

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA – FAMEV

LEONI FERREIRA MARTINS

**PARÂMETROS METABÓLICOS E PRODUTIVOS DE VACAS LEITEIRAS
NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

UBERLÂNDIA – MG

2017

LEONI FERREIRA MARTINS

**PARÂMETROS METABÓLICOS E PRODUTIVOS DE VACAS LEITEIRAS
NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do grau de Médico Veterinário.

Orientador: Prof. Dr. Alex de Matos Teixeira

UBERLÂNDIA – MG

2017

LEONI FERREIRA MARTINS

**PARÂMETROS METABÓLICOS E PRODUTIVOS DE VACAS LEITEIRAS
NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso aprovado
como requisito parcial à obtenção do grau
de Médico Veterinário no curso de
Medicina Veterinária da Universidade
Federal de Uberlândia.

Uberlândia, 26 de julho de 2017

Prof. Dr. Alex de Matos Teixeira
Orientador

Prof. Dr. Felipe Antunes Magalhães

Prof. Msc. Vinicius Silveira Raposo

Msc. Dalvana dos Santos

Msc. João Pedro Costa Alves de Oliveira

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	4
LISTA DE ABREVIATURAS.....	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I.....	10
1. Introdução Geral.....	10
2. Objetivos Gerais.....	11
2.1. Objetivos Específicos	11
CAPÍTULO II.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1. Período de transição.....	12
3.2. Balanço energético negativo (BEN).....	13
3.3. Perfil metabólico	14
3.4. Metabolismo energético	15
3.4.1. Principais indicadores do metabolismo energético.....	15
3.5. Metabolismo do cálcio	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. Local, período experimental e animais.....	20
4.2. Regime alimentar e manejo	21
4.3. Coleta de amostras.....	22
4.4. Delineamento e análises estatísticas	23
CAPÍTULO III	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1. Metabolismo do cálcio	24
5.2. Metabolismo energético	31
5.3. Metabolismo energético e saúde.....	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE ABREVIATURAS

AGNE – ácidos graxos não esterificados

BEN – balanço energético negativo

BHBA – β -hidroxibutirato

Ca – cálcio

Cl – cloro

cv – cultivar

DCAD – diferença cátion-aniônica dietética

DEL – dias em lactação

DRP – dias em relação ao parto

ECC – escore de condição corporal

K – potássio

IMS – ingestão de matéria seca

MG – Minas Gerais

pH – potencial hidrogeniônico

PTH - paratormônio

PV – Peso vivo

RGP – relação gordura:proteína

RPM – rotações por minuto

S - enxofre

VLDL – lipoproteína de muito baixa densidade

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Comportamento da concentração média de cálcio (mg/dL) no periparto de vacas mestiças.	25
Figura 02. Comportamento da concentração média de cálcio (mg/dL) no periparto de vacas mestiças em função do regime alimentar no pré-parto.	26
Figura 03. Comportamento da concentração média de cálcio (mg/dL) no periparto de vacas mestiças em função do núcleo mineral pré-parto.	26
Figura 04. Incidência de hipocalcemia (concentração sérica de Ca < 8,5 mg/dL) no periparto de vacas leiteiras mestiças.	27
Figura 05. Comportamento do pH urinário de vacas leiteiras mestiças em função do núcleo mineral pré-parto (aniônico x não aniônico).	29
Figura 06. Comportamento do pH urinário de vacas leiteiras mestiças no período de transição.	30
Figura 07. Comportamento do peso vivo (Kg) de vacas leiteiras no período de transição.	31
Figura 8. Comportamento do peso vivo (Kg) de vacas no período de transição em função da ordem de parição (múltiparas x primíparas).	32
Figura 9. Comportamento do peso vivo (Kg) de vacas no período de transição em função da ocorrência de cetose no pré-parto.	33
Figura 10. Comportamento do escore de condição corporal de vacas no período de transição ..	34
Figura 11. Comportamento da relação gordura:proteína do leite de vacas leiteiras mestiças no período de transição em função da estação do ano de ocorrência do parto.	35
Figura 12. Comportamento do metabólito sanguíneo β -hidroxibutirato (mmol/L) de vacas leiteiras mestiças no período de transição.	36
Figura 13. Incidência de cetose subclínica (concentração sérica de BHBA > 1,2 mmol/L) e cetose clínica (concentração sérica de BHBA > 2,9 mmol/L) no periparto de vacas leiteiras mestiças.	37
Figura 14. Concentrações séricas de BHBA (mmol/L) em função do regime alimentar pós-parto de vacas leiteiras no período de transição.	38
Figura 15. Concentrações séricas de BHBA (mmol/L) em função da ocorrência de hipocalcemia subclínica no pré-parto de vacas leiteiras no período de transição.	39
Figura 16. Concentrações séricas de BHBA (mmol/L) em função da ocorrência de mastite clínica nos primeiros 30 dias de DEL.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva da produção de leite das vacas ao longo dos meses de estudo .. 20

