ALINE DE JESUS DA SILVA

**Metabolismo pós-parto de vacas pluríparas e primíparas da
raça Gir**

São Paulo

2020

ALINE DE JESUS DA SILVA

**Metabolismo pós-parto de vacas pluríparas e primíparas da
raça Gir**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Clínica Médica

Área de concentração:

Clínica Veterinária

Orientador:

Profa. Dra. Alice Maria Melville Paiva Della Libera

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3931
FMVZ

Silva, Aline de Jesus da
Metabolismo pós-parto de vacas pluríparas e primíparas da raça Gir / Aline de Jesus da Silva. – 2020.
73 f. : Il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2020.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Veterinária.

Orientadora: Profa. Dra. Alice Maria Melville Paiva Della Libera.

Orientadora: Profa. Dra. Camila Freitas Batista

Orientadora: Profa. Dra. Paula Maria Pires do Nascimento Penido

1. Leite. 2. Periparto. 3. Zebuino. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Metabolismo pós-parto de vacas pluríparas e primíparas da raça gir", protocolada sob o CEUA nº 7537181019 (ID 007529), sob a responsabilidade de **Alice Maria Melville Paiva Della Libera e equipe; ALINE DE JESUS DA SILVA; André Penido Oliveira; Paula Maria Pires do Nascimento Penido; João Paulo Elsen Saut; Camila de Freitas Batista** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 19/02/2020.

We certify that the proposal "Postpartum metabolism of pluriparous and primiparous Gyr cows", utilizing 20 Bovines (20 females), protocol number CEUA 7537181019 (ID 007529), under the responsibility of **Alice Maria Melville Paiva Della Libera and team; ALINE DE JESUS DA SILVA; André Penido Oliveira; Paula Maria Pires do Nascimento Penido; João Paulo Elsen Saut; Camila de Freitas Batista** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 02/19/2020.

Finalidade da Proposta: Pesquisa

Vigência da Proposta: de 06/2019 a 02/2020

Área: Clínica Médica Veterinária

Origem: Animais de proprietários

Espécie: Bovinos

sexo: Fêmeas

idade: 20 a 60 meses

N: 20

Linhagem: Gir

Peso: 320 a 400 kg

Local do experimento: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

São Paulo, 19 de fevereiro de 2020

Prof. Dr. Marcelo Bahia Labruna

Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

Camilla Mota Mendes

Vice-Coordenador

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: SILVA, ALINE DE JESUS DA.

Título: **Metabolismo pós-parto de vacas pluríparas e primíparas da raça Gir**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus amados pais Vaudir Antonio Casusa da Silva e Maria de Jesus da Silva, que se esforçaram incondicionalmente para me apoiar de todas as formas possíveis não só ao longo dessa jornada, mas ao longo da vida, aceitando com sabedoria minhas escolhas e compreendendo minha ausência em importantes momentos de celebração familiar.

Aos meus amados irmãos Leila, Geovani, e Karoline pelo apoio, confiança, companheirismo e amor.

Ao meu amado e querido irmão Leonardo (in memoriam). A saudade só aumenta e não cabe em meu peito, mas a fé no reencontro me sustenta. Você vai morar para sempre em meu coração, por toda eternidade, eu te amo meu irmão!

Aos meus estimados avós Luiz e Ermita pelo amor e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais Vaudir e Maria pelo amor, apoio e esforço aplicado para concretização dos meus sonhos, sem vocês nada disso seria possível e tampouco faria sentido.

Aos meus amados irmãos, porque somos a força um do outro, enquanto vocês estiverem comigo, meu coração estará seguro.

Aos meus avós Luiz e Ermita que incansavelmente me apoiaram, incentivaram e acreditaram em mim quando nem eu acreditava.

Aos novos e velhos amigos que sempre fizeram dos meus dias os melhores possíveis.

À minha grande amiga “meio irmã” Helen Cristina Gomes de Lima e sua família que sempre me acolheu com muito amor, carinho e consideração.

À Natalia Sato Minami por esses anos de parceria, amizade e aventuras, seu coração generoso é um exemplo para mim.

À Karen Nascimento da Silva pelo companheirismo, cuidado, amizade e pela risada mais gostosa que já ouvi, seu jeito brincalhão me inspira.

À Camila Cecília Martin por todo o cuidado, preocupação e amizade, sua empatia foi fundamental para eu chegar até aqui.

À Deisiane Soares Murta Nobre por toda amizade, carinho, pelos “papos cabeça” e por toda sua maravilhosa família que sempre me acolheu tão bem.

À minha orientadora Profa. Dra. Alice M. M. P. Della Libera, pela oportunidade, por todos esses anos de orientação, carinho, cuidado e dedicação.

À Camila Freitas Batista pela paciência, respeito e orientação ao longo desses anos.

À Paula Maria Pires do Nascimento Penido por ceder os dados para esse trabalho.

Ao prof. Grisi, Aluísio e Ronaldo Gargano pelo auxílio com a estatística.

Ao Prof. Dr. Fernando José Benesi, que além dos ensinamentos clínicos, me ensinou muito sobre a vida espiritual, com muito amor, respeito e empatia.

Ao Prof. Dr. Enrico Lippi Ortolani por compartilhar comigo tanto conhecimento, respeito e empatia com uma generosidade e cuidado semelhante a um pai.

Ao Prof. Dr. José Antonio Visintin por toda amizade, respeito e pelas boas conversas sobre o nosso querido Mato Grosso.

À querida Catia Silene pela amizade, boas risadas, respeito e cuidado.

Aos meus colegas de departamento: Camila Martin, Karen Nascimento, Natalia Minami, Deisiane Nobre, Rodrigo Malzoni, Carolina Shecaira, Ronaldo Gargano, Mário “mexicano”, Fernanda Ramos, Natália Sobreira, Camila Baccili, Daniela Tardón, Juliana Bombardelli, Carol Seino, Jean Ramos, Paulo Bogossian, Débora, José Augusto Ferronato pelos anos de convivência, ajuda e amizade.

A toda equipe de Laboratórios da FMVZ/USP, Clara Mori, Cláudia, Maria Helena e a Dinha, pelas risadas, “cantorias” e por tanta ajuda nos trabalhos laboratoriais.

Aos professores do Departamento de Clínica Veterinária que contribuíram muito para minha formação: Profa. Dra. Carla Bargi Belli, Profa. Dra. Denise Saretta Schwartz, Prof. Dr. Enrico Lippi Ortolani, Prof. Dr. Fábio Celidonio Pogliani, Profa. Dra. Lillian Gregory, Profa. Dra. Márcia de Oliveira Sampaio Gomes, Profa. Dra. Marcia Mery Kogika, Profa. Dra. Maria Cláudia Araripe Sucupira, Profa. Dra. Maria Helena Matiko Akao Larsson, Profa. Dra. Mitika Kuribayashi Hagiwara, Profa. Dra. Raquel Yvone Arantes Baccarin, Profa. Dra. Silvia Regina Ricci, Profa. Dra. Viviane Gomes e Prof. Dr. Wilson Roberto Fernandes.

À CAPES pela bolsa de mestrado: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

*Tudo tem o seu tempo determinado,
há tempo para todo o propósito debaixo do céu.*

*Há tempo de nascer, e tempo de morrer;
tempo de plantar, e tempo de arrancar o que se plantou;*

*Tempo de matar, e tempo de curar;
tempo de derrubar, e tempo de edificar;*

*Tempo de chorar, e tempo de rir;
tempo de prantejar, e tempo de dançar;*

*Tempo de espalhar pedras, e tempo de ajuntar pedras;
tempo de abraçar, e tempo de afastar-se de abraçar;*

*Tempo de buscar, e tempo de perder;
tempo de guardar, e tempo de lançar fora;*

*Tempo de rasgar, e tempo de coser;
tempo de estar calado, e tempo de falar;*

*Tempo de amar, e tempo de odiar;
tempo de guerra, e tempo de paz.*

Eclesiastes 3:1-8

RESUMO

SILVA, A. J. **Metabolismo pós-parto de vacas pluríparas e primíparas da raça Gir**. 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

A quantificação da concentração de metabólitos provenientes principalmente da mobilização de tecidos corporais permite realizar um monitoramento adequado das vacas frente às exigências crescentes de energia, proteína e minerais particularmente no início da lactação. Além disso, esse perfil permite o diagnóstico de transtornos metabólicos e deficiências nutricionais, como preventivo de desordens latentes, além da pesquisa de problemas de saúde e do desempenho produtivo de um rebanho. Nesse estudo em específico, foi estudado o metabolismo na segunda fase desse período em animais da raça Gir leiteiro, ou seja, o período pós-parto, tendo como objetivos avaliar o metabolismo no período pós-parto, comparar e elucidar as taxas de metabolismo no pós-parto entre pluríparas e primíparas. Para isso foram selecionadas 10 primíparas e 10 pluríparas recém-paridas, totalizando 20 animais na composição do estudo. Foram coletadas amostras sanguíneas por venopunção da veia coccígea média uma vez por semana, em oito momentos do dia do parto (D0) até 63 dias pós-parto (D63). Então foram avaliadas as concentrações dos seguintes metabólitos: Beta-hidroxiacetato (β -HBO), Ácido graxo não esterificado (AGNE), Albumina, Ureia, Proteína total, Creatinina, Triglicerídeo, Lipoproteínas de alta densidade (HDL), Cálcio, Fósforo e Magnésio. Foram observadas alterações significativas nos teores de β -HBO no D3 dos dois grupos. As maiores diferenças encontradas nos metabólitos energéticos se concentraram no período inicial da lactação e nesse caso, os achados sugeriram uma quadro acentuado de cetose. Os teores de triglicerídeos reduziram quando próximo ao pico de lactação, coincidindo com a redução dos níveis sanguíneos de triglicerídeos. Os teores de Proteínas totais só decresceram de fato no dia D28 e depois sofreram um aumento até o dia 42. A creatinina apresentou diferenças no grupo das multíparas, onde se manteve acima dos valores de referência no D0 ao D7 e somente no D42 voltou a subir, enquanto o grupo das primíparas se manteve dentro desses valores em todos os tempos de coleta. Na avaliação dos teores de cálcio as diferenças ocorrem apenas no grupo das multíparas onde o D21 tem um pico, se diferenciando principalmente de D7, D14 e D28. Com relação aos teores de fósforo sérico, as médias só manifestaram um pico acima da média de referência. Enquanto nas multíparas esse pico aconteceu um pouco antes, no D63. Entretanto, o Fósforo não foi o único a apresentar

teores acima dos valores de referência no grupo das múltiparas embora todos os valores se encontram acima dos valores de referência, o comportamento foi padrão. Enquanto o grupo da primíparas apresenta diferenças em diversos períodos e também apresenta teores acima dos valores de referência. Assim, o metabolismo das primíparas apresentou maior flutuação, ou seja, não se mostraram mais eficientes metabolicamente, como era esperado. Os animais não conseguiram manter o equilíbrio principalmente do metabolismo energético, sugerindo possíveis casos de cetose. O metabolismo mineral sugere que o aporte nutricional está elevado, assim apresenta discrepância em relação ao comportamento do metabolismo energético.

Palavras-chave: Leite, Periparto, Zebuino.

ABSTRACT

SILVA, A. J. **Postpartum metabolism of pluriparous and primiparous Gyr cows**. 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

The quantification of the concentration of metabolites coming mainly from the mobilization of body tissues allows to carry out an adequate monitoring of the cows in face of the growing demands of energy, protein and minerals, particularly at the beginning of lactation. In addition, this profile allows the diagnosis of metabolic disorders and nutritional deficiencies, as a preventive of latent disorders, in addition to researching health problems and the productive performance of a herd. In this specific study, metabolism was studied in the second phase of this period in animals of the dairy Gyr breed, that is, the postpartum period, with the objective of evaluating the metabolism in the postpartum period, comparing and elucidating the metabolism rates in the postpartum between pluriparous and primiparous women. For that, 10 primiparous and 10 newly hatched pluriparous were selected, totaling 20 animals in the study composition. Blood samples were collected by venopuncture of the middle coccygeal vein once a week, at eight moments from the day of delivery (D0) until 63 days postpartum (D63). Then the concentrations of the following metabolites were evaluated: Beta-hydroxybutyrate (β -HBO), Non-esterified fatty acid (NEFA), Albumin, Urea, Total protein, Creatinine, Triglyceride, High density lipoproteins (HDL), Calcium, Phosphorus and Magnesium. Significant changes were observed in the levels of β -HBO in D3 of the two groups. The greatest differences found in energy metabolites were concentrated in the initial period of lactation and in this case, the findings suggested a marked condition of ketosis. The levels of triglycerides decreased when close to the peak of lactation, coinciding with the reduction of blood levels of triglycerides. The levels of total proteins only actually decreased on day D28 and then suffered an increase until day 42. Creatinine showed differences in the multiparous group, where it remained above the reference values in D0 to D7 and only in D42 it rose again, while the group of primiparous women remained within these values at all times of collection. In the assessment of calcium levels, differences occur only in the multiparous group where D21 has a peak, differing mainly from D7, D14 and D28. Regarding the levels of serum phosphorus, the averages only showed a peak above the reference average. While in multiparous women this peak happened a little earlier, in D63. However, Phosphorus was not the only one to present levels above the reference values in the multiparous group.

Although all values are above the reference values, the behavior was standard. While the group of primiparous women presents differences in different periods and also presents levels above the reference values. Thus, the metabolism of primiparous women showed greater fluctuation, that is, they were not more metabolically efficient, as expected. The animals were unable to maintain the balance mainly of energy metabolism, suggesting possible cases of ketosis. Mineral metabolism suggests that the nutritional intake is high, so there is a discrepancy in relation to the behavior of energy metabolism.

Keywords: Milk, Peripartum, Zebu.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias dos teores de β -HBO (mmol/L) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	39
Tabela 2 - Médias dos teores de AGNE (mEq/L) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	41
Tabela 3 - Médias dos teores de Triglicerídeos (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	42
Tabela 4 - Médias dos teores de HDL (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	43
Tabela 5 - Médias dos teores de Albumina (g/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	44
Tabela 6 - Médias dos teores de Uréia (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	45
Tabela 7 - Médias dos teores de Proteína total (g/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	46
Tabela 8 - Médias dos teores de Creatinina (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	47
Tabela 9 - Médias dos teores de Cálcio (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	49
Tabela 10 - Médias dos teores de Fósforo (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	50
Tabela 11 - Médias dos teores de Magnésio (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.....	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comportamento dos valores de β -HBO expressados na tabela 1	40
Gráfico 2: Comportamento dos valores de AGNE expressados na tabela 2	41
Gráfico 3: Comportamento dos valores de Triglicerídeos expressados na tabela 3	42
Gráfico 4: Comportamento dos valores de HDL expressados na tabela 4	43
Gráfico 5: Comportamento dos valores de Albumina expressados na tabela 5	45
Gráfico 6: Comportamento dos valores de Ureia expressados na tabela 6	46
Gráfico 7: Comportamento dos valores de Proteína Total expressados na tabela 7	47
Gráfico 8: Comportamento dos valores de Creatinina expressados na tabela 8	48
Gráfico 9: Comportamento dos valores de Cálcio expressados na tabela 9	49
Gráfico 10: Comportamento dos valores de Fósforo expressados na tabela 10	50
Gráfico 11: Comportamento dos valores de Magnésio expressados na tabela 11	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	19
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3.1 PECUÁRIA BRASILEIRA	20
3.2 IMPORTÂNCIA DO GADO GIR NO BRASIL	21
3.3 MONITORAMENTO DE SAÚDE ANIMAL NO PÓS-PARTO DE VACAS LEITEIRAS	22
3.4 BETA-HIDROXIBUTIRATO B-HBO	23
3.5 ÁCIDO GRAXO NÃO ESTERIFICADO (AGNE)	24
3.6 TRIGLICERÍDEOS.....	26
3.7 LIPOPROTEÍNAS DE ALTA DENSIDADE (HDL).....	27
3.8 ALBUMINA.....	27
3.9 UREIA	29
3.10 PROTEÍNA TOTAL.....	30
3.11 CREATININA	31
3.12 CÁLCIO	31
3.13 FÓSFORO	33
3.14 MAGNÉSIO	34
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	36
4.2 COLETA E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	36
4.3 MANEJO DOS ANIMAIS	37
4.3.1 Vacas secas gestantes	37
4.3.2 Vacas em lactação	37
4.3.3 Produtividade do rebanho.....	38
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
5 RESULTADOS.....	39
5.1 METABOLISMO ENERGÉTICO.....	39

5.2 METABOLISMO PROTEICO.....	44
5.3 METABOLISMO MINERAL	48
6 DISCUSSÃO	52
6.1 METABOLISMO ENERGÉTICO	52
6.2 METABOLISMO PROTEICO.....	57
7 CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição mundial entre os países com maior produção de leite, com a soma de 33,5 bilhões de litros de leite produzidos em 2017. Esse montante faz com que o país fique atrás apenas dos EUA com 97,7 bilhões de litros produzidos e a Índia que se encontra em segundo lugar com 83,6 bilhões de litros (RENTERO, 2018).

