA VACA CURRALEIRO PÉ-DURO AO PARTO**

Heitor Castro Alves Teixeira <sup>1,2</sup>, Arthur da Silva Mariante<sup>2</sup>, Alexandre Floriani Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil;

<sup>2</sup>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, Distrito Federal, Brasil

## 1 RESUMO

Estudos foram conduzidos para caracterizar o comportamento do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, raça localmente adaptada a regiões semiáridas do Brasil, a qual, é considerada rústica e fértil. Onze vacas Curraleiro Pé-Duro foram mantidas em piquetes e observadas de quatro em quatro horas para a avaliação do momento inicial do parto, e posteriormente, foram monitoradas constantemente até a expulsão completa da placenta, segundo as três diferentes fases do parto. As vacas foram avaliadas quanto aos eventos: olhar fixamente para o flanco (OF); lambedura de vulva e erguimento de cauda (LVEC); cabeçadas no flanco (CF); deitar e levantar (inquietação) (DL); duração da primeira fase (Dur1F); quantidade de contrações iniciais (CI); tempo do aparecimento dos envoltórios fetais até o rompimento dos mesmos (TR); tempo do aparecimento dos cascos do feto ao fim do parto (TC); duração do parto (DurP) e tempo do fim do parto até a expulsão da placenta (DurExpP). Os resultados estão apresentados como Média±Desvio Padrão da quantidade de observações: OF (4,00±2,37); LVEC (2,38±1,06); CF (1,80±0,45); DL (2,56±1,33); CI (6,00±2,9); Dur1F(64±39 min); TR (6±3 min); TC (25±24 min); DurP (33±27 min); e DurExpP (228±76 min). Os resultados, em conjunto, possibilitaram caracterizar os eventos que precedem e acompanham o momento do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro.

Palavras-chave: Bovino; Comportamento do Parto; Conservação; Recursos Genéticos; Raça Localmente Adaptada.

## 2 ABSTRACT

Studies were conducted to characterize the behavior of labor in Curraleiro Pé-Duro cows, a locally adapted breed found in the semiarid region of Brazil, which is considered rustic and fertile. Eleven Curraleiro Pé-Duro cows were kept in pasture and were observed every four hours to assess the initial moment of birth, and were subsequently monitored until the complete expulsion of the placenta, accordingly to the three different stages of labor. The cows were evaluated according to the following events: staring into the flank (SIF); licking vulva and uplifting the tail (LVUT); headbutts to the flank (HF); lying down and standing (restlessness) (LDS); duration of the first phase (Dur1P); amount of initial contractions (IC); time to the appearance of fetal membranes until its disruption (TFMD); time to the appearance of the feet of the fetus till birth (TFB); duration of labor (DurL) and duration time to end of labor till the expulsion of the placenta (DurExpP). The results are presented as mean  $\pm$  standard deviation for the number of observations: SIF ( $4.00 \pm 2.37$ ); LVUT ( $2.38 \pm 1.06$ ); HF ( $1.80 \pm 0.45$ ); LDS ( $2.56 \pm 1.33$ ); IC ( $6.00 \pm 2.9$ ); Dur1F ( $64 \pm 39$  min); TFMD ( $6 \pm 3$  min); TFB ( $25 \pm 24$  min); DurL ( $33 \pm 27$  min) and DurExpP ( $228 \pm 76$  min). These results allowed to characterize the events that precede and accompany the moment of labor in Curraleiro Pé-Duro cows.

Keywords: Bovine, Behavior at labor, Conservation, Genetic Resources, Locally Adapted Breed.

### 3 INTRODUÇÃO

O bovino Curraleiro Pé-Duro é uma raça descendente dos bovinos trazidos pelos colonizadores portugueses e espanhóis, e apresenta uma população pequena e em crescente declínio (Boaventura e Fioravanti, 2005). Criado em regime extensivo, o bovino Curraleiro Pé-Duro é um animal extremamente rústico que é muito bem adaptado a ambientes desfavoráveis como as planícies do semiárido do nordeste brasileiro (Primo, 1992; Mariante et al., 2003; Serrano et al., 2004; Bianchini et al., 2006). A excepcional rusticidade do Curraleiro Pé-Duro, assim como sua eficiência reprodutiva em ambientes de clima tropical seco (Teixeira, et al., 2011, Teixeira et al., 2013), e sua capacidade de sobreviver em pastagens nativas de regiões inóspitas são características que justificam sua conservação.

É amplamente conhecido que, juntamente com o ambiente e o manejo, os estudos e investigações etológicos do período peri-parto desempenham um importante papel no aumento da eficiência reprodutiva (Ramírez et al., 1995, Hafez e Hafez, 2004). Os eventos iniciais do parto e do decorrer do parto são importantes para que se possa identificar quando os animais estão entrando em trabalho de parto, e para que se possa saber se estes necessitaram de auxílio ou não (González et al., 2003; Miedema et al., 2011a; Miedema et al., 2011b). Durante poucos dias até poucas horas antes do parto, as vacas apresentam aumento nos comportamentos relacionados com andar, deitar e levantar, raspar o chão, lambe o flanco e vulva, e erguer a cauda (Liedfors et al., 1994). Inquietação é mais frequentemente observado como mudança comportamental no momento iminente do parto e tem sido descrito como: aumento na movimentação do animal, isolamento do rebanho, vocalização, erguimento e balançar a cauda, olhar para o flanco e arredores, fazer ninho, comer em pequenas quantidades (Houwing et al., 1990; Liedfors et al., 1994). Segundo Noakes (1996) e Senger (2003) o parto se divide em três diferentes estágios: no primeiro, ocorrem apenas eventos internos relacionados a abertura da cérvix para expulsão do feto e eventos comportamentais já

citados; no segundo, trata-se da expulsão do feto propriamente dita; e na terceira, após a expulsão do feto as contrações miométriais continuam, culminando com a expulsão completa dos restos placentários.

Vacas Curraleiro Pé-Duro, por serem animais de menor porte, maior rusticidade e adaptabilidade, são reconhecidas por não apresentarem sinais evidentes de parto, por fazerem isto, geralmente escondidas em áreas de mata fechada e a noite, podendo apenas encontrar estes animais alguns dias após o parto. Portanto, não se tem conhecimento científico a respeito dos eventos comportamentais e fisiológicos do parto de animais da raça Curraleiro Pé-Duro. Com isso, objetivou-se caracterizar etologicamente os eventos que concernem o parto de vacas Curraleiro Pé-Duro, com o intuito de gerar conhecimento científico que auxilie os núcleos de conservação da raça a identificar o momento exato do parto nesses rebanhos.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi executado no Campo Experimental Sucupira, localizado a sudoeste da cidade de Brasília - DF, Brasil, com altitudes que variam de 1.050 a 1.250 m. O clima predominante é o Koppen Aw, indicando inverno seco e verão chuvoso.

Onze vacas Curraleiro Pé-Duro mantidas em piquetes maternidade de aproximadamente 2.500 m<sup>2</sup>, com água e mineralização *ad libitum*, foram observadas de quatro em quatro horas, por 30 minutos, para a avaliação do momento inicial do parto, e posteriormente, foram monitoradas constantemente até a expulsão completa da placenta, segundo as três diferentes fases do parto descritas por Noakes (1996).

Os animais foram observados por pessoas treinadas para avaliar os eventos comportamentais a uma distância média de aproximadamente 10 metros dos piquetes maternidades, na qual, foi observado previamente, por ambientação dos animais, que a essa distância a presença humana não influenciava o comportamento dos animais. As partições ocorreram nos meses de novembro e dezembro de 2010, e as observações se iniciaram dez dias antes da data provável do parto, levando em consideração a data da inseminação artificial e a média da duração da gestação de animais taurinos e zebuínos.

As vacas foram avaliadas (por estatística descritiva) quanto à primeira fase do parto, segundo os eventos: olhar fixamente para o flanco; lambedura de vulva e erguimento de cauda; cabeçadas no flanco; deitar e levantar (inquietação); quantidade de contrações iniciais (abdominais) e duração da primeira fase.

Durante a segunda fase do parto (parto propriamente dito, com exposição dos envoltórios fetais), foram avaliadas quanto a: quantidade de contrações iniciais (avaliação visual das contrações abdominais); tempo do aparecimento dos envoltórios fetais até o rompimento dos mesmos; tempo do aparecimento dos cascos do feto ao fim do parto e duração do parto. Na terceira fase do parto foi avaliado o: tempo do fim do parto propriamente dito até a expulsão da placenta.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das observações dos eventos comportamentais da primeira fase do parto (Tabela 3.1) apresentados pelas vacas Curraleiro Pé-Duro encontrados neste estudo dificilmente são encontrados na literatura, como Olhar Fixamente para o Flanco, Cabeçadas no Flanco e Gotejamento de Colostro (Wehrend et al., 2006), entretanto, dados como Lambedura de Vulva e Erguimento de Cauda e Deitar e Levantar (Inquietação) apresentam diversas citações na literatura (González et al., 2003; Miedema et al., 2011a; Miedema et al., 2011b), porém, se mostram de forma contraditória, devido a grande variação entre raças e diferentes ambientes a que as vacas são submetidas no momento do parto. Bueno et. al (1981) observaram que tanto na vaca quanto na égua gestantes, o movimento de erguimento da cauda é mais longo do que o observado quando estes animais estão defecando e urinando, o que pode ser relacionado com contrações miométriais iniciais e movimentação fetal (Bueno et. al., 1981; Noakes, 1996; Hafez e Hafez, 2004). Além disso, os autores também observaram que estes movimentos de erguimento de cauda diminuem 24 horas antes do parto e aumentam novamente durante seis a oito horas antes do parto até o momento do mesmo (Bueno et al., 1981).

**Tabela 3.1.** Média±Desvio-Padrão da frequência das observações dos eventos comportamentais da primeira fase do parto de vacas Curraleiro Pé-Duro pelo N que representa a quantidade de animais que apresentaram estes eventos ao serem observadas de quatro em quatro horas até o início da primeira fase, e posteriormente, por monitoramento constante

<b>Evento</b>	<b>N</b>	<b>Frequência</b>
Olhar fixamente para o flanco	11	4,00±2,37
Lambedura de vulva e erguimento de cauda	8	2,38±1,06
Cabeçadas no flanco	5	1,80±0,45
Deitar e levantar (inquietação)	9	2,56±1,33
Quantidade de contrações iniciais (abdominais)	11	6,00±2,9

Portanto, demonstrações comportamentais como, olhar fixamente para o flanco e de lambedura de vulva e erguimento de cauda de longa duração, são comportamentos relacionados diretamente com a identificação do momento inicial do parto de vacas Curraleiro Pé-Duro, e estão relacionados com a cinética fetal e contrações uterinas, uma vez que foram verificados em no mínimo oito das onze vacas avaliadas (Tabela 3.1). Neste contexto, estas características podem ser utilizadas em núcleos de conservação da raça Curraleiro Pé-Duro como eventos etológicos para determinação de que o animal está entrando em trabalho de parto, e com isso, possibilitam a correta manutenção da parturiente e do produto.

Com relação à observação de eventos relacionados à inquietação, Ramírez et al. (1995) relacionaram a este comportamento os eventos: deitar e levantar, grunhir, olhar para o flanco e fazer movimentos com a cabeça e raspar o chão. Os autores também citam como estes sendo eventos comportamentais óbvios de que os animais estão apresentando inquietação devido ao início do parto, isto, devido a maior frequência com que estes eventos foram observados. No presente estudo, embora tenham sido observados na maioria dos animais, esses eventos não foram observados com tanta frequência (Tabela 3.1), provavelmente devido as vacas Curraleiro Pé-Duro apresentarem poucos sinais comportamentais de parto, característica que pode estar associada a condição de serem animais que passaram por seleção natural e por isso procuram parir de forma despercebida a fim de proteger a prole de potenciais predadores.

Além disso, Houwing et al. (1990) observaram um grande aumento nos eventos de inquietação em um período de aproximadamente três horas antes do momento exato do parto em bovinos. Em cabras, Lickliter (1984/85) observou um aumento de 72% de apresentação de comportamentos relacionados com inquietação, como raspar o chão, deitar e levantar, e movimentar a cabeça; algumas horas antes do parto propriamente dito. Ademais, Proudfoot et al. (2009) observaram que animais que desenvolveram partos distócicos apresentaram maior quantidade de eventos de inquietação 24 horas antes do parto, quando comparados com animais com parto eutócico, o que pode estar relacionado com dor e desconforto (von Keyserlingk e Weary, 2007; Mainau e Manteca, 2011), algo que não foi observado neste estudo, já que nenhum animal apresentou distocia.

Portanto, assim como comportamentos relacionados com cinética fetal e contrações uterinas, os eventos etológicos ligados a inquietação, como dar cabeçada no flanco, e deitar e levantar, podem ser utilizados como eventos comportamentais que indiquem o início do parto de vacas Curraleiro Pé-Duro. Entretanto, precisam ser usados com cautela

uma vez que a frequência com que esses eventos ocorrem é baixa, podendo passar despercebidos. Já, os resultados de duração do tempo médio das três fases do parto (Tabela 3.2), servem como dados para a caracterização dos momentos e eventos que concernem o momento exato do parto e o fim do mesmo, haja visto que a caracterização do parto de animais Curraleiros Pé-Duro nunca foi feita.

**Tabela 3.2.** Tempo Médio±Desvio Padrão em minutos da duração dos eventos comportamentais das três diferentes fases do parto de vacas Curraleiro Pé-Duro observadas de quatro em quatro horas até o início da primeira fase, e posteriormente, por monitoramento constante

<b>Eventos</b>	<b>Tempo (min)</b>
<b>Primeira Fase do Parto</b>	
Duração da primeira fase	64±39
<b>Segunda Fase do Parto</b>	
Tempo do aparecimento dos envoltórios fetais até o rompimento dos mesmos	6±3
Tempo do aparecimento dos cascos do feto ao fim do parto	25±24
Duração do parto	33±27
<b>Terceira Fase do Parto</b>	
Tempo do fim do parto até a expulsão da placenta	228±76

Em vacas, o parto ocorre normalmente entre um período que dura de 30 minutos a quatro horas desde o aparecimento do alantocório até a completa expulsão do feto (Mainau e Manteca, 2011). A ocorrência de partos mais longos do que quatro horas, demonstram a ocorrência de alguma distocia (Noakes, 1996). As vacas Curraleiro Pé-Duro apresentaram uma duração média de 33 minutos de parto, sendo que a vaca que apresentou duração de parto mais curta foi de nove minutos e duração mais longa de uma hora e 36 minutos. Este intervalo médio de duração de parto de apenas 33 minutos, pode demonstrar a facilidade destes animais em parir, talvez, devido ao seu tamanho reduzido e a alta rusticidade, que fez com que estes animais ao sofrerem seleção natural ao longo de 500 anos, tivessem que parir rapidamente para não serem surpreendidos por predadores da região.

Após o parto, as contrações abdominais cessam, porém as contrações miometriais permanecem, entretanto, são menos frequentes e regulares (Noakes, 1996). Devido a isso, a completa expulsão dos envoltórios fetais pode se estender por um período que varia de uma a 12 horas (Morow, 1986; Senger, 2003; Peter e Jackson, 2004), onde demoras de mais de 12 horas para a total liberação dos envoltórios fetais são caracterizadas como retenção de placenta (Peter e Jackson, 2004). Neste estudo, as vacas Curraleiro Pé-Duro

apresentaram tempo médio de expulsão dos envoltórios fetais de 228 minutos (Tabela 3.2), o que corresponde a três horas e 48 minutos, mostrando novamente um período curto para expulsão dos envoltórios fetais, provavelmente relacionado com a facilidade que estes animais apresentam ao parir.

Os resultados, em conjunto, possibilitam caracterizar os eventos que precedem e acompanham o momento do parto em vacas Curraleiro Pé-Duro, podendo no futuro serem utilizados como referência para raças adaptadas, de cuja fisiologia se tem poucas informações, pelo fato de contarem, de modo geral, com um reduzido efetivo populacional e se encontrarem em sua maioria sob ameaça de extinção. Informações oriundas da caracterização reprodutiva desses animais poderão servir de subsídio para a implantação de estratégias de manejo que incrementem as taxas de fertilidade dos Núcleos de Conservação.

## **6 CONCLUSÃO**

Vacas da raça Curraleiro Pé-Duro apresentaram poucos sinais evidentes do início do parto e facilidade para parir, evidenciado pelo curto tempo da expulsão completa do feto e dos envoltórios fetais.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C.M.; FERNANDES, M.C.B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A.S.; EGITO, A.A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1443-1448, 2006.

BOAVENTURA, V.M. & FIORAVANTI, M.C.S. Gado Curraleiro: relação dos criadores e aspectos gerais da raça. Goiânia: Sebrae - GO, 2005, 80p.

BUENO, L.; TAINURIERE, D.; RUCKEBUSCH, Y. Detection of parturition in cow and mare by a useful warning system. **Theriogenology**, v.16, n.6, p.599-605, 1981.

GONZÁLEZ, M.; YABUTA, A.K.; GALINDO, F. Behaviour and adrenal activity of first parturition and multiparous cows under a competitive situation. **Applied Animal Behaviour Science**, v.83, p.259–266, 2003.

HAFEZ, B.; HAFEZ, E.S.E. Comportamento reprodutivo. In: HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7ª Edição, Editora Manole, p. 293-306, 2004.

HOUWING, H.; HURNIK, J.F.; LEWIS, N.J. Behavior of periparturient dairy cows and their calves. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, p.355-362, 1990.

LICKLITER, R.E. Behavior Associated with Parturition in the Domestic Goat. **Applied Animal Behaviour Science**, v.13, p.335-345, 1984/85.

LIDFORS, L.M.; MORAN, D.; JUNG, J.; JENSEN, P.; CASTREN, H. Behaviour at calving and choice of calving place in cattle kept in different environments. **Applied Animal Behaviour Science**, v.42, p.11-28, 1994.

MAINAU, E; MANTECA, X. Pain and discomfort caused by parturition in cows and sows. **Applied Animal Behaviour Science**, v.135, p.241– 251, 2011.

MARIANTE, A.S.; MCMANUS, C.; MENDONÇA, J.F. Country report on the state of animal genetic resources: Brazil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003, 92p.

MIEDEMA, H.M.; COCKRAM, M.S.; DWYER, C.M.; MACRAE, A.I. Changes in the behaviour of dairy cows during the 24 h before normal calving compared with behaviour during late pregnancy. **Applied Animal Behaviour Science**, v.131, p.8–14, 2011a.

MIEDEMA, H.M.; COCKRAM, M.S.; DWYER, C.M.; MACRAE, A.I. Behavioural predictors of the start of normal and dystocic calving in dairy cows and heifers. **Applied Animal Behaviour Science**, v.132, p.14–19, 2011b.

MORROW, D.A. **Current Therapy in Theriogenology**. Second Edition, W.B. Saunders Company. 1143p. 1986.

NOAKES, D.E. Parturition and the care of parturient animals. In: ARTHUR, G.H.; NOAKES, D.E.; PEARSON, H.; PARKINSON, T.J. **Veterinary Reproduction and Obstetrics**. Seventh Edition, W.B. Saunders Company, p. 141-170, 1996.

PETER, G.G.; JACKSON, M.A. **Handbook of Veterinary Obstetrics**. Second Edition, Saunders Company. 320p. 2004.

PRIMO, A.T. El ganado bovino Iberico en las Americas: 500 Años Después. **Archivos de Zootecnia**, v.41, n.154, p.421-432, 1992.

PROUDFOOT, K.L.; HUZZEY, J.M.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. The effect of dystocia on the dry matter intake and behaviour of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.4937–4944, 2009.

RAMÍREZ, A.; QUILES, A.; HEVIA, M.; SOTILLO, F. Behavior of the Murciano-Granadina goat in the hour before parturition. **Applied Animal Behaviour Science**, v.44, p.29-35, 1995.

SENGER, P.L. Placentation, the endocrinology of gestation and parturition. In: SENGER, P.L. **Pathways to pregnancy and parturition**, Second Edition, Current Conceptions, p.304-325, 2003.

SERRANO, G.M.; EGITO, A.A.; McMANUS, C.; MARIANTE, A.S. Genetic diversity and population structure of Brazilian native bovine breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.6, p.543-549, 2004.

TAVERNE, M.A.M. Physiology of parturition. **Animal Production Science**, v.28, p.433–440, 1992.

TEIXEIRA, H.C.A.; MARIANTE, A.S.; NASCIMENTO, N.V.; DRIESSEN, K.; RAMOS, A.F. Protocols with different time of progesterone exposure on superestimulatory response and embryo production of locally adapted Curraleiro Pé-Duro cows. **Journal of Animal Science Advances**, v.3, n.5, p.261-269, 2013.

TEIXEIRA, H.C.A.; NASCIMENTO, N.V.; McMANUS, C.; EGITO, A.A.; MARIANTE, A.S.; RAMOS, A.F. Seasonal influence on semen traits and freezability from locally adapted Curraleiro bulls. **Animal Reproduction Science**, v.125, p.56– 61, 2011.

VON KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. Maternal behavior in cattle. **Hormonal**

**Behavior**, v.52, p.106–113, 2007.

WEHREND, A.; HOFMANN, E.; FAILING, K.; BOSTEDT, H. Behaviour during the first stage of labour in cattle: Influence of parity and dystocia. **Applied Animal Behaviour Science**, v.100, p.164–170, 2006.