RESUMO

O período de transição tem sido descrito como crítico e determinante para a produtividade e saúde de vacas leiteiras modernas. Objetivou-se com este estudo monitorar a saúde e o metabolismo de vacas leiteiras por meio da utilização de parâmetros metabólicos e produtivos durante o período de transição. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia - MG. Foram monitorados parâmetros metabólicos e produtivos de 102 vacas leiteiras mestiças durante os meses de fevereiro de 2016 a maio de 2017, sendo 47 primíparas e 55 múltiparas. Os animais foram avaliados nos dias -28, -21, -14, -7, dia do parto, 6, 12 e 24 horas, 2, 5, 7, 14, 21 e 28 dias em relação ao parto, sendo contabilizados 14 momentos de avaliação para cada indivíduo. Adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4x14 (regime alimentar e estação do ano) e 2x14 (núcleo mineral pré-parto, ordem de parto, ocorrência de mastite nos primeiros 30 dias de lactação, ocorrência de cetose e hipocalcemia no pré e pós-parto). Foram avaliados parâmetros como escore de condição corporal, peso vivo, pH urinário, níveis séricos de β -hidroxibutirato e de cálcio, e relação gordura:proteína do leite. O menor valor de cálcio sérico médio obtido no presente estudo foi de $7,2 \pm 1,7$ mg/dL, às 12 horas do pós-parto, sendo identificada uma incidência de hipocalcemia subclínica média de 56%. Os valores médios de β -hidroxibutirato encontrados foram de 0,72 mmol/L para o período pré-parto e de 1,03 mmol/L para o período pós-parto, sendo que o maior valor obtido durante o período de avaliação foi o de $1,23 \pm 0,52$ mmol/L no 5º dia pós-parto. O valor percentual médio encontrado para incidência de cetose foi de 47%. A utilização de parâmetros metabólicos e produtivos para monitoramento das vacas leiteiras do presente estudo permitiu concluir que estes animais estão susceptíveis à ocorrência de distúrbios metabólicos no período de transição.

PALAVRAS-CHAVE: β -hidroxibutirato, calcemia, monitoramento, periparto

ABSTRACT

The transition period has been described as a critical and determinant for the productivity and health of modern dairy cows. The objective of this study was to monitor the health and metabolism of dairy cows through the use of metabolic and productive parameters during the transition period. The study had been conducted at the Experimental Gloria's Farm of Federal University of Uberlandia, in Uberlândia - MG. Metabolic and productive parameters were monitored from 102 crossbred dairy cows (47 primiparous and 55 multiparous) during 2016 February to 2017 May. These cows were evaluated on days -28, -21, -14, -7, day of delivery, 6, 12 and 24 hours, 2, 5, 7, 14, 21 and 28 days in relation to delivery. A completely randomized design was used, in a 4x14 factorial scheme (season and diet) and 2x14 (prepartum mineral nucleus, calving order, mastitis occurrence in the first 30 days in milk, and occurrence of ketosis and hypocalcemia in the pre and postpartum period). It was evaluated parameters such as body condition score, live weight, urinary pH, serum levels of β -hydroxybutyrate and calcium, and milk fat:protein ratio. The lowest mean serum calcium value obtained in the present study was 7.2 ± 1.7 mg/dL at 12 hours postpartum, with a mean subclinical hypocalcemia incidence of 56%. The mean values of β -hydroxybutyrate found were 0.72 mmol/L for the prepartum period and 1.03 mmol/L for the postpartum period, and the highest value obtained during the evaluation period was 1.23 ± 0.52 mmol/L on the 5th postpartum day. The mean percentage value for ketosis incidence was 47%. The use of metabolic and productive parameters to monitor dairy cows allowed to conclude that these animals are susceptible to the occurrence of metabolic disorders in the transition period.