Embora tenha iniciado no século XVI, a produção de leite no Brasil permaneceu em segundo plano até meado do século XX, como suporte às demais atividades econômicas brasileiras. Entretanto, no início dos anos 2000 a produção leiteira passou a crescer velozmente, tanto em produção quanto em produtividade, tendo passado de 19,2 bilhões de litros em 2000 para 33,5 bilhões em 2017 (IBGE, 2018).

Atualmente a cadeia agroindustrial do leite apresenta grande relevância socioeconômica, pois são quase 1,2 milhão de produtores, distribuídos em 99% dos municípios brasileiros (SORIO, 2018). A representatividade econômica desse setor não se dá somente pela comercialização de carne e leite, mas também por todos os produtos gerados e consumidos por essa cadeia, como os insumos utilizados na produção animal e investimento em genética (ABIEC, 2019).

O rebanho nacional responsável por essa produtividade é constituído majoritariamente por animais advindos do cruzamento de Holandês X Gir (FACÓ et al., 2002). Onde se estima que 70% de toda a produção leiteira deriva de animais resultantes desses cruzamentos (EMBRAPA, 2015). Isso colabora para que o Brasil seja reconhecido como um dos maiores produtores de gado leiteiro tropical, onde a raça Gir desempenha grande importância nestes cruzamentos.

Sob estas condições tropicais, o gado *Bos indicus* tende a ter um desempenho melhor que o *Bos taurus* (COSTA et al., 2014) devido à sua maior eficiência nos mecanismos de perda de calor (CARVALHO et al., 1995). Contudo, independente da adaptação ao meio, o período de transição ocorre tanto em *Bos taurus* quanto em *Bos indicus*, diferenciando-se apenas pela severidade com que acomete ambos. Esse período é o intervalo compreendido entre os 21 dias antes e após o parto e pode ser dividido em duas fases, sendo a primeira formada pelas três últimas semanas que antecedem o parto e a segunda pelas três primeiras semanas pós-parto (GRUMMER, 1995).

Entre a última semana antes do parto e as primeiras semanas de lactação, a ingestão de matéria seca diminui entre 20 a 40% (GRUMMER, 1993; HAYIRLI et al., 2002) e as

demandas energéticas para produção de colostro e leite aumentam de forma que o consumo não acompanha as exigências de manutenção e lactação (BAUMAN; CURIE, 1980; BELL, 1995). Devido a esse desequilíbrio entre a exigência e o consumo, os animais entram em um estado de balanço energético negativo (BEN), levando a mobilização do tecido adiposo para fornecer glicose para a produção de leite (POGLIANI, 2006).

Durante esse período é possível observar uma elevada ocorrência de enfermidades como a esteatose hepática e cetose (ANDERSEN et al., 2005) e devido à importância desses distúrbios metabólicos, diversos pesquisadores foram impulsionados a estudar o perfil metabólico dos bovinos, destacando a influência da gestação, do parto e do puerpério no lipidograma dos bovinos (POGLIANI, 2006).

Assim, as mudanças que ocorrem no organismo do animal, associado ao estresse do ambiente e dietas no periparto, além dos esforços associados à parição, fazem com que o período imediatamente após o parto seja o de maior risco de ocorrência de doenças e descarte involuntário (MULLIGAN; DOHERTY, 2008; OSPINA et al., 2010; CHAPINAL et al., 2011; CHAPINAL et al., 2012a; CHAPINAL et al., 2012b; ROBERTS et al., 2013).

Desse modo, a quantificação da concentração de metabólitos provenientes principalmente da mobilização de tecidos corporais permite realizar um monitoramento adequado das vacas frente às exigências crescentes de energia, proteína e minerais particularmente no início da lactação. Além disso, esse perfil permite o diagnóstico de transtornos metabólicos e deficiências nutricionais, como preventivo de desordens latentes, além da pesquisa de problemas de saúde e do desempenho produtivo de um rebanho (LEBLANC et al., 2006; DUFFIELD; LEBLANC, 2009).

Embora esteja figurando entre os maiores produtores de leite do mundo, o Brasil poderia produzir ainda mais, porém enfrenta muitos desafios na atividade. Dentre eles podemos citar: manejo nutricional, sanidade animal e manejo reprodutivo. Portanto, é fundamental entender a interação das alterações metabólicas do período pós-parto. Nesse estudo em específico, foi estudado o metabolismo na segunda fase desse período em animais da raça Gir, ou seja, o período pós-parto e para melhor compreensão, os parâmetros dosados foram revisados e elencados individualmente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o metabolismo no período pós-parto em vacas da raça Gir leiteiro.

2.2 Objetivo Específico

Comparar e elucidar as taxas de metabolismo no pós-parto entre pluríparas e primíparas da raça Gir leiteiro.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PECUÁRIA BRASILEIRA

O Brasil é reconhecido internacionalmente pelo seu grande potencial agropecuário e só no ano de 2018 a pecuária de corte movimentou o expressivo montante de R\$ 597,22 bilhões. O número representa um crescimento de 8,3% em relação aos R\$ 551,41 bilhões registrados em 2017 (ABIEC, 2019). Enquanto a pecuária leiteira brasileira alcançou em 2016 o montante de R\$ 67 bilhões (RENTERO, 2018).

A representatividade econômica desse setor não se dá somente pela comercialização de carne e leite, mas também por todos os produtos gerados e consumidos por essa cadeia, como os insumos utilizados na produção animal e investimento em genética (ABIEC, 2019). Ao pensar em genética é importante ressaltar que é primordial a escolha de fenótipos mais adaptados às condições climáticas de uma determinada região, devendo-se considerar além da capacidade de ganho de peso, rendimento de carcaça e produção de leite, também aspectos adaptativos como prolificidade e sobrevivência (FAÇANHA et al., 2013).

Atendendo a essa lacuna a Embrapa Gado de Leite em conjunto com a Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro (ABCGIL) e a Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) iniciaram em 1985 o Programa Nacional de Melhoramento de Gir Leiteiro (PNMGL) envolvendo estudos em genômica, para identificação e seleção de touros geneticamente superiores e de fêmeas de alto mérito genético visando gerar grande impacto sobre ganhos genéticos, redução do intervalo de geração e do custo do teste de progênie (PNMGL, 2019).

Dentre as zebuínas, a raça Gir é a principal ao que tange aptidão leiteira e também a mais utilizada em cruzamentos com a raça Holandesa no país (SILVA; MACHADO, 2011). Embora ainda não tenha uma população tão expressiva quando comparada às demais existentes no país, a contribuição genética do Gir leiteiro para os rebanhos comerciais tem aumentado graças ao Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL), com rápido crescimento desde o ano de sua efetivação.

O melhoramento genético que vem ocorrendo em cruzamentos leiteiros, entre raças de origem zebuínas e europeias, promove um aumento na produção de leite por animal, e com isso surgem novos desafios principalmente com relação ao período periparto que assume

importante papel nos sistemas de produção, uma vez que define melhores índices produtivos e reprodutivos do rebanho (JUCHEM et al., 2004).

Embora seja um cenário bastante promissor, uma vez que abre barreiras comerciais e sanitárias, fixando o país como produtor da raça melhorada, é também imprescindível que a busca por informações inerentes a raça seja continuada. Entretanto, embora esteja figurando entre os maiores produtores de leite do mundo, o Brasil poderia produzir ainda mais, porém enfrenta muitos desafios na atividade. Dentre eles déficit no manejo nutricional, sanidade animal e manejo reprodutivo.

3.2 IMPORTÂNCIA DO GADO GIR NO BRASIL

A raça Gir é considerada a raça zebuína mais antiga do mundo, esse animal é sagrado no Hinduísmo, representando a criação da terra. Na literatura sagrada, o gado Gir é citado e ilustrado nas migrações humanas que iriam formar o povo ariano, e que povoava o norte da África (ABCGIL, 2019).

A raça é oriunda da floresta Gir, na península de Kathiawar, na Índia. De acordo com Santiago (1984a; 1984b) foi introduzida no Brasil por volta de 1906. Por algumas décadas foi o grupamento genético mais numeroso e valorizado dentro do rebanho zebuino brasileiro. Nas décadas de 30 e 40, teve sua situação comprometida pela mestiçagem e estava ameaçado de desaparecimento. Este fato levou criadores a se preocuparem com a seleção étnica visando a pureza racial o que comprometeu as funções econômicas da raça (SANTIAGO, 1984b).

Alguns criadores, alertados para este fato, passaram a praticar a seleção funcional existindo, atualmente, rebanhos altamente qualificados para a produção leiteira. A raça Gir, é por natureza, uma raça de aptidão mista, mas não pode competir com outras raças zebuínas em precocidade e peso (DOMINGUES, 1977). Santiago (1984b) cita que apesar do desenvolvimento do Gir ser lento quando comparado com as demais raças zebuínas, ele tende a produzir carne de boa qualidade.

Inicialmente, o sucesso do Gir ficou marcado pela consolidação da raça Indubrasil. Assim meados da década de 1930, pecuaristas sentiram a necessidade de tornar as raças puras e o Gir iniciou um "período de ouro", com animais atingindo valores astronômicos. Devido ao acelerado melhoramento na produtividade leiteira, rapidamente, o sangue Gir chegou a 82,4% das propriedades brasileiras que, de alguma forma, exploravam o leite. Perdeu o trono na pecuária de corte mas ganhou um novo trono, nas propriedades leiteiras. O Gir foi a raça

mais analisada do Brasil, tendo vivido a turbulência da década de 1920, depois o período final da "época dos coronéis", depois a expansão durante a Segunda Guerra Mundial e, finalmente, a mudança de rumo a partir da década de 1960 (PNMGL, 2019).

Por conta de tantas modificações, a raça formou "escolas" distintas, criou e introduziu modismos e ganhou diferentes experiências. Cada modalidade tinha suas características, suas exigências e sua permissividade, cada qual com seu rol de adeptos. Na década de 1980 firmaram-se apenas duas orientações: leite e padrão, também na vertente mocho; sendo que a seleção para carne foi drasticamente reduzida, mas volta agora após a virada do século a ser novamente selecionada por um grupo de criadores (ABCGIL, 2019).

A aptidão leiteira é hoje a mais forte das qualidades do Gir, e é vastamente selecionada pelo país. Os animais testados pelas provas zootécnicas (teste de progênie e sumário de touros para os machos, e controle leiteiro para fêmeas) são mais valorizados, sendo comercializados por valores respeitáveis, prova de que o mercado absorveu a necessidade do melhoramento genético, essencial na pecuária atual (PNMGL, 2019).

3.3 MONITORAMENTO DE SAÚDE ANIMAL NO PÓS-PARTO DE VACAS LEITEIRAS

No início da lactação os requerimentos de nutrientes para síntese do leite aumentam consideravelmente, e a vaca não consegue suprir essa demanda através do seu consumo (WATHES et al., 2007). Diante disso, tem-se a manifestação do BEN que chega ao seu pico negativo cerca de duas semanas após o parto (BELL, 1995). Essa é uma fase fisiológica em vacas leiteiras, mas dependendo de sua intensidade e duração, o BEN pode passar a ser um grande problema (WATHES et al., 2007).

Nesse período, com a formação do colostro e o aumento repentino na produção de leite, a demanda nutricional da vaca é acentuada, de forma que a produção de colostro pode consumir cerca de 97% e a de leite, 83% do consumo de energia líquida e proteína metabolizável (GOFF; HORST, 1997).

Assim, alguns metabólitos funcionam como indicadores desse metabolismo, AGNE e β -HBO são importantes marcadores de saúde do metabolismo energético (OSPINA et al., 2010) além de triglicerídeos e HDL (KANEKO et al., 2008). Como importantes representantes do metabolismo mineral, o Cálcio, Fósforo e Magnésio exercem função primordial para a secreção do colostro, produção láctea, contração muscular e para o

adequado funcionamento do sistema imune (MARTINEZ et al., 2012). Enquanto no metabolismo proteico podemos utilizar albumina, proteínas totais, ureia e creatina como ferramentas de monitorização (RADOSTITS et al., 2007).

Com todas as alterações durante o período de transição a ocorrência de doenças e distúrbios metabólicos é mais frequente, pois os problemas ficam centralizados desproporcionalmente em um período curto (DRACKLEY, 1999). Enfermidades no pós-parto causam enormes prejuízos devido a provável redução no pico de produção de leite, gasto com medicamentos, descarte do leite e atraso na concepção (RADOSTITS et al., 2007).

Sendo assim, o monitoramento de vacas no período de transição é fundamental para auxiliar no diagnóstico precoce de enfermidades, especialmente as subclínicas, permite ainda a adoção de medidas para a prevenção de doenças de produção, mudanças no manejo e na nutrição dos animais. Além disso, possibilita tratar precocemente as vacas enfermas, minimizando as perdas econômicas.

3.4 BETA-HIDROXIBUTIRATO β -HBO

O β -HBO é um corpo cetônico, derivado do metabolismo de ácidos graxos e é utilizado pelo organismo em situações onde há deficiência de energia disponível para o metabolismo (OSPINA et al., 2010). Os corpos cetônicos (acetoacetato, acetona e β -HBO) estão presentes no sangue de ruminantes adultos mesmo em condições normais e representam significativa fonte energética, onde sofre variação na concentração em função do balanço entre produção no fígado e utilização pelos tecidos periféricos (FOSTER, 1988). Em uma digestão normal, os corpos cetônicos podem ser formados a partir de ácidos graxos voláteis (AGV), principalmente o butirato, que é convertido em β -hidroxibutirato no fígado ou no epitélio ruminal. Tal mecanismo demonstra que o ruminante recebe suprimento constante de corpos cetônicos, mesmo não ocorrendo excessiva mobilização de ácidos graxos (BAIRD, 1982).

Todavia, a elevação desse composto na concentração sanguínea, pode desencadear quadros patológicos, como por exemplo, a cetose e assim contribuir para uma hiporexia e consequentemente queda na produção de leite (OSPINA et al., 2010). Além disso, o aumento das concentrações sanguíneas de acetoacetato e β -hidroxibutirato reduzem o pH sanguíneo, culminando em acidose (GONZÁLEZ et al., 2000).

O β -HBO é o corpo cetônico mais empregado para a avaliação do perfil metabólico e detecção de cetose (ANDERSSON, 1988). No entanto, diversos fatores podem influenciar na variação dos teores de corpos cetônicos, como por exemplo, alimentação, idade, raça (ANDERSSON, 1988), número de lactações (RADOSTITS et al., 2007) e estação do ano (MOREIRA et al., 2018).

No início do período pós-parto, ocorre um aumento no aporte de triglicerídeos hepáticos, o que naturalmente proporciona uma elevação na concentração plasmática de β -HBO (GRUMMER, 1995). Quando o requerimento de glicose é apropriado, os corpos cetônicos formados no fígado, a partir da oxidação dos ácidos graxos, são distribuídos para os tecidos para a produção de energia, sendo metabolizados em presença de oxaloacetato e então convertido em glicose a partir do ácido propiônico (KANEKO et al., 2008).

De acordo com LeBlanc et al. (2005), a concentração plasmática de β -HBO sofre uma ligeira elevação três dias antes do parto e os valores mais expressivos são encontrados no 5º dia de lactação. Nesse momento, ocorre um pico do metabólito na corrente sanguínea e posterior decréscimo em vacas sadias (CHUNG et al., 2008).

A confirmação da existência de quadros de cetose subclínica pode ser feita por meio da avaliação sérica de β -HBO em fluidos corporais como urina, leite, sangue e líquido ruminal, sendo adotado como ponto de corte concentrações deste metabólito no sangue superiores a 1,2 mmol/L (DUFFIELD, 2000; OSPINA et al., 2010) ou 1,4 mmol/L no período pós-parto (OETZEL, 2004).

3.5 ÁCIDO GRAXO NÃO ESTERIFICADO (AGNE)

Os AGNE também denominados ácidos graxos de cadeia longa ou ácidos graxos livres (AGL) são sintetizados na maioria dos tecidos, mas a glândula mamária, o fígado e o tecido adiposo podem produzi-los em larga escala (KANEKO et al., 2008). Os AGNE são derivados do excesso de carboidratos e proteínas provenientes da dieta (CHAMPE; HARVEY, 1996) ou da ingestão de óleos vegetais, absorção de gordura ou da lipólise dos triglicerídeos armazenados no tecido adiposo (GONZÁLEZ; SILVA, 2006) e a função primordial é ser fonte de energia alternativa para os tecidos (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

No início da lactação, AGNE são mobilizados para a síntese de gordura do leite na glândula mamária com diminuição dos seus valores sanguíneos (BLUM et al., 1983; HERDT, 2000; ZAMBRANO; MARQUES JUNIOR, 2009), é uma adaptação fisiológica para

momentos em que há uma redução na disponibilidade de proteínas e de energia definida pelo desequilíbrio entre a lipogênese e a lipólise dentro do tecido adiposo (CONTRERAS; SORDILLO, 2011).