## **CAPÍTULO 4**

### **CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DO PERIPARTO DE VACAS CURRALEIRO PÉ-DURO**

Heitor Castro Alves Teixeira <sup>1,2</sup>, Arthur da Silva Mariante<sup>2</sup>, Alexandre Floriani Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil;

<sup>2</sup>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, Distrito Federal, Brasil

## 1 RESUMO

O periparto é uma fase em que as vacas tem que se adaptar a diversas mudanças metabólicas e hormonais que ocorrem neste período, também conhecido como período de transição. Ao mesmo tempo, três semanas antes do início da lactação até a produção de leite pós parto, os requisitos nutricionais adaptam-se, produzindo um efeito de balanço energético negativo devido ao animal não conseguir ingerir nutrientes suficientes para manutenção correta do balanço energético, ademais, nada se sabe do balanço metabólico/nutricional de vacas Curraleiro Pé-Duro. Objetivou-se avaliar o perfil energético, o perfil hormonal metabólico, o perfil proteico e as funções hepática e renal de vacas Curraleiro Pé-Duro no período de transição. 12 vacas Curraleiro Pé-Duro tiveram seu sangue coletado diariamente por venopunção jugular dos 10 dias pré parto aos 10 dias pós parto. Os dados foram avaliados por meio de modelos lineares generalizados e análise de regressão, comparando os períodos do periparto, para isso, assumiu-se que: Período 1, corresponde de dez dias (D-10) aos cinco dias antes do parto (D-5); o Período 2, dos cinco dias antes do parto (D-5) ao dia do parto; o Período 3, do dia do parto aos cinco dias pós parto (D5); e o Período 4, dos cinco dias pós parto (D5) aos dez dias pós parto (D10). NEFA e bHB não apresentaram variação nas suas concentrações ( $P > 0,05$ ) no período estudado. Triglicerídeos apresentou uma queda no Período 2, juntamente com o aumento de colesterol ( $P < 0,05$ ), e apresentou aumento nos Períodos 3 e 4 ( $P < 0,05$ ). Tiroxina apresentou queda nos Períodos 1, 3 e 4. Para o perfil proteico foi possível observar aumento das PPT e albumina no Período 2 e queda da ureia no Período 3 ( $P < 0,05$ ). Bilirrubina apresentou queda no Período 2 e aumento no Período 3, diferentemente de AST que caiu no Período 3 ( $P < 0,05$ ). Os demais metabólitos não apresentaram variações em suas concentrações ( $P > 0,05$ ) no período de transição. As vacas Curraleiro Pé-Duro não apresentaram grandes mudanças metabólicas ao longo do periparto, fato que pode estar associado as características de adaptação desses animais aos locais de baixa qualidade de pastagem, como o semiárido e o cerrado brasileiro. Estes resultados, poderão servir no futuro,

de parâmetros normais de variação hormonal e do perfil metabólico para vacas Curraleiro Pé-Duro durante o parto e servir como subsídio para adequação nutricional e práticas de manejo nos núcleos de conservação desta raça.

Palavras-chave: Perfil Metabólico; Raça Localmente Adaptada; Período de Transição; Conservação; Recursos Genéticos.

## 2 ABSTRACT

The peripartum period is a phase which cows have to adapt to various metabolic and hormonal changes is that occurring, also known as the transition period. At the same time, three weeks before the beginning of lactation until the milk production after giving birth, the nutritional requirements are adapted to produce an negative energy balance because the animal can not get enough nutrients for proper maintenance of energy balance, in addition, nothing is known about the metabolic/nutritional balance of Curraleiro Pé-Duro cows. The objective of this study was to assess the energy and lipid profile, metabolic hormonal profile, protein profile and liver and kidney functions of Curraleiro Pé-Duro cows in the transition period. 12 Curraleiro Pé-Duro cows had their blood collected by jugular venipuncture from 10 days pre partum to 10 days postpartum. The data were evaluated using generalized linear models and regression analysis, comparing the peripartum period, for this, it was assumed that: Period 1 corresponds to 10 days (D-10) to 5 days before calving (D 5); Period 2, 5 days before calving (D-5) to the day of birth; Period 3, the day of birth to five days postpartum (D5); and Period 4, 5 days postpartum (D5) to 10 days postpartum (D10). NEFA and BHBA showed no variation in their concentrations ( $P>0.05$ ) during the this period. Triglycerides showed a drop in Period 2, along with the increase of cholesterol ( $P <0.05$ ), and it increased in Periods 3 and 4 ( $P<0.05$ ). Thyroxine decreased in Periods 1, 3 and 4. In the protein profile was observed increase of PPT and albumin in Period 2 and fall of urea ( $P<0.05$ ) in Period 3. Bilirubin decreased in Period 2 and Period 3 increased, unlikely AST, which fell in Period 3 ( $P <0.05$ ). The other metabolites did not shown variations in their concentrations ( $P>0.05$ ) during the transition period. Curraleiro Pé-Duro cows showed no major metabolic changes throughout the peripartum, which may be associated with adaptation characteristics of these animals to places of low quality pasture, as likely, the semiarid and the cerrado of Brazil. These results may serve in the future, as normal parameters for hormonal and metabolic

profile variation for Curraleiro Pé-Duro cows during the peripartum and serve as aid for nutritional adequacy and management practices in the nuclei of conservation of this breed.

Keywords: Metabolic Profile; Locally Adapted Breed; Transition Period; Conservation; Genetic Resources.

### 3 INTRODUÇÃO

O periparto é uma fase em que as vacas precisam se adaptar as diversas mudanças metabólicas e hormonais que ocorrem neste período, também conhecido como período de transição em vacas leiteiras de alta produção (Drackley, 1999; Esposito et al., 2014). Neste período que inicia três semanas antes do parto e se encerra na terceira semana após o parto, o requerimento nutricional do feto pode chegar ao nível máximo, enquanto que naturalmente, a ingestão de matéria seca pela mãe pode cair de 10 a 30% (Bell, 1995). Ao mesmo tempo, três semanas antes do início da lactação até a produção de leite pós parto, os requisitos nutricionais adaptam-se, produzindo um efeito de balanço energético negativo devido ao animal não conseguir ingerir nutrientes suficientes para manutenção correta do balanço energético (Bertoni et al., 2009)

A intensificação nos sistemas de produção animal tem levado a um aumento do risco de apresentação de transtornos metabólicos nos rebanhos uma vez que o desafio metabólico imposto pela maior demanda produtiva favorece o desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes ao organismo, a capacidade para metabolizar esses componentes e os níveis de produção alcançados (González et al., 2000). Os animais Curraleiro Pé-Duro, no entanto, ainda são criados em sistemas de baixa intensificação produtiva e pouca tecnificação, quase que da mesma forma como eram criados a 500 anos atrás, na época da colonização do Brasil. Entretanto, com o avanço dos programas de conservação da raça, mais informações fisiológicas e metabólicas desses animais devem ser coletadas para entender os fatores importantes relacionado a grande adaptação desses animais a regiões de calor intenso e pastagens de baixa qualidade, como as regiões semiáridas do nordeste brasileiro e as regiões de cerrado. Ademais, diversos estudos demonstram todo o balanço nutricional/metabólico de vacas no período de transição (Bauman e Currie, 1980; Drackley, 1999; Garnsworthy et al.,

2008; Sullivan et al., 2009; Esposito et al., 2014), entretanto, nada se sabe do balanço metabólico/nutricional de vacas Curraleiro Pé-Duro neste período de periparto.

Diante destes fatos, objetivou-se avaliar o perfil energético, o perfil hormonal metabólico, o perfil proteico e as funções hepática e renal de vacas Curraleiro Pé-Duro no período de transição que é o periparto, comparando as alterações metabólicas ao longo de um período que se inicia dez dias antes do parto e se encerra dez dias após o parto.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Animais e local experimental

O estudo foi executado no Setor de Campo Experimental Fazenda Sucupira, de propriedade de Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, localizado a Sudoeste da cidade de Brasília - DF (15°52' a 15°56'S e 48°00' a 48°02'W), com altitudes que variam de 1.050 a 1.250 m. O clima predominante é o *Koppen Aw*, indicando inverno seco e verão chuvoso. A fazenda conta com uma área total de 1.763 ha, distribuídos em áreas de cerrado, pastagem e agricultura (Walter e Sampaio, 1998).

Quinze fêmeas Curraleiro Pé-Duro foram selecionadas por meio de exame ginecológico, palpação transretal e ultrassonografia antes do início do estudo para constatação da ciclicidade e ausência de enfermidades ou anormalidades no aparelho reprodutivo. Os animais foram mantidos a pasto (*Brachiaria brizantha*) com mineralização e água à vontade ao longo de todo período experimental.

As fêmeas tiveram seu ciclo estral previamente sincronizado, onde, no D0 foi inserido um implante de progesterona (P4 - CIDR<sup>16</sup>) e administrados 2mg de benzoato de estradiol (BE - Estrogin<sup>17</sup>); no D8 foi administrado 150 $\mu$ g de D-cloprostenol (PGF2 $\alpha$  - Veteglan<sup>18</sup>) e subsequente retirada do implante de P4; no D9 foi administrado 1mg de BE e as inseminações artificiais foram feitas no D10, por volta de 18 horas após a aplicação de 1mg

---

<sup>16</sup> CIDR – Pfizer Animal Health, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>17</sup> Estrogin – Farmavet, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>18</sup> Veteglan – Hertape Calier Saúde Animal, Juatuba-MG, Brasil.

de BE. Foram utilizadas doses de sêmen de três diferentes touros previamente avaliadas, sendo que já se tinha comprovada a fertilidade desses animais no núcleo de conservação da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Trinta dias após a inseminação artificial, as vacas passaram por palpação e ultrassonografia (Aloka scanner B com transdutor transretal de 7,5 MHz<sup>19</sup>) para constatação da gestação. As fêmeas diagnosticadas como não gestantes após este exame foram resincronizadas e novamente inseminadas com doses de sêmen dos mesmos animais e novamente avaliadas para diagnóstico de gestação 30 dias após a inseminação artificial. Ao fim deste período, as vacas não gestantes permaneceram por 30 dias com touro e novamente foi feito o diagnóstico de gestação. No total, doze vacas se apresentaram gestantes ao fim da estação de monta (meses de fevereiro a abril) e estas, foram utilizadas no estudo.

## 4.2 Coleta de amostras

Após o diagnóstico de gestação, trinta dias depois da inseminação artificial ou da cobertura por monta natural, as vacas tiveram o tempo médio de gestação calculado entre 270 e 290 dias ( $\pm 280$  dias), e aproximadamente 20 dias antes da data prevista do parto foi iniciada a coleta de sangue por meio de venopunção jugular com tubos à vácuo sem anticoagulante, diariamente, até os dez dias pós parto.

Após a coleta dos tubos de sangue, as amostras foram centrifugadas a 3000 G por 15 minutos e o soro separado foi armazenado em microtubos a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  até o momento das quantificações bioquímicas e hormonal, segundo metodologia revisada por Russell e Roussel (2007).

---

<sup>19</sup> Aloka CO. – Tóquio, Japão

### 4.3 Análises bioquímicas e hormonal

A quantificação hormonal foi realizada por meio de kit comercial de radioimuno ensaio (RIA) na qual, foi avaliado tiroxina total (T4 – Siemens<sup>20</sup>). As quantificações bioquímicas foram feitas por meio de kits comerciais dos tipos colorimétricos e enzimáticos cinéticos e sua leitura foi feita em duplicata com auxílio de espectrofotômetro semi-automatizado (Bioplus<sup>21</sup>) apresentando 7 filtros de cor com faixa de leitura variando de 340nm a 670nm de espectro de luz.

Os metabólitos sanguíneos avaliados foram: ácidos graxos não esterificados (NEFA – Randox<sup>22</sup>), beta hidroxibutirato (bHB – Randox<sup>23</sup>), Triglicerídeos (Bioclin<sup>24</sup>), Colesterol (Bioclin<sup>25</sup>), proteínas plasmáticas totais (PPT - Laborlab<sup>26</sup>), albumina (Laborlab<sup>27</sup>), ureia (Laborlab<sup>28</sup>), creatinina (Bioclin<sup>29</sup>), bilirrubina total (Bioclin<sup>30</sup>), aspartato aminotransferase (AST – Bioclin<sup>31</sup>) e gama glutamiltransferase (GGT – Bioclin<sup>32</sup>), conforme recomendações do fabricante.

### 4.4 Análise estatística

Os dados foram divididos em quatro períodos do periparto (dez dias pré parto à dez dias pós parto) e foram avaliados quanto à normalidade por teste de Shapiro-Wilk. Os dados que apresentaram normalidade foram avaliados por modelos lineares generalizados (GLM) e os que não apresentaram distribuição normal se encaixaram na distribuição Gamma

<sup>20</sup> Coat-A-Count Total T4 Thyroxine RIA Kit - Siemens Healthcare Diagnostics – California - EUA

<sup>21</sup> Analisador Bioquímico Bioplus Bio200S – Bioplus Produtos para Laboratórios LTDA - Brasil

<sup>22</sup> Nefa (non-esterified fatty acid) Assay – Randox Laboratories Ltd – County Antrim – United Kingdom

<sup>23</sup> Hydroxybutyrate (Ranbut) Assay – Randox Laboratories Ltd – County Antrim – United Kingdom

<sup>24</sup> Bioclin Triglicérides Monoreagente - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>25</sup> Bioclin Colesterol Monoreagente - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>26</sup> Protal – Laborlab Produtos para Laboratórios Ltda – Guarulhos – São Paulo - Brasil

<sup>27</sup> Albumin – Laborlab Produtos para Laboratórios Ltda – Guarulhos – São Paulo - Brasil

<sup>28</sup> Uréia UV Liquid Stable - Laborlab Produtos para Laboratórios Ltda – Guarulhos – São Paulo - Brasil

<sup>29</sup> Bioclin Creatinina - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>30</sup> Bioclin Bilirrubinas Totais - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>31</sup> Bioclin AST - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

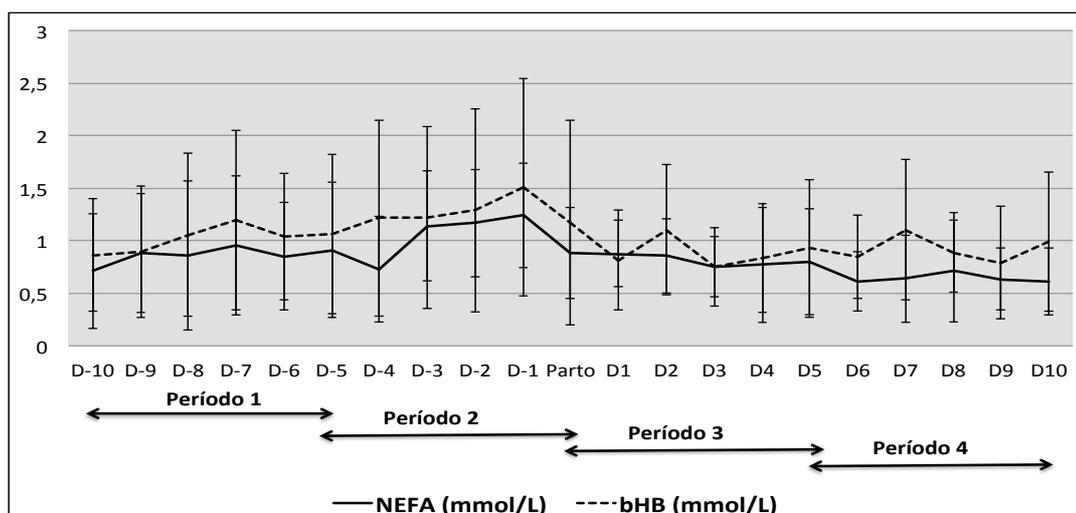
<sup>32</sup> Bioclin GGT - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

e não precisaram sofrer transformação logarítmica. Os quatro períodos do periparto foram então avaliados por análise de regressão para determinação de progressão ou regressão da curva, assumindo-se o nível de probabilidade de 95%.

Para uma melhor avaliação das curvas dos quatro períodos do periparto e suavização das variações das curvas, assumiu-se que: Período 1, corresponde de 10 dias (D-10) aos 5 dias antes do parto (D-5); o Período 2, dos 5 dias antes do parto (D-5) ao dia do parto; o Período 3, do dia do parto aos 5 dias pós parto (D5); e o Período 4, dos 5 dias pós parto (D5) aos 10 dias pós parto (D10). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico R Core Team, 2013.

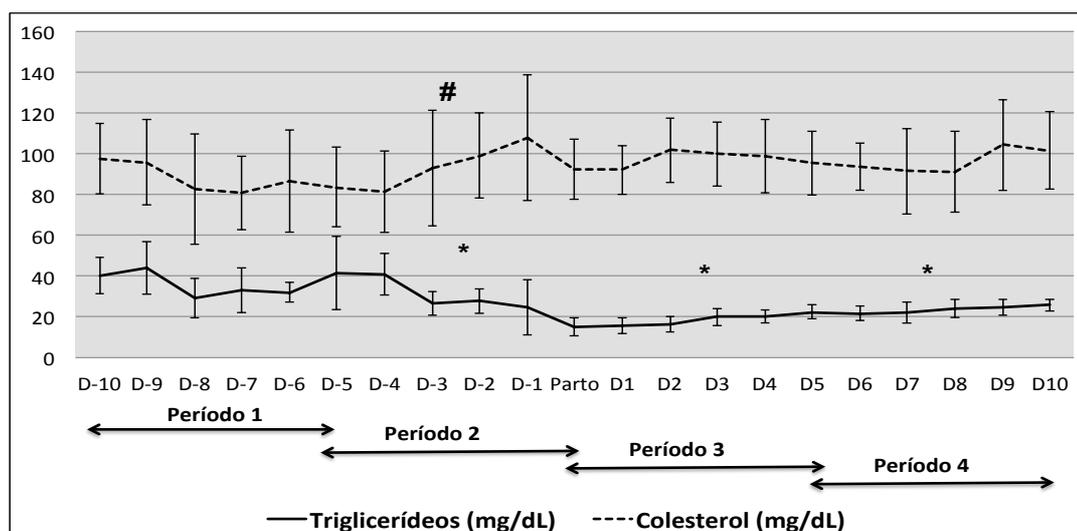
## 5 RESULTADOS

Todos os resultados estão apresentados na forma de média das concentrações dos metabólitos ou hormônio durante os dez dias antes do parto, no dia do parto e nos dez dias após o parto; e avaliados estatisticamente quanto aos períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10). Sobre o perfil energético durante o periparto pode se observar que NEFA e bHB apesar de apresentarem oscilações em suas curvas durante os quatro períodos (Figura 4.1), não apresentaram aumentos ou quedas significativos ( $P>0,05$ ) em suas concentrações. Entretanto, apesar de não terem ocorrido quedas drásticas da concentração no Período 3, observa-se a queda gradativa de NEFA e bHB de um dia antes do parto até um dia após o parto, de  $1,23\pm 0,49$  mmol/L para  $0,87\pm 0,31$  mmol/L e de  $1,51\pm 1,03$  mmol/L para  $0,81\pm 0,47$  mmol/L, de NEFA e bHB respectivamente.



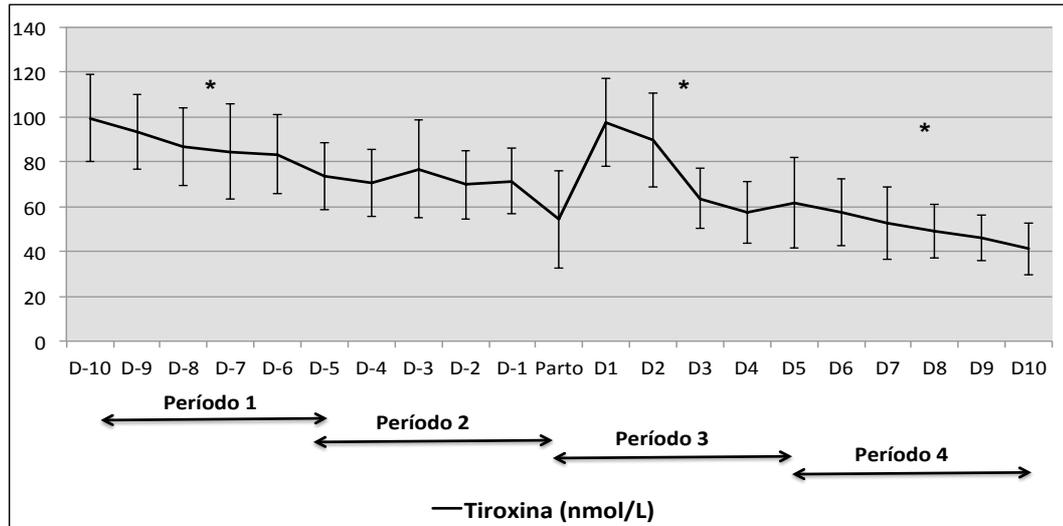
**Figura 4.1.** Concentração média de ácidos graxos não esterificados (NEFA) (mmol/L) e beta hidroxibutirato (bHB) (mmol/L) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro ( $P>0,05$ ).

Os triglicerídeos apresentaram uma queda altamente significativa ( $P < 0,001$ ) em sua concentração no Período 2 e ao longo dos períodos três e quatro, essa concentração volta a aumentar ( $P < 0,05$ ) (Figura 4.2). Diferentemente da oscilação de curva observada para triglicerídeos, o colesterol apresentou aumento em sua concentração ( $P < 0,05$ ) somente durante o Período 2, quando atingiu sua concentração máxima, um dia antes do parto, de  $107,93 \pm 30,85$  mg/dL (Figura 4.2).



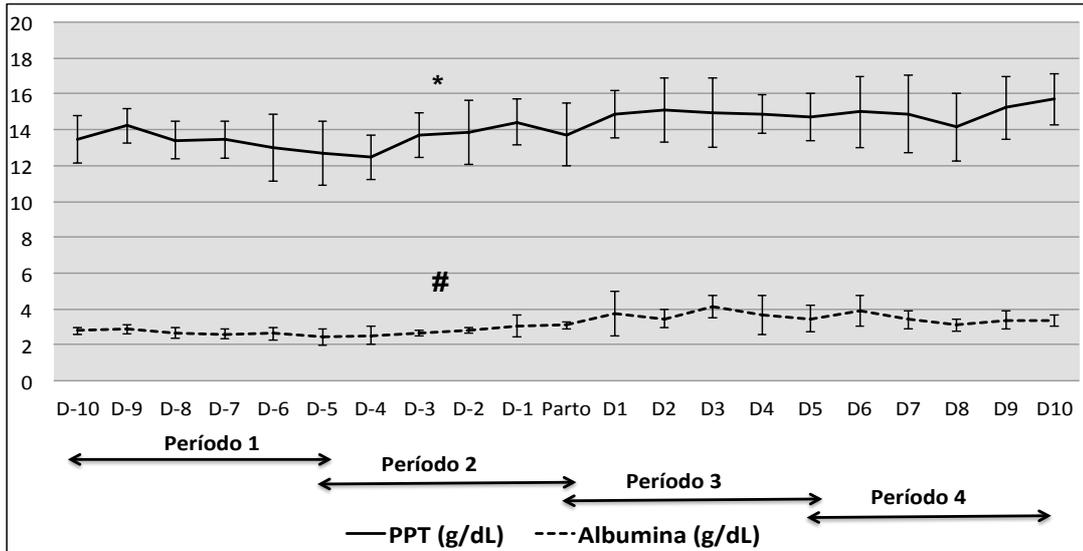
**Figura 4.2.** Concentração média de triglicerídeos (mg/dL) e colesterol (mg/dL) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (\*indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para triglicerídeos naquele período, e # indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para colesterol naquele período).