KEYWORDS: β -hydroxybutyrate, calcemia, monitoring, peripartum

CAPÍTULO I

1. Introdução Geral

A intensificação dos sistemas pecuários somada à seleção genética de vacas leiteiras, às melhorias em práticas de nutrição, reprodução, e capacitação de pessoas, tem contribuído para o desenvolvimento da cadeia produtiva do leite no Brasil.

Sendo assim, uma maior demanda produtiva é imposta ao rebanho que passa a ser composto por animais cada vez mais especializados em produzir leite e que conseqüentemente se tornam mais susceptíveis aos desafios metabólicos e sanitários, principalmente no período de transição (Grummer et al., 2004).

O periparto, ou período de transição, tem sido relatado como um período crítico na vida produtiva de vacas leiteiras devido ao fato de que a maioria das doenças infecciosas e desordens metabólicas ocorrem nesta fase (Drackley, 1999). Desta forma, o estudo da biologia e do manejo de vacas nesta condição tornou-se um importante ponto para pesquisas de nutrição e fisiologia (Drackley et al., 2005).

Tal fato pode ser justificado pela existência de um desbalanço entre requerimento nutricional elevado em contraste à queda na ingestão de matéria seca e conseqüente ocorrência de balanço energético negativo, sendo este *status* metabólico fortemente relacionado ao desenvolvimento das doenças no período de transição (Faria, 2006).

Drackley (1999) caracterizou este período como o estágio mais interessante do ciclo de lactação de uma vaca leiteira e mencionou que a lucratividade destes animais poderia ser aumentada de forma vertiginosa com o entendimento dos fatores associados à ocorrência de doenças em vacas periparturientes.

Dentre as doenças que apresentam maior casuística no período de transição, podem-se destacar a hipocalcemia, cetose, retenção de placenta, metrite, mastite e deslocamento de abomaso. Segundo dados epidemiológicos e observações de campo, a incidência combinada destas enfermidades tipicamente atinge 50% de todas as vacas paridas em uma fazenda norte-americana comum (Frigotto, 2010). Sendo assim, a utilização de parâmetros metabólicos e produtivos para o monitoramento da saúde de vacas no período de transição é fundamental para o alcance do sucesso produtivo e econômico em fazendas leiteiras modernas.

2. Objetivos Gerais

Objetivou-se com este estudo monitorar a saúde e o metabolismo de vacas leiteiras por meio da utilização de parâmetros metabólicos e produtivos durante o período de transição.

2.1. Objetivos Específicos

Entender os fatores que possam estar envolvidos e que influenciam, de certa forma, o metabolismo energético, do cálcio, e a saúde de vacas leiteiras no período de transição.

Caracterizar o perfil metabólico de vacas leiteiras no período de transição com vistas à identificação da ocorrência de distúrbios metabólicos e falhas nutricionais ou de manejo no rebanho leiteiro a ser estudado.

CAPÍTULO II

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Período de transição

Por definição, o período de transição é aquele compreendido entre as três últimas semanas pré e as três primeiras semanas pós-parto (Grummer, 1995; Drackley, 1999). Consiste em um período pelo qual a vaca passa de uma condição de gestante não lactante para lactante não gestante mediante a ocorrência de mudanças endócrinas drásticas (Alvarenga, 2013; Tucker, 1985).

As mudanças que ocorrem durante o período em questão são reguladas por mecanismos homeostáticos e homeorréticos, sendo este último definido por Bauman e Currie (1980) como um processo de mudanças coordenadas no metabolismo para que este consiga suprir novos estados fisiológicos que normalmente não sofrem influência da nutrição ou fatores externos.

A homeostase, por sua vez, pode ser definida como o conjunto de processos de regulação para manutenção do equilíbrio metabólico em diferentes condições nutricionais e/ou ambientais, sendo esta forma de controle fundamental para a garantia das funções biológicas essenciais como produção de leite ou reprodução (Roche et al., 2009).