Na lipólise os triglicerídeos são hidrolisados, produzindo assim AGNE e glicerol. Em pH sanguíneo com valores próximos a neutralidade, quase a totalidade dos AGNE passam dos adipócitos ao sangue, e se ligam à proteína albumina para serem transportados ao fígado (GONZÁLEZ, 1997). Estes dois compostos atingem o fígado e, nos hepatócitos, o glicerol pode ser utilizado na produção de glicose, ou pode ser recombinado com os AGNE para a produção de triglicerídeos que ficam armazenados no órgão (BRUSS, 1997). O sentido normal dos ácidos graxos hepáticos é a sua incorporação nos triacilgliceróis e fosfolípidos que são exportados para o plasma como Lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL). Em mobilização excessiva de tecido adiposo, em função do Balanço Energético Negativo (BEN) acentuado, a absorção hepática de ácidos graxos excede a capacidade de síntese e secreção de VLDL, fator crítico em ruminantes que têm capacidade muito limitada para secretar VLDL. Sob tais condições, a deposição hepática de triacilgliceróis aumenta, podendo levar ao acúmulo destes no fígado, culminando em enfermidades como esteatose hepática ou fígado gorduroso (KOSLOSKI, 2002).

Os níveis séricos de AGNE são altamente sensíveis e responsivos ao estresse e a condição nutricional. Segundo Duffield (2006) valores acima de 0,5 mmol/L indicam risco aumentado de desordens metabólicas relacionados com o grave BEN. Assim, a relação AGNE:colesterol sérico permite a interpretação mais acurada do balanço energético em resposta a ingestão de energia da dieta (NDLOVU et al., 2007), pois indica a intensidade de lipogênese ou de lipólise em relação a demanda energética do animal.

Segundo Roberts et al. (2012), Chapinal et al. (2011), Ospina et al. (2010a, 2010b) e Cameron et al. (1998), concentrações de AGNE acima de 0,7 mmol/L no pós-parto estão relacionados com maior ocorrência de enfermidades no período de transição, sendo um fator de risco para a saúde das vacas no período pós-parto. Costumeiramente, os níveis de AGNE em vacas leiteiras são elevados no parto e no início da lactação, especialmente durante as primeiras semanas, diminuindo durante o período seco (INGRAHAM; KAPPEL, 1988).

Segundo Pullen et al. (1989) o nível de AGNE no sangue diminui do primeiro para o segundo mês de lactação e com o progresso da lactação.

3.6 TRIGLICERÍDEOS

Os triglicerídeos são os lipídios mais abundantes na natureza, são sintetizados em diversos tecidos, de acordo com a espécie, porém, o fígado, o tecido adiposo e a glândula mamária são os mais adaptados para essa síntese (KANEKO et al., 2008).

Durante a lipólise, os triglicerídeos são hidrolisados resultando na produção de AGNE e glicerol, se este não for utilizado na produção de glicose, liga-se novamente ao AGNE reesterificando-o em triglicerídeos que fica armazenado no fígado (CONTRERAS; SORDILLO, 2011). Na hipoglicemia, os triglicerídeos armazenados são mobilizados e transportados para os tecidos onde os ácidos graxos são oxidados para a produção de energia (NELSON; COX, 2002).

Quando a lipólise ocorre de forma intensa, os triglicerídeos se acumulam no fígado e como o fígado não pode aumentar a produção de VLD para transportá-lo para os tecidos, esse acúmulo compromete a função hepática que tem como consequência a baixa produtividade, redução na ingestão de alimentos e baixo desempenho reprodutivo em vacas leiteiras (RADOSTITIS et al., 2007).

De acordo com Pogliani (2006) os valores de referência para triglicerídeos é de 16,3 a 34,8 mg/dL em animais até 48 meses de idade, acima dos 48 meses os valores reduzem para 14,9 a 24,0 mg/dL. Já Kaneko et al. (2008) relataram que as concentrações séricas de triglicerídeos para ruminantes são baixas, de 0 a 14 mg/dL, fator que reflete a baixa capacidade de síntese hepática de triglicerídeos nos ruminantes. Em animais com ingestão de dieta rica em amido, há um aumento na síntese hepática de ácidos graxos a partir das elevadas quantidades de acetato e propionato que chegam ao fígado (BRUSS, 2008). Calixto Jr et al. (2010) avaliaram os constituintes sanguíneos de vacas da raça holandesa alimentadas com silagens de milho ou de capim-elefante e relataram que os níveis de triglicerídeos ficaram abaixo do normal para os diferentes volumosos. Arruda et al. (2008), também encontraram baixa concentração de triglicerídeos no sangue de vacas alimentadas com feno de alfafa, tifton-85 e silagem milho.

Pogliani (2006) constatou que existe uma grande variação dos valores nos níveis séricos encontrados na literatura, sendo que os principais fatores causadores desta variabilidade fisiológica podem estar relacionados com a raça, o sexo, o sistema de criação (dieta e alimentação) e, principalmente, a idade, o parto e o puerpério.

3.7 LIPOPROTEÍNAS DE ALTA DENSIDADE (HDL)

A HDL é uma lipoproteína de alta densidade que tem como principal função o transporte de fosfolipídeos e ésteres de colesterol provindos dos tecidos periféricos para o fígado para serem excretados (GONZÁLEZ, 2000). Representa mais de 80% das lipoproteínas circulantes no plasma de bovinos e é sintetizada no fígado e intestino delgado na forma de pequenas partículas ricas em proteínas e com pouco colesterol no tecido extra-hepático transportado novamente ao fígado, onde são convertidas em sais biliares e ressintetizadas em novas partículas de VLDL (KANEKO et al., 2008).

Como essa lipoproteína é responsável por englobar o excesso de colesterol circulante, os efeitos nocivos do colesterol são reduzidos no período pós-parto, assim a HDL demonstra aumento de suas concentrações, seguindo os mesmos padrões do colesterol (GONZÁLEZ, 2000; RADOSTITIS et al.; 2007).

Antes mesmo de iniciar a lactação, as vacas apresentam uma série de adaptações metabólicas (CEBALLOS et al., 2002), e quando entram nessa fase, normalmente encontram-se em hipercolesterolemia, com maiores níveis associados de HDL, que é responsável pela proteção dos efeitos deletérios desse aumento de colesterol sérico. São elencadas três possíveis hipóteses sobre esse alto nível de HDL: a adaptação à lactação mediante aumento da principal apoproteína da HDL; o aumento do uso de VLDL pela glândula mamária, através da lipólise de componentes, o que acaba convertendo a VLDL em HDL; ou pelo aumento da síntese hepática de HDL em resposta à lactação (GONZÁLEZ; SILVA 2006).

Freitas Jr. et al. (2010) constataram um aumento de 99,62 a 126,24 mg/dL na concentração de colesterol-HDL para as vacas alimentadas com as fontes de gordura, especialmente quando comparadas às médias relativas às rações com sais de cálcio de ácidos graxos e controle. Esse aumento da concentração dos componentes do lipidograma colesterol total, colesterol-LDL e colesterol-HDL no soro pode ser justificado em razão do maior consumo de ácidos graxos nas rações contendo fontes de gordura, que proporcionou aumento das respectivas frações relativas ao metabolismo de lipídios transportado no sangue.

3.8 ALBUMINA

A albumina é a principal proteína plasmática sintetizada no fígado, perfazendo cerca de 50 a 65% do total de proteínas séricas. É sintetizada no fígado e contribui com 80% da

osmolaridade do plasma sanguíneo, constituindo também uma importante reserva proteica e transportador de ácidos graxos livres, aminoácidos, cálcio, hormônios e bilirrubina. Tem também uma importante função na regulação do pH sanguíneo, atuando como ânion (CUNINGHAM, 2006).

A concentração de albumina pode ser afetada pelo funcionamento hepático, disponibilidade de aminoácidos e perdas durante doenças, como por exemplo, parasitismos (ROWLANDS, 1980). De acordo com González et al. (2000) para detectar mudanças significativas na concentração de albumina sérica é necessário um período de pelo menos um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação.

É considerada como um indicador mais sensível para avaliar o status nutricional proteico do que as proteínas totais. Quando tem-se a persistência de baixos teores de albumina, há inadequado consumo de proteínas. Segundo Sauberlich et al. (1981) em casos de subnutrição severa, a albuminemia pode cair a níveis menores de 20 g/L. A albuminemia pode variar também ao longo do ano em função das variações climáticas e seu efeito sobre as pastagens. No verão, podem ser encontrados altos níveis de albumina sérica, possivelmente devido a pastagens de melhor qualidade (WITTWER et al., 1987).

González e Rocha (1998) observaram níveis mais elevados de albumina nas vacas de maior produção leiteira, foi então, evidenciado que as vacas lactantes apresentam níveis mais elevados de colesterol, proteínas totais, globulinas e ureia, quando comparadas às vacas secas. Os níveis de albumina são positivamente relacionados com o desempenho produtivo e reprodutivo (PAYNE; PAYNE, 1987; GONZÁLEZ et al., 1997).

Diante do parto, os níveis de albumina podem reduzir, devendo recuperar-se durante o pós-parto. Essa redução se dá devido à diminuição na síntese hepática de proteínas e ao consumo, ocasionada pelo estresse ou por combinação de outros fatores. A recuperação está diretamente relacionada com a reativação ovariana e o potencial de produção de leite no período. A concentração de albumina em vacas pode cair imediatamente após o parto a níveis menores que 3,0 g/dL, e aumentar no pós-parto a níveis de 3,7 a 6,9 g/dL por dia. Estes aumentos não ocorrem em animais com dietas pobres em proteína, nas quais a concentração pode permanecer baixa por 4 a 6 meses após o parto (GONZÁLEZ, 1997).

A produção de leite tem apresentado relação direta com a concentração de albumina (BINOTI, 2011). Níveis de 2,90 g/dL foram relatados em vacas com produção de leite abaixo de 15 kg/dia. Já, níveis de 3,22 g/dL foram observados em animais produzindo mais de 30 kg/dia. Além disso, a hipoalbuminemia pode afetar o potencial reprodutivo. Resultados

encontrados por Gregory e Siqueira (1983) demonstraram que vacas com menos de 3,0 g/dL de albumina sérica, no momento da monta, apresentavam menores taxas de gestação.

Devido a albumina ser uma proteína transportadora, a hipoalbuminemia pode afetar o metabolismo de outras substâncias, além de causar queda da pressão osmótica do plasma e provocar ascite, geralmente quando a concentração de albumina cai para menos de 2,0 g/dL (GONZÁLEZ e SHEFFER, 2003).

3.9 UREIA

A ureia é formada pelo fígado e representa o principal produto do catabolismo das proteínas. A ureia passa através do filtro glomerular e cerca de 25% a 40% dela é reabsorvida quando passa através dos túbulos, ou seja, uma taxa de filtração glomerular reduzida aumenta a concentração de ureia no sangue. Esse nível pode ser aumentado pelo crescente consumo dietético de proteína, colapso catabólico ou hemorragia no interior do trato gastrointestinal (MEYER et al., 1995).

Segundo Wittwer et al. (1993) a concentração de ureia sanguínea tem sido empregada nos perfis metabólicos como um indicador do metabolismo proteico. A ureia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração sanguínea está diretamente relacionada com os níveis proteicos da ração e da relação energia/proteína da dieta.

O excesso de proteína na alimentação leva a um aumento na deaminação e aumenta a concentração plasmática de ureia. As concentrações resultantes não são muito altas, apenas cerca de 7 a 10 mmol/L na maioria das espécies. Proteína alimentar de baixa qualidade pode ter o mesmo efeito, ou seja, os aminoácidos não essenciais serão deaminados na ausência dos aminoácidos essenciais, levando a um discreto aumento das concentrações plasmáticas de ureia. Quando não há energia suficiente na dieta, os estoques corporais de proteína são deaminados de seus esqueletos de carbono. Em casos de inanição profunda, especialmente quando houver desidratação concomitante pode haver concentrações plasmáticas de ureia de 15 a 20 mmol/L. (KERR, 2003).

Assim, os teores plasmáticos de ureia, em conjunto com os teores de albumina e de creatinina, podem ser usados para determinar o balanço proteico da dieta (GONZÁLEZ et al., 1996). O equilíbrio energia/proteína na dieta de ruminantes é fundamental para melhor proveito da ureia. Mudanças na dieta em função da sazonalidade ou mesmo diárias,

influenciam os níveis de ureia no sangue e o seu bom aproveitamento pelo animal (WITTWER et al., 1993). Segundo Wittwer (2000), a redução da ingestão de energia age inversamente na concentração de amônia ruminal. Isto ocorre devido à diminuição da síntese proteica microbiana, elevando a concentração de ureia sanguínea. Quando o fígado excede sua capacidade de conversão de amônia em ureia, que é menos tóxica, as concentrações de amônia no sangue elevam-se, ocasionando alcalose sistêmica. A amônia difunde-se rapidamente pelo cérebro, levando a transtornos no sistema nervoso central. Esta ainda pode desencadear irritação do parênquima pulmonar, edema no órgão, que leva ao quadro de desidratação em bovinos (RADOSTITIS et al., 2007).

Segundo Kaneko et al. (2008) os valores de ureia no plasma bovino estão entre 17 e 45 mg/dL. No entanto, alguns autores encontraram valores médios de ureia sanguínea que variaram entre 25 e 57 mg/dL (GONZÁLEZ; ROCHA, 1998; MATURANA FILHO, 2009), mostrando uma ampla variação, em função do manejo nutricional, do estágio de lactação, do estado metabólico e da produção leiteira (MATURANA FILHO, 2009).

3.10 PROTEÍNA TOTAL

As proteínas totais são constituídas pela albumina, globulinas e fibrinogênio, são sintetizados no fígado e tem como funções a regulação da pressão osmótica, transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios, excretas, regulação do pH do sangue, além de participarem no processo de coagulação sanguínea (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002; GONZÁLEZ; SILVA, 2006; DAVID ECKERSALL, 2008).

A concentração plasmática está relacionada diretamente com a nutrição e funcionalidade hepática (GONZÁLEZ, SILVA, 2006). A mensuração dos teores de proteínas totais prediz a condição nutricional do animal, sendo que hipoproteinemias ocorrem em casos de déficit proteico na dieta, lesão hepática, doenças parasitárias e hemorragias (DAVID ECKERSALL, 2008). Enquanto a hiperproteinemia, geralmente é causada por desidratação ou inflamação e nesse caso há elevação nos níveis de globulinas com redução do teor de albumina (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

Quando são descartadas as causas patológicas, a diminuição das proteínas totais no plasma está relacionada com deficiência na alimentação e estima-se que dietas com menos de 10% de proteína causam diminuição dos níveis proteicos no sangue (RADOSTITIS et al., 2007).

De acordo com Kaneko et al. (2008) os valores para proteínas totais no soro de bovinos estão entre 67,4 a 74,6 g/L. No entanto, alguns fatores afetam a concentração de proteína plasmática, como por exemplo: a idade do animal (CANAVESSI et al., 2000; GONÇALVES et al., 2001), nutrição (JAIN, 1993), sazonalidade (HYVARINEN et al., 1975), efeito hormonal, balanço de fluidos e em enfermidades (HARVEY; WEST, 1987; ECKERSALL, 1995; JAIN, 1993; KLIMIENE et al., 2005).

3.11 CREATININA

A creatinina é um produto nitrogenado não proteico, derivada do metabolismo muscular da creatina e fosfocreatina. É eliminada pelos rins, logo, uma redução na taxa de filtração glomerular resulta no aumento da concentração sérica desse produto (MEYER et al., 1995). Sendo assim, a quantidade de creatinina formada diariamente depende da quantidade de creatina no organismo, que por sua vez depende da massa muscular. No entanto, a quantidade de creatinina formada é relativamente constante para um determinado indivíduo, sendo pouco afetada pela alimentação, principalmente pelo consumo de proteína e por tal motivo a creatinina é usada como referência para corrigir mudanças nas variações de ureia sanguínea (KANEKO et al., 2008).

Ayres (1994) determinou valores padrões de referência de creatinina para zebuínos da raça Nelore com idade entre 24 e 72 meses e encontrou os seguintes valores $1,56 \pm 0,31$ mg/dL. Enquanto Barros Filho (1995) encontrou teores séricos de creatinina $1,65 \pm 0,20$ mg/dL em bovinos também da raça Nelore, diferindo apenas a faixa etária que foi de 24 a 36 meses. De acordo com Kaneko et al. (2008) as concentrações séricas normais de creatinina estão entre 0,8 e 1,4 mg/dL.

Ao avaliar o perfil bioquímico sérico de bovinos das raças Gir, Holandesa e Girolanda, com 24 a 48 meses de idade, criados no Estado de São Paulo, Souza (1997) constatou para os teores de creatinina, respectivamente: $2,50 \pm 0,61$ mg/dL, $1,63 \pm 0,04$ mg/dL e $1,25 \pm 0,03$ mg/dL.