Ao avaliar a concentração média de T4 no periparto, pode ser observado que ocorreu uma queda significativa ( $P < 0,05$ ) no Período 1, mantendo a queda ( $P = 0,065$ ) da concentração no Período 2 (Figura 4.3). Houve um pico de produção de T4 do dia do parto para o primeiro dia pós parto (D1), de  $54,37 \pm 21,81$  nmol/L para  $97,62 \pm 19,71$  nmol/L respectivamente, seguido de uma nova redução na concentração nos períodos 3 e 4 ( $P < 0,05$ ).

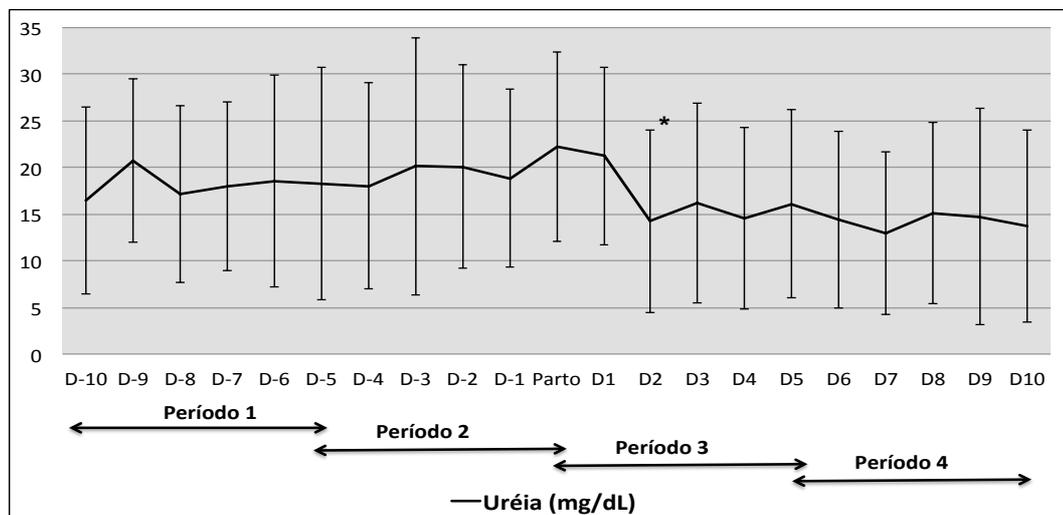


**Figura 4.3.** Concentração média de Tiroxina (T4) (nmol/L) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (\*indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) naquele período).

No perfil proteico, PPT e albumina apresentaram curvas bem semelhantes durante os quatro períodos estudados (Figura 4.4). Ambos apresentam um aumento significativo ( $P < 0,001$ ) de suas concentrações durante o Período 2 e após isso mantiveram concentrações constantes ( $P > 0,05$ ) até 10 dias pós parto. A ureia (Figura 4.5) apresentou concentração constante durante os dois primeiros períodos do periparto, havendo redução da concentração ( $P < 0,05$ ) durante o Período 3 e estabilizando novamente no Período 4. A menor concentração média ocorreu em D7 ( $12,95 \pm 8,74$  mg/dL).

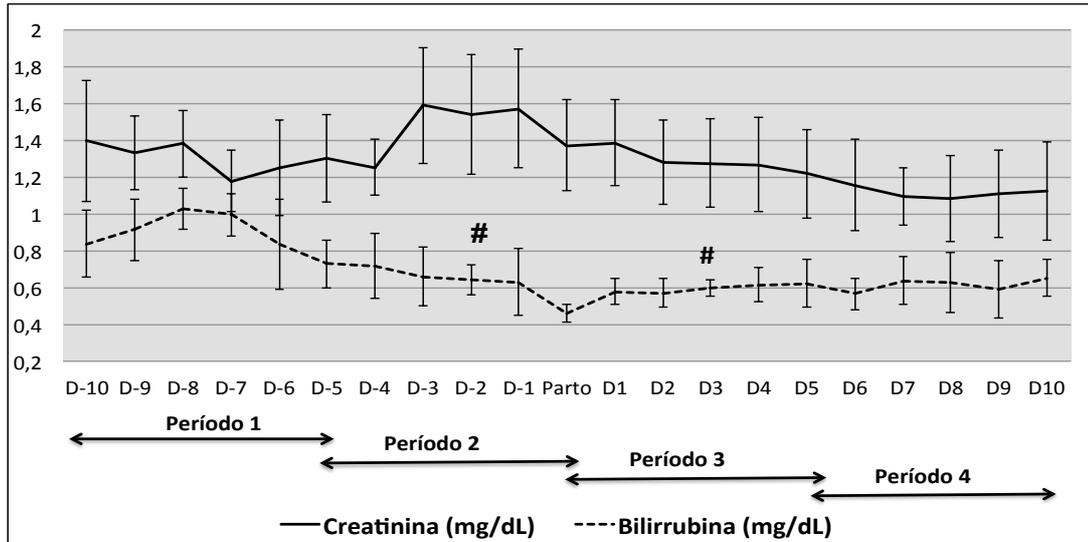


**Figura 4.4.** Concentração média de proteínas totais (PPT) (g/dL) e albumina (g/dL) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (\*indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para PPT naquele período, e # indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para albumina naquele período).



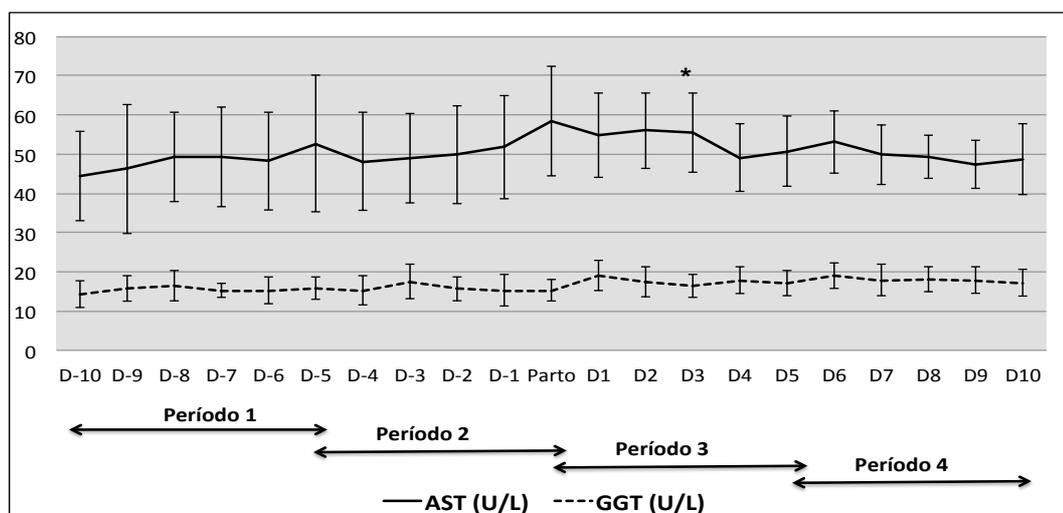
**Figura 4.5.** Concentração média de ureia (mg/dL) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) naquele período).

A creatinina não apresentou variação significativa ( $P > 0,05$ ) em sua concentração ao longo do periparto. Por outro lado, a bilirrubina apresentou queda no Período 2 ( $P < 0,05$ ) e aumento no Período 3 ( $P < 0,05$ ). A concentração de bilirrubina apresentou seu menor valor médio no dia do Parto, de  $0,45 \pm 0,05$  mg/dL (Figura 4.6).



**Figura 4.6.** Concentração média de creatinina (mg/dL) e bilirrubina (mg/dL) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (# indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para bilirrubina naquele período).

As enzimas hepáticas AST e GGT apresentaram curvas ligeiramente distintas, sendo que GGT não apresentou variação significativa ( $P > 0,05$ ) de sua concentração ao longo de todo o periparto, mantendo uma concentração média de  $16,64 \pm 3,36$  U/L. A AST apresentou uma queda significativa ( $P = 0,053$ ) apenas no Período 3, mantendo-se constante nos demais períodos (Figura 4.7).



**Figura 4.7.** Concentração média de aspartato aminotransferase (AST) (U/L) e gama glutamilttransferase (GGT) (U/L) dos 10 dias antes do parto (D-10) aos 10 dias pós parto (D10) divididos em quatro períodos: Período 1 (D-10 a D-5), Período 2 (D-5 ao Parto), Período 3 (Parto ao D5) e Período 4 (D5 ao D10), em vacas Curraleiro Pé-Duro. (\*indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para AST naquele período).

## 6 DISCUSSÃO

Diversos estudos relacionados ao metabolismo energético relatam que o aumento de metabólitos como NEFA e bHB estão diretamente ligados à lipólise, e o aumento de sua concentração na circulação demonstra um aumento na demanda energética (Bergman, 1970; Bauman e Currie, 1980; Overton e Waldron, 2004; Harmeyer e Schlumbohm, 2006; Montiel et al., 2007; Frigotto et al., 2009; Ospina et al., 2013). A mobilização de tecido adiposo das reservas corporais promove a liberação de ácidos graxos livres e o acúmulo destes no fígado (Smith et al., 1997). O acúmulo de triglicerídeos hepáticos é fisiológico, mas quando o aporte de NEFA ultrapassa a capacidade do fígado em oxidar ácidos graxos, há um acúmulo de metabólitos intermediários, conhecidos por corpos cetônicos, entre os quais o bHB. Neste estudo não pode ser observada influência estatística sobre a concentração tanto de NEFA quanto de bHB nos diferentes períodos, entretanto, como relatado por Vap e Weisser (2007), no período próximo ao parto NEFA acima de 0,6 mEq/L (0,6 mmol/L) e bHB acima de 1,4 mmol/L representam indicadores de balanço energético negativo e risco de doenças metabólicas, cetose subclínica, deslocamento de abomaso, retenção de placenta, entre outras. Pode-se observar que nos Períodos 1 e 2, as concentrações de NEFA e bHB apresentaram-se acima desses valores, enquanto que apresentaram queda de  $1,23 \pm 0,49$  mmol/L para  $0,87 \pm 0,31$  mmol/L e de  $1,51 \pm 1,03$  mmol/L para  $0,81 \pm 0,47$  mmol/L, de NEFA e bHB, respectivamente, do dia anterior até o dia do Parto.

Concomitantemente com este fato, as concentrações de NEFA e bHB caíram gradativamente ( $P > 0,05$ , Figura 4.1) ao longo dos períodos 3 e 4, chegando a apresentar concentrações já no D6, abaixo daquelas relatadas como de risco a doenças metabólicas (Eicher, 2003; Vap e Weisser, 2007; González et al., 2011; Ospina et al., 2013). Ademais, pode se relacionar a alta concentração de bHB e NEFA, com a queda observada na concentração de triglicerídeos, onde se observou uma queda expressiva ( $P < 0,001$ ) no Período

2, deste metabólito (Figura 4.2). Este fato pode estar associado a grande mobilização de reservas de tecido adiposo para suprir a demanda energética alta no período periparto, e assim, ocorreu o aumento das concentrações de bHB e NEFA. É importante salientar que nenhum dos animais apresentou sinais clínicos de doenças metabólicas.

Nos Períodos 3 e 4, observou-se a queda nas concentrações de NEFA e bHB ( $P>0,05$ ). Contrariamente a este fato, observou-se um aumento dos triglicerídeos ( $P>0,05$ ). Isto, demonstra que mesmo com a alta demanda energética requerida no momento do pós parto precoce, esses animais, não apresentaram um balanço energético negativo prolongado, evidenciado pela queda das concentrações de NEFA e bHB para em um nível abaixo do considerado como risco de doenças metabólicas. Além disso, o aumento da concentração de triglicerídeos nesse período sugere retomada da formação de reservas pelo animal. Esta retomada rápida do balanço energético mostra a capacidade adaptativa destes animais às regiões de clima tropical seco e de pastagens de baixa qualidade, haja visto, que ao parir, esses animais tiveram que se alimentar de pastagem de baixa qualidade devido às partições terem se iniciado no período de baixa disponibilidade de alimento na região onde o estudo foi conduzido.

O aumento significativo do colesterol no Período 2 pode estar diretamente associado ao aumento de cortisol e cortisona nos dias que precedem o parto (Senger, 2003; Hafez e Hafez, 2004; Neill, 2006), como processo de sinalização para início do parto em fêmeas bovinas. Segundo Spicer et al. (1989), o colesterol é a molécula precursora para toda a cadeia de síntese de hormônios produzidos pela córtex da adrenal, dentre eles, 13-dihidrocorticosterona, 18-OH-corticosterona, cortisol e cortisona. Ainda de acordo com os mesmos autores, as concentrações circulantes de colesterol devem estar aumentadas nos períodos do periparto para suprir a produção alta de hormônios glicocorticoides e a alta produção de progesterona que será esterificada em estradiol para sinalização inicial do parto.

Uma queda na concentração plasmática de T4 era esperada no período do periparto, como observado por Hemingway et al. (2001), ao avaliar a variação de T4 durante os períodos de gestação avançada e início de lactação em vacas de corte. Provavelmente, a concentração de T4 tenha se mantido alta ao longo de toda gestação, como observado no capítulo anterior, e a queda da tiroxina esteja envolvida com a redução do metabolismo geral do animal, haja visto que já ocorreu o desenvolvimento total do feto e iniciando os processos para o parto (Micke et al., 2014). Concomitante a isto, pode-se observar um aumento expressivo da T4 no dia seguinte ao parto, e novamente queda da T4 até 10 dias pós parto

( $P < 0,05$ ). Este aumento súbito da Tiroxina sugere uma preparação metabólica do animal para uma alta produção de colostro que será destinado ao neonato.

Sabe-se que a T4 apresenta efeito direto sobre a lipólise e devido sobre o aumento do metabolismo basal e aumento do consumo de oxigênio, via fosforilação oxidativa, aumentando a utilização de ATP, pois aumentam a atividade das bombas ATPases  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , presentes em quase todas as células (Refsal et al., 1984). Entretanto, a queda da T4 não se refletiu diretamente sobre a concentração de NEFA e bHB, principalmente no Período 1, onde a T4 apresentou queda significativa ( $P < 0,05$ ) e NEFA e bHB apresentaram concentrações altas ( $P > 0,05$ ). Entretanto, para triglicerídeos, pode ser possível que a queda de tiroxina nos períodos 3 e 4 pode ter contribuído para a diminuição da lipólise, e conseqüentemente, para a retomada de estoques lipídicos pelo animal, como evidenciado pelo aumento da concentração de triglicerídeos ( $P < 0,05$ ) nos mesmos períodos (Figuras 4.2 e 4.3).

Pelo perfil proteico, foi possível observar um aumento considerável de PPT e de Albumina no Período 2 ( $P < 0,001$ ) e um queda da ureia no Período 3 ( $P < 0,05$ ). Provavelmente devido à produção láctea que se dá próximo ao momento do parto, para a formação do colostro, o organismo dessas vacas produziu uma maior quantidade de imunoglobulinas a serem mobilizadas para a glândula mamária e ejetadas no colostro, como o observado por Whitaker et al. (1999) e Russell e Roussel (2007), haja visto que o colostro é de suma importância para o neonato em diversos aspectos, e por esse motivo, PPT e albumina se mantêm altas até os dez dias pós parto. Já a ureia, pode ser utilizada para avaliar dois parâmetros: metabolização de proteínas (Ferguson et al., 1988; Valkeners et al., 2008) e juntamente com a creatinina, a função excretória renal (Russell e Roussel, 2007). Na Figura 4.5, é evidenciada a queda de ureia no Período 3. Este achado, juntamente com a manutenção de PPT e albumina em concentrações ligeiramente aumentadas na circulação, pode sugerir a diminuição da metabolização proteica pelas vacas e a alta utilização de globulinas e de albumina para serem ejetadas no colostro, como demonstrado por González et al. (2000).

A creatinina assim como ureia apresentou uma curva altamente variável e uma queda relativa na sua concentração a partir do Período 3 ( $P > 0,05$ ). Ademais, Creatinina e Ureia, em conjunto, servem de parâmetros para avaliação da filtração glomerular, apresentando-se normais, o que foi evidenciado pelo não surgimento de sinais clínicos renais. A ligeira queda da creatinina ( $P > 0,05$ ) pode estar ligada à perda de peso que todas as vacas sofrem no momento do parto devido à alta demanda energética para este evento. É sabido que a creatinina é resultado do metabolismo normal dos músculos e é um produto da degradação da creatina (Russell e Roussel, 2007). Animais com baixo peso podem apresentar níveis

baixos de creatinina devido à diminuição da atividade metabólica por baixa massa muscular (Pires et al., 2013). Entretanto, acredita-se que essas flutuações estejam ligadas a homeostasia animal para manutenção das funções metabólicas.

AST e GGT são enzimas hepáticas que estão ligadas ao funcionamento dos hepatócitos (AST) e a função das células das vias biliares (GGT) (Park et al., 2002; Bertoni et al., 2008), enquanto que bilirrubina é um subproduto da quebra da hemoglobina (Mbassa e Poulsen, 1991; Antoncic-Svetina et al., 2011), e o aumento na sua concentração pode estar associado tanto à alta hemólise, quanto a problemas hepáticos de excreção de bile (Antoncic-Svetina et al., 2011). Portanto, estes metabólitos em conjunto servem como base para avaliação da função e integridade hepática. Neste estudo, a avaliação da integridade hepática, pela quantificação de bilirrubina, AST e GGT, possibilitou que se observasse que apesar de suas variações, principalmente de bilirrubina e AST, todos mantiveram concentrações plasmáticas consideradas fisiológicas para bovinos (González et al., 2000). Portanto alterações significativas desses metabólitos ao longo do período estudado não causaram nenhum tipo de problemas hepatobiliar.

Estes resultados, poderão servir, no futuro, de parâmetros normais de variação hormonal e do perfil metabólico para vacas Curraleiro Pé-Duro durante o parto e servir como subsídio para adequação nutricional e práticas de manejo nos núcleos de conservação desta raça.

## 7 CONCLUSÃO

As vacas Curraleiro Pé-Duro não apresentaram grandes mudanças metabólicas ao longo do parto como observado em animais de outras raças, especialmente vacas de alta produção leiteira, fato que pode estar associado as características de adaptação desses animais aos locais de baixa qualidade de pastagem, como o semiárido e o cerrado brasileiro.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONCIC-SVETINA, M.; TURK, R.; SVETINA, A.; GERES, D.; REKIC, B.; JURETIC, D. Lipid status, paraoxonase-1 activity and metabolic parameters in sérum of heifers and lactating cows related to oxidative stress. **Research in Veterinary Science**, v.90,p.298–300, 2011.

ARTHUR, G.H.; NOAKES, D.E.; PEARSON, H.; PARKINSON, T.J. **Veterinary Reproduction and Obstetrics**. 7 ed. W. B. Saunders, 1996. 726p.

BAUMAN, D.E & CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1514-1529, 1980.

BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2804-2819, 1995.

BERGMAN, E.N. Hyperketonemia-ketogenesis and ketone body metabolism. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.6, p.936-948, 1970.

BERTONI, G.; TREVISI, E.; HAN, X.; BIONAZ, M. Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.3300–3310, 2008.

BERTONI, G.; TREVISI, E.; LOMBARDELLI, R. Some new aspects of nutrition, health conditions and fertility of intensively reared dairy cows. **Italian Journal of Animal Science**, v.8, p.491-518, 2009.

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

ESPOSITO, G.; IRONS, P.C.; WEBB, E.C.; CHAPWANYA, A. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.144, p.60–71, 2014.

FERGUSON, J.D.; BLANCHARD, T.; GALLIGAN, D.T.; HOSHALL, D.C.; CHALUPA, W. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen.

**Journal of American Veterinary Medicine Association**, v.192, n.5, p.650–662, 1988.

FRIGOTTO, T.A.; OLLHOFF, R.D.; FILHO, I.R.B.; ALMEIDA, R. Parâmetros metabólicos sanguíneos de vacas leiteiras de alta produção no período de transição. **Ciência Animal Brasileira**, suppl. 1, p.99-105, 2009.

GARNSWORTHY, P.C.; LOCK, A.; MANN, G.E.; SINCLAIR, K.D.; WEBB, R. Nutrition, metabolism, and fertility in dairy cows: 1. dietary energy source and ovarian function. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.3814–3823, 2008.

GONZÁLEZ, F.D.; MUIÑO, R.; PEREIRA, V.; CAMPOS, R.; BENEDITO, J.L. Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. **Journal of Veterinary Science**, v.12, n.3, p.251-255, 2011.

GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O.; RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre – UFRGS, 2000, 108p.

HAFEZ, E. S. E. e HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 7ed. Manole, 2004. 513p.

HARMEYER, J.; SCHLUMBOHM, C. Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: Implications for onset of pregnancy toxemia. **Research in Veterinary Science**, v.81, p.254–264, 2006.

HEMINGWAY, R.G.; FISHWICK, G.; PARKINS, J.J.; RITCHIE, N.S. Plasma inorganic iodine and thyroxine concentrations for beef cows in late pregnancy and early lactation associated with different levels of dietary iodine supplementation. **The Veterinary Journal**, v.162, p.158–160, 2001.

MBASSA, G.K.; POULSEN, J.S.D. Influence of pregnancy, lactation and environment of some clinical chemical reference values in danish landrace dairy goats (*capra hircus*) of different parity–II. Plasma urea, creatinine, bilirubin, cholesterol, glucose, and total serum proteins. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.100, n.2, p.423-431, 1991.

MICKE, G.C.; SULLIVAN, T.M.; KENNAWAY, D.J.; HERNANDEZ-MEDRANO, J.; PERRY, V.E.A. Maternal endocrine adaptation throughout pregnancy to nutrient manipulation: consequences for sexually dimorphic programming of thyroid hormones and development of their progeny. **Theriogenology**, Article in Press, doi: 10.1016/j.theriogenology.2014.10.022., 2014.

MONTIEL, F.; GALINA, C.S.; LAMOTHE, C.; CASTAÑEDA, O. Effect of a feed supplementation during the mid-lactating period on body condition, milk yield, metabolic profile and pregnancy rate of grazing dual-purpose cows in the Mexican humid tropic. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.39, n.3, 2007.

NEILL, J.D. **Knobil and Neill's Physiology of Reproduction**. 3ed. Elsevier Inc., 2006. 3230p.

OSPINA, P.A.; MCART, J.A.; OVERTON, T.R.; STOKOL, T.; NYDAM, D.V. Using

nonesterified fatty acids and b-hydroxybutyrate concentrations during the transition period for herd-level monitoring of increased risk of disease and decreased reproductive and milking performance. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.29, p.387–412, 2013.

OVERTON, T.R.; WALDRON, M.R. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. **Journal of Dairy Science**, v.87, Suppl. EE105–E119, 2004.

PARK, A.F.; SHIRLEY, J.E.; TITGEMEYER, E.C.; MEYER, M.J.; VANBAALE, M.J.; VANDEHAAR, M.J. Effect of protein level in prepartum diets on metabolism and performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1815–1828, 2002.