De forma didática, Faria (2006) dividiu as alterações metabólicas no período de transição em duas partes, sendo a primeira, pré-parto, caracterizada pelo direcionamento de nutrientes para o crescimento e sobrevivência fetal, além da preparação da glândula mamária para o início da lactação; e a segunda, pós-parto, caracterizada pelo completo direcionamento do metabolismo para a síntese de colostro e posterior produção copiosa de leite.

No pré-parto, há um grande aumento no tamanho do concepto, com inclusão dos tecidos uterinos, placenta, membranas fetais e o feto propriamente dito, e consequentemente aumento entre 30 a 50% nas demandas nutricionais para energia e proteína, respectivamente (Bell et al., 1995).

Da mesma forma, a medida em que se aproxima o momento do parto, há acréscimo da demanda por glicose, aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas pela glândula mamária, sendo que o fluxo sanguíneo, o consumo de oxigênio, e a absorção de glicose e

acetato sofrem um aumento exponencial entre o segundo dia pré-parto e o primeiro dia pós-parto (Faria, 2006).

Diante dos fatos descritos, era de se esperar que o aumento das exigências nutricionais durante o final da gestação e início da lactação fosse acompanhando pelo aumento da ingestão de nutrientes.

No entanto, não existe uma compensação por parte do animal frente a maior exigência nutricional. Ao contrário, há um declínio na ingestão de matéria seca (IMS) que pode atingir 30% nas últimas três semanas que antecedem o parto (Grummer e Rastani, 2004). Segundo estes autores, a IMS em vacas e novilhas no dia 21 pré-parto é de 1,9% e 1,7% do peso vivo (PV), respectivamente, e reduz a 1,3% do PV no dia anterior à ocorrência do parto.

3.2. Balanço energético negativo (BEN)

A diferença existente entre a energia consumida e a energia utilizada para manutenção e produção pode ser definida como balanço energético (Baumgard et al., 2006). Este balanço, para a grande maioria dos mamíferos, é negativo durante o período periparto, sendo que na vaca ele ocorre devido à um desbalanço entre aumento das exigências nutricionais e queda na IMS no período de transição.

Diversos estudos têm demonstrado a magnitude da queda na IMS de primíparas e multíparas no período de transição, com dados variáveis quanto a extensão desse decréscimo no consumo. No entanto, uma redução de aproximadamente 30% tem sido constantemente observada na literatura (Coopock et al., 1972; Bertics et al., 1992; Vazquez-Añon et al., 1995; Grum et al., 1996; Rabelo et al., 2003).

No pós-parto imediato há um aumento do metabolismo mamário com elevação do fluxo sanguíneo e captação de nutrientes pelo tecido glandular. Neste momento, a captação de glicose é cerca de nove vezes àquela realizada pela glândula mamária nove dias antes do parto e a ingestão dos nutrientes demandados pela vaca no quarto dia pós-parto é inferior em 26 e 25% ao demandado para energia líquida e proteína metabolizável, respectivamente (Bell et al., 1995).

Tal fato pôde também ser evidenciado por Overton et al. (1998), que estimaram que a demanda de glicose em uma vaca holandesa durante os últimos 21 dias de gestação é de

1000 a 1100 g/dia e que este valor se eleva a aproximadamente 2500 g/dia no 21º dia pós-parto.

Diferentemente do que ocorre no pré-parto, a vaca em lactação aumenta de forma gradativa a ingestão de matéria seca no pós-parto, mas ainda assim não consegue equilibrar o BEN, devido ao fato de que o pico de produção de leite acontece entre a 4ª e a 7ª semana enquanto o pico de IMS acontece entre a 8ª e 22ª (Moreira, 2013).

O tempo médio de duração do BEN, tanto para primíparas quanto para múltiparas, é de cinco semanas e pode ser afetado por inúmeros fatores, sendo o principal deles a produção de leite (Rastani et al., 2005; Poncheki et al., 2015).

Em virtude do BEN uma das adaptações fisiológicas e metabólicas do animal no período inicial de lactação é a mobilização de reservas corporais, que pode ser caracterizada por lipólise e consequente aumento de ácidos graxos não esterificados (AGNE) na circulação sanguínea. Contudo, apesar de ser fundamental para a obtenção de