3.12 CÁLCIO

O cálcio (Ca) é um mineral e está presente no plasma na forma livre ionizada (45%), associado a moléculas orgânicas, tais como proteínas, principalmente albumina (45%) ou a ácidos orgânicos (10%). O Ca total é a forma como é medido no sangue, contendo a forma ionizada e a não ionizada em equilíbrio e sua distribuição final depende do pH, da concentração de albumina e da relação ácido-base. Quando existe acidose, há uma tendência para aumentar a forma ionizada de Ca e a redução nos níveis de albumina causa diminuição do valor de Ca sanguíneo (GONZÁLEZ; CERONI, 2006).

A vitamina D3, o paratormônio (PTH) e a calcitonina, atuam eficientemente na manutenção dos níveis sanguíneos de Ca. O controle endócrino do Ca, faz com que seus níveis variem muito pouco (17%) comparado com o fósforo (variação de 40%) e o magnésio (variação de 57%). Portanto, o nível sanguíneo de Ca não é um bom indicador do estado nutricional, enquanto os níveis de fósforo e magnésio refletem diretamente o estado nutricional com relação a estes minerais (GONZÁLEZ, 2018).

As exigências de cálcio aumentam consideravelmente no início da lactação, pois sua concentração no colostro é quase duas vezes superior às do leite. Logo após o parto, uma vaca produzindo cerca de 10 kg de colostro, irá eliminar cerca de 23 g de Ca em uma única ordenha. Isso equivale de oito a dez vezes a quantidade total de cálcio sanguíneo em uma vaca de 600 kg (SANTOS, 1998).

Além das exigências para lactação, ainda há perdas fecais e urinárias desse mineral, somente é possível manter o fluxo de Ca do líquido extracelular (70-90 g/dia) através de uma maior eficiência na absorção intestinal ou através do aumento da mobilização óssea (CORBELLINI, 1998). A função desse importante mineral é a formação dos ossos, contrações musculares, transmissão nervosa, fatores de coagulação e participa na regulação da ação de vários hormônios como segundo mensageiro (KANEKO et al., 2008).

Segundo Goff (2008) a concentração plasmática de Ca é normalmente mantida acima de 8,0-10,4 mg/dL. Em razão das altas demandas de cálcio pela glândula mamária, praticamente todas as vacas leiteiras passam por uma hipocalcemia subclínica no início de lactação, apresentando valores inferiores a 7,5 mg/dL nas primeiras 24 h após o parto (RADOSTITS et al., 2007).

A hipocalcemia após o parto tem correlação com a idade, tornando-se marcante a partir da 3ª lactação. A ocorrência na 1ª lactação é incomum (CURTIS et al., 1983). Esse aumento no risco de sofrer hipocalcemia é associado com a diminuição da capacidade para

mobilizar cálcio dos ossos e possivelmente uma redução do número de receptores de 1,25-dihidroxi-colecalciferol no intestino (RADOSTITS et al., 2007).

3.13 FÓSFORO

O fósforo (P) é o segundo mineral mais encontrado no organismo do animal, está presente em combinações orgânicas dentro das células, mas o interesse principal no perfil metabólico reside no fósforo inorgânico presente no plasma (RADOSTITS et al., 2007).

O fósforo no corpo de um mamífero está presente predominantemente (90%) na matriz mineralizada do osso. O restante está predominantemente no meio intracelular e em tecidos moles. O fosfato é o principal ânion intracelular, que participa na formação de fosfolipídios, ácidos nucleicos, fosfoproteínas e ATP, e desempenha papel fundamental em muitos processos como no metabolismo energético, na contração muscular e na integridade do esqueleto. Pode ocorrer rápida troca entre os meios intracelular e extracelular, o que pode mudar drasticamente as concentrações de fosfato no sangue (BOUDA et al., 2000).

A manutenção dos níveis de P no sangue é realizada pelos mesmos fatores que promovem a assimilação do Ca. Porém, na interpretação do perfil os dois minerais indicam diferentes problemas. Os níveis de P são particularmente variáveis no ruminante em função da grande quantidade que se recicla via saliva e sua absorção no rúmen e intestino. A interrupção do ciclo leva a hipofosfatemia. Normalmente a perda de P nas secreções digestivas no bovino chega a 10 g/dia. Por outro lado, o P no rúmen é necessário para a normal atividade da microflora e, portanto, para a normal digestão (GONZÁLEZ, 2018).

Frequentemente a deficiência de fósforo acomete animais em pastagem e que estão no período seco, podendo acontecer por causas primárias, ou por deficiência de vitamina D ou ainda, por excesso de cálcio na dieta (BOUDA et al., 2000). De acordo com Wittwer (2000) os níveis séricos de fósforo inorgânico normais para ruminantes são de 4,4 mg/dL a 7,7 mg/dL, valores estes que descrevem a normofosfatemia encontrada nas avaliações pós-parto de seu estudo.

Deficiência de fósforo não tem efeitos imediatos, como é o caso do Ca, porém a longo prazo podem causar crescimento retardado, osteoporose progressiva, infertilidade e baixa produção. A deficiência severa de fósforo manifestada por níveis sanguíneos de < 3,0 mg/dL leva a depravação do apetite (GONZÁLEZ, 2018).

A hipofosfatemia é observada em dietas deficientes em P, mais comumente em solos deficientes em fósforo, principalmente durante o outono/inverno e em vacas de alta produção. Geralmente, as pastagens são abundantes em Ca e deficientes em P, acontecendo uma relativa deficiência de P e um excesso de Ca (TOKARNIA et al., 2010; LANA, 2005). Porém, os ruminantes estão bem adaptados para compensar altas relações Ca:P (até mais de 3:1). Por outro lado, o excesso de suplementação com Ca e P podem causar diminuição da absorção intestinal de outros minerais, tais como Mg, Zn, Mn e Cu (GONZÁLEZ, 2018).

O fósforo é o mineral mais importante na formulação de dietas para o gado leiteiro. O plasma sanguíneo de um bovino de 600 kg contém cerca de 1,1 g de fósforo total e varia a concentração em média de 4 a 8 mg/dL. Em um quilograma de leite há cerca de 1 g de fósforo. Consequentemente, a ingestão desse mineral deve ser contínua para satisfazer as necessidades da vaca em produção. O fósforo tem função chave no metabolismo energético, sendo também um componente essencial para o sistema tampão nos fluidos corporais (NRC, 2001).

3.14 MAGNÉSIO

O Magnésio (Mg) é constitui cerca de 30-35% da fração mineral do osso, além de estar presente no líquido intracelular de todos os tecidos moles (GONZÁLEZ, 2018). O requerimento de Mg é geralmente atendido uma vez que este elemento é abundante na maioria dos alimentos. O magnésio é bem distribuído entre os diferentes tecidos das plantas e animais. Ele está envolvido no metabolismo de carboidratos e lipídios, atuando como catalisador de vários sistemas enzimáticos, sendo requerido nos processos de oxidação celular e exerce grande influência na atividade neuromuscular (CONRAD et al., 1985).

Não existe um controle homeostático rigoroso do magnésio (Mg) e, portanto, sua concentração sanguínea reflete diretamente o nível da dieta. O controle renal de Mg está mais direcionado para prevenir a hipermagnesemia, mediante a excreção do excesso de Mg pela urina. Diante de uma deficiência de Mg, seus níveis na urina caem a praticamente zero (KANEKO et al., 2008).

A hipomagnesemia tem sérias consequências para os ruminantes podendo levar até a morte, enquanto a hipermagnesemia não causa maior transtorno. A hipomagnesemia ou a tetania hipomagnesêmica constitui uma doença da produção, geralmente causada pela baixa ingestão de Mg na dieta. A hipomagnesemia pode causar, além da tetania, hiperexcitabilidade,

retenção de placenta, bem como anormalidade da digestão ruminal e diminuição da produção de leite (BASTOS ; RIBEIRO 1998). Wittwer (2000) afirma que a deficiência de magnésio se manifesta a partir de níveis abaixo de 1,82 mg/dL.

O Mg está mais disponível em forragens secas e em concentrados (10-40%) do que em pastos frescos (5-33%). Pastagens jovens com altos níveis de proteína e K inibem a absorção de Mg. O nível de Mg no perfil metabólico (valor de referência: 2,0-3,0 mg/dL), pode indicar estados subclínicos antes de surgir o problema sendo especialmente útil antes do parto para evitar problemas de tetania no pós-parto, geralmente complicados com febre de leite. Configura-se hipomagnesemia em ruminantes com níveis de Mg abaixo de 1,75 mg/dL, aparecendo sinais clínicos com concentrações abaixo de 1,0 mg/dL (GONZÁLEZ, 2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi protocolado sob o CEUA nº 7537181019 e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ).

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram selecionadas 10 primíparas e 10 pluríparas recém-paridas, totalizando 20 animais na composição do estudo.

O período experimental foi de 63 dias pós-parto. As coletas das amostras foram realizadas nas primeiras 24 horas após o parto (D0), três dias após o parto (D3) e posteriormente uma vez por semana, sete dias após o parto (D7), 14 dias após o parto (D14), 21 dias após o parto (D21), 28 dias após o parto (D28), 42 dias após o parto (D42) e por fim, 63 dias após o parto (D63). As coletas foram blocadas, ou seja, realizadas uma vez na semana em um dia comum ao manejo da propriedade a fim de facilitar o manejo da fazenda e execução do projeto.

4.2 COLETA E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

O sangue foi coletado por venopunção da veia coccígea média, utilizando-se sistema a vácuo, em tubo siliconizado com EDTA tripotássico na proporção de 1,5 mg/mL de sangue (capacidade para 5 mL), posteriormente a amostra foi mantida em gelo reciclado até o momento do processamento, onde foi separado o soro sanguíneo e mantido em microtubos a -20°C, até o momento da análise laboratorial. Então foram avaliadas as seguintes concentrações: Beta-hidroxibutirato (β -HBO), Ácido graxo não esterificado (AGNE), Albumina, Ureia, Proteína total, Creatinina, Triglicerídeo, Lipoproteínas de alta densidade (HDL), Cálcio, Fósforo e Magnésio.

A análise foi realizada em analisador automático multicanal ChemWell®, previamente calibrado (Calibra H), aferido com soro controle (Qualitrol 1®) à temperatura de 37°C. Para a determinação das concentrações séricas de BHBA foi utilizado o método cinético enzimático, e para AGNE o colorimétrico, em ambos utilizou-se kits comerciais da marca Randox®

(Randox Laboratories Ltd), para as demais análises foram utilizados kits bioquímicos da marca Labtest®. Em todas as análises, os procedimentos foram realizados de acordo com as recomendações do fabricante.

4.3 MANEJO DOS ANIMAIS

Todas as categorias animais são manejadas em sistema de pastejo rotacionado com adubações de manutenção periódicas para manter a taxa de lotação planejada e sempre observando a altura de entrada da forrageira e a altura ideal após o tempo de ocupação durante o período das águas.

4.3.1 Vacas secas gestantes

Esta categoria é manejada em pastagem de capim *Urochloa decumbens*, em condições de manejo com lotação rotacionada. As vacas secas (120 dias entre a secagem e o parto) são manejadas em condições de pastagem durante o período das águas, recebendo mistura mineral à vontade, não sendo fornecida suplementação concentrada, pois a recuperação das reservas corporais é possibilitada apenas com a utilização da pastagem que permite ganhos de peso de 0,7 kg/dia. Na época da estiagem as vacas secas são suplementadas com concentrado (2,0 kg/vaca/dia), 40 dias antes do parto.

4.3.2 Vacas em lactação

As vacas em lactação são manejadas em pastagem de capim *Urochloa brizantha* e em lotação rotacionada. Durante o período das águas, além do sal mineral, as vacas só recebem suplementação concentrada se tiverem com produção de leite entre 10-18 kg/dia, sendo fornecido 1 kg de concentrado para cada 6 kg de leite produzido; as vacas que produzem acima de 18 kg/dia recebem suplementação de 1 kg de concentrado para cada 4 kg de leite produzido. Durante o período da seca, as vacas em lactação são suplementadas com silagem de milho e mistura mineral à vontade. Normalmente, é observado consumo de silagem de 32 kg de matéria verde/vaca/dia (10,8 kg de MS/ vaca/dia). Nessa época, o concentrado é utilizado na proporção de 1 kg de concentrado para cada 3,8 kg de leite produzido.

Imediatamente após o parto, as vacas recebem quantidade de concentrado compatível com o lote de maior produção, até os 40 dias de lactação. Esse manejo visa diminuir a perda de peso logo após o parto e proporciona período de serviço mais curto, permitindo que a vaca expresse seu potencial produtivo. Pois após o parto, o consumo é baixo e a utilização de dieta de melhor qualidade possibilita melhores resultados.

Independentemente da época do ano, o lote de primíparas recebe 1 kg de concentrado adicional à quantidade fornecida para o lote de vacas pluríparas, pois suas exigências nutricionais são maiores. Essa prática tem como objetivos identificar o potencial produtivo das novilhas de primeira cria, manter o seu desenvolvimento e promover o rápido retorno ao cio pós-parto.

O sistema de ordenha é canalizado, é realizada com a presença do bezerro, para estimular a descida do leite. Na rotina, após a retirada dos equipamentos, durante 10 minutos, o bezerro permanece mamando o leite residual. Com essa prática, não é necessária a utilização de solução desinfetante nos tetos pós-ordenha.

4.3.3 Produtividade do rebanho

As primíparas tem idade ao primeiro parto de 38 meses, 390 kg de peso vivo (PV) ao parto, com persistência de lactação de 261 dias produzindo no total 2.712 kg de leite, sendo 10,4 kg de leite/dia e possuem intervalo entre partos de 14,7 meses. Enquanto as pluríparas têm 460 kg de PV ao parto, 3.440 kg de leite em 282 dias de lactação, sendo 12,1 kg de leite/dia e intervalo entre partos de 13,6 meses.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. As análises estatísticas foram realizadas utilizando análise de variância com medidas repetidas no tempo, com teste de Tukey para comparar médias. Em todas as análises, $P < 0,05$ foi definido como sendo estatisticamente significativo.

5 RESULTADOS

Nesse estudo, estruturaram-se resultados e discussão por partes correspondentes aos perfis metabólicos. Assim a mensuração de β -HBO, AGNE, Triglicerídeos e HDL foram realizadas para estimar o comportamento do metabolismo energético, enquanto Albumina, Ureia, Proteína total e Creatinina, estimaram o metabolismo proteico e para o metabolismo mineral mensurou-se Cálcio, Fósforo e Magnésio.

5.1 Metabolismo energético

A avaliação dos metabólitos β -HBO e AGNE são suficientes como ferramentas clínicas para mensuração do *status* nutricional e da adaptação de vacas leiteiras ao BEN durante o período periparto (CHUNG et al., 2008). Os triglicerídeos podem ser hidrolisados resultando na produção de AGNE e glicerol (CONTRERAS; SORDILLO, 2011) e HDL tem como principal função o transporte de fosfolipídeos e ésteres de colesterol provindos dos tecidos periféricos para o fígado para serem excretados (GONZÁLEZ, 2000). Sendo assim, esses metabólitos se encontram em algum ponto comum da dinâmica energética dos ruminantes.

Na tabela 1 pode-se observar a distribuição dos teores encontrados de β -HBO em vacas primíparas e múltíparas.

Tabela 1: Médias dos teores de β -HBO (mmol/L) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e múltíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Múltíparas
D0	1,06 $\pm$ 0,82 ^{ab}	1,19 $\pm$ 0,94 ^{ab}
D3	1,79 $\pm$ 1,64 ^a	2,15 $\pm$ 1,04 ^a
D7	1,43 $\pm$ 0,82 ^{ab}	1,47 $\pm$ 0,75 ^{ab}
D14	0,99 $\pm$ 1,35 ^{ab}	1,26 $\pm$ 1,04 ^{ab}
D21	0,93 $\pm$ 1,04 ^{ab}	1,07 $\pm$ 0,88 ^b
D28	0,92 $\pm$ 1,04 ^{ab}	1,22 $\pm$ 0,94 ^{ab}
D42	1,12 $\pm$ 0,75 ^{ab}	1,15 $\pm$ 0,82 ^b
D63	0,49 $\pm$ 1,04 ^b	0,75 $\pm$ 1,51 ^b

Fonte: SILVA, (2019)

a, b: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente.

Houve uma elevação significativa do D0 para o D3 e na sequência, uma queda constante até o D42 e ao D63 nas primíparas reduziu de forma a apresentar-se diferente estatisticamente dos demais dias.

Ao examinar os dados no gráfico abaixo (gráfico 1) é possível inferir que o período mais marcante ocorre no D3 onde há um considerável aumento nos teores de β -HBO tanto em primíparas quanto em multíparas ao final do período experimental onde há uma queda considerável.

Fonte: SILVA, (2019)

Na tabela 2 é possível observar o padrão de distribuição dos AGNE onde as alterações se concentram no período inicial da lactação, do D0 até o D14, principalmente em primíparas. A partir do D21 mantem-se um padrão, voltando a diminuir só no D63.