PIRES, J.A.A.; DELAVALD, C.; FAULCONNIER, Y.; POMIÈS, D.; CHILLIARD, Y. Effects of body condition score at calving on indicators of fat and protein mobilization of periparturient Holstein-Friesian cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.6423–6439, 2013.

REFSAL, K.R.; NACHREINER, R.F.; ANDERSON, C.R. Relationship of season, herd, lactation, age, and pregnancy with serum Thyroxine and Triiodothyronine in holstein cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v.1, n.3, p.225-234, 1984.

RUSSELL, K.E.; ROUSSEL, A.J. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.23, p.403–426, 2007.

SENGER, P.L. Placentation, the endocrinology of gestation and parturition. In: SENGER, P.L. **Pathways to pregnancy and parturition**, Second Edition, Current Conceptions, p.304-325, 2003.

SPICER, L.J.; KISEX, T.E.; LEUNG, K.; CONVEY, E.M. High performance liquid chromatography of steroids in bovine adrenal glands: changes during the postpartum interval. **Journal of Steroid Biochemistry**, v.32, n.5, p.649-674, 1989.

SULLIVAN, T.M.; MICKE, G.C.; PERRY, V.E.A. Influences of diet during gestation on potential postpartum reproductive performance and milk production of beef heifers. **Theriogenology**, v.72, p.1202–1214, 2009.

VALKENERS, D.; THÉWIS, A.; VAN LAERE, M.; BECKERS, Y. Effect of rumen-degradable protein balance deficit on voluntary intake, microbial protein synthesis, and nitrogen metabolism in growing double-musled Belgian Blue bulls fed corn silage-based diet. **Journal of Animal Science**, v.86, p.680-690, 2008.

VAP, L.M & WEISER, M.G. Field chemistry analysis. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.23, p.427–442, 2007.

WALTER, B.M.T. & SAMPAIO, A.B. **A vegetação da fazenda Sucupira**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998. 110p.

WHITAKER, D.A.; GOODGER, W.J. ; GARCIA, M.; PERERA, B.M.A.O.; WITTEWER, F. Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v.38, p.119-131, 1999.

## **CAPÍTULO 5**

### **CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DO PÓS PARTO DE VACAS CURRALEIRO PÉ-DURO**

Heitor Castro Alves Teixeira <sup>1,2</sup>, Arthur da Silva Mariante<sup>2</sup>, Alexandre Floriani Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil;

<sup>2</sup>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, Distrito Federal, Brasil

## 1 RESUMO

O pós parto é um período de suma importância para a fisiologia reprodutiva e metabólica dos animais. Reprodutivamente, porque as vacas passam por mudanças anatômicas e hormonais necessárias para a recomposição de todo o trato genital para que possam se preparar para uma nova gestação. E metabolicamente, devido à alta exigência nutricional que os animais passam pela alta demanda energética após o parto, para a produção de colostro e leite para nutrir o neonato. O objetivo deste estudo foi o de avaliar o perfil energético e lipídico, o perfil hormonal metabólico, o perfil proteico e as funções hepática e renal de vacas Curraleiro Pé-Duro nos diferentes períodos do pós parto, comparando as alterações metabólicas do dia do parto às apresentadas 75 dias pós parto. 12 vacas Curraleiro Pé-Duro tiveram seu sangue coletado por venopunção jugular no dia do parto, e aos 5, 15, 30, 45, 60 e 75 dias pós parto. Os dados foram avaliados por meio de modelos lineares generalizados e análise de regressão, comparando os períodos do pós parto, para isso, assumiu-se que: pós parto Precoce corresponde ao período entre o Parto e os 15 dias pós parto; o pós parto Inicial corresponde ao período que vai dos 15 dias após o parto aos 45 dias após o parto; e o pós parto Médio corresponde ao período que vai dos 45 dias pós parto aos 75 dias pós parto. Quanto ao perfil energético/lipídico, NEFA, bHB e tiroxina não apresentaram variação em suas concentrações ( $P>0,05$ ) e triglicerídeos e colesterol apresentaram aumento no pós parto Precoce ( $P<0,05$ ). Quanto ao perfil protéico, albumina e ureia apresentaram queda em suas concentrações no pós parto Precoce ( $P<0,05$ ), enquanto que PPT só apresentou essa queda no pós Parto Médio, juntamente com a creatinina, que demonstrou o mesmo comportamento. Os demais metabólitos avaliados não apresentaram variação em suas concentrações ( $P>0,05$ ). Vacas Curraleiro Pé-Duro apresentaram uma grande resistência ao balanço energético negativo, que perdurou por pouco tempo e logo em seguida foi possível observar o início da formação de reservas adiposas pelos animais, logo no pós parto Precoce. Estes resultados, no futuro, podem servir

de parâmetros normais de variação hormonal e do perfil metabólico para vacas Curraleiro Pé-Duro durante todo o pós parto, e podem servir de subsídio para adequação nutricional e de práticas de manejo nos Núcleos de Conservação desta raça.

Palavras-chave: Perfil Metabólico; Raça Localmente Adaptada; Balanço Energético; Conservação; Recursos Genéticos.

## 2 ABSTRACT

The postpartum period is extremely important for reproductive and metabolic physiology of animals. Reproductively, because cows undergo anatomical and hormonal changes necessary for the restoration of the entire genital apparatus so they can be prepared for a new pregnancy. And metabolically due to high nutritional requirements, that animals pass through high energy demand after calving, for the production of colostrum and milk for nourish the newborn. The objective of this study was to assess the energy and lipid profile, metabolic hormonal profile, protein profile and liver and kidney functions of Curraleiro Pé-Duro cows in different periods of postpartum, comparing the metabolic changes in the calving day to 75 days postpartum. 12 Curraleiro Pé-Duro cows had their blood collected by jugular venipuncture on the day of delivery, and at 5, 15, 30, 45, 60 and 75 days postpartum. Data were evaluated using generalized linear models and regression analysis, comparing the periods of postpartum, for this, it was assumed that: Early postpartum corresponds to the period between calving and 15 days postpartum; Initial post partum corresponds to the period of 15 days after calving to 45 days postpartum; and Middle postpartum corresponds to the period of 45 days postpartum to 75 days postpartum. For the energy/lipid profile, NEFA, bHB and thyroxine did not shown variation in its concentration ( $P>0.05$ ), triglycerides and cholesterol showed an increase in Early postpartum ( $P<0.05$ ). On the protein profile, albumin and urea concentrations decreased in Early postpartum ( $P<0.05$ ), whereas TPP only presented this fall in Middle postpartum, along with creatinine, which demonstrated the same behavior. The other metabolites evaluated showed no variation in their concentrations ( $P>0.05$ ). Curraleiro Pé-Duro cows showed great resistance to negative energy balance, which lasted for a short time and soon we could see the beginning of the formation of fat reserves in the animals at Early postpartum. These results in the future may serve as normal parameters of hormonal and metabolic profile

variation for Curraleiro Pé-Duro cows throughout the postpartum, and may serve as aid for nutritional adequacy and management practices in the Conservation Nuclei of this breed.

Keywords: Metabolic Profile; Locally Adapted Breed; Energy Balance; Conservation; Genetic Resources.

### 3 INTRODUÇÃO

O pós parto é um período de suma importância para a fisiologia reprodutiva e metabólica dos animais. Reprodutivamente, porque as vacas passam por mudanças anatômicas e hormonais necessárias para a recomposição de todo o trato genital para que possam se preparar para uma nova gestação, período conhecido como puerpério (Morrow, 1986, Noakes, 1996; Senger, 2003; Neill, 2006). E metabolicamente, devido à alta exigência nutricional que os animais passam pela alta demanda energética após o parto, para a produção de colostro e leite para nutrir o neonato e, em conjunto, naturalmente devido ao seu comportamento, as vacas reduzem sua ingestão de matéria seca (Bell, 1995; Bertoni et al., 2009), podendo entrar em balanço energético negativo (Butler, 2003; Bertoni et al., 2009). Além da alta demanda energética, existe a alta demanda por mobilização proteica para a formação de imunoglobulinas e outras proteínas que estão presentes em grande quantidade no leite (Maunsell et al., 1998; Rudovsky et al., 2008).

Reprodutivamente, neste período, a correta manutenção do trato genital no pós parto é diretamente ligada à eficiência produtiva dos rebanhos, tanto em rebanhos leiteiros, quanto em rebanhos de corte (Reist et al., 2002; Reist et al., 2003; Montiel et al., 2007). Logo, a intensificação nos sistemas de produção animal tem levado a um aumento do risco de apresentação de transtornos metabólicos nos rebanhos animais, uma vez que o desafio metabólico imposto pela maior demanda produtiva favorece o desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes ao organismo, a capacidade para metabolizar esses componentes (González et al., 2000). Contrastante a isto, animais Curraleiro Pé-Duro, ainda são criados em sistemas de baixa intensificação produtiva e pouca tecnificação, quase que da mesma forma como eram criados a 500 anos atrás, na época da colonização do Brasil.

Portanto, a utilização de ferramentas, como o perfil metabólico, pode ser de suma importância no acompanhamento nutricional e metabólico de rebanhos no pós parto

(Montiel et al., 2007). O perfil metabólico foi utilizado inicialmente em vacas leiteiras na Grã-Bretanha na década de 1960 (Payne et al., 1970). O sucesso foi limitado por uma série de razões, sendo a principal delas, a expectativa que todas as concentrações bioquímicas no sangue bovino refletiriam a ingestão nutricional e a condição nutricional em todas as fases da vida do animal (Whitaker et al., 1999). Sabe-se que o balanço nutricional em animais de produção depende muito da sua condição fisiológica e da fase de produção/reprodução (McNamara et al., 2003). Portanto, a avaliação do perfil metabólico de vacas no pós parto pode servir de subsidio para a investigação de doenças metabólicas e também de falhas reprodutivas.

Diante destes fatos, objetivou-se avaliar o perfil energético, o perfil hormonal metabólico, o perfil proteico e as funções hepática e renal de vacas Curraleiro Pé-Duro nos diferentes períodos do pós parto, comparando as alterações metabólicas do dia do parto às apresentadas 75 dias pós parto.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Animais e local experimental

O estudo foi executado no Setor de Campo Experimental Fazenda Sucupira, de propriedade de Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, localizado a Sudoeste da cidade de Brasília - DF (15°52' a 15°56'S e 48°00' a 48°02'W), com altitudes que variam de 1.050 a 1.250 m. O clima predominante é o *Koppen Aw*, indicando inverno seco e verão chuvoso. A fazenda conta com uma área total de 1.763 ha, distribuídos em áreas de cerrado, pastagem e agricultura (Walter e Sampaio, 1998).

Quinze fêmeas Curraleiro Pé-Duro foram selecionadas por meio de exame ginecológico, palpação transretal e ultrassonografia antes do início do estudo para constatação da ciclicidade e ausência de enfermidades ou anormalidades no aparelho reprodutivo. Os animais foram mantidos a pasto (*Brachiaria brizantha*) com mineralização e água à vontade ao longo de todo período experimental.

As fêmeas tiveram seu ciclo estral previamente sincronizado, onde, no D0 foi inserido um implante de progesterona (P4 - CIDR<sup>33</sup>) e administrados 2mg de benzoato de estradiol (BE - Estrogin<sup>34</sup>); no D8 foi administrado 150µg de D-cloprostenol (PGF2α - Veteglan<sup>35</sup>) e subsequente retirada do implante de P4; no D9 foi administrado 1mg de BE e as inseminações artificiais foram feitas no D10, por volta de 18 horas após a aplicação de 1mg

---

<sup>33</sup> CIDR – Pfizer Animal Health, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>34</sup> Estrogin – Farmavet, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>35</sup> Veteglan – Hertape Calier Saúde Animal, Juatuba-MG, Brasil.

de BE. Foram utilizadas doses de sêmen de três diferentes touros previamente avaliadas, sendo que já se tinha comprovada a fertilidade desses animais no Núcleo de Conservação da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Trinta dias após a inseminação artificial as vacas passaram por palpação e ultrassonografia (Aloka scanner B com transdutor transretal de 7,5 MHz<sup>36</sup>) para constatação da gestação. As fêmeas em que não foi confirmada a gestação foram re-sincronizadas e inseminadas com doses de sêmen dos mesmos animais e novamente avaliadas para diagnóstico de gestação 30 dias após a inseminação artificial. Ao fim deste período, as vacas não gestantes permaneceram por 30 dias com touro do Campo Experimental Sucupira e novamente foi feito o diagnóstico de gestação. No total, doze vacas apresentaram-se gestantes ao fim da estação de monta (meses de fevereiro a abril) e estas foram utilizadas no estudo.

## 4.2 Coleta de amostras

Após o diagnóstico de gestação, trinta dias depois da inseminação artificial ou da cobertura por monta natural, as vacas tiveram o tempo médio de gestação calculado entre 270 e 290 dias ( $\pm 280$  dias), e os animais foram monitorados constantemente até o dia do parto. As vacas tiveram o sangue coletado nos dias: do Parto, aos 5 dias (D5), aos 15 dias (D15), aos 30 dias (D30), aos 45 dias (D45), aos 60 dias (D60) e aos 75 dias (D75) após o parto; por meio de venopunção jugular com tubos à vácuo sem anticoagulante.

Após a coleta dos tubos de sangue, as amostras eram centrifugadas a 3000 G por 15 minutos e o soro foi separado e armazenado em microtubos a temperatura de -20°C até o momento das quantificações bioquímicas e hormonal, segundo metodologia revisada por Russell e Roussel (2007).

---

<sup>36</sup> Aloka CO. – Tóquio, Japão

### 4.3 Análises bioquímicas e hormonal

A quantificação hormonal foi realizada por meio de kit comercial de radioimuno ensaio (RIA) na qual, foi avaliada a tiroxina total (T4 – Siemens<sup>37</sup>). As quantificações bioquímicas foram feitas por meio de kits comerciais dos tipos colorimétricos e enzimáticos cinéticos e sua leitura foi feita em duplicata com auxílio de espectrofotômetro semi-automatizado (Bioplus<sup>38</sup>) apresentando 7 filtros de cor com faixa de leitura variando de 340nm a 670nm de espectro de luz.

Os metabólitos sanguíneos avaliados foram: ácidos graxos não esterificados (NEFA – Randox<sup>39</sup>), beta hidroxibutirato (bHB – Randox<sup>40</sup>), triglicerídeos (Bioclin<sup>41</sup>), Colesterol (Bioclin<sup>42</sup>), proteínas plasmáticas totais (PPT - Laborlab<sup>43</sup>), albumina (Laborlab<sup>44</sup>), ureia (Laborlab<sup>45</sup>), creatinina (Bioclin<sup>46</sup>), bilirrubina total (Bioclin<sup>47</sup>), aspartato aminotransferase (AST – Bioclin<sup>48</sup>) e gama glutamiltransferase (GGT – Bioclin<sup>49</sup>), conforme orientação do fabricante.

### 4.4 Análise estatística

Os dados foram divididos em períodos do pós parto, segundo adaptação do que foi relatado por Morrow (1986), Noakes (1996) e Senger (2003), em: pós parto Precoce, Inicial, Médio e Prolongado. Como os resultados estão contabilizados até os 75 dias pós parto, a análise se resumiu até o pós parto médio. Os dados foram avaliados quanto à

<sup>37</sup> Coat-A-Count Total T4 Thyroxine RIA Kit - Siemens Healthcare Diagnostics – California - EUA

<sup>38</sup> Analisador Bioquímico Bioplus Bio200S – Bioplus Produtos para Laboratórios LTDA - Brasil

<sup>39</sup> Nefa (non-esterified fatty acid) Assay – Randox Laboratories Ltd – County Antrim – United Kingdom

<sup>40</sup> Hydroxybutyrate (Ranbut) Assay – Randox Laboratories Ltd – County Antrim – United Kingdom

<sup>41</sup> Bioclin Triglicérides Monoreagente - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>42</sup> Bioclin Colesterol Monoreagente - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>43</sup> Protal – Laborlab Produtos para Laboratórios Ltda – Guarulhos – São Paulo - Brasil

<sup>44</sup> Albumin – Laborlab Produtos para Laboratórios Ltda – Guarulhos – São Paulo - Brasil

<sup>45</sup> Uréia UV Liquid Stable - Laborlab Produtos para Laboratórios Ltda – Guarulhos – São Paulo - Brasil

<sup>46</sup> Bioclin Creatinina - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>47</sup> Bioclin Bilirrubinas Totais - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>48</sup> Bioclin AST - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

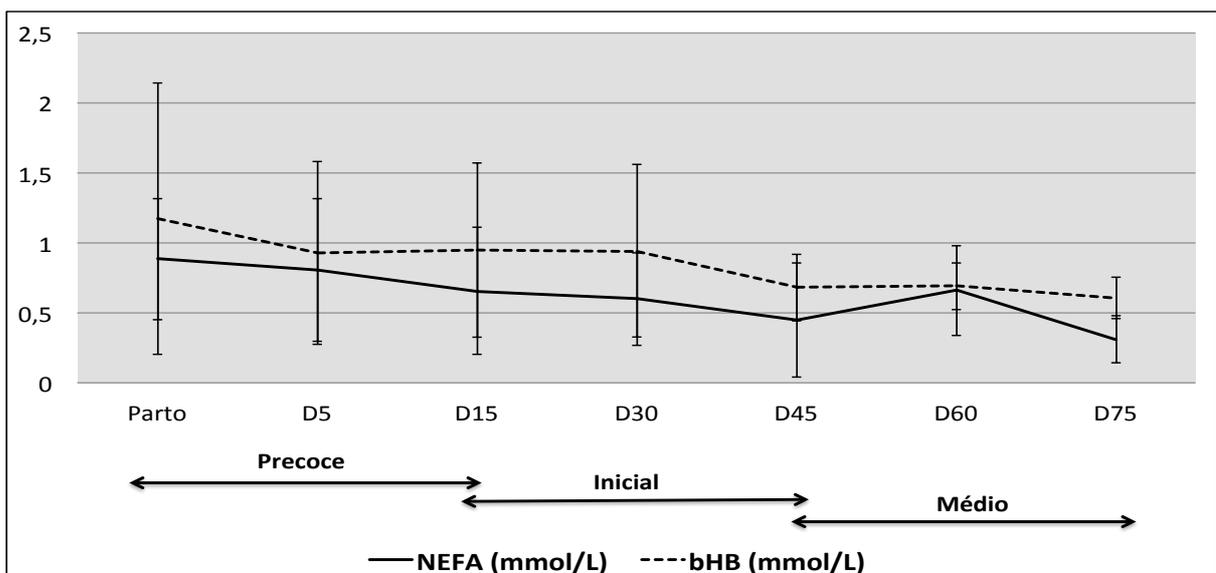
<sup>49</sup> Bioclin GGT - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

normalidade por teste de Shapiro-Wilk, sendo que os que apresentaram normalidade foram avaliados por modelos lineares generalizados (GLM), enquanto que os que não apresentaram distribuição normal se encaixaram na distribuição Gamma e não precisaram sofrer transformação logarítmica. Os três períodos do pós parto foram então avaliados por análise de regressão para determinação de progressão ou regressão da curva, assumindo-se o nível de probabilidade de 95%.

Para uma melhor avaliação das curvas dos três períodos do pós parto avaliados e suavização das variações das curvas, assumiu-se que: Precoce corresponde ao período entre o Parto e os 15 dias pós parto; o Inicial corresponde ao período que vai dos 15 dias pós parto aos 45 dias pós parto; e o Médio corresponde ao período que vai dos 45 dias pós parto aos 75 dias pós parto. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico R Core Team, 2013.

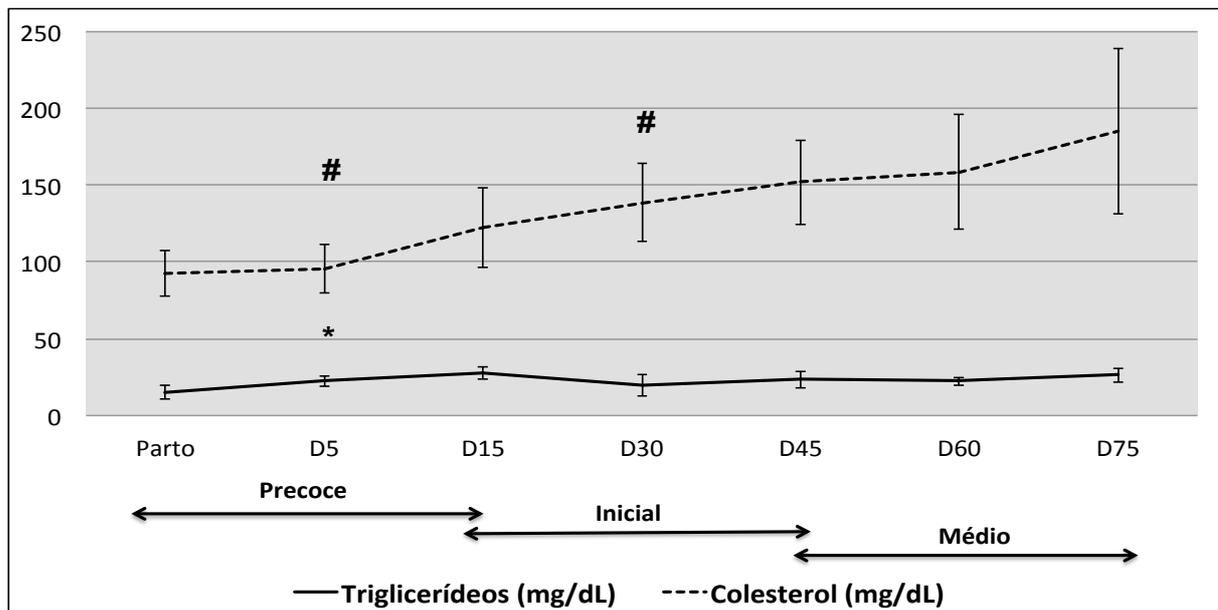
## 5 RESULTADOS

Todos os resultados estão apresentados por média das concentrações dos metabólitos ou hormônio desde o parto aos 75 dias após o parto, e avaliados estatisticamente quanto aos períodos do pós parto: Precoce (Parto ao D15), Inicial (D15 ao D45) e Médio (D45 ao D75). Sobre o perfil energético durante o pós parto, pode ser observado que NEFA e bHB apesar de apresentarem curvas aparentemente decrescentes durante os períodos do pós parto (Figura 5.1), não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) sobre suas concentrações. Entretanto, no pós parto Precoce, houve uma tendência de queda da concentração de NEFA ( $P<0,07$ ).