Tabela 2: Médias dos teores de AGNE (mEq/L) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Multíparas
D0	0,52 $\pm$ 0,22 ^{bc}	0,69 $\pm$ 0,25 ^{ab}
D3	0,47 $\pm$ 0,47 ^c	0,59 $\pm$ 0,31 ^b
D7	0,68 $\pm$ 0,22 ^{ac}	0,77 $\pm$ 0,22 ^{ab}
D14	0,89 $\pm$ 0,37 ^a	0,69 $\pm$ 0,28 ^{ab}
D21	0,78 $\pm$ 0,28 ^a	0,83 $\pm$ 0,25 ^{ab}
D28	0,75 $\pm$ 0,28 ^{ab}	0,87 $\pm$ 0,25 ^a
D42	0,85 $\pm$ 0,22 ^a	0,82 $\pm$ 0,22 ^{ab}
D63	0,66 $\pm$ 0,28 ^{ac}	0,69 $\pm$ 0,22 ^{ab}

Fonte: SILVA, (2019)

a, b, c: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente

Com o gráfico 2 é perceptível um comportamento anormal dos teores de AGNE se comparado com a literatura e com os teores de β -HBO apresentados anteriormente.

Gráfico 2: Comportamento dos valores de AGNE expressados na tabela 2

Fonte: SILVA, (2019).

Os triglicerídeos expressam uma alta na concentração até o D7 e a partir de então a diferença ocorre no dia D14 com uma queda acentuada e se mantém até o dia D63 (tabela 3). É perceptível a diferença entre a intensidade da queda dos teores em ambos os grupos.

Tabela 3: Médias dos teores de Triglicerídeos (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e múltíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Múltíparas
D0	21,94 $\pm$ 6,06 ^b	27,13 $\pm$ 6,06 ^a
D3	27,59 $\pm$ 7,80 ^a	26,34 $\pm$ 6,69 ^a
D7	20,57 $\pm$ 5,84 ^b	23,25 $\pm$ 5,65 ^{ab}
D14	13,74 $\pm$ 7,64 ^c	22,99 $\pm$ 6,35 ^{ac}
D21	13,85 $\pm$ 6,69 ^c	19,95 $\pm$ 6,06 ^{bcd}
D28	13,32 $\pm$ 6,06 ^c	18,03 $\pm$ 6,06 ^{cd}
D42	14,40 $\pm$ 5,49 ^c	16,05 $\pm$ 5,65 ^d
D63	17,79 $\pm$ 5,84 ^{bc}	16,61 $\pm$ 6,35 ^d

Fonte: SILVA, (2019)

a, b, c, d: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente

No gráfico 3 nota-se que a queda nos teores de triglicerídeos na primíparas foi mais brusca, enquanto que nas múltíparas houve uma queda foi gradual.

Gráfico 3: Comportamento dos valores de Triglicerídeos expressados na tabela 3

Fonte: SILVA, (2019)

O HDL tem um leve declínio do D0 para o D3 sem diferença estatística, em seguida os teores se elevam ultrapassando os valores obtidos no dia do parto e esse padrão persiste até o D63 (gráfico 4) evidenciando um comportamento isolado em cada um dos momentos dosados (tabela 4).

Tabela 4: Médias dos teores de HDL (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Multíparas
D0	117,60 $\pm$ 41,14 ^c	93,16 $\pm$ 42,75 ^{de}
D3	110,42 $\pm$ 51,69 ^c	92,03 $\pm$ 42,72 ^e
D7	138,29 $\pm$ 39,72 ^{bc}	93,75 $\pm$ 38,58 ^{de}
D14	137,27 $\pm$ 51,95 ^{bc}	122,17 $\pm$ 44,84 ^{ce}
D21	150,30 $\pm$ 41,14 ^b	125,49 $\pm$ 39,68 ^{cd}
D28	150,46 $\pm$ 47,90 ^b	142,05 $\pm$ 42,72 ^{bc}
D42	195,33 $\pm$ 37,66 ^a	166,00 $\pm$ 38,55 ^{ab}
D63	221,44 $\pm$ 41,11 ^a	188,93 $\pm$ 41,04 ^a

Fonte: SILVA, (2019)

a, b, c, d, e: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente

No gráfico abaixo (gráfico 4) o padrão crescente dos teores de HDL são claramente visualizados.

Gráfico 4: Comportamento dos valores de HDL expressados na tabela 4

Fonte: SILVA, (2019)

5.2 Metabolismo Proteico

No metabolismo proteico, além de avaliar o status nutricional proteico é possível verificar a funcionalidade hepática. A exemplo disso, temos a ureia e albumina, ambas são sintetizadas no fígado, esta última por sua vez, contribui com 80% da osmolaridade do plasma sanguíneo, constituindo também uma importante reserva proteica e transportador de ácidos graxos livres, aminoácidos, cálcio, hormônios e bilirrubina. Tem também uma importante função na regulação do pH sanguíneo, atuando como ânion (CUNINGHAM, 2006).

Na tabela 5 observa-se que a média dos teores de albumina tem um perfil decrescente tanto em primíparas, quanto em multíparas. Em multíparas, nenhuma diferença estatística foi encontrada, já no grupo das primíparas, o D7 diferiu do D21, D28 e D63.

Tabela 5: Médias dos teores de Albumina (g/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Multíparas
D0	4,00 $\pm$ 0,44 ^{ab}	4,06 $\pm$ 0,44 ^a
D3	3,88 $\pm$ 0,66 ^{ab}	3,92 $\pm$ 0,47 ^a
D7	4,06 $\pm$ 0,44 ^a	3,89 $\pm$ 0,41 ^a
D14	3,75 $\pm$ 0,60 ^{ab}	3,74 $\pm$ 0,44 ^a
D21	3,62 $\pm$ 0,47 ^{bc}	3,86 $\pm$ 0,44 ^a
D28	3,33 $\pm$ 0,53 ^c	3,69 $\pm$ 0,44 ^a
D42	3,71 $\pm$ 0,37 ^{ac}	3,66 $\pm$ 0,37 ^a
D63	3,59 $\pm$ 0,41 ^{bc}	3,68 $\pm$ 0,44 ^a

Fonte: SILVA, (2019)

a, b, c: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente

No gráfico abaixo (gráfico 5) observa-se que a média dos teores de albumina tem um perfil decrescente tanto em primíparas, quanto em multíparas.

Gráfico 5: Comportamento dos valores de Albumina expressados na tabela 5

Fonte: SILVA, (2019)

Na tabela 6 os teores de Ureia em multíparas só apresentam diferenças estatisticamente significativas no D0 para o D42 ao D63. Enquanto nas primíparas, as diferenças se concentram no D3 até o D42.

Tabela 6: Médias dos teores de Uréia (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Multíparas
D0	29,41 $\pm$ 8,24 ^{ab}	30,98 $\pm$ 10,14 ^a
D3	32,38 $\pm$ 12,70 ^a	23,94 $\pm$ 10,23 ^{ab}
D7	17,53 $\pm$ 9,38 ^c	23,77 $\pm$ 7,80 ^{ab}
D14	20,40 $\pm$ 15,38 ^c	29,87 $\pm$ 15,35 ^{ab}
D21	21,27 $\pm$ 15,32 ^c	23,65 $\pm$ 15,32 ^{ab}
D28	22,86 $\pm$ 12,79 ^{bc}	23,85 $\pm$ 12,73 ^{ab}
D42	23,69 $\pm$ 11,24 ^{bc}	22,71 $\pm$ 12,82 ^b
D63	24,98 $\pm$ 11,24 ^{ac}	22,65 $\pm$ 12,92 ^b

Fonte: SILVA, (2019)

a, b, c: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente

No gráfico abaixo (gráfico 6), observa-se que o padrão dos teores de Ureia foi mais flutuante no grupo de primíparas.

Fonte: SILVA, (2019)

Na tabela 7, os teores de Proteína total apresentaram diferença apenas no D28 do grupo das primíparas e não demonstraram diferença estatística em multíparas.

Tabela 7: Médias dos teores de Proteína total (g/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Múltiparas
D0	7,76 $\pm$ 1,29 ^a	7,95 $\pm$ 1,35 ^a
D3	7,06 $\pm$ 1,73 ^a	7,72 $\pm$ 1,58 ^a
D7	7,88 $\pm$ 1,45 ^a	7,38 $\pm$ 1,23 ^a
D14	7,08 $\pm$ 2,02 ^a	7,13 $\pm$ 1,35 ^a
D21	7,01 $\pm$ 1,35 ^a	7,18 $\pm$ 1,35 ^a
D28	5,56 $\pm$ 1,73 ^b	6,78 $\pm$ 1,45 ^a
D42	7,89 $\pm$ 1,16 ^a	7,37 $\pm$ 1,29 ^a
D63	6,74 $\pm$ 1,35 ^{ab}	7,04 $\pm$ 1,35 ^a

Fonte: SILVA, (2019)

a, b: letras coincidentes na mesma coluna, diferem não estatisticamente

No gráfico abaixo (gráfico 7) observa-se que a diferença estatística expressada no D28 do grupo das primíparas é nítida visivelmente.

Fonte: SILVA, (2019)

Na tabela 8, os teores de Creatinina só apresentam diferenças do D0 ao D3 com teores mais elevados para o D14 que expressa o menor teor mensurado, diferindo também do D63 no grupo das primíparas. No grupo das multíparas a diferença se concentrou entre o D0 e D14 ao D28.

Tabela 8: Médias dos teores de Creatinina (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Multíparas
D0	1,37 $\pm$ 0,41 ^a	1,77 $\pm$ 0,44 ^a
D3	1,30 $\pm$ 0,56 ^a	1,62 $\pm$ 0,44 ^{ab}
D7	1,26 $\pm$ 0,41 ^{ab}	1,60 $\pm$ 0,41 ^{ab}
D14	0,99 $\pm$ 0,56 ^b	1,32 $\pm$ 0,44 ^b
D21	1,16 $\pm$ 0,44 ^{ab}	1,36 $\pm$ 0,41 ^b
D28	1,11 $\pm$ 0,44 ^{ab}	1,39 $\pm$ 0,41 ^b
D42	1,14 $\pm$ 0,37 ^{ab}	1,47 $\pm$ 0,41 ^{ab}
D63	1,39 $\pm$ 0,41 ^a	1,61 $\pm$ 0,44 ^{ab}

Fonte: SILVA, (2019)

a, b: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente

Na observação dos teores de creatinina é possível inferir que ela decresce no dia 14 e volta a subir no dia D63 (gráfico 8).

Fonte: SILVA, (2019)

5.3 Metabolismo Mineral

A mensuração de metabólitos minerais em ruminantes é fundamental para conhecimento do status desse metabolismo, pois as deficiências minerais acometem em grande quantidade, animais de produção, os quais consomem dietas que muitas vezes não satisfazem às suas necessidades. Estas deficiências podem ocorrer em diversos graus, desde severas, com perturbações mais ou menos características, até leves, com sintomas não específicos, como desenvolvimento lento, problemas de fertilidade, baixo rendimento da carcaça e pouca produção de leite (TOKARNIA et al., 2000).

Na abaixo (tabela 9) as diferenças estatísticas ocorrem apenas no grupo das multíparas onde o D21 tem um pico, se diferenciando principalmente de D7, D14 e D28.

Tabela 9: Médias dos teores de Cálcio (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Multíparas
D0	10,01 $\pm$ 2,27 ^a	9,36 $\pm$ 2,33 ^{ab}
D3	9,59 $\pm$ 2,87 ^a	9,26 $\pm$ 2,62 ^{ab}
D7	9,30 $\pm$ 2,18 ^a	8,83 $\pm$ 2,08 ^b
D14	8,91 $\pm$ 2,90 ^a	8,74 $\pm$ 2,33 ^b
D21	9,20 $\pm$ 2,37 ^a	10,73 $\pm$ 2,24 ^a
D28	8,42 $\pm$ 2,65 ^a	8,80 $\pm$ 2,24 ^b
D42	8,65 $\pm$ 2,11 ^a	9,70 $\pm$ 2,08 ^{ab}
D63	9,08 $\pm$ 2,65 ^a	9,85 $\pm$ 2,24 ^{ab}

Fonte: SILVA, (2019)

a, b: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente

De acordo com o gráfico 9 as diferenças são observadas apenas no grupo das multíparas.

Gráfico 9: Comportamento dos valores de Cálcio expressados na tabela 9

Fonte: SILVA, (2019)

Na tabela 10 os teores de fósforo, em primíparas a diferença é observada do dia D21 para o D28 e nas multíparas a diferença ocorre no estágio inicial da lactação, no D0 ao D3 com maiores flutuações entre os tempos.

Tabela 10: Médias dos teores de Fósforo (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Multíparas
D0	7,36 $\pm$ 3,00 ^{ab}	6,05 $\pm$ 2,55 ^b
D3	7,54 $\pm$ 3,79 ^{ab}	8,62 $\pm$ 3,25 ^a
D7	6,12 $\pm$ 3,79 ^{bc}	7,45 $\pm$ 2,71 ^{ab}
D14	7,46 $\pm$ 4,58 ^{ab}	6,58 $\pm$ 2,93 ^{ab}
D21	8,72 $\pm$ 3,32 ^a	7,35 $\pm$ 2,74 ^{ab}
D28	4,73 $\pm$ 3,79 ^c	8,08 $\pm$ 2,55 ^{ab}
D42	6,58 $\pm$ 2,78 ^{ac}	6,71 $\pm$ 2,43 ^{ab}
D63	5,92 $\pm$ 3,03 ^{bc}	6,73 $\pm$ 2,55 ^{ab}

Fonte: SILVA, (2019)

a, b, c: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente

No gráfico 10 é observável uma flutuação entre os tempos mensurados, com ênfase no D21 para o D28 do grupo das primíparas.

Fonte: SILVA, (2019)

Na tabela 11 não se observa diferença nos teores de Magnésio no grupo das multíparas, enquanto o grupo da primíparas apresenta diferenças em diversos períodos. No D0 os teores de Magnésio são mantidos até o D3, sofrendo queda considerável estatisticamente no D7 que persistiu até o D28 e a partir de então volta a subir em quantidades discretas.

Tabela 11: Médias dos teores de Magnésio (mg/dL) (média $\pm$ Desvio padrão) em vacas primíparas e multíparas nos diferentes momentos pós-parto.

Tempos de coleta	Animais	
	Primíparas	Multíparas
D0	3,97 $\pm$ 0,88 ^a	2,91 $\pm$ 0,91 ^a
D3	3,96 $\pm$ 1,13 ^a	3,63 $\pm$ 0,98 ^a
D7	2,92 $\pm$ 1,13 ^c	3,17 $\pm$ 0,85 ^a
D14	3,83 $\pm$ 1,54 ^{ab}	3,16 $\pm$ 0,98 ^a
D21	2,95 $\pm$ 1,04 ^c	3,22 $\pm$ 1,04 ^a
D28	2,78 $\pm$ 1,04 ^c	3,34 $\pm$ 0,91 ^a
D42	3,19 $\pm$ 0,91 ^{bc}	3,33 $\pm$ 0,82 ^a
D63	3,11 $\pm$ 0,98 ^{bc}	3,37 $\pm$ 0,91 ^a

Fonte: SILVA, (2019)

a, b, c: letras coincidentes na mesma coluna, não diferem estatisticamente

No gráfico 11 a flutuação nos teores de Magnésio é mais evidentes no grupo das primíparas e as multíparas tem o comportamento desses teores, mais estáveis, inclusive sem diferenças estatísticas.

Gráfico 11: Comportamento dos valores de Magnésio expressados na tabela 11

Fonte: SILVA, (2019)

6 DISCUSSÃO

6.1 Metabolismo Energético

Ao examinar os dados de β -HBO (tabela 1 e gráfico 1) é possível inferir que o período mais marcante ocorre no D3 onde há um considerável aumento nos teores de β -HBO tanto em primíparas quanto em multíparas, coincidindo com a citação de outros autores (GRUMMER, 1993; CONTRERAS et al., 2010). Grummer (1993) relata que vacas no início da lactação apresentam concentrações de β -HBO plasmático acima de 0,096 mmol/L, indicando que estes animais se encontram em balanço energético negativo. Entretanto, o nível limiar de β -HBO para separar animais normais e cetóticos é tema de controvérsia, com parte dos autores considerando 0,12 mmol/L e boa parte deles 0,14 mmol/L (SANTOS, 1998).

Os resultados aqui encontrados corroboram com as observações de Contreras et al. (2010), sobre as máximas concentrações de AGNE e β -HBO na primeira semana após o parto. O aumento do β -HBO é esperado como parte da resposta metabólica ao aumento na exigência energética para produção leiteira e no BEN e se deve à mobilização de triglicerídeos do tecido adiposo (VÁSQUEZ-AÑON et al. 1994, CONTRERAS, 2000; WITTEWER, 2000).

Corrêa et al. (2010) explica que no início da lactação há uma redução fisiológica da ingestão de matéria seca e aumento da demanda de glicose para a produção de leite. Nesta situação desencadeia o BEN e ocorre estímulo para a mobilização de reservas corporais, com a ativação da lipólise. São esperados valores elevados de AGNE e corpos cetônicos, especialmente o β -HBO no sangue.

Pogliani (2006) verificou em seu estudo que a partir dos três meses de idade os teores séricos de β -HBO deixaram de sofrer influência dos fatores etários sem a observação de diferença estatística entre os valores mensurados. Embora o estudo tenha sido realizado com animais da raça Holandesa, as condições de criação se aproximam das condições dos animais empregados neste estudo.

Por outro lado, ele observou que o mesmo não ocorre com outras variáveis como, por exemplo, influência da gestação e do puerpério, pois nos dois momentos foram verificadas diferenças estatísticas significantes entre os pares de médias. As fêmeas com até 30 dias de puerpério ($4,75 \pm 2,12$ mg/dL) os valores médios da concentração sérica de β -HBO foram estatisticamente maiores do que os encontrados para os grupos de fêmeas de outras categorias (POGLIANI, 2006).

De acordo com alguns autores (SANTOS, 1998; SOUZA, 2005), os valores comportam-se de maneiras distintas em relação ao puerpério, não necessitando assim de valores de referência específicos. No entanto, considera-se ideal que esteja dentro de um intervalo, ou seja, entre 3,37 e 6,2 mg/dL (POGLIANI, 2006).

Campos et al. (2005) relataram que os maiores valores de β -HBO ocorreram na oitava semana, concordando com o pico da lactação dos animais estudados. Em condições tropicais na Colômbia com diversos grupos raciais o valor médio de β -HBO foi significativamente maior ($1,1 \pm 0,6$ mmol/L) em animais da raça girolando (CAMPOS et al., 2007).

Santos (1998), estudando vacas holandesas em fazendas no estado de São Paulo encontrou uma tendência de efeito do período de lactação e variação significativa entre as fazendas estudadas sobre a concentração plasmática de β -HBO, inferindo que a alimentação de vacas leiteiras no período de transição, afeta profundamente a magnitude do balanço energético, e conseqüentemente a concentração de β -HBO.

De acordo com as premissas de Kaneko et al. (2008) animais que apresentam teores acima de 1 mmol/L, já estariam com um quadro clínico de acetonemia, ou seja, fora da normalidade. Contudo, alguns autores concordam que os valores médios de β -HBO sejam crescentes nas primeiras semanas (DUFFIELD, 2000; AERBERHARD et al., 2001;

BUSATO et al., 2002; PICKETT et al., 2003; CAMPOS et al., 2005), com declínio posterior (AERBERHARD et al., 2001; BUSATO et al., 2002; CAMPOS et al., 2005). Ocorre que os corpos cetônicos têm importante papel metabólico como poupador de glicose em ruminantes, por fornecerem acetil-CoA para ser oxidado pelos tecidos periféricos, uma vez que a glândula mamária utiliza o β -HBO para síntese de gordura do leite (GONZÁLEZ, 2000), justificando-se, dessa forma, os maiores valores séricos no período de maior produção de leite.

Assim sendo, considerar-se-á que os animais do presente estudo apresentam um quadro de acetonemia principalmente no início da lactação e que os teores só entram em uma faixa considerada normal no D63. Como não se trata de animais de alta produção, os resultados sugerem que estes animais não consumiam energia suficiente para manutenção de seu metabolismo.

Ao avaliar a tabela 2 e o gráfico 2 é possível observar que as alterações se concentram também no período inicial da lactação. Como a função primordial dos AGNE é ser fonte de energia alternativa para os tecidos e esse metabólito tende a seguir o mesmo padrão de distribuição do β -HBO, uma vez que esse corpo cetônico se deriva do metabolismo de AGNE (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

Varman e Schultz (1968) observaram que os teores de colesterol diminuía e os teores de triglicérides aumentavam durante o período seco da lactação enquanto os teores de glicose, corpos cetônicos e AGNE eram semelhantes aos obtidos em vacas que se encontravam na fase final de lactação. Ao compararem os resultados obtidos no início da lactação com aqueles obtidos no período seco da lactação, os referidos autores observaram que os valores médios de AGNE, de glicose e de corpos cetônicos eram maiores e os teores de triglicérides eram menores no início da lactação, enquanto os teores de ésteres de colesterol eram semelhantes aos valores encontrados para vacas que estavam no período seco da lactação.

Para Grimoldi (1988) os teores séricos máximos de AGNE são observados ao final do primeiro mês após o parto, momento este quando a produção láctea das vacas atinge o seu ápice, o que não coincidiu com os nossos resultados, talvez por se tratar de um perfil de produção menor, que por tal motivo, o metabolismo não sofria alterações tão severas.

Costa (1991) verificou que a gestação não influenciou nos valores de AGNE, porém, nos primeiros 30 dias pós-parto houve um aumento nos valores séricos deste constituinte do lipidograma. Souza (2005) constatou em sua pesquisa que os teores séricos de AGNE

diminuíram gradativamente com a evolução do puerpério, verificou ainda, que o puerpério e a fase pós puerperal não influenciaram os teores séricos de β -HBO e plasmáticos da glicose.

Pogliani (2006) observou durante todo o período estudado que os teores séricos de AGNE oscilaram entre $139,23 \pm 102,42$ e $238,57 \pm 165,05$ $\mu\text{M/L}$ sem que qualquer diferença estatística entre os pares de média pudesse ser observada, mas também evidenciou que os teores séricos AGNE, sofreram influência da gestação e do puerpério, pois os valores encontrados para esta variável no grupo de fêmeas com seis a nove meses de gestação ($271,25 \pm 144,99$ $\mu\text{M/L}$) e no grupo de fêmeas recém-paridas, com até 30 dias de puerpério ($394,18 \pm 236,83$ $\mu\text{M/L}$), foram significativamente maiores daqueles observados em vacas não prenhes ($190,13 \pm 130,87$ $\mu\text{M/L}$), fêmeas com até três meses de gestação ($196,56 \pm 131,88$ $\mu\text{M/L}$) e fêmeas com três a seis meses de gestação ($220,39 \pm 83,46$ $\mu\text{M/L}$).

Pogliani (2006) observou que os teores séricos de triglicérides de fêmeas bovinas da raça Holandesa criadas no Estado de São Paulo sofreram influência do puerpério, pois os valores encontrados para esta variável no grupo de fêmeas recém-paridas, com até 30 dias de puerpério, foram significativamente menores ($12,35 \pm 5,70$ mg/dL) daqueles observados em vacas não prenhes ($29,60 \pm 16,32$ mg/dL) e em gestação (entre $29,44 \pm 9,55$ mg/dL e $38,46 \pm 21,64$ mg/dL).

Os níveis séricos de triglicérides máximos são encontrados nas idades mais jovens, sendo que as novilhas púberes, com idades entre 12 e 24 meses apresentam o valor médio mais alto ($31,32 \pm 15,82$ mg/dL). Neste período existem principalmente novilhas e poucas vacas recém paridas, isto é, encontram-se ainda fora da lactação e poucas no início da mesma.

Ao contrário do que encontramos no presente estudo, Emery et al. (1992) constataram que vacas no início da lactação apresentam níveis séricos de triglicérides menores em virtude da utilização de triglicérides do sangue pela glândula mamária e Blum et al. (1983) explica que há uma relação inversa entre lactação e concentração de triglicérides sanguíneos. Embora não tenhamos os dados da lactação nesse período, é perceptível que os níveis de triglicérides, reduziram quando Grimoldi (1988) mencionou ser o período próximo ao pico de lactação, coincidindo com a redução dos níveis sanguíneos de triglicérides. Desse modo, os resultados encontrados na tabela 3 são sugestivos de que a produção leiteira não era o problema para as alterações encontradas no metabolismo de β -HBO e AGNE e agora de triglicérides, reforçando a hipótese de que os animais não recebiam energia suficiente para suprir as demandas.

Diferente disso, Schwalm e Schultz (1976) observaram que no dia do parto, provavelmente devido às alterações hormonais e estresse, foi observado que os teores de triglicérides diminuíram enquanto os teores de AGNE e glicose aumentaram.

Em pesquisa realizada por Marques Júnior et al. (1996) com vacas Holandesas em fase final de gestação e no puerpério, verificou-se que os níveis séricos de triglicerídeos observados duas semanas antes do parto eram maiores do que os valores observados após o parto, sendo que entre a 1ª e a 7ª semana de lactação os níveis séricos de triglicérides variaram entre $9,84 \pm 2,52$ e $16,66 \pm 2,52$ mg/dL, para primíparas e entre $10,36 \pm 2,06$ e $18,83 \pm 2,06$ mg/dL, para pluríparas.

De acordo com Pogliani (2006) os triglicerídeos sofrem influência do fator faixa etária, de forma que quanto menor a idade do animal, maior será a concentração sanguínea. Novilhas com idade entre 12 e 24 meses ($31,32 \pm 15,82$ mg/dL) e vacas com idade entre 24 e 48 meses ($24,49 \pm 17,02$ mg/dL) não apresentaram diferença significativa. Entretanto, com o evoluir da idade, os valores de triglicérides encontrados para vacas pluríparas com idade entre 48 e 72 meses ($19,46 \pm 16,79$ mg/dL) e vacas com mais de 72 meses ($19,02 \pm 11,1$ mg/dL) foram significativamente menores do que os encontrados para vacas com menos do que 48 meses de idade (POGLIANI, 2006). O mesmo não foi observado nesse estudo, uma vez que as multíparas (animais mais velhos) apresentaram teores mais elevado que as primíparas (animais mais jovens).

Costa (1991) avaliou o comportamento dos lipídios sanguíneos em diferentes fases da gestação em 88 bovinos, fêmeas, da raça Holandesa e verificou que os valores médios de colesterol obtidos nas diversas fases da gestação e do puerpério variavam entre 98,2 e 165,3 mg/dL.

Souza (2005) observou em seu estudo que os níveis de colesterol aumentaram gradativamente com a evolução do puerpério, o que coincide com os achados deste trabalho. Varman e Schultz (1968) observaram que os teores de colesterol em vacas lactantes eram semelhantes aos valores encontrados em vacas que estavam no período seco da lactação.

Kaneko et al. (2008) considera que os teores séricos de colesterol adequados para bovinos sadios oscilam entre 80 e 120 mg/dL. Grummer et al. (1988) relata que os valores de colesterol para bovinos sadios eram iguais a 118 mg/dL e segundo Willians (1989) vacas em lactação que recebiam dietas não acrescidas de lipídios apresentam concentrações plasmáticas de colesterol entre 140 e 221 mg/dL.

Se considerarmos os valores obtidos por Willians (1989) os resultados apresentados na tabela 4 estão dentro do padrão, mas se levarmos em consideração o padrão apresentado por Costa (1991) os valores obtidos nesse estudo estariam fora do padrão desse autor no D42 e D63 dos dois grupos estudados. São elencadas três possíveis hipóteses sobre esse alto nível de HDL: a adaptação à lactação mediante aumento da principal apoproteína da HDL; o aumento do uso de VLDL pela glândula mamária, por meio da lipólise de componentes, o que acaba convertendo a VLDL em HDL; ou pelo aumento da síntese hepática de HDL em resposta à lactação (GONZÁLEZ, SILVA 2006).

6.2 Metabolismo Proteico

González e Silva (2006) estipularam como referência os valores de 2,7 - 4,1 g/dL para albumina, coincidindo com os valores encontrados nesse estudo. No entanto, se levarmos em consideração os valores determinados por Kaneko et al. (2008) que são 3,03 – 3,55 g/dL apenas o D28 (3,33 g/dL) das primíparas (tabela 5) se encaixaria na faixa dos teores considerados normais por estes autores.

Payne e Payne (1987) sugeriram que para detectar mudanças significativas na concentração sérica de albumina é necessário o período de um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação desta proteína em ruminantes. Enquanto Contreras (2000) citou que, após o parto as vacas tendem a diminuir a albuminemia, porque a demanda de aminoácidos para a síntese de proteína no leite reduz a síntese de outras proteínas e, por isso, a concentração de albumina diminui na medida em que a lactação avança; e, porque ocorre uma redução da capacidade de síntese no fígado, devido ao acúmulo de gordura que este órgão sofre no início da lactação.

González et al. (1996), suplementando vacas da raça holandesa com aveia e silagem de milho, manejadas em pastagens cultivadas de *Pennisetum purpureum* cv. *Napier* e *Urochloa brizantha* cv. *Marandu*, em período de inverno, relataram como média geral do rebanho com vacas holandesas em início de lactação, $3,00 \pm 0,64$ g/dL para albumina. Enquanto Haida et al. (1996), encontraram em animais com três a quatro meses de lactação o valor médio de $3,19 \pm 0,90$ g/dL para albumina. Souza et al. (2004), trabalhando com gado da raça Holandesa e Jersey, encontraram valores para albumina de $3,08 \pm 0,25$ g/dL e $3,24 \pm 0,28$ g/dL, respectivamente.

Pela maioria dos dados apresentados pelos autores acima citados, os dados apresentados na tabela 5 estariam fora da faixa considerada ideal e embora seja uma condição menos comum, isso pode ser explicado pelo consumo de pastagens de melhor qualidade (WITTWER et al., 1987).

Os teores de Proteínas totais só decresceram de fato no dia D28 e depois sofreram um aumento até o dia 42 (tabela 7). Alguns autores encontraram teores bem próximos aos encontrados nesse estudo (GREGORY, 1995; BARROS FILHO, 1995; SOUZA, 1997; FAGLIARI et al., 1998; OTTO et al., 2000 e JESEK et al., 2006) onde as menores concentrações de proteínas totais foram reveladas pelos animais apresentando valores crescentes, até atingir o pico máximo nos animais com mais de 36 meses de idade $8,20 \pm 1,03\text{g/dL}$.

Segundo Kaneko et al. (2008) espera-se um aumento dos valores da globulina, pois os animais com idade acima de oito meses apresentam um aumento significativo das proteínas séricas totais, devido ao aumento da fração globulina, de modo que os teores de globulinas estarão sempre relacionados com os teores de proteínas totais.

Em consonância com os achados nesse estudo Souza (1997) relatou teores de proteínas totais para bovinos das raças Gir ($7,02 \pm 0,08\text{g/dL}$), Girolanda ($7,38 \pm 0,07\text{g/dL}$) e Holandesa ($7,57 \pm 0,09\text{g/dL}$). Enquanto Barros Filho (1995) relatou menores teores de proteínas totais para bovinos da raça Nelore ($6,79 \pm 0,66\text{g/dL}$). Gregory (1995) também observou teores menores de proteínas totais para bovinos da raça Jersey ($6,72 \pm 0,70\text{g/dL}$). Sendo que os valores de referencia de acordo com Kaneko et al. (2008) que é de 6,74 a 7,46 g/dL.

Considerando os resultados dos autores acima, os valores encontrados nesse estudo (tabela 7) estão razoavelmente acima, o que era o esperado de acordo com o comportamento da albumina que corresponde a cerca de 80% do volume das proteínas totais.

Souza (1997), estudando o perfil metabólico no pico de lactação e após o pico, de vacas da raça holandesa, observou valores séricos de proteínas totais de 8,84 e 8,86 g/dL. Em estudo com vacas da raça holandesa confinadas, com peso vivo de $542 \pm 32,25\text{ kg}$, produção média de 25,0 kg/dia de leite e período médio da lactação, Granda et al. (2009) relataram valores médios para proteínas totais de 5,96 g/dL. Já, Souza et al. (2008), avaliando a função hepática de vacas da raça holandesa no pico da lactação, observaram valores médios para proteínas totais variando de 8,59 a 8,84 g/dL.

Outro importante metabólito desse grupo é a ureia, que sofre uma diferença de médias do dia D0 para o D7 (tabela 6), essa diferença desaparece no D14 e depois se mantém ao longo dos outros dias (gráfico 6).

Em um estudo conduzido por Silveira et al. (2012) foram encontrados valores similares aos encontrados nesse trabalho ($32,01 \pm 5,49$ mg/dL; $28,89 \pm 4,39$ mg/dL; $34,25 \pm 3,18$ mg/dL; $27,41 \pm 3,01$ mg/dL). Ruas et al. (2000) constataram reduções nas concentrações de ureia plasmática em vacas Nelore, à medida que aumentaram os dias pós-parto, com média de 21,2 mg/dL aos 62 dias e 12,11 mg/dL aos 82 dias após o parto, atribuindo essas reduções à mobilização de tecidos de reserva.

Considerando as determinações de Kaneko et al. (2008) a concentração sanguínea média de ureia normal é de 23 a 58 mg/dL, assim, os valores encontrados nesse estudo estão dentro da normalidade na maioria dos tempos, constatando algumas alterações abaixo do limite inferior. De acordo com alguns autores, a concentração de ureia no sangue é influenciada pelo aporte de proteína e de energia na dieta, pela excreção urinária, e no caso de vacas em lactação pela eliminação no leite (MORRISON; MACKIE, 1996).