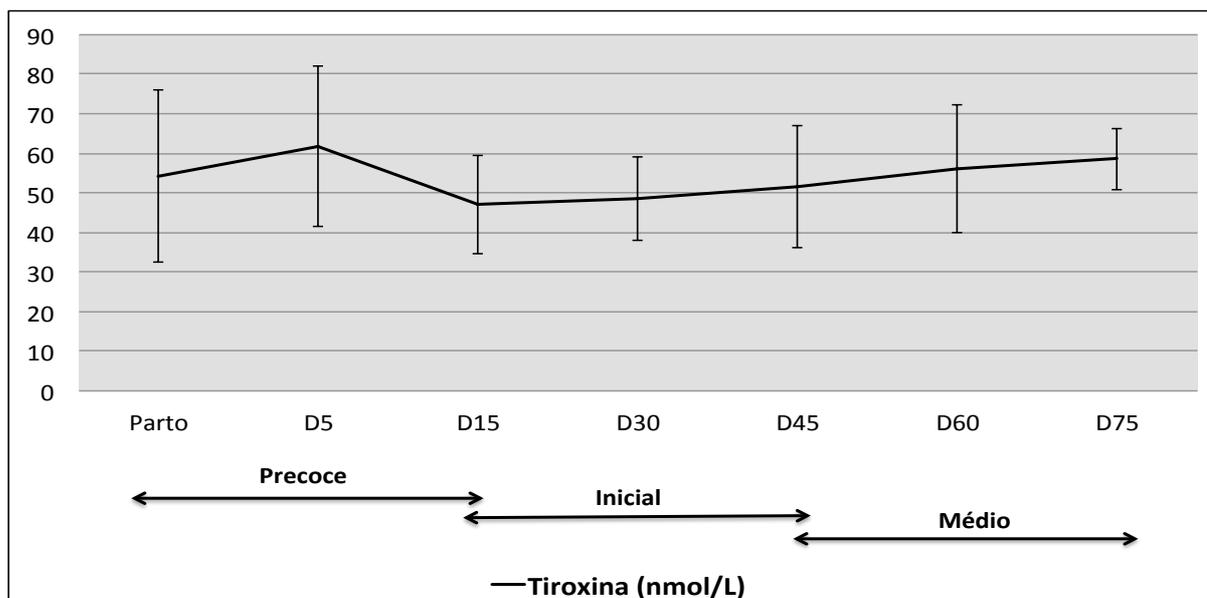
**Figura 5.1.** Concentração média de ácidos graxos não esterificados (NEFA) (mmol/L) e beta hidroxibutirato (bHB) (mmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto ( $P>0,05$ ).

Ainda sobre o perfil energético/lipídico, os triglicerídeos e o colesterol apresentaram aumento significativo em suas concentrações no pós parto Precoce ( $P < 0,05$ ), e no pós parto Inicial, somente o colesterol continuou com sua curva ascendente ( $P < 0,01$ ), enquanto que a concentração de triglicerídeos se manteve estável (Figura 5.2). Apesar de a curva de colesterol parecer ascendente no pós parto Médio, tanto o colesterol quanto os triglicerídeos mantiveram suas concentrações estáveis ( $P > 0,05$ ).



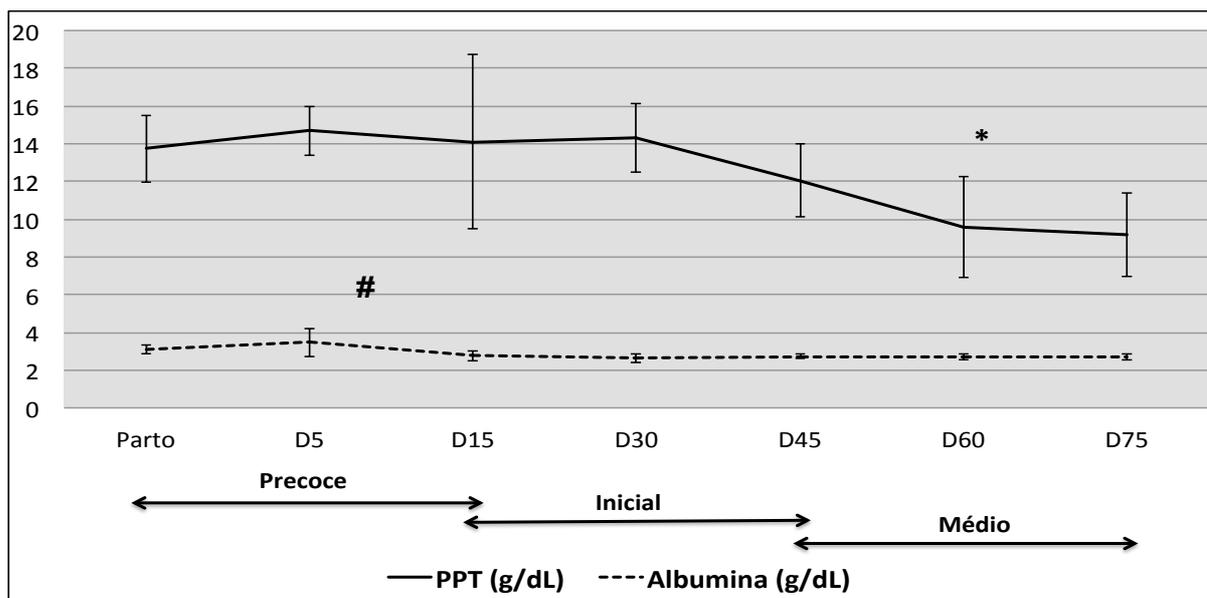
**Figura 5.2.** Concentração média de triglicerídeos (mg/dL) e colesterol (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto. (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para triglicerídeos naquela fase do pós parto, e # indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para colesterol naquela fase do pós parto).

Apesar da curva de T4 apresentar-se extremamente variável ao longo de todo o período experimental, não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) sobre sua concentração nos três diferentes momentos do pós parto avaliados (Figura 5.3).

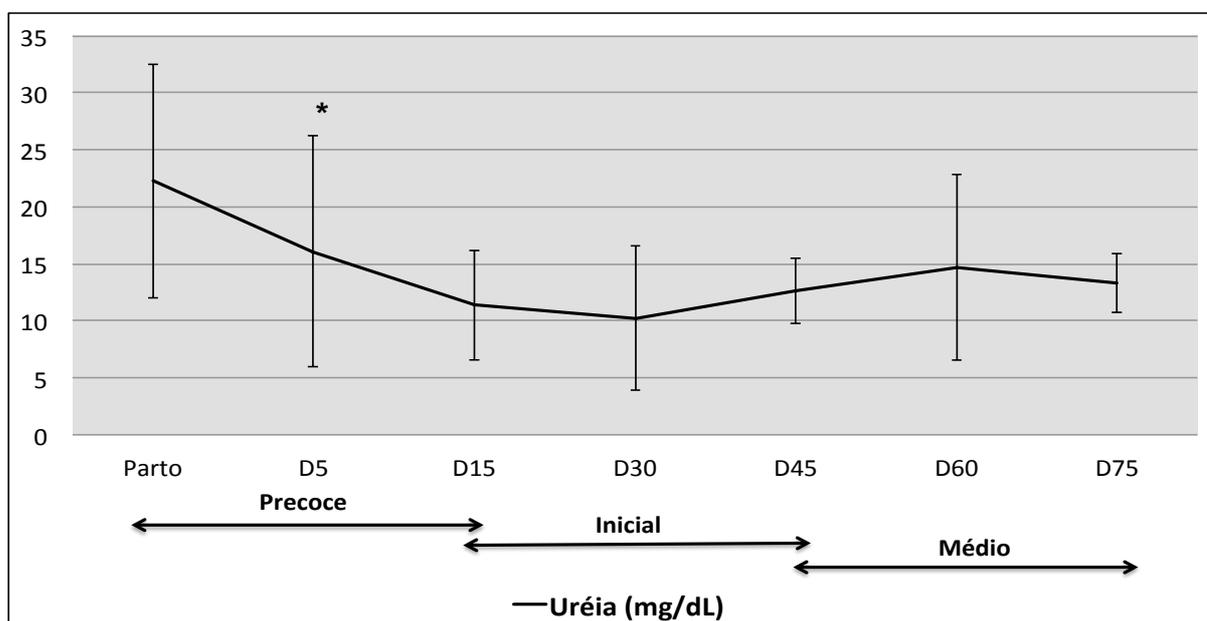


**Figura 5.3.** Concentração média de tiroxina (T4) (nmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto ( $P > 0,05$ ).

No perfil proteico, foi possível observar uma ligeira queda na concentração de albumina no pós parto Precoce ( $P < 0,05$ ), enquanto que apesar de estável ( $P > 0,05$ ), as PPT apresentaram suas maiores concentrações nesse período, mantendo-se altas até 30 dias pós parto (Figura 5.4). No pós parto Médio, as PPT apresentaram uma redução na sua concentração ( $P < 0,05$ ), enquanto que a albumina manteve sua concentração estável ( $P > 0,05$ ) desde o período Inicial do pós parto. Por outro lado, a ureia que se apresentou alta no dia do parto, sofreu uma queda em sua concentração até os 30 dias após o parto, sendo que a queda no pós parto Precoce foi altamente significativa ( $P < 0,001$ ) (Figura 5.5). Após isto, a ureia manteve-se baixa até os 75 dias pós parto ( $P > 0,05$ ).



**Figura 5.4.** Concentração média de proteínas totais (PPT) (g/dL) e albumina (g/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para PPT naquela fase do pós parto, e # indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) para albumina naquela fase do pós parto).

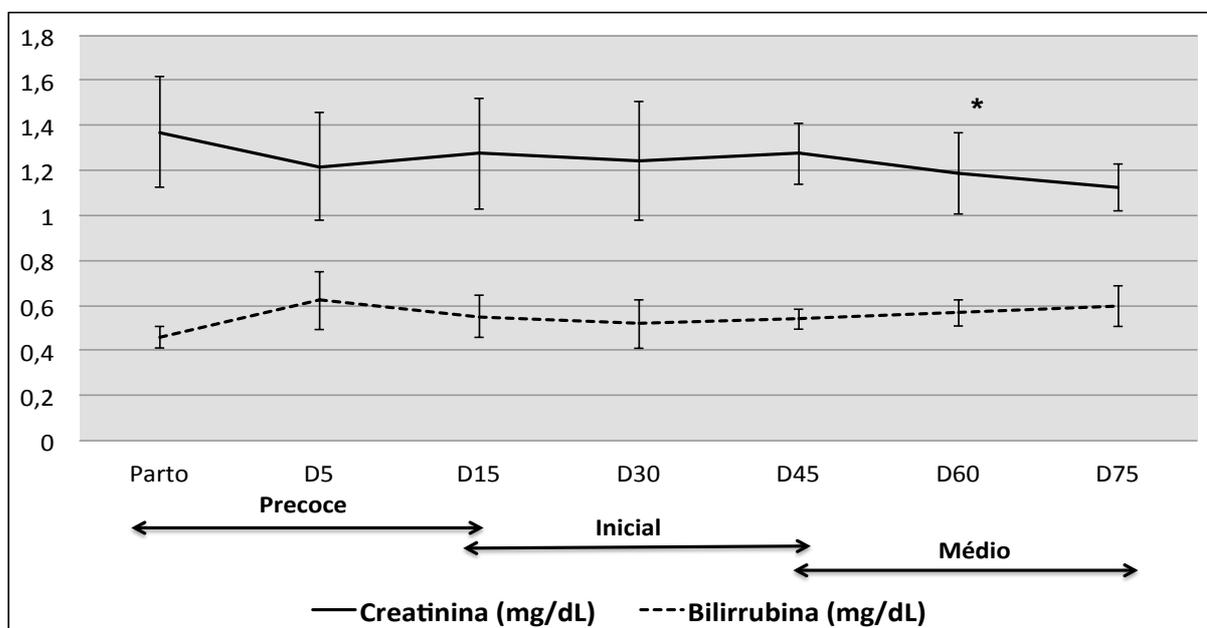


**Figura 5.5.** Concentração média de ureia (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto (\*indica efeito estatístico de regressão ( $P < 0,05$ ) naquela fase do pós parto).

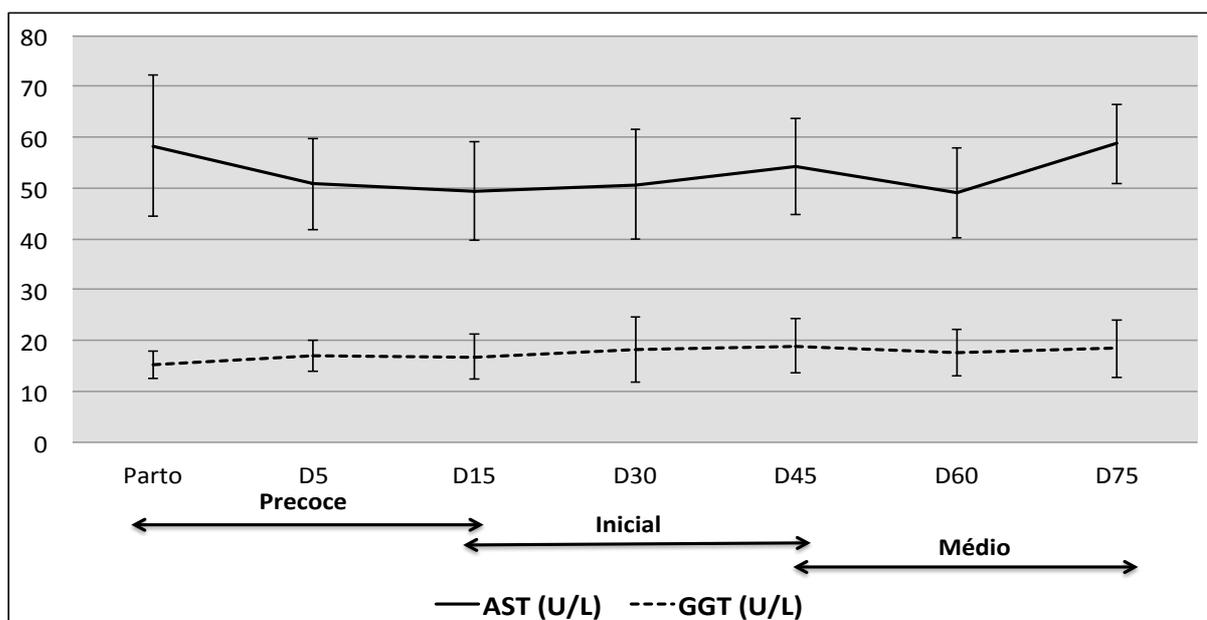
A concentração da creatinina não variou nos pós partos Precoce e Inicial ( $P > 0,05$ ), entretanto, apresentou redução ( $P < 0,05$ ) no pós parto Médio (Figura 5.6).

Ao avaliar a função hepática de vacas Curraleiro Pé-Duro ao longo do pós parto, do dia do parto aos 75 dias pós parto, foi possível observar que não ocorreram

mudanças drásticas nas concentrações ( $P>0,05$ ) de bilirrubina (Figura 5.6), aspartato amino transferase e de gama glutamiltransferase (Figura 5.7), sendo que todas mantiveram-se constantes ao longo de todo o período experimental.



**Figura 5.6.** Concentração média de ácidos creatinina (mg/dL) e bilirrubina (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro no dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em períodos do pós parto (\* indica efeito estatístico de regressão ( $P<0,05$ ) para creatinina naquela fase do pós parto).



**Figura 5.7.** Concentração média de aspartato aminotransferase (AST) (U/L) e gama glutamiltransferase (GGT) (U/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 75 dias pós parto (D75) divididos em três períodos do pós parto ( $P>0,05$ ).

## 6 DISCUSSÃO

Observou-se que o perfil energético não apresentou variação significativa nas concentrações de bHB e NEFA ( $P>0,05$ ) ao longo do período de pós parto (dia do Parto ao D75). Contudo, no perfil lipídico, os triglicerídeos e o colesterol aumentaram suas concentrações no pós parto Inicial ( $P<0,05$ ) e o colesterol no pós parto Precoce ( $P<0,05$ ) (Figuras 5.1 e 5.2). O aumento de triglicerídeos e colesterol no pós parto Inicial pode estar, de certa forma, ligado à tendência de queda que NEFA apresentou neste mesmo período, haja visto que estudos relacionados ao metabolismo energético relatam que o aumento de metabólitos como NEFA e bHB estão diretamente ligados à lipólise, e o aumento de sua concentração na circulação demonstra um aumento na demanda energética (Bergman, 1970; Bauman e Currie, 1980; Overton e Waldron, 2004; Harmeyer e Schlumbohm, 2006; Montiel et al., 2007; Ospina et al., 2013). Portanto, provavelmente a queda nas concentrações de NEFA e bHB ( $P>0,05$ ) neste período pode indicar uma alta adaptação desses animais em não demonstrar balanço energético negativo por longos períodos como ocorre em animais de alta produção (Reist et al., 2003; Frigotto et al., 2009; Giuliadori et al., 2011; Castro et al., 2012). No D15 as vacas Curraleiro Pé-Duro apresentaram concentrações médias de  $0,65\pm 0,4$  mmol/L e  $0,94\pm 0,6$  mmol/L de NEFA e bHB, respectivamente. Segundo Vap e Weisser (2007), no NEFA acima de 0,6 mEq/L (0,6 mmol/L) e bHB acima de 1,4 mmol/L representam indicadores de balanço energético negativo e risco de doenças metabólicas, portanto, como pode ser visto nos resultados encontrados, provavelmente vacas Curraleiro Pé-Duro não permanecem em balanço energético negativo por períodos prolongados no pós parto. Somado a este fato, os triglicerídeos aumentaram sua concentração ( $P<0,05$ ) neste período de queda relativa ( $P>0,05$ ) de NEFA e bHB, confirmando um quadro de diminuição da lipólise e aumento de reserva de lipídios, demonstrando a adaptação da raça a condições

nutricionais desfavoráveis, sem apresentar evidente balanço energético negativo, em um período de baixa disponibilidade de forragens e alta demanda energética.

Assim como a NEFA, o bHB, os triglicerídeos e o colesterol, que tiveram influência uns sobre os outros, e nas variações de suas curvas, provavelmente a tiroxina tenha desempenhado um papel importante na manutenção da formação de reservas lipídicas por meio dos triglicerídeos e do colesterol. A T4 não apresentou variação significativa de sua concentração ( $P>0,05$ ) ao longo de todo o período experimental, entretanto, como visto nos capítulos anteriores, T4 manteve sua concentração média ( $65,33\pm 14,50$  nmol/L, média geral ao longo de toda gestação de vacas Curraleiro Pé-Duro neste estudo) acima do valor observado como concentração média ao longo de todo o pós parto, que foi de  $53,99\pm 14,92$  nmol/L. Isto pode estar associado a dois fatores: a T4 mais alta na gestação para manter a taxa metabólica mais alta e assim propiciar um satisfatório desenvolvimento do feto (Huszenicza et al., 2002); ou, como discutido anteriormente, a T4 apresenta efeito direto sobre a lipólise e sobre o aumento do metabolismo basal por aumento do consumo de oxigênio, via fosforilação oxidativa, como também na utilização de ATP, pois aumentam o número de bombas ATPases  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , presentes em quase todas as células (Refsal et al., 1984). Portanto, a queda na concentração média ( $P>0,05$ ) de T4 pode estar ligada à diminuição da lipólise e à redução no metabolismo basal, propiciando um aumento nas concentrações de triglicerídeos e colesterol ao longo do pós parto Inicial e em parte no pós parto Precoce.

Sabe-se extensivamente da importância das proteínas presentes no colostro/leite para a manutenção da imunidade e nutrição de neonatos bovinos (Quigley et al., 1994). As vacas Curraleiro Pé-Duro apresentaram uma alta concentração de PPT do dia do parto até D30, com médias superiores a 14 g/dL e inicia a queda de sua concentração no D45, com diminuição expressiva ( $P<0,05$ ) no pós parto Médio. Fato este, que pode estar ligado a diminuição expressiva de produção de imunoglobulinas a serem passadas ao neonato e devido a este já ter adquirido imunidade passiva satisfatória e início da imunidade adquirida (Rudovsky et al., 2008). A queda da albumina no pós parto Precoce ( $P<0,05$ ) pode ter se dado devido à alta metabolização proteica no fígado para a formação de caseína e de outras proteínas de alto peso molecular presentes no leite, e à manutenção dessa concentração ao longo de todo o pós parto (Quigley et al., 1994; Maunsell et al., 1998; Raggio et al., 2007). Da mesma forma que é possível observar uma queda de albumina no pós parto Precoce, ocorreu também uma queda expressiva de ureia neste mesmo período ( $P<0,001$ ). Novamente, as concentrações de metabólitos proteicos agem em efeito complementar, onde provavelmente a maior síntese de proteínas destinadas à produção láctea influenciaram sobre a menor taxa de

metabolização de proteínas, e assim, a menor concentração de ureia circulante, principalmente no pós parto Precoce, com ureia e albumina com concentrações baixas e PPT com concentração alta, para suprir a necessidade de produção de colostro e, logo após, a produção de leite com altas taxas de nitrogênio proteico. É conhecido que vacas Curraleiro Pé-Duro não apresentam aptidão para alta produção leiteira, mas estudos podem ser conduzidos nesta área, para averiguar a qualidade do leite das mesmas, e é possível que no futuro sejam criados programas de melhoramento genético para vacas Curraleiro Pé-Duro com linhagem leiteira.

As flutuações nas concentrações de ureia (queda no pós parto Precoce) e de creatinina (queda no pós parto Médio) não tiveram influência sobre a função renal das vacas, haja visto que mesmo com essas oscilações dessas concentrações permaneceram dentro dos valores de referência para ruminantes (Mbassa e Poulsen, 1991; González et al., 2000). Assim como não houve variações da função renal, ao avaliar a integridade hepática com AST e GGT, que são enzimas hepáticas ligadas ao funcionamento dos hepatócitos e à função das células das vias biliares (Park et al., 2002; Bertoni et al., 2008), enquanto que a bilirrubina é um subproduto da quebra da hemoglobina, servindo como avaliação de vias biliares (Mbassa e Poulsen, 1991; Antoncic-Svetina et al., 2011), foi possível observar que nenhum desses metabólitos sofreu alterações significativas ( $P > 0,05$ ) ao longo de todo período experimental, não ocorrendo assim nenhum comprometimento hepático ou renal, sendo que a concentração de todos esses metabólitos se mantiveram dentro dos valores de referência para bovinos no pós parto, e as flutuações observadas se deram devido à homeostase para regulação dos processos metabólicos.

Estes resultados, no futuro, podem servir de parâmetros normais de variação hormonal e do perfil metabólico para vacas Curraleiro Pé-Duro durante todo o pós parto, e podem servir de subsídio para a adequação nutricional e de práticas de manejo nos Núcleos de Conservação desta raça.

## 7 CONCLUSÃO

Vacas Curraleiro Pé-Duro apresentaram uma grande resistência ao balanço energético negativo, que perdurou por pouco tempo e logo em seguida foi possível observar o início da formação de reservas adiposas pelos animais, já no pós parto Precoce.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONCIC-SVETINA, M.; TURK, R.; SVETINA, A.; GERES, D.; REKIC, B.; JURETIC, D. Lipid status, paraoxonase-1 activity and metabolic parameters in sérum of heifers and lactating cows related to oxidative stress. **Research in Veterinary Science**, v.90,p.298–300, 2011.

BAUMAN, D.E & CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1514-1529, 1980.

BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2804-2819, 1995.

BERGMAN, E.N. Hyperketonemia-ketogenesis and ketone body metabolism. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.6, p.936-948, 1970.

BERTONI, G.; TREVISI, E.; HAN, X.; BIONAZ, M. Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.3300–3310, 2008.

BERTONI, G.; TREVISI, E.; LOMBARDELLI, R. Some new aspects of nutrition, health conditions and fertility of intensively reared dairy cows. **Italian Journal of Animal Science**, v.8, p.491-518, 2009.

BUTLER, W.R. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. **Livestock Production Science**, v.83, p.211–218, 2003.

CASTRO, N.; KAWASHIMA, C.; van DORLAND, H.A.; MOREL, I.; MIYAMOTO, A.; BRUCKMAIER, R.M. Metabolic and energy status during the dry period is crucial for the resumption of ovarian activity postpartum in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.10, p.5804–5812, 2012.

GIULIODORI, M.J.; DELAUAUD, C.; CHILLIARD, Y.; BECÚ-VILLALOBOS, D.; LACAU-MENGIDO, I.; SOTA, R.L. High NEFA concentrations around parturition are associated with delayed ovulations in grazing dairy cows. **Livestock Science**, v.141, p.123–128, 2011.

GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O.; RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre – UFRGS, 2000, 108p.

HARMEYER, J.; SCHLUMBOHM, C. Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: Implications for onset of pregnancy toxemia. **Research in Veterinary Science**, v.81, p.254–264, 2006.

HUSZENICZA, G.Y.; KULCSAR, M.; RUDAS, P. Clinical endocrinology of thyroid gland function in ruminants. **Veterinarni Medicina**, v.47, n.7, p.199–210, 2002.

MAUNSELL, F.P.; MORIN, D.E.; CONSTABLE, P.D.; HURLEY, W.L.; McCOY, G.C.; KAKOMA, I.; ISAACSON, R.E. Effects of mastitis on the volume and composition of colostrum produced by Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1291–1299, 1998.

MBASSA, G.K.; POULSEN, J.S.D. Influence of pregnancy, lactation and environment of some clinical chemical reference values in danish landrace dairy goats (*capra hircus*) of different parity—II. Plasma urea, creatinine, bilirubin, cholesterol, glucose, and total serum proteins. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.100, n.2, p.423-431, 1991.

McNAMARA, S.; MURPHY, J.J.; RATH, M.; O'MARA, F.P. Effects of different transition diets on energy balance, blood metabolites and reproductive performance in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.84, p.195–206, 2003.

MONTIEL, F.; GALINA, C.S.; LAMOTHE, C.; CASTAÑEDA, O. Effect of a feed supplementation during the mid-lactating period on body condition, milk yield, metabolic profile and pregnancy rate of grazing dual-purpose cows in the Mexican humid tropic. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.39, n.3, 2007.

MORROW, D.A. **Current Therapy in Theriogenology**. Second Edition, W.B. Saunders Company. 1143p. 1986.

NOAKES, D.E. Puerperium and the care of newborn. In: ARTHUR, G.H.; NOAKES, D.E.; PEARSON, H.; PARKINSON, T.J. **Veterinary Reproduction and Obstetrics**. Seventh Edition, W.B. Saunders Company, p. 171-184, 1996.

OSPINA, P.A.; MCART, J.A.; OVERTON, T.R.; STOKOL, T.; NYDAM, D.V. Using nonesterified fatty acids and b-hydroxybutyrate concentrations during the transition period for herd-level monitoring of increased risk of disease and decreased reproductive and milking performance. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.29, p.387–412, 2013.

OVERTON, T.R.; WALDRON, M.R. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. **Journal of Dairy Science**, v.87, Suppl. EE105–E119, 2004.

PARK, A.F.; SHIRLEY, J.E.; TITGEMEYER, E.C.; MEYER, M.J.; VANBAALE, M.J.; VANDEHAAR, M.J. Effect of protein level in prepartum diets on metabolism and performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1815–1828, 2002.

PAYNE, J.M.; DEW, S.M.; MANSTON, R.; FAULKS, M. The use of a metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record**, v.87, p.150-158, 1970.

QUIGLEY, J.D.; MARTIN, K.R.; DOWLEN, H.H.; WALLIS, L.B.; LAMAR, K. Immunoglobulin concentration, specific gravity, and nitrogen fractions of colostrum from Jersey cattle. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.264-269, 1994.

RAGGIO, G.; LOBLEY, G.E.; BERTHIAUME, R.; PELLERIN, D.; ALLARD, G.; DUBREUIL, P. LAPIERRE, H. Effect of protein supply on hepatic synthesis of plasma and constitutive proteins in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.352-359, 2007.

REIST, M.; ERDIN, D.; VON EUW, D.; TSCHUEMPERLIN, K.; LEUENBERGER, H.; CHILLIARD, Y.; HAMMON, H.M.; MOREL, C.; PHILIPONA, C.; ZBINDEN, Y.; KUENZI, N.; BLUM, J.W. Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3314-3327, 2002.

REIST, M.; ERDIN, D.K.; VON EUW, D.; TSCHÜMPERLIN, K.M.; LEUENBERGER, H.; HAMMON, H.M.; MOREL, C.; PHILIPONA, C.; ZBINDEN, Y.; KÜNZI, N.; BLUM, J.W. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. **Theriogenology**, v.59, n.8, p.1707-1723, 2003.

RUDOVSKY, A.; LOCHER, L.; ZEYNER, A.; SOBIRAJ, A.; WITTEK, T. Measurement of immunoglobulin concentration in goat colostrum. **Small Ruminant Research**, v.74, p.265-269, 2008.

RUSSELL, K.E.; ROUSSEL, A.J. Evaluation of the Ruminant Serum Chemistry Profile. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.23, p.403-426, 2007.

SENGER, P.L. Placentation, the endocrinology of gestation and parturition. In: SENGER, P.L. **Pathways to pregnancy and parturition**, Second Edition, Current Conceptions, p.304-325, 2003.

WALTER, B.M.T. & SAMPAIO, A.B. **A vegetação da fazenda Sucupira**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998. 110p.

WHITAKER, D.A.; GOODGER, W.J. ; GARCIA, M.; PERERA, B.M.A.O.; WITTWER, F. Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v.38, p.119-131, 1999.

## **CAPÍTULO 6**

### **PERFIL HORMONAL E ENERGÉTICO NO PÓS PARTO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A RETOMADA DA CICLICIDADE OVARIANA DE VACAS CURRALEIRO PÉ-DURO**

Heitor Castro Alves Teixeira <sup>1,2</sup>, Arthur da Silva Mariante<sup>2</sup>, Alexandre Floriani Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil;

<sup>2</sup>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, Distrito Federal, Brasil

## 1 RESUMO

A eficiência reprodutiva de rebanhos bovinos está diretamente ligada à correta manutenção da involução uterina e retomada da ciclicidade ovariana no pós parto. Concomitantemente, diversos fatores podem influenciar negativamente o puerpério, como o balanço energético negativo, o perfil energético e lipídico, taxas hormonais pós parto, doenças metabólicas entre outros. Ojetivou-se avaliar o perfil hormonal e energético no pós parto e associá-lo à retomada da ciclicidade ovariana, e também, caracterizar o ciclo estral curto de vacas Curraleiro Pé-Duro. Doze vacas Curraleiro Pé-Duro foram avaliadas por meio de palpação transretal e avaliação ultrassonográfica, após 10 dias pós parto, de cinco em cinco dias para avaliação da involução uterina e diariamente para avaliação do retorno da ciclicidade ovariana. Foram considerados como inteiramente involuídos os úteros que se apresentavam completamente simétricos entre os cornos gravídicos e não-gravídicos e como cíclicas as vacas que apresentavam a primeira ovulação. Após a análise dos dados, foi possível observar a formação de dois grupos, os animais que retornaram à ciclicidade em no máximo 60 dias e os animais que retornaram à ciclicidade com mais de 105 dias pós parto. Portanto, os animais foram divididos em dois grupos: precoces (Grupo OV) e tardios (Grupo NOV), sendo que a linha de corte para todas as análises foi a de 60 dias pós parto. Os dados de avaliação de involução uterina e retomada da ciclicidade ovariana foram avaliados por ANOVA/Tukey. Já os dados de concentração de P4, T4, NEFA, bHB, triglicerídeos e Colesterol ao longo do pós parto foram avaliados por meio de Método de Comparação de Curvas de Crescimento (CompareGrowthCurves, statmod, RCore Team 2013). Os resultados de perfil energético e Tiroxina (T4) também foram avaliados por Análise de Sobrevivência e, para avaliação do efeito dos metabólitos sobre os grupos experimentais, foi feita uma análise de variância (ANOVA) levando-se em consideração o efeito dos dias, metabólitos e grupos experimentais para determinação da influência do metabólito sobre a interação grupo\*dia. Houve diferença estatística ( $P < 0,01$ ) entre os grupos somente para a ocorrência do dia da 1ª Ovulação, que no

Grupo Ov foi, em média,  $51,4 \pm 9,3$  dias e no Grupo NOv foi, em média,  $138,3 \pm 19,8$  dias. As demais variáveis de ciclo estral curto avaliadas não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os grupos. NEFA, bHB e tiroxina não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os grupos para qualquer uma das análises estatísticas realizadas. Entretanto, na análise de comparação de curvas de crescimento, os triglicérides mostraram-se superiores no Grupo Ov ( $P = 0,04$ ), enquanto que o colesterol mostrou-se superior no Grupo NOv ( $P = 0,02$ ). Neste estudo, vacas Curraleiro Pé-Duro apresentaram um grande distanciamento entre os grupos que retomaram a ciclicidade ovariana pós parto precocemente e as vacas que foram mais tardias. Foi observada uma pequena influência do balanço energético negativo entre os grupos, sugerindo que esses animais podem apresentar uma alta variabilidade genética devido ao processo de seleção natural, evidenciado pela formação de grupos de animais com características reprodutivas precoces e características tardias.

Palavras-chave: Perfil Metabólico; Ciclo Estral Curto; Perfil Energético; Raça Localmente Adaptada; Recursos Genéticos.

## 2 ABSTRACT

The reproductive efficiency of cattle is directly related to proper maintenance of uterine involution and resumption of ovarian cyclicity in the postpartum. Although, several factors can negatively influence the postpartum period, as negative energy balance, energy and lipid profile, postpartum hormonal rates, metabolic diseases, among others. The objective of this study was to evaluate the hormonal and energy profile in the postpartum and associate it with the resumption of ovarian cyclicity, and also to characterize the short estrous cycle of Curraleiro Pé-Duro cows. Twelve Curraleiro Pé-Duro cows evaluated by rectal palpation and ultrasound evaluation after 10 days postpartum, every five days for evaluation of uterine involution and daily to evaluate the resumption of ovarian cyclicity. Were considered as entirely involuted the uterus that was completely symmetrical between gravidic and non gravidic horns and as cyclic the cows that had its first ovulation. After analyzing the data it was possible to observe the formation of two groups, the animals returning to cyclicity within 60 days and animals returning to cyclicity with more than 105 days postpartum. Therefore, animals were divided into two groups, precocious, as Group Ov, and late as Group NOv, wherein the cutting line for all tests was 60 days postpartum. Data evaluation of uterine involution and resumption of ovarian cyclicity were assessed by ANOVA/Tukey. Meanwhile, data from P4, T4, NEFA, BHBA, cholesterol and triglycerides throughout the postpartum were evaluated by Compare Growth Curves method (statmod, RCore Team 2013). The results of energy profile and thyroxine (T4) were also assessed by survival analysis and evaluation of the effect of these metabolites on experimental groups, an analysis of variance (ANOVA), taking into account the effect of days, metabolites and experimental groups was performed to determine the influence of metabolite interaction on group\*day. It was no statistical difference ( $P < 0.01$ ) between the groups only for the occurrence of the 1st day of ovulation, which the Group Ov averaged  $51.4 \pm 9.3$  days and in Group NOv averaged  $138.3 \pm 19.8$  days

postpartum. The other short estrous cycle variables assessed did not differ ( $P>0.05$ ) between groups. NEFA, BHBA and thyroxine did not differ ( $P> 0.05$ ) between groups for none of the statistical analyzes. However, the analysis of comparison of growth curves, triglycerides was higher in Group Ov ( $P=0.04$ ) and cholesterol was higher in Group NOv ( $P=0.02$ ). In this experiment, Curraleiro Pé-Duro Coes showed a large gap between the groups for resumption of ovarian cyclicity between precocious and late postpartum cows. A small influence of negative energy balance between the groups was observed, suggesting that these animals can present a high genetic variability due to natural selection process, evidenced by the formation of groups of animals with precocious and late reproductive characteristics.

Keywords: Metabolic Profile; Short Estrous Cycle; Energy Profile; Locally Adapted Breed; Genetic Resources.

### 3 INTRODUÇÃO

O pós parto é um período de suma importância para a fisiologia reprodutiva e metabólica dos animais. Reprodutivamente, porque as vacas passam por mudanças anatômicas e hormonais necessárias para a recomposição de todo o trato genital para que possam se preparar para uma nova gestação, período conhecido como puerpério (Noakes, 1996; Senger, 2003; Neill, 2006). E metabolicamente, devido à alta exigência nutricional que os animais passam pela alta demanda energética após o parto.

A eficiência reprodutiva de rebanhos bovinos está diretamente ligada à correta manutenção da involução uterina e retomada da ciclicidade ovariana no pós parto (Okano e Tomizuka, 1987; Noakes, 1996; Senger, 2003; Peter et al., 2009; Krauze et al., 2014). Concomitantemente, diversos fatores podem influenciar negativamente o puerpério, como o balanço energético negativo (BEN), o perfil energético e lipídico, taxas hormonais pós parto, doenças metabólicas entre outros (Yavas e Walton, 2000; Rekwot et al., 2000). Na contramão da procura pela eficiência reprodutiva, animais Curraleiros Pé-Duro, ainda são criados em sistemas de baixa intensificação produtiva e pouca tecnificação, quase que da mesma forma como eram criados a 500 anos atrás, na época da colonização do Brasil.

Portanto, a utilização de ferramentas, como a avaliação do perfil energético e hormonal, podem ser de suma importância no acompanhamento nutricional e metabólico de rebanhos no pós parto (Montiel et al., 2007). Sabe-se que o balanço nutricional em animais de produção depende muito da sua condição fisiológica e da fase de produção/reprodução (McNamara et al., 2003). Portanto, a avaliação do perfil energético, levando em consideração metabólitos de mobilização energética e lipídica, servem como ferramentas para a predição de problemas metabólicos, como o BEN, que são de suma importância na retomada da ciclicidade ovariana pós parto.

Objetivou-se avaliar o perfil hormonal e energético no pós parto e associá-lo a retomada da ciclicidade ovariana, e também, caracterizar o ciclo estral curto de vacas Curraleiro Pé-Duro.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Animais e local experimental

O Experimento foi executado no Setor de Campo Experimental Fazenda Sucupira, de propriedade de Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, localizado a Sudoeste da cidade de Brasília - DF (15°52' a 15°56'S e 48°00' a 48°02'W), com altitudes que variam de 1.050 a 1.250 m. O clima predominante é o *Koppen Aw*, indicando inverno seco e verão chuvoso. A fazenda conta com uma área total de 1.763 ha, distribuídos em áreas de cerrado, pastagem e agricultura (Walter e Sampaio, 1998).

Quinze fêmeas Curraleiro Pé-Duro foram selecionadas por meio de exame ginecológico, palpação transretal e ultrassonografia antes do início do Experimento para constatação da ciclicidade e ausência de enfermidades ou anormalidades no aparelho reprodutivo. Os animais foram mantidos a pasto (*Brachiaria brizantha*) com mineralização e água à vontade ao longo de todo período experimental.

As fêmeas tiveram seu ciclo estral previamente sincronizado, sendo que, no D0 foi inserido um implante de progesterona (P4 - CIDR<sup>50</sup>) e foram administrados 2mg de benzoato de estradiol (BE - Estrogin<sup>51</sup>); no D8 foi administrado 150µg de D-cloprostenol (PGF2α - Veteglan<sup>52</sup>) e ocorreu a subsequente retirada do implante de P4; no D9 foi

---

<sup>50</sup> CIDR – Pfizer Animal Health, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>51</sup> Estrogin – Farmavet, São Paulo-SP, Brasil.

<sup>52</sup> Veteglan – Hertape Calier Saúde Animal, Juatuba-MG, Brasil.

administrado 1mg de BE e as inseminações artificiais foram feitas no D10, por volta de 18 horas após a aplicação de 1mg de BE. Foram utilizadas doses de sêmen de três diferentes touros previamente avaliadas, sendo que já se tinha comprovada a fertilidade desses animais no Núcleo de Conservação da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Trinta dias após a inseminação artificial, as vacas passaram por palpação e ultrassonografia (Aloka scanner B com transdutor transretal de 7,5 MHz<sup>53</sup>) para constatação da gestação. As fêmeas diagnosticadas como não gestantes após este exame foram resincronizadas e novamente inseminadas com doses de sêmen dos mesmos animais e novamente avaliadas para diagnóstico de gestação 30 dias após a inseminação artificial. Ao fim deste período, as vacas não gestantes permaneceram por 30 dias com touro do Campo Experimental Sucupira e novamente foi feito um diagnóstico de gestação. No total, doze vacas apresentaram-se gestantes ao fim da estação de monta (meses de fevereiro a abril) e estas, foram utilizadas no Experimento.

#### **4.2 Avaliação da retomada da ciclicidade ovariana e involução uterina**

As doze vacas Curraleiro Pé-Duro foram avaliadas por meio de palpação transretal e ultrassonografia (Aloka scanner B com transdutor transretal de 7,5 MHz<sup>53</sup>), após 10 dias pós parto, de cinco em cinco dias para avaliação da involução uterina e diariamente para avaliação do retorno da ciclicidade ovariana. Foram considerados como inteiramente involuídos os úteros que se apresentavam completamente simétricos entre os cornos gravídicos e não-gravídicos e como cíclicas as vacas que apresentavam a primeira ovulação.

Os dados avaliados nesta parte do Experimento são: Dias para a completa involução uterina (macroscópica); Dias até a 1ª ovulação; Tamanho do folículo da 1ª ovulação; Dias para a visualização do corpo lúteo; Tamanho máximo do corpo lúteo; Duração do primeiro ciclo estral curto e Tamanho do folículo da 2ª ovulação. As vacas foram acompanhadas diariamente até a apresentação da segunda ovulação, após esta, os animais não

---

<sup>53</sup> Aloka CO. – Tóquio, Japão

participavam mais das avaliações ultrassonográficas e das coletas de sangue. Uma vaca apresentou cisto folicular por volta dos 90 dias pós parto e foi excluída do Experimento.

Claramente após a análise dos dados foi possível observar a formação de dois distintos grupos, os animais que retornaram a ciclicidade em no máximo 60 dias pós parto e os animais que retornaram a ciclicidade somente com mais de 105 dias pós parto. Portanto, os animais mais precoces foram encaixados no Grupo Ov e os animais que retornaram a ciclicidade mais tardiamente foram encaixados nos Grupo NOv, sendo que a linha de corte para as demais análises foi a de 60 dias pós parto.

### **4.3 Coleta de amostras**

Após o diagnóstico de gestação, trinta dias depois da inseminação artificial ou da cobertura por monta natural, as vacas tiveram o tempo médio de gestação calculado entre 270 e 290 dias ( $\pm 280$  dias), e os animais foram monitorados constantemente até o dia do parto. As vacas tiveram o sangue coletado, em tubos à vácuo sem anticoagulante, nos seguintes dias: no Parto, aos 5 dias (D5), aos 15 dias (D15), aos 30 dias (D30), aos 45 dias (D45), e aos 60 dias (D60) pós parto. Para a avaliação da concentração de Progesterona (P4), o sangue foi coletado diariamente após a primeira ovulação, para avaliação da curva de produção de P4 ao longo do ciclo estral curto. Curva esta, que foi determinada no dia da primeira ovulação (D0a) aos três dias após a primeira ovulação (D1, D2 e D3), e dos três dias antes da segunda ovulação (D-1, D-2 e D-3) ao dia da segunda ovulação (D0b), para correção da curva de produção de P4 ao longo do ciclo estral curto, haja visto que os animais apresentaram ciclos estrais de duração diferente.

Após a coleta dos tubos de sangue, as amostras eram centrifugadas a 3000 G por 15 minutos. O soro foi separado e armazenado em microtubos a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  até o momento das quantificações bioquímicas e hormonal, segundo metodologia revisada por Russell e Rousel (2007).

#### 4.4 Análises bioquímicas e hormonais

As quantificações hormonais foram realizadas por meio de kits comerciais de radioimuno ensaio (RIA) onde foram avaliadas a progesterona ( $P_4$  - Siemens<sup>54</sup>) e a tiroxina total (T4 – Siemens<sup>55</sup>). As quantificações bioquímicas foram feitas por meio de kits comerciais dos tipos colorimétricos e enzimáticos cinéticos e sua leitura foi feita em duplicata com auxílio de espectrofotômetro semi-automatizado (Bioplus<sup>56</sup>) apresentando 7 filtros de cor com faixa de leitura variando de 340nm a 670nm de espectro de luz.

Os metabólitos sanguíneos avaliados foram: ácidos graxos não esterificados (NEFA – Randox<sup>57</sup>), beta hidroxibutirato (bHB – Randox<sup>58</sup>), Triglicérides (Bioclin<sup>59</sup>) e Colesterol (Bioclin<sup>60</sup>), conforme recomendação do fabricante.

#### 4.5 Análise estatística

Os animais foram divididos em dois grupos (Grupo Ov e Grupo NOv) e os resultados foram avaliados quanto à normalidade por teste de Shapiro-Wilk, na qual, todos os dados se apresentaram normais.