Payne e Payne (1987) também encontraram valores de ureia sanguínea abaixo do limite de referência (23 mg/dL) em diferentes períodos antes e após o parto. González (1997) afirma que a ureia sanguínea pode diminuir um pouco antes e logo após o parto, mesmo em vacas com adequado teor de proteína na dieta.

De acordo com Garcia (1997), a concentração de ureia no sangue pode sofrer alterações passageiras, durante o dia, principalmente após a alimentação. A rápida fermentação, seguida da absorção de amônia, eleva a ureia nesse período. Oliveira Junior et al. (2004) verificaram que o pico de produção de amônia ruminal ocorre duas horas após a ingestão do alimento, independente da degradabilidade ruminal da fonte proteica fornecida aos animais. Diante disso, para obter resultados mais fidedignos com as condições metabólicas dos animais, é importante que as amostras sejam coletadas fora das proximidades dos períodos de alimentação.

Segundo Radostitis et al., (2007) a concentração de ureia no plasma sanguíneo é diretamente proporcional à taxa de amônia no rúmen. Desse modo, é possível inferir que houve variações nas produções de amônia no rúmen, ocorridas talvez pela diminuição de proteína bruta da dieta, ou pela melhor sincronização entre energia:proteína da pastagem. Contudo, outros fatores são passíveis de alterar a concentração de ureia em vacas, como a degradabilidade da proteína, o consumo energético, a taxa de degradação, o tempo da coleta

após a alimentação e os métodos de suplementação (FERGUSON; CHALUPA, 1989). Na tabela 8, os teores de Creatinina só apresentam diferenças do D0 ao D3 com teores mais elevados para o D14 que expressa o menor teor mensurado, diferindo também do D63 no grupo das primíparas. No grupo das múltíparas a diferença se concentrou entre o D0 e D14 ao D28.

De acordo com KANEKO et al. (2008) as concentrações séricas normais de creatinina é entre 0,8 e 1,4 mg/dL. Considerando esses valores, é possível inferir que o grupo das múltíparas se manteve acima no D0 ao D7 e somente no D42 voltou a subir, enquanto o grupo das primíparas se manteve dentro desses valores em todos os tempos de coleta.

Barros filho et al. (1994) estudaram os teores séricos de creatinina em 32 fêmeas bovinas da raça Canchim criadas em São Paulo, com idade variando entre 3 e 10 anos e o teores médios encontrados foram $1,61 \pm 0,18$ mg/dL. Ayres (1994) ao padronizar valores de creatinina em seu experimento realizado com 25 zebuínos da raça Nelore, com idade entre 24 e 72 meses, encontraram $1,56 \pm 0,31$ mg/dL.

Ao avaliar o perfil bioquímico sérico de bovinos das raças Gir, Holandesa e Girolanda, com 24 a 48 meses de idade, criados também no Estado de São Paulo, Souza (1997) constatou para os teores de creatinina, respectivamente: $2,50 \pm 0,61$ mg/dL, $1,63 \pm 0,04$ mg/dL e $1,25 \pm 0,03$ mg/dL. González et al. (2000) encontraram os seguintes teores de creatinina 1,6 e 2,5 mg/dl, também considerados acima do valor de referência $2,2 \pm 0,26$ mg/dl.

6.3 Metabolismo Mineral

Na avaliação dos teores de cálcio (tabela 9) as diferenças ocorrem apenas no grupo das múltíparas onde o D21 tem um pico, se diferenciando principalmente de D7, D14 e D28. No entanto, apresentou-se em níveis normais de acordo com Bouda et al. (2000), ou seja, maiores que 4 mg/dL. Segundo Goff (2008) a concentração plasmática de Ca é normalmente mantida acima de 8,0-10,4 mg/dL. Em razão das altas demandas de cálcio pela glândula mamária, praticamente todas as vacas leiteiras passam por uma hipocalcemia subclínica no início de lactação, apresentando valores inferiores a 7,5 mg/dL nas primeiras 24 h após o parto (RADOSTITS et al., 2007). Tal ocorrência não foi constatada nesse estudo, pois os teores encontrados foram entre $8,65 \pm 2,11$ mg/dL e $10,73 \pm 2,24$ mg/dL.

Os teores séricos de Cálcio não são eficientes marcadores de *status* nutricional pois sofrem influência direta da regulação hormonal (GONZÁLEZ, 2018).

Com relação aos teores de fósforo sérico, as médias só manifestaram um pico (tabela 10) acima da média de referência (4,4 mg/dL a 7,7 mg/dL) propostas por Wittwer (2000), que foi $8,72 \pm 3,32$ mg/dL no D21 no grupo das primíparas. Enquanto nas múltíparas esse pico aconteceu um pouco antes, no D63 com $8,62 \pm 3,25$ mg/dL e se repetiu no D28 com $8,08 \pm 2,55$ mg/dL.

A hiperfosfatemia é capaz de interferir na conversão renal da vitamina D em 1,25-dihidroxivitamina D, diminuindo sua concentração e prejudicando a absorção intestinal de cálcio (GONZÁLEZ, 2000, GOFF, 2004,).

A hiperfosfatemia registrada nos tempos D3 e D28 em múltíparas e D21 em primíparas pode estar relacionada com uma suplementação maior do que a necessária, pois os níveis plasmáticos de fósforo são muito dependentes da sua ingestão e absorção (REINHARDT et al., 1988). Essa condição é capaz de interferir na conversão renal da vitamina D em 1,25-dihidroxivitamina D, diminuindo sua concentração e prejudicando a absorção intestinal de cálcio (GONZÁLEZ, 2000, GOFF, 2004).

A hiperfosfatemia pode ocorrer em animais de produção, geralmente devido a uma hipervitaminose D, outras causas comuns são insuficiência renal aguda e hiperparatireoidismo nutricional secundário (CARLSON, 1996).

Entretanto, o Fósforo não foi o único a apresentar teores acima dos valores de referência. Segundo Kaneko et al. (2008) e Jackson e Cockcroft (2002), os valores de referência para os níveis séricos de magnésio variam de 1,8 a 2,3 mg/dL em bovinos. Na tabela 11 não se observa diferença nos teores de Magnésio no grupo das múltíparas embora todos os valores se encontrem acima dos valores de referência, o comportamento foi padrão. Enquanto o grupo da primíparas apresenta diferenças em diversos períodos e também apresenta teores acima dos valores de referência. Tal fato, não é compatível com o comportamento do metabolismo energético dos animais desse estudo, pois este revela um aumento nas concentrações desses metabólitos o que sugere uma privação nutricional.

O magnésio encontrado no esqueleto pode ser aproveitado pelo animal em épocas de carência, no entanto, essa reserva esquelética é bem inferior que a de Ca. Além disso, a mobilização do Mg dos ossos é lenta. Sendo assim, o animal depende do magnésio advindo da alimentação para restabelecer as concentrações necessárias do elemento. Nos bovinos, o Mg é absorvido através do transporte ativo no rúmen (GONZÁLEZ; CERONI, 2006). Sendo assim, é possível que esse excesso de magnésio circulante, advém da dieta e não das reservas esqueléticas.

7 CONCLUSÃO

O metabolismo das primíparas apresentou maior flutuação, ou seja, não se mostraram mais eficientes metabolicamente, como era esperado.

Os animais não conseguiram manter o equilíbrio principalmente do metabolismo energético, sugerindo possíveis casos de cetose.

O metabolismo mineral sugere que o aporte nutricional está elevado, assim apresenta discrepância em relação ao comportamento do metabolismo energético.

REFERÊNCIAS

- ABCGIL. **Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro**. Disponível em: <<http://girleiteiro.org.br/?conteudo/151>>. Acesso em: 16 de Agosto 2019.
- ABIEC. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne – BeefReport Perfil da Pecuária no Brasil**. 2019.
- AEBERHARD, K.; BRUCKMAIER R. M.; BLUM, J. Metabolic, enzymatic and endocrine status in high-yielding dairy cows. Part 2. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 48, p. 11-127, 2001.
- ANDERSEN, J. B.; MADSEN, T. G.; LARSEN, T.; INGVARTSEN, K. L.; NIELSEN, M. O. The effects of dry period versus continuous lactation on metabolic status and performance in periparturiente cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 10, p. 3530-3541, 2005.
- ANDERSSON, L. Subclinical ketosis in dairy cows. **Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, v. 4, p. 233-251, 1988.
- ARRUDA, D.S.R.; CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C. C.; SANTOS, G.T. Efeito de diferentes volumosos sobre os constituintes sanguíneos de vacas da raça holandesa. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.9, n.1, p.35-44, 2008.
- AYRES, M. C. C. **Eritrograma de zebuínos (Bos indicus, Linnaeus, 1758) da raça Nelora, criados no Estado de São Paulo: influencia de fatores etário, sexuais e do tipo racial**. 1994. 204 f. Dissertacao (Mestrado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- BAIRD, D. G. Primary ketosis in the high producing dairy cow: clinical and subclinical disorders, treatment, prevention and outlook. **Journal of Dairy Science**, Champaign. 65, p. 1-10, 1982.
- BARROS FILHO, I. R. **Contribuição ao estudo da bioquímica em zebuínos da raça Nelore (Bos indicus, Linnaeus 1758) criados no Estado de São Paulo**. 1995. 133f. Dissertacao (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- BASTOS, E. & RIBEIRO, L. A. (1998). **Doenças carencias e metabólicas**. In Curso de doenças dos pequenos ruminantes. Módulo 1. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior.
- BAUMAN, D. E.; AND W. B. CURRIE. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal Dairy Science**. 63:1514-1529. 1980.
- BELL, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal Animal Science**. 73:2804-2819. 1995.

BINOTI, D. H. B. **Perfil proteico de vacas de grupos genéticos Holandês x Gir de segunda lactação**. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Espírito Santo, ALEGRE ES, 2011.

BLUM, J.W.; KUNZ, P.; LEUENBERGER, H. Thyroid hormones, blood plasma metabolites and haematological parameters in relationship to milk yield in dairy cows. **Animal Production**, v.36, p.93-104, 1983.

BOUDA, J.; NÚÑEZ, L; QUIROZ-ROCHA, G. (2000) **Interpretação dos perfis de laboratório em bovinos**. In: González, F. H. D.; Borges, J. B.; Cecim, M. (Eds.). Uso de provas de campo e de laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais dos bovinos. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BRUSS, M.L. Lipids and ketones. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds.) **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6ª ed. San Diego: Academic Press, p.81-115, 2008.

BUSATO A., FAISSLER D., KUPFER U. & BLUM J.W. 2002. Body condition scores in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. *J. Vet. Med. A* 49:455-460.

CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C. C.; SANTOS, G.T.; JÚNIOR, V.H. B. Constituintes sanguíneos de vacas da raça holandesa alimentadas com silagens de milho ou de capim-elefante. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 429-438, abr./jun. 2010.

CAMERON R.E., DYK P.B., HERDT T.H., KANEENE J.B., MILLER R., BUCHOLTZ H.F., LIESMAN J.S., VANDEHAAR M.J. & EMERY R.S. 1998. Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. **J. Dairy Sci.** 81:132–139.

CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; COLDEBELLA, A.; LACERDA, L. Indicadores do metabolismo energético no pós-parto de vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 241-249, 2007.

CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; LACERDA, L.; COLDEBELLA, A. Perfil metabólico obtenido de pool de sueros o de muestras individuales. **Archive Zootecnia**. v. 54, p. 113-116, 2005.

CANAVESSI, A.M.O.; CHIACCHIO, S.B.; SARTORY, R.; CURY, P.R. Valores do perfil eletroforético das proteínas séricas de bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*) criados na região de Botucatu, São Paulo: influência dos fatores etários e sexuais. **O Biológico**, São Paulo, v.67, p.9-17, 2000.

CARLSON, G. P. **Clinical Chemistry Tests**. In: SMITH, B. P. Large Animal Internal Medicine, 2ª ed., cap. 22, p. 441 – 469, Mosby, 1996.

CARVALHO, F. A.; LAMMOGLIA, M. A.; SIMOES, M. J.; RANDERL, R. D. Breed affects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. **Journal of Animal Science**, Illinois, v. 73, n. 12, p. 3570-3573, 1995.

CEBALLOS, A.; VILLA, N. A.; BOHÓRQUEZ, A.; QUICENO, J.; JARAMILLO, M.; GIRALDO, G. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos em lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. **Revista Colombiana Ciencia Pecuaria**. Vol. 15: n.1, p. 26-36, 2002.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Medicas, 1996. 446p.

CHAPINAL N, CARSON M, DUFFIELD TF, CAPEL M, GODDEN S, OVERTON M, SANTOS JEP, LEBLANC SJ. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. **Journal of Dairy Science**, 94:4897–4903, 2011.

CHAPINAL N, CARSON ME, LEBLANC SJ, LESLIE KE, GODDEN S, CAPEL M, SANTOS JEP, OVERTON MW, DUFFIELD TF. The association of serum metabolites in the transition period with milk production and early-lactation reproductive performance. **Journal of Dairy Science**, 95:1301– 1309, 2012 (a).

CHAPINAL N., LEBLANC S. J., CARSON M. E., LESLIE K. E., GODDEN S., CAPEL M., SANTOS J. E. P., OVERTON M. W., DUFFIELD T. F., Herd-level association of serum metabolites in the transition period with disease, milk production, and early lactation reproductive performance. **Journal of Dairy Science**, 95:5676–5682, 2012b.

CHUNG, Y. M.; PICKETT, M. M.; CASSIDY, T. W.; VARGA, G. A. Effects of prepartum dietary carbohydrate source and monensin on periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. **J. Dairy Sci.**, v.91, p.2744-2758. 2008.

CONRAD, J. H.; MCDOWELL, L. R.; ELLIS, G. L.; LOOSLI, J. K. Minerais para Ruminantes em pastejo em Regiões Tropicais. Departamento de Ciência Animal, Centro de Agricultura Tropical, Universidade da Flórida, Gainesville. **Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional**, 1985.

CONTRERAS P.A. **Indicadores do metabolismo proteico utilizado nos perfis metabólicos de rebanhos**, p.23-30. In: González F.H.D., Ospina H., Barcellos J.O. & Ribeiro L.A.O. (Eds), Perfil Metabólico em Ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Gráfica da UFRGS, Porto Alegre. 2000.

CONTRERAS, G. A.; SORDILLO, L.M. Lipid mobilization and inflammatory responses during the transition period of dairy cows. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, 2011.

CONTRERAS, G.A.; O'BOYLE, N.J; HERDT, T.H.; SORDILLO, L.M. Lipomobilization in periparturient dairy cows influences the composition of plasma nonesterified fatty acids and leukocyte phospholipid fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v..93, número 6, pag. 2508-2516, 2010.

CORBELLINI, C. N. **Etiopatogenia e controle da hipocalcemia e da hipomagnesemia em vacas leiteiras**. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; OSPINA, H. P.; BARCELLOS, J. O. J. Anais do Seminário Internacional sobre Deficiências Minerais em Ruminantes. Editora da UFRGS, Porto Alegre, RS. Brasil, 1998.

CORRÊA, M.N; GONZALEZ, F.H; SILVA, S.C; **Transtornos metabólicos nos animais domésticos**. Pelotas: Ed. Universitária PREC/UFPEL, 2010.

COSTA S.E. **Perfil lipídico de vacas Holandesas, variedades HPB, em diferentes fases de gestação**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 57p. 1991.

COSTA, A. N. L.; FEITOSA, J. V.; MONTEZUMA JÚNIOR, P. A.; SOUZA, P. T.; ARAÚJO, A. A. Hormonal profiles, physiological parameters, and productive and reproductive performances of Girolando cows in the state of Ceará-Brazil. **International Journal of Biometeorology**, Ohio, v. 59, n. 2, p. 231-236, 2014.

CURTIS C.R., ERB H.N.; SNIFFEN C.J. 1983. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 183:559-561.

DAVID ECKERSALL P. **Proteins, proteomics, and the dysproteinemias**, p.117-155. In: Kaneko J.J., Harvey J.W. & Bruss M.L. (Eds), *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. Academic Press, San Diego. 2008.

DOMINGUES, O. **Gado leiteiro para o Brasil : gado europeu, gado indiano, gado bubalino**. Sao Paulo: Nobel. 1977. 112 p.

DRACKLEY, J. K. **Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier?**. J Dairy Sci., v.82, p.2259-2273. 1999.

DUFFIELD T.F.; LEBLANC S.J. **Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period**. Anais 24^a Southwest nutrition and management conference, Tucson, AZ, p.106-114. 2009.

DUFFIELD, T. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. **Veterinary Clinic N. Am. Food Animal Practic**, v.16, p-231–253. 2000.

DUFFIELD, T.F. Minimizing Subclinical Metabolic Diseases in Dairy Cows. **WCDS Advances in Dairy Technology**, v.18, p.43-55, 2006.