Os dados de avaliação de involução uterina e retomada da ciclicidade ovariana foram avaliados por ANOVA e teste de comparação de médias (Tukey) assumindo-se o nível de probabilidade de 95%. Já os dados de concentração de  $P_4$  ao longo do ciclo estral curto foram avaliados por meio de Método de Comparação de Curvas de Crescimento (CompareGrowthCurves, statmod). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico R Core Team, 2013.

---

<sup>54</sup> Coat-A-Count Progesterone RIA Kit – Siemens Healthcare Diagnostics – California - EUA

<sup>55</sup> Coat-A-Count Total T4 Thyroxine RIA Kit - Siemens Healthcare Diagnostics – California - EUA

<sup>56</sup> Analisador Bioquímico Bioplus Bio200S – Bioplus Produtos para Laboratórios LTDA - Brasil

<sup>57</sup> Nefa (non-esterified fatty acid) Assay – Randox Laboratories Ltd – County Antrim – United Kingdom

<sup>58</sup> Hydroxybutyrate (Ranbut) Assay – Randox Laboratories Ltd – County Antrim – United Kingdom

<sup>59</sup> Bioclin Triglicérides Monoreagente - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

<sup>60</sup> Bioclin Colesterol Monoreagente - Quibasa Química Básica Ltda – Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

Os resultados de perfil energético (NEFA, bHB, triglicérides e colesterol) e Tiroxina (T4) ao longo do pós parto foram avaliados por meio de Método de Comparação de Curvas de Crescimento, para comparação do padrão das curvas de concentração como um todo ao longo do pós parto entre os grupos, e também, por Análise de Sobrevivência, para avaliar o efeito dos metabólitos energéticos e T4, e sua interação, sobre o retorno ou não à ciclicidade ovariana.

Ainda para avaliação do efeito dos metabólitos sobre os grupos experimentais, foi feita uma análise de variância (ANOVA) levando-se em consideração o efeito dos dias, metabólitos e grupos experimentais para determinação da influência do metabólito sobre a interação grupo\*dia.

## 5 RESULTADOS

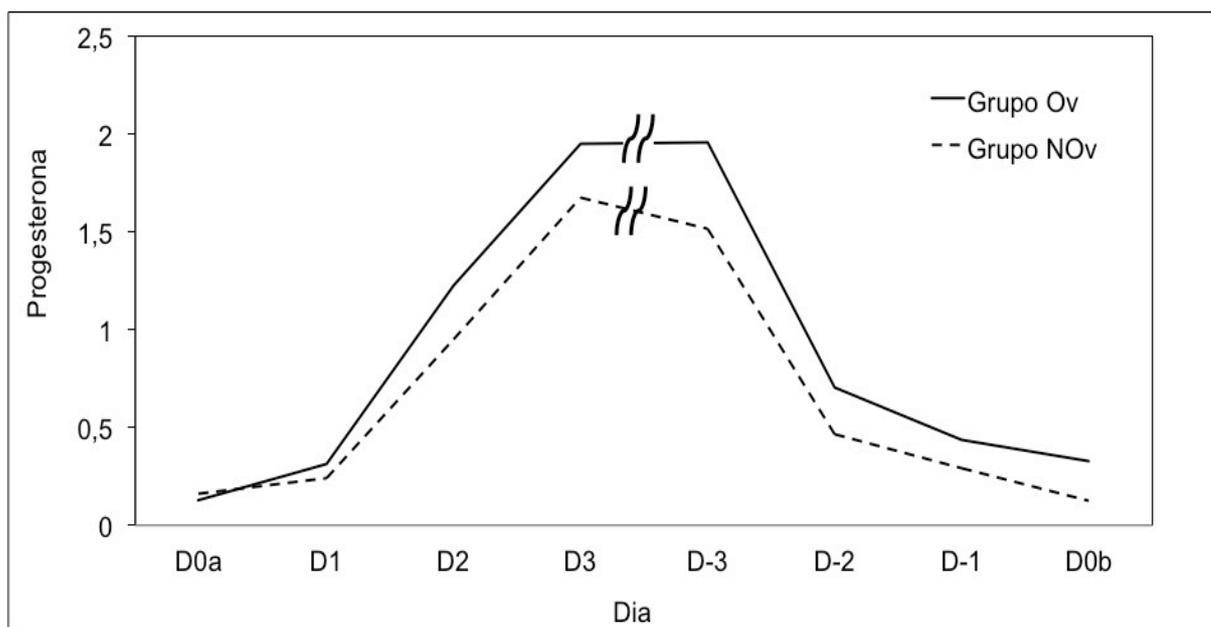
Os resultados apresentados na Tabela 6.1 mostram as diversas variáveis avaliadas para resolução do puerpério (invólucão uterina, retomada da ciclicidade ovariana e avaliação do ciclo estral curto), e estão divididas entre os Grupos Ov e NOv. Como descrito anteriormente, os grupos foram divididos devido ao grande distanciamento de retorno à ciclicidade, um grupo que voltou a ciclar até os 60 dias pós parto (Grupo Ov) e um grupo que voltou a ciclar somente após os 105 dias pós parto (Grupo NOv). Na Tabela 6.1, é possível observar que houve diferença estatística ( $P < 0,01$ ) entre os grupos somente para a ocorrência do dia da 1ª Ovulação, que no Grupo Ov foi em média de  $51,4 \pm 9,3$  dias e no Grupo NOv foi em média de  $138,3 \pm 19,8$  dias. Portanto, os grupos foram formados devido à grande diferença ocorrida nas vacas para a ocorrência da 1ª Ovulação. As demais variáveis avaliadas não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os grupos.

**Tabela 6.1.** Média±Desvio Padrão das variáveis da avaliação da involução uterina, da retomada da ciclicidade ovariana e da avaliação do ciclo estral curto de vacas Curraleiro Pé-Duro e divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade com a partir dos 105 dias pós parto)

	<b>Grupo Ov</b>	<b>Grupo Nov</b>
Involução Uterina (dias)	44,2±3,0	45±5,2
1ª Ovulação (dias)	51,4±9,3 <sup>b</sup>	138,3±19,8 <sup>a</sup>
Tamanho do Folículo da 1ª Ovulação (mm)	16,1±2,9	16,9±2,0
Tamanho Máximo do Corpo Lúteo (mm)	21±4,6	17,3±2,7
Visualização do Corpo Lúteo (dias)	2,4±0,5	2,8±0,9
Duração do 1º Ciclo Estral Curto (dias)	7,4±1,1	8,2±3,4
Tamanho do Folículo da 2ª Ovulação (mm)	17,4±2,0	15,4±2,7

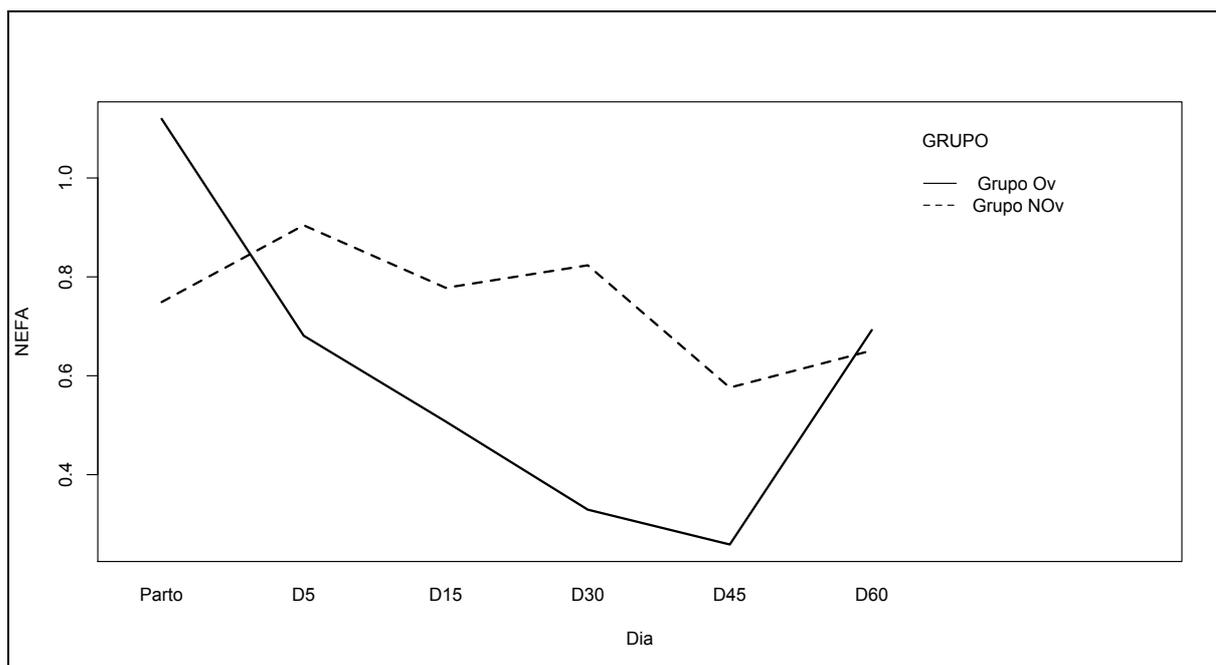
Letras diferentes sobrescritas na mesma linha apresentam diferença estatística ( $P < 0,01$ ) para o teste de Tukey.

Embora tenha ocorrido uma distância muito grande entre o dia da 1ª Ovulação entre o Grupo Ov e o Grupo NOv, o padrão de produção de progesterona (P4) pelas vacas Curraleiro Pé-Duro no ciclo estral curto foi semelhante ( $P=0,62$ ) entre os grupos. Foi possível observar que no ciclo estral curto a produção máxima de P4 ocorreu a partir do D3, e que a luteólise funcional do Corpo Lúteo (CL) ocorreu dois dias antes da segunda ovulação D-2 devido à queda pronunciada da P4.

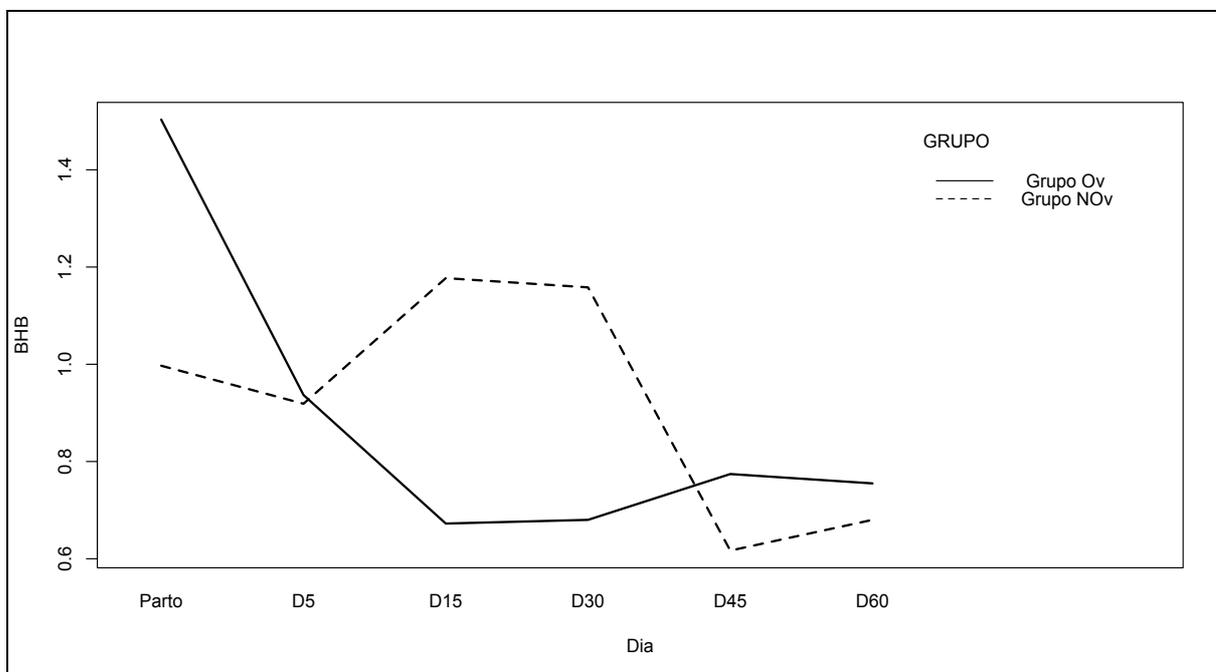


**Figura 6.1.** Curvas de concentração média de progesterona (P4 em ng/mL) de vacas Curraleiro Pé-Duro durante o ciclo estral curto, avaliada do dia da primeira ovulação (D0a) aos três dias após a primeira ovulação (D1, D2 e D3), e dos três dias antes da segunda ovulação (D-1, D-2 e D-3) ao dia da segunda ovulação (D0b). Divididos em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto).

Na avaliação da comparação de curvas (CompareGrowthCurves, statmod, R Core Team, 2013) de NEFA e bHB não houve diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) entre os grupos, mesmo as curvas apresentando grande diferença nas concentrações desses metabólitos. A sobrevivência dos metabólitos envolvendo a influência de NEFA e bHB com a retomada da ciclicidade ovariana (Grupo Ov versus Grupo NOv) também não apresentou efeito estatístico ( $P>0,05$ ) entre os grupos. Também não ocorreu diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) para a interação dia\*grupo\*metabólito para NEFA e bHB e entre os grupos (Figura 6.2 e Figura 6.3).

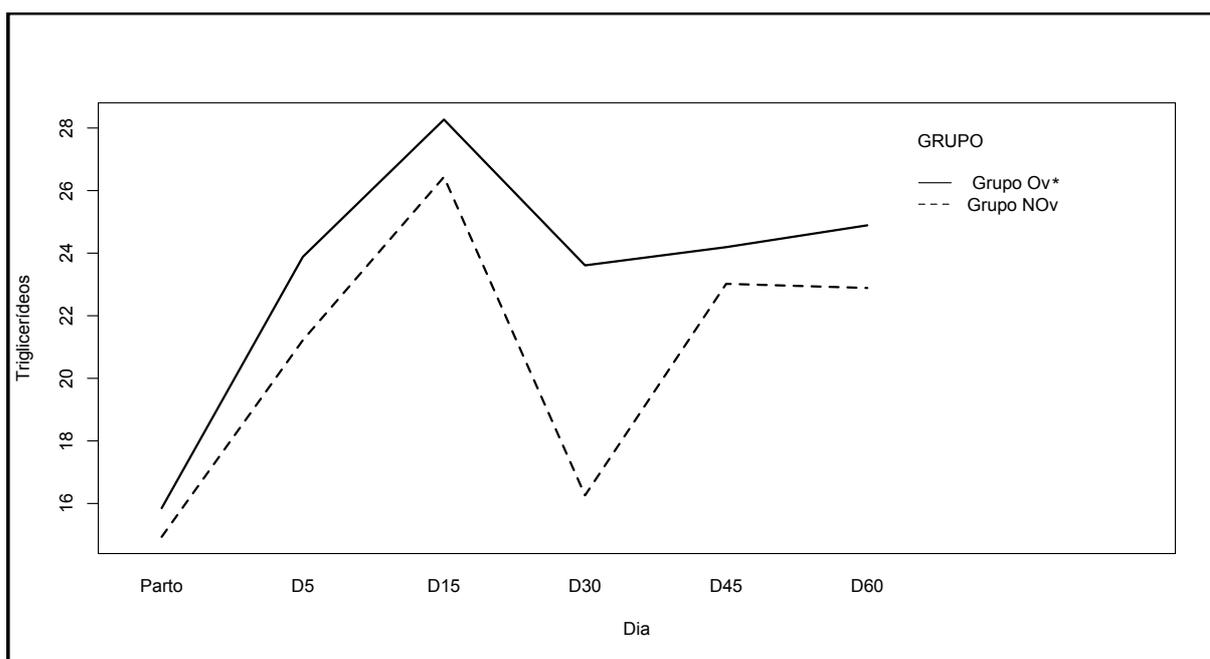


**Figura 6.2.** Curvas de concentração média de ácidos graxos não esterificados (NEFA em mmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto).

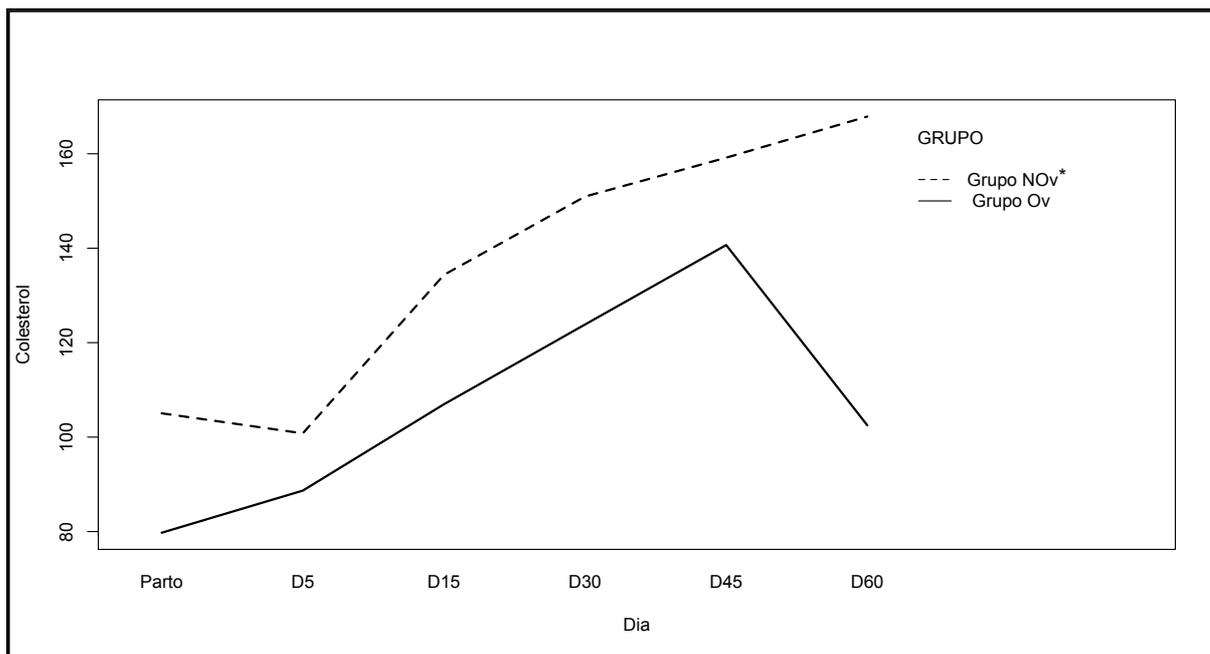


**Figura 6.3.** Curvas de concentração média de beta hidroxibutirato (bHB em mmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto).

A avaliação da análise de sobrevivência dos metabólitos envolvendo a influência de triglicerídeos e colesterol com a retomada da ciclicidade ovariana (Grupo Ov versus Grupo NOv) não apresentou efeito estatístico ( $P>0,05$ ) entre os grupos. Ao associar, nesta análise, a influência de NEFA e bHB, também não houve diferença estatística ( $P>0,05$ ) sobre a retomada da ciclicidade ovariana entre os grupos. Na Análise de Variância não ocorreu diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) para a interação dia\*grupo\*metabólito para triglicerídeos e colesterol entre os grupos. A avaliação da concentração média de triglicerídeos por meio de comparação de curvas apresentou diferença estatística ( $P=0,04$ ) entre os grupos, na qual o Grupo Ov se apresentou estatisticamente superior ao Grupo NOv (Figura 6.4). Na comparação de curvas de colesterol, o Grupo NOv mostrou-se estatisticamente com maior concentração ( $P=0,02$ ) do que o Grupo Ov (Figura 6.5).

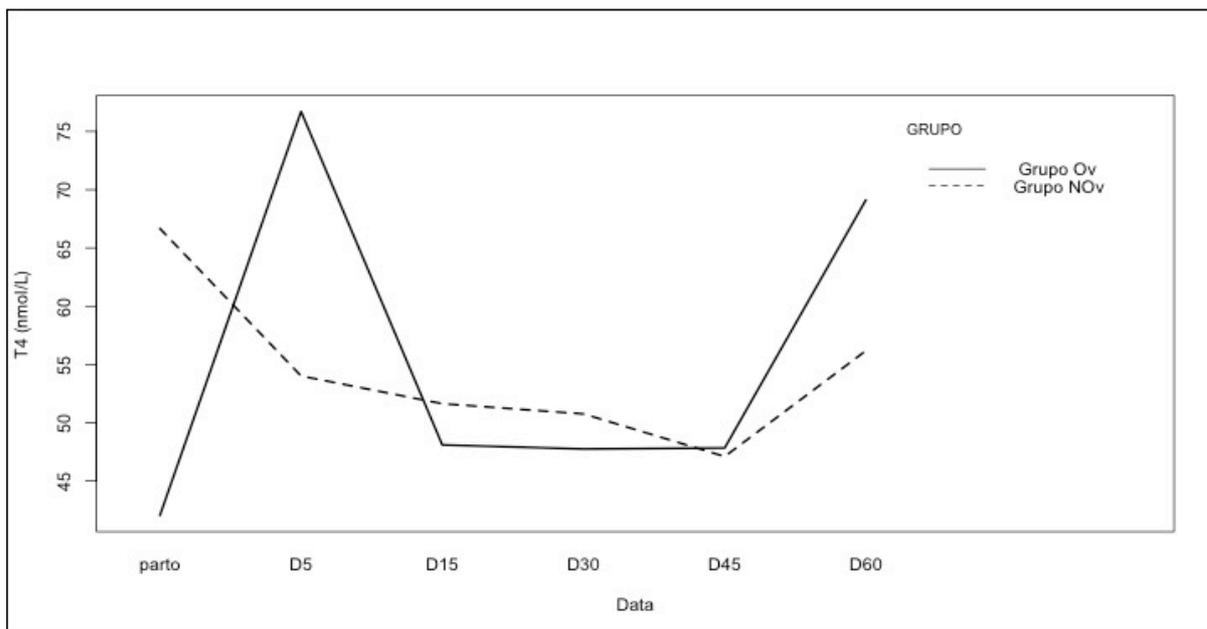


**Figura 6.4.** Curvas de concentração média de triglicerídeos (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto) (\* na frente do nome do grupo significa diferença estatística ( $P<0,05$ ) na avaliação das curvas de crescimento).



**Figura 6.5.** Curvas de concentração média de colesterol (mg/dL) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto) (\* na frente do nome do grupo significa diferença estatística ( $P < 0,05$ ) na avaliação das curvas de crescimento).

Apesar de as curvas de concentração de T4 (Figura 6.6) aparentarem ser distintas, não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) na comparação de curvas de crescimento, e também não houve diferença estatística para nenhuma das análises realizadas para tiroxina nos grupos Ov e Nov de vacas Curraleiro Pé-Duro. Ao associar a T4 com a análise de sobrevivência incluindo metabólitos energéticos, também não houve efeito da T4 na retomada da ciclicidade ovariana entre os grupos, associando-se T4 a NEFA, bHB, triglicérides e colesterol.



**Figura 6.6.** Curvas de concentração média de tiroxina (T4 em nmol/L) de vacas Curraleiro Pé-Duro do dia do Parto aos 60 dias pós parto (D60), divididas em dois grupos: Grupo Ov (retorno à ciclicidade em até 60 dias pós parto) e Grupo NOv (retorno à ciclicidade a partir dos 105 dias pós parto).

## 6 DISCUSSÃO

Como visto, em vacas Curraleiro Pé-Duro a involução uterina macroscópica, observada através de ultrassonografia, ocorreu em média com 45 dias, espaço de tempo condizente com o encontrado na literatura (Peter et al., 2009; Krauze et al., 2014) (Tabela 6.1). Além disso, a involução uterina é um processo que demanda perda tecidual, reparo tecidual e contrações peristálticas musculares (Yavas e Walton, 2000), portanto, como nenhuma vaca apresentou período prolongado de involução uterina, pode se predizer que todas passaram por esses processos de forma eficiente.

As vacas do Grupo Ov apresentaram a 1ª Ovulação pós parto em no máximo 60 dias pós parto, superiores às vacas do Grupo NOv ( $P < 0,01$ ), que só apresentaram a 1ª Ovulação 105 dias após o parto. Pelssier (1976); Zain et al. (1995); Stevenson et al. (1997) relatam que para atingir a máxima eficiência reprodutiva as vacas devem voltar a ciclar com no máximo 90 dias pós parto, haja visto que podemos calcular que a gestação tenha uma duração média de 280 dias, se as vacas voltarem a ciclar em no máximo 90 dias, pode-se obter 1 bezerro/vaca/ano. Como aproximadamente 50% das vacas Curraleiro Pé-Duro (5 de 11) apresentaram a 1ª Ovulação pós parto em no máximo 60 dias pós parto, podemos concluir que esses animais apresentam grande potencial para serem selecionados para características de eficiência reprodutiva, haja visto que se trata de um rebanho de conservação e estes animais não passaram por programas de melhoramento genético. Os demais parâmetros avaliados na Tabela 6.1 servem como parâmetros de caracterização do ciclo estral curto em vacas Curraleiro Pé-Duro, já que não existe na literatura informações sobre estes dados fisiológicos. Alguns desses parâmetros, como tamanhos de folículos e tamanho do corpo lúteo foram recentemente avaliados por Tortorella (2014), porém constam de dados relativos a vacas ou novilhas solteiras.

A Figura 6.1 apresenta as curvas de concentração de P4 dos Grupos Ov e NOv em vacas Curraleiro Pé-Duro ao longo do ciclo estral curto. As curvas de concentração de P4 foram semelhantes entres os grupos ( $P>0,05$ ), como esperado, pois os tamanhos dos CLs foram semelhantes ( $P>0,05$ ,  $21\pm 4,6$  mm e  $17,3\pm 2,7$  mm para os grupos Ov e NOv, respectivamente) bem como, a duração do ciclo estral curto ( $P>0,05$ ,  $7,4\pm 1,1$  dias e  $8,2\pm 3,4$  dias para os grupos Ov e NOv, respectivamente). Taylor et al. (2003) encontraram uma alta correlação entre animais que apresentaram baixas concentrações de P4 e longos períodos de anestro pós parto (Singh et al., 1998) com demora para involução uterina, sendo que esses animais apresentaram concentração de P4 abaixo do valor observado em vacas Curraleiro Pé-Duro. Ademais, não houve influência das concentrações de P4 e duração do ciclo estral curto sobre a retomada da ciclicidade ovariana pós parto neste Experimento.

Diversos estudos apresentam o NEFA e bHB como metabólitos da mobilização lipídica no organismo de ruminantes (Bergman, 1970; Bauman e Currie, 1980; Overton e Waldron, 2004; Harmeyer e Schlumbohm, 2006; Montiel et al., 2007; Ospina et al., 2013). Vários outros estudos relacionam NEFA e bHB com o balanço energético negativo (BEN) e sua influência no pós parto (Drackley, 1999; Reist et al., 2002; Butler, 2003; Reist et al., 2003; Taylor et al., 2003; Montiel e Ahuja, 2005; González et al., 2011; Meikle et al., 2013; Esposito et al., 2014). Como observado neste Experimento, NEFA e bHB não apresentaram efeito direto com a retomada da ciclicidade ovariana e não tiveram diferenças ( $P>0,05$ ) entre os grupos avaliados nem entre os dias e interação dia\*grupo. Segundo Vap e Weisser (2007), NEFA acima de 0,6 mEq/L (0,6 mmol/L) e bHB acima de 1,4 mmol/L representam indicadores de balanço energético negativo e risco de doenças metabólicas no pós parto. Em vacas Curraleiro Pé-Duro, neste Experimento, pode-se observar uma queda muito proeminente ( $P>0,05$ ) da concentração de NEFA e bHB principalmente no Grupo Ov, que foi de:  $>1,0$  mmol/L para  $<0,6$  mmol/L para NEFA no parto e no D15 respectivamente; e de  $>1,4$  mmol/L para  $<0,8$  mmol/L de bHB, no dia do parto e no D15 respectivamente (figuras 6.2 e 6.3). Para o Grupo NOv, a concentração de NEFA permanece acima dos valores de risco citados por Vap e Weisser (2007) até D60, enquanto que bHB apresentou-se abaixo desse valor desde o dia do parto. Portanto, como pode ser visto nos resultados encontrados, provavelmente vacas Curraleiro Pé-Duro não permanecem em balanço energético negativo rigoroso no pós parto. A diferença ocorrida no distanciamento dos grupos Ov e NOv para a retomada da ciclicidade ovariana talvez tenha se dado devido à falta de melhoramento genético em rebanhos de conservação, devido à seleção natural ao qual os animais passaram ao longo do tempo de desenvolvimento da raça (Cardellino, 2005; Hiemstra et al., 2006;

Andrabi e Maxwell, 2007; Egito et al., 2007), como ocorre em rebanhos dos Núcleos de Conservação de bovinos Curraleiros Pé-Duro (Mariante et al., 2003), apresentando assim, animais com alta variabilidade genética e que podem apresentar características de alto valor reprodutivo, como anestro pós parto reduzido, como também, animais que apresentem anestro pós parto prolongado.

Em contrapartida a semelhança ( $P>0,05$ ) das concentrações de NEFA e bHB entre os grupos Ov e NOv, a concentração de triglicerídeos apresentou médias gerais superiores (*Compare Growth Curves test*) para o Grupo Ov. Alguns estudos sugerem que triglicerídeos não agem de forma direta para formação de líquido folicular e resolução da ciclicidade pós parto (Williams, 1989; Guédon et al., 1999), e sim que, lipoproteínas de baixa densidade teriam efeito maior sobre a esteroidogênese folicular. Contrariamente a estes estudos, as vacas Curraleiro Pé-Duro, neste Experimento, que retornaram a ciclicidade com a 1ª ovulação ocorrendo mais precocemente (Grupo Ov), obtiveram concentrações de triglicerídeos superiores ao grupo que apresentou a 1ª ovulação mais tardiamente. Talvez, um maior acúmulo de triglicerídeos pelas vacas do Grupo Ov tenha resultado em uma diminuição do BEN, em certo nível, que pode ser observado nas curvas de NEFA e bHB, mesmo que essas não tenham apresentado diferença estatística ( $P>0,05$ ), como observado por Karimian et al. (2014), ao trabalhar com diferentes dietas lipídicas. Haja visto que a queda das concentrações de NEFA e bHB no Grupo Ov é mais proeminente do que no Grupo NOv ( $P>0,05$ ). Provavelmente dois motivos podem ter influenciado os resultados de NEFA e bHB, mesmo a concentração de triglicerídeos sendo maior no Grupo Ov: a) reduzido número de animais, seis por grupo, fazendo com que as curvas não tenham mostrado diferença estatística; b) há diferenças entre os animais devido a alta variabilidade genética, pois são animais de origem de seleção natural, e não passaram por programas de melhoramento genético.

Em vacas, a ocorrência de ovulação durante o período pós parto é influenciada pela capacidade do eixo hipotálamo-hipófise em secretar gonadotrofinas (Pinheiro et al., 2013). Ademais, a condição do metabolismo lipídico, em especial do colesterol, pode influenciar o desempenho reprodutivo de vacas por ser precursor de esteroides ovarianos (Hawkins et al., 1995; Staples et al., 1998). Portanto, há de se esperar que vacas que apresentem concentrações altas de colesterol no período pós parto, apresentem maior quantidade de precursores de hormônios ovarianos, e assim produzam maior quantidade de hormônios ovarianos, em especial, 17 $\beta$ -estradiol, e retomem a ciclicidade ovariana pós parto mais rapidamente. Guédon et al. (1999) demonstrou essa clara relação da maior concentração

de colesterol em vacas Limousine que retornaram mais precocemente a ciclicidade ovariana. Por outro lado, Meikle et al. (2013) ao trabalhar com vacas Holandesas à pasto, não encontrou uma relação direta entre a maior concentração sérica de colesterol e a precocidade na retomada da ciclicidade ovariana. Na contramão desses estudos, pode ser observado em vacas Curraleiro Pé-Duro uma maior concentração de colesterol nas vacas do Grupo NOv ( $P < 0,05$ ). Day et al. (1990) relatam que altas concentrações de estradiol em vacas pós parto pode atrasar a retomada da ciclicidade ovariana devido ao grande *feedback* negativo que ocorre na liberação pulsátil de hormônio luteinizante (LH), e que é necessária uma exposição prévia de P4, como a ocorrida no ciclo estral curto, para a correta manutenção da pulsatilidade de LH e assim, completa retomada da ciclicidade ovariana. Como já discutido, colesterol é precursor de hormônios esteroides, dentre eles, estradiol. Provavelmente, a concentração alta de colesterol no Grupo NOv pode ter influenciado o eixo hipotálamo-hipófise quanto à pulsatilidade de LH devido à alta transformação de moléculas de colesterol em 17 $\beta$ -estradiol.

A T4 apresenta efeito direto sobre a lipólise e sobre o aumento do metabolismo basal por aumento do consumo de oxigênio, via fosforilação oxidativa, como também na utilização de ATP, pois aumentam a atividade das bombas ATPases Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>, presentes em quase todas as células (Refsal et al., 1984). Portanto, a semelhança da T4 ( $P > 0,05$ ) entre os grupo Ov e NOv pode explicar, em parte, a semelhança entre os grupos tanto para NEFA, quanto para bHB. Porém, as concentrações de T4 aparentam não ter surtido efeito sobre as concentrações de triglicérides e colesterol. Huszenicza et al. (2002) relatam que baixas concentrações de T4 em vacas pós parto podem atrasar a resolução da ciclicidade ovariana, entretanto as concentrações de tiroxina de ambos os grupos, neste Experimento, mantiveram-se dentro da faixa normal de concentração no pós parto (Doornenbal et al., 1988; Hemingway et al., 2001; Kafi et al., 2012), corroborando o fato de T4 não ter influenciado a retomada da ciclicidade ovariana de vacas Curraleiro Pé-Duro.

## 7 CONCLUSÃO

Neste experimento, houve um grande distanciamento entre o grupo de vacas que retomaram à ciclicidade ovariana pós parto precocemente e o grupo de vacas que foram mais tardias. Foi observada uma pequena influência do balanço energético negativo entre os grupos, sugerindo que esses animais podem apresentar uma alta variabilidade genética devido ao processo de seleção natural, evidenciado pela formação de grupos de animais com características reprodutivas precoces e características tardias.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRABI, S.M.H.; MAXWELL, W.M.C. A review on reproductive biotechnologies for conservation of endangered mammalian species. **Animal Reproduction Science**, n.99, p.223–243, 2007.

BAUMAN, D.E & CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1514-1529, 1980.

BERGMAN, E.N. Hyperketonemia-ketogenesis and ketone body metabolism. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.6, p.936-948, 1970.

BUTLER, W.R. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. **Livestock Production Science**, v.83, p.211–218, 2003.

CARDELLINO, R.A. Status of the world's livestock genetic resources. Preparation of the first report on the state of the world's animal genetic resources. In: The role of biotechnology for the characterization and conservation of crop, forestry animal and fishery genetic resources, International Workshop, 2005, Torino, **Anais...** Torino: FAO, p.1-6, 2005.

DAY, M.L.; DYER, R.M.; WILSON, G.W.; POPE, W.F. Influence of estradiol on duration of anestrus and incidence of short estrous cycles in postpartum cows, **Domestic Animal Endocrinology**, v.7, n.1, p.19-25, 1990.

DOORNENBAL, H.; TONG, A.K.W.; MURRAY, N.L. Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.52, p.99-105, 1988.

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

EGITO, A.A.; PAIVA, S.R.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; MARIANTE, A.S.; ALMEIDA, L.D.; CASTRO, S.R.; GRATTAPAGLIA, D.. Microsatellite based genetic diversity and relationships among ten creole and commercial cattle breeds raised in Brazil. **BMC Genetics**, v. 8, p. 83, 2007.

ESPOSITO, G.; IRONS, P.C.; WEBB, E.C.; CHAPWANYA, A. Interactions between

negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.144, p.60–71, 2014.

GONZÁLEZ, F.D.; MUIÑO, R.; PEREIRA, V.; CAMPOS, R.; BENEDITO, J.L. Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. **Journal of Veterinary Science**, v.12, n.3, p.251-255, 2011.

GUÉDON, L.; SAUMANDE, J.; DUPRON, F.; COUQUET, C.; DESBALS, B. Serum cholesterol and triglycerides in postpartum beef cows and their relationship to the resumption of ovulation. **Theriogenology**, v.51, p.1400-1415, 1999.

HARMEYER, J.; SCHLUMBOHM, C. Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: Implications for onset of pregnancy toxemia. **Research in Veterinary Science**, v.81, p.254–264, 2006.

HAWKINS, D.E.; NISWENDER, K.D.; OSS, G.M.; MOELLER, C.L.; ODDE, K.G.; SAWYER, H.R.; NISWENDER, G.D. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. **Journal of Animal Science**, v.73, p.541-545, 1995.

HEMINGWAY, R.G.; FISHWICK, G.; PARKINS, J.J.; RITCHIE, N.S. Plasma inorganic iodine and thyroxine concentrations for beef cows in late pregnancy and early lactation associated with different levels of dietary iodine supplementation. **The Veterinary Journal**, v.162, p.158–160, 2001.

HIEMSTRA, S.J.; VAN DER LENDE, T.; WOELDERS, H. The potential of cryopreservation and reproductive technologies for animal genetic resources conservation strategies. In: FAO. **The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources**. Roma, 2006. 187p.

HUSZENICZA, G.Y.; KULCSAR, M.; RUDAS, P. Clinical endocrinology of thyroid gland function in ruminants. **Veterinarni Medicina**, v.47, n.7, p.199–210, 2002.

KAFI, M.; TAMADON, A.; SAEB, M.; MIRZAEI, A.; ANSARI-LARI, M. Relationships between thyroid hormones and serum energy metabolites with different patterns of postpartum luteal activity in high-producing dairy cows. **Animal**, v.6, n.8, p.1253–1260, 2012.

KARIMIAN, M.; KHORVASH, M.; FOROUZMAND, M.A.; ALIKHANI, M.; RAHMANI, H.R.; GHAFARI, M.H.; PETIT, H.V. Effect of prepartal and postpartal dietary fat level on performance and plasma concentration of metabolites in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Article in Press, DOI: 10.3168/jds.2013-7577, 2014.

KRAUSE, A.R.T.; PFEIFER, L.F.M.; MONTAGNER, P.; WESCHENFELDER, M.M.; SCHWEGLER, E.; LIMA, M.E.; XAVIER, E.G.; BRAUNER, C.C.; SCHMITT, E.; DEL PINO, F.A.B.; MARTINS, C.F.; CORRÊA, M.N.; SCHNEIDER, A. Associations between resumption of postpartum ovarian activity, uterine health and concentrations of metabolites

and acute phase proteins during the transition period in Holstein cows. **Animal Reproduction Science**, v.145, p.8–14, 2014.

MARIANTE, A.S.; MCMANUS, C.; MENDONÇA, J.F. **Country report on the state of animal genetic resources: Brazil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 92p.

McNAMARA, S.; MURPHY, J.J.; RATH, M.; O'MARA, F.P. Effects of different transition diets on energy balance, blood metabolites and reproductive performance in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.84, p.195–206, 2003.

MEIKLE, A.; ADRIEN, M.L.; MATTIAUDA, D.A.; CHILIBROSTE, P. Effect of sward condition on metabolic endocrinology during the early postpartum period in primiparous grazing dairy cows and its association with productive and reproductive performance. **Animal Feed Science and Technology**, v.186, p.139–147, 2013.

MONTIEL, F.; AHUJA, C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. **Animal Reproduction Science**, v.85, p.1–26, 2005.

MONTIEL, F.; GALINA, C.S.; LAMOTHE, C.; CASTAÑEDA, O. Effect of a feed supplementation during the mid-lactating period on body condition, milk yield, metabolic profile and pregnancy rate of grazing dual-purpose cows in the Mexican humid tropic. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.39, n.3, 2007.

NEILL, J.D. **Knobil and Neill's Physiology of Reproduction**. 3ed. Elsevier Inc., 2006. 3230p.

NOAKES, D.E. Parturition and the care of parturient animals. In: ARTHUR, G.H.; NOAKES, D.E.; PEARSON, H.; PARKINSON, T.J. **Veterinary Reproduction and Obstetrics**. Seventh Edition, W.B. Saunders Company, p. 141-170, 1996.

OKANO, A.; TOMIZUKA, T. Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. **Theriogenology**, v.27, p.369-376, 1987.

OSPINA, P.A.; MCART, J.A.; OVERTON, T.R.; STOKOL, T.; NYDAM, D.V. Using nonesterified fatty acids and b-hydroxybutyrate concentrations during the transition period for herd-level monitoring of increased risk of disease and decreased reproductive and milking performance. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.29, p.387–412, 2013.

OVERTON, T.R.; WALDRON, M.R. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. **Journal of Dairy Science**, v.87, Suppl. EE105–E119, 2004.

PELSSIER, C.L. Dairy cattle breeding problems and their consequences. **Theriogenology**, v.6, p.575-583, 1976.

PETER, A.T.; VOS, P.L.A.M.; AMBROSE, D.J. Postpartum anestrus in dairy cattle. **Theriogenology**, v.71, p.1333–1342, 2009.

PINHEIRO, V.G.; CURY, J.R.L.M.; SATRAPA, R.A.; TRINCA, L.A.; LOUREIRO, B.; BARROS, C.M. Evaluation of the hypothalamus–pituitary axis response to exogenous GnRH, estradiol benzoate, and LH during the postpartum period in Nellore cows. **Theriogenology**, v.79, p.797–802, 2013.

REFSAL, K.R.; NACHREINER, R.F.; ANDERSON, C.R. Relationship of season, herd, lactation, age, and pregnancy with serum Thyroxine and Triiodothyronine in holstein cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v.1, n.3, p.225-234, 1984.

REIST, M.; ERDIN, D.; VON EUW, D.; TSCHUEMPERLIN, K.; LEUENBERGER, H.; CHILLIARD, Y.; HAMMON, H.M.; MOREL, C.; PHILIPONA, C.; ZBINDEN, Y.; KUENZI, N.; BLUM, J.W. Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3314–3327, 2002.

REIST, M.; ERDIN, D.K.; VON EUW, D.; TSCHÜMPERLIN, K.M.; LEUENBERGER, H.; HAMMON, H.M.; MOREL, C.; PHILIPONA, C.; ZBINDEN, Y.; KÜNZI, N.; BLUM, J.W. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. **Theriogenology**, v.59, n.8, p.1707–1723, 2003.

REKWOT, P.I.; OGWU, D.; OYEDIPE, E.O. Influence of bull biostimulation, season and parity on resumption of ovarian activity of zebu (*Bos indicus*) cattle following parturition. **Animal Reproduction Science**, v.63, p.1–11, 2000.

RUSSELL, K.E. & ROUSSEL, A.J. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.23, p.403–426, 2007.

SENGER, P.L. Placentation, the endocrinology of gestation and parturition. In: SENGER, P.L. **Pathways to pregnancy and parturition**, Second Edition, Current Conceptions, p.304-325, 2003.

SINGH, U.; KHURANA, N.K.; INDERJEET. Plasma progesterone profiles and fertility status of anestrus Zebu cattle treated with norgestomet-estradiol-eCG regimen. **Theriogenology**, v.50, n.8, p.1191-1199, 1998.

STAPLES, C.R.; BURKE, J.M.; THATCHER, W.W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.856-871, 1998.

STEVENSON, J.S.; LAMB, G.C.; HOFFMANN, D.P.; MINTON, J.E. Interrelationships of lactation and postpartum anovulation in suckled and milked cows. **Livestock Production Science**, v.50, p.57-74, 1997.

TAYLOR, V.J.; BEEVER, D.E.; BRYANT, M.J.; WATHES, D.C. Metabolic profiles and progesterone cycles in first lactation dairy cows, **Theriogenology**, v.59, n.7, p.1661-1677, 2003.

TORTORELLA, R.D. **Fisiologia e manipulação do ciclo estral dos bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária,

Universidade de Brasília, 2014, 102 p. Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2014.

VAP, L.M & WEISER, M.G. Field chemistry analysis. **Veterinary Clinics and Food Animal Practice**, v.23, p.427–442, 2007.

WALTER, B.M.T. & SAMPAIO, A.B. **A vegetação da fazenda Sucupira**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998. 110p.

WILLIAMS, GL. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. **Journal of Animal Science**, v.67, p.785-793, 1989.

YAVAS, Y.; WALTON, J.S. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. **Theriogenology**, v.54, p.25-55, 2000.

ZAIN, A.E.; NAKAO, T.; RAOUF, M.A.; MORIYOSH, M.; KAWATA, K.; MORITSU, Y. Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.38, p.203-214, 1995.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Todos os estudos presentes nesta tese demonstram a capacidade que fêmeas Curraleiro Pé-Duro apresentam em se adaptar às mais diversas condições metabólicas em diferentes fases da vida reprodutiva. Tratam-se de animais que apresentaram pouca influência do balanço energético negativo na gestação, no parto, no pós parto, e também ao retomarem a ciclicidade ovariana. Estes fatos podem estar ligados à alta rusticidade e adaptabilidade ao clima e pastagem das regiões do Semiárido Nordestino e do Cerrado Brasileiro.