EMBRAPA. 1.4.1 – **Sistemas de Produção de vacas mestiças** - Embrapa Gado de Leite. 2015. Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/sistemaproducao/141-vacas-mesti%C3%A7as>>

EMERY, R. S.; LIESMAN, J. S.; HERDT, T. H. Metabolism of long chain fatty acids by ruminant liver. **Journal of Nutrition**, v. 122, p. 832-839, 1992.

FAÇANHA, D. A. E.; CHAVES, D. F.; MORAIS, J. H. G.; DE VASCONCELOS, Â. M.; COSTA, W. P.; GUILHERMINO, M. M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, 2013.

FACÓ O.; LÔBO R. N. B, MARTINS F. R., MOURA A. A. Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês-Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31:1944-1952. 2002.

FAGLIARI J.J., SANTAN A.E., MARCHIO W., CAMPOS FILHO E. & CURI P.R. Constituintes sanguíneos de vacas das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murah durante a gestação, no dia do parto e no puerpério. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 50(3):273-282. 1998.

FERGUSON, J.D.; CHALUPA, W. Symposium: interactions of nutrition and reproduction. **J. Dairy Sci.**, v.72, p.746-766, 1989.

FOSTER, L. A. Clinical Ketosis. Veterinary Clinics of North America. **Food Animal Practice**, v. 4, p. 253-267, 1988.

FREITAS JÚNIOR, J. E.; RENNÓ, F. P.; SILVA, L. F. P.; GANDRA, J. R.; MATURANA FILHO, M.; DITSCH, C.; VENTURELLI, B. C. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, p.950-956, 2010.

GANDRA, J.R.; RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P.; FREITAS JÚNIOR, J.É.; MATURANA FILHO, M.; GANDRA, É.R. de S.; D'ANGELO, L.S.; ARAÚJO, A.P.C. de. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras submetidas à diferentes níveis de monensina sódica nas rações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.115-128, jan/mar, 2009.

GARCIA, A. Dosificación de la urea en leche para predecir el balance nutricional em vacas lecheras. In: **jornadas uruguayas de buiatria, ix congresso latinoamericano de buiatria**, Paysandú. Anais. Paysandú: Centro Médico Veterinário de Paysandú, 1997.

GOFF J.P. Macromineral disorders of the transition cow. Vet. Clin. North Am., **Food Anim. Pract.** 20(3):471-494. 2004.

GOFF, J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. **The Veterinary Journal**, London, v. 176, n. 1, p. 50-57, 2008.

GOFF, J. P.; HORST, R. L. **Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders**. J. Dairy Sci., v.80, p.1260-1268. 1997.

GONZÁLEZ F.H., CERONI S., **Bioquímica veterinária**. 2. Ed. Porto Alegre: 2006. p. 138-139.

GONZÁLEZ F.H.D. & SCHEFFER J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional, p.5-17. In: Avaliação metabólico--nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais (sangue, leite e urina). Anais do curso realizado no 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária. Gramado, RS. 72p. 2002.

GONZÁLEZ, F. H. D. (2018). **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 159 p. 2018.

GONZÁLEZ, F. H. D., ROCHA, J. A. Metabolic profile variations and reproduction performance in Holstein cows of different milk yields in southern Brazil. **Arquivo da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, 1998, v.26, p.52-64.

GONZÁLEZ, F.H.D. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, v.25, p.13-33, 1997.

GONZÁLEZ, F.H.D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; OSPINA, H.; BARCELOS, J.O.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; CONCEIÇÃO, T.R.; SIQUEIRA, A.J.S.; ROSA, L.A. Variações sangüíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária**. Ano 20, n.117, 2000.

GONZALEZ, F.H.D.; HAIDA, K.S.; ZANOLLA, N.; FIGUR, K. Influência da época do ano no perfil metabólico leiteiro no sul do Brasil. **Arquivo Faculdade de Veterinária da UFRGS**, Porto Alegre, v.24, n.2, 1996.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. (Eds.). **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p.73-89.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 357p. 2006.

GREGORY, L. **Valores de referência de parâmetros bioquímicos séricos utilizados na avaliação das funções hepática e renal de bovinos da raça Jersey, criados no Estado de São Paulo. Influencia de fatores etário, sexuais e da infecção pelo Vírus da Leucose dos Bovinos**. 1995. 161 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

GREGORY, R. M., SIQUEIRA, A. J. S. Fertilidade de vacas de corte com diferentes níveis de albumina com aleitamento permanente e temporário. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Vol. 7, nº 1, 1983.

GRUMMER, R. R. Etiology of lipidi-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3882, 1993.

GRUMMER, R. R. **Impact of changes organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow**. J. Anim. Sci., v.73, p.2820-2833. 1995.

GRUMMER, R. R., CARROL, D. J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 3160-3173, 1988.

HAIDA, K. S.; DIAZ GONZÁLEZ, F. H.; PARZIANELLO et al. Estudo do perfil metabólico de um rebanho leiteiro do Oeste do Paraná. **Semina: Ci. Agr.**, Londrina, v.17, n.1, p.72-76, mar. 1996.

HARVEY, J.W.; WEST, C.L. Prednisone-induced increases in serum alpha-2-globulin and haptoglobin concentrations in dog. **Veterinary Pathology**, Boston, v.24, p.90-92, 1987.

HAYIRLI, A.R.; GRUMMER, R.R.; NORDHEIM, E.V.; CRUMP, P.M., Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. **Journal of Dairy Science** 85, 3430–3443. 2002.

HERDT, T.H., Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. The Veterinary Clinics of North America. **Food Animal Practice**, v.16, n.2, p.215-230, 2000.

HORST R.L., GOFF J.P., REINHARDT T.A. & BUXTON D.R. 1997. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 80:1269-1280.

HYVARINEN, H.; HELLE, T.; VÄYRYNEN; VÄYRYNEN, P. Seasonal and nutritional effects on serum proteins and urea concentration in the reinder (*Rangifer tarandus tarandus* L.) **British Journal Nutrition**, v.33, p.63-72, 1975.

IBGE. (2018). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática**. Disponível em <ibge.gov.br>. Acesso em 16 de agosto 2019.

INGRAHAM, R.H.; KAPPEL, L.C. Metabolic profile testing. *Veterinarian Clin. N. Amer.:* **Food Animal Practice**, v.4, p.391-411, 1988.

JACKSON, P. G. G.; COCKCROFT, P. D. **Clinical Examination of Farm Animals**. 313 p. Blackwell Science, 2002.

JAIN, N.C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417p.

JEZEC, J., KOPCIC, M., KLINKON, M. Influence of age on biochemical parameters in calves. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy**, Ljubljana, 50, p.211-214, 2006.

JUCHEM S. O.; SANTOS F. A. P., IMAIZUMI H. , PIRES A. V., BARNABE E. C. Production and blood parameters of Holstein cows treated prepartum with sodium monensin or propyleneglycol. **Journal of Dairy Science**, 87:680-689. 2004.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS M. L. 2008. **Clinical Biochemistry of Domestic Animal**. 6ª ed. Elsevier, San Diego. 918p.

KERR, G. M. **Exames laboratoriais em Medicina Veterinária**. 2.ed. São Paulo: Roca. 436 p. 2003.

KLIMIENE, I.; SPAKAUSKAS, V.; MATUSEVIEIUS, A. Correlation on different biochemical parameters in blood sera of healthy and sick cows. **Veterinary Research Communications**, Netherlands. v.29, p.95-102, 2005.

KOSLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002.

LANA, R. P. **Nutrição e Alimentação Animal (mitos e realidades)**, 344 p., Viçosa - MG, UFV, 2005.

- LEBLANC S. J., LISSEMORE K.D., KELTON D.F., DUFFIELD T.F., LESLIE K.E. Major advances in disease prevention in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 89:1267-1279. 2006.
- LEBLANC S.J., LESLIE K.E. & DUFFIELD T.F. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. **Journal Dairy Science**. 88:159-170. 2005.
- MARQUES JUNIOR, A. P.; CASTILLO CASTILLO, O. A. Glicose e triglicerídeos plasmáticos de vacas holandesas próximo ao parto e no puerpério. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, n. 3, p. 309-315, 1996.
- MARTINEZ N., RISCO C.A., LIMA F.S., BISINOTTO R.S., GRECO L.F., RIBEIRO E.S., MAUNSELL F., GALVÃO K. & SANTOS J.E.P. 2012. Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. **J. Dairy Sci.** 95:1-15.
- MATURANA FILHO, M. **Desempenho produtivo e reprodutivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de gordura no período de transição e início de lactação**. 102p. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2009.
- MEYER, D. J., COLES, H. E., RICH, L. J. **Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico**. São Paulo: Roca, 1995. 308p.
- MOREIRA, T. F.; FILHO, E. J. F.; BELLI, A. L. S. A. C.; MENESES, R. M.; LEME, F. O. P.; URIBE, J. A. Z.; RODRIGUES, L. M.; CARVALHO, A. U. Metabolic status of crossbreed F1 Holstein × Gyr dairy cows during the transition period in two different seasons in Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 2487-2500, nov./dez. 2018.
- MORRISON, M.; MACKIE, R.I. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal Agricultural Research**, v.47, n.2, p.227-246, 1996.
- MULLIGAN F.J.; DOHERTY M.L. Production diseases of the transition cow. **Veterinary Journal**, 176:3-9, 2008.
- NDLOVU, T.; CHIMONYO, M.; OKON, A. I.; MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; RAATS, J. G. Assessing the nutritional status of beef cattle: current practices and future prospects. **African Journal of Biotechnology**, v.6, n.24, p.2727-2734, 2007.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 3 ed., São Paulo, 907p. 2002.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- OETZEL G.R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic diseases. **Vet. Clin. Food Anim. Pract.** 20:651-674. 2004.

OLIVEIRA JUNIOR, R.C.; PIRES, A.V.; FERANADES, J.J.R.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; ARAUJO, R.C. Substituição total do farelo de soja por uréia ou amiréia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo de nitrogênio em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.738-748, 2004.

OSPINA P.A., NYDAM D.V., STOKOL T., OVERTON T.R., Evaluation of nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. **Journal of Dairy Science**, 93 :546–554., 2010.

OTTO, F., VILELA, F., HARUN, M., TAYLOR, G., BAGGASSE, P., BOGIN, E. Biochemical blood profile of Angoni in Mozambique. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, Rishon Le-Zion, v.55, n.3, p.95-102, 2000.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, cap.10. p.299-322, 2011.

PAYNE, J.M., PAYNE, S. **The Metabolic Profile Test**. Oxford University Press. New York, 1987.

PICKETT, M. M.; PIEPENBRINK, M. S.; OVERTON, T. R. Effects of propylene glycol or fat drench on plasma metabolites, liver composition, and production of dairy cows during the periparturient period. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 2113-2121, 2003.

PNMGL. **Programa Nacional de Melhoramento de Gir Leiteiro**. Sumário Brasileiro de Touros – Resultado do teste de progênie – Abril 2019 / PANETTO, J. C. do C.; SILVA, M. V. G. B.; VERNEQUE, R. da S.; MACHADO, M. A.; FERNANDES, A. R.; MARTINS, M. F.; REIS, D. R. de L.; ARBEX, W. A.; OLIVEIRA, J. C. de; VENTURA, H. T.; PEREIRA, M. A. Juíz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2019. 98 p. (Embrapa Gado de Leite. Documento, 235).

POGLIANI F.C.; BIRGEL JÚNIOR, E.H. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.44, p. 373-383, 2007.

RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; HINCHCLIFF, K.W.; CONSTABLE, P.D.. **Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 10ª edição, Philadelphia: Elsevier, p.2156, 2007.

REINHARDT T.A., HORST R.L. & GOFF J.P. 1988. Calcium, phosphorus and magnesium homeostasis in ruminants. In: Metabolic Diseases of Ruminant Livestock. Vet. Clin. North Am., **Food Anim. Pract.** 4(2):331-350.

RENTERO, N. **Anuário Leite 2019**, Embrapa, Dezembro de 2018.

ROBERTS T., CHAPINAL N., LEBLANC S.J., KELTON D.F., DUBUC J. & DUFFIELD T.F. Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk. **J. Dairy Sci.** 95(6):3057-3063. 2012.

ROBERTS T., CHAPINAL N., LEBLANC S.J., KELTON D.F., DUBUC J., DUFFIELD T.F.; Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk. **Journal of Dairy Science**, 95:3057–3063, 2013.

ROWLANDS G.J., MANSTON R. Decline of serum albumin concentration at calving in dairy cows: its relationships with age and association with subsequent fertility. **Research in Veterinary Science**, v.4, p.90-96. 1983.

RUAS, J. R. M.; TORRES, C. A. A.; BORGES, L. E. et al. Concentrações plasmáticas de colesterol, glicose e uréia em vacas zebuínas, em relação à condição corporal e ao "status" reprodutivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, supl. 1, p.2036-2042, 2000.

SANTIAGO, A. A. **O Guzerá**. Recife: Ed. Tropical. 1984a. 450 p.

SANTIAGO, A. A. **Os cruzamentos na pecuária bovina**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1984b. 549 p.

SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J. E. P.; THEURER, C.B.; HUBER, J.T. Effects of rumen undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3182, 1998.

SANTOS, M.V. **Correlação entre ácido ascórbico plasmático, contagem de células somáticas no leite e o perfil metabólico de vacas secas e em lactação**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 97f. 1998.

SAUBERLICH, H.E.; SKALA, J.H.; DOWDY, R.P. Laboratory tests for the assessment of nutritional status. **CRC Press**, Inc. Boca Raton, FL, USA, 1981.

SCHWALM, J.W.; SCHULTZ, L.H. Relationship of insulin concentration to blood metabolites in the dairy cow. **Journal Dairy Science**, v.2, n.59, p-255-61, 1976.

SILVA, P. B. R.; MACHADO, C. H. C. Atribuições da subdivisão do julgamento da raça Gir em: Gir leiteiro e Gir dupla-aptidão. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, 2011.

SILVEIRA, M. F.; RESTLE, J.; MENEZES, L. F. G.; BRONDANI, I. L.; NÖRNBERG, J. L.; CALLEGARO, A. M. Metabólitos sanguíneos de vacas de corte suplementadas ou não com sais de cálcio de ácidos graxos durante o período pré e/ou pós-parto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, p.1418-1426, 2012.

SORIO, A. **Cadeia Agroindustrial do Leite no Brasil** (Diagnóstico dos Fatores Limitantes à Competitividade), Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, Dezembro de 2018.

SOUZA R.M., BIRGEL JUNIOR E.H., AYRES M.C.C. & BIRGEL E.H. Influência dos fatores raciais na função hepática de bovinos da Raça Holandesa e Jersey. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.** 41:306-312. 2004.

SOUZA, P. M. **Perfil bioquímico sérico de bovinos das raças Gir, Holandesa e Girolanda, criados no Estado de São Paulo - influência de fatores de variabilidade etários e sexuais**.

1997. 168 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUZA, R.M. **Avaliação da função hepática e do lipidograma no período puerperal e pós-puerperal e suas inter-relações com os distúrbios reprodutivos de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, USP. 196p. 2005.

SOUZA, R.M.; GARCIA, N.A.C.R.; BIRGEL, D.B.; BIRGEL JUNIOR, E.H. Influência do puerpério e da fase pós-puerperal na função hepática de vacas da raça Holandesa criadas no Estado de São Paulo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 140-147, 2008.

TOKARNIA, C. H.; PEIXOTO, P. V.; BARBOSA, J. D.; BRITO, M. F.; DÖBEREINER, J. **Deficiências Minerais em Animais de Produção.** Rio de Janeiro, 200 p. Ed. Helianthus, 2010.

VARMAN, P. N.; SCHULTZ, L. H. Blood lipids of cows at different stages of lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 12, p. 1971-1974, 1968.

VAZQUEZ-AÑON M., BERTICS S., LUCK M., GRUMMER R.R. & PINHEIRO J. 1994. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. **Journal Dairy Science**. 77:1521-1528.

WATHES, D. C; FENWICK, M.; CHENG, Z.; BOURNE, N.; LLEWELLYN, S.; MORRIS, D. G.; KENNY, D.; MURPHY, J.; FITZPATRICK, R. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. **Theriogenology**, v.68, p.232-241, 2007.

WILLIAMS, G.L. Modulations of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. **J. Anim. Sci.**, v.67, p.785-793, 1989.

WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLES, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre: Brasil. UFRGS, p.09-22, 2000.

WITTWER, F.; BÖHMWALD, H.; CONTRERAS, P.A.; PHIL, M.; FILOZA, J. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en rebaños lecheros en Chile. **Archivos Medicina Veterinaria**, v.19, 35-45. 1987.

WITTWER, F.; REYES, J.M.; OPITZ, H. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnostico de desbalance nutricional. **Archivo Medico Veterinario**. v. 25, p. 165-172, 1993.

ZAMBRANO W.J.; MARQUES JÚNIOR A.P. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. **Zootecnia Tropical**, v.27, p.475-488, 2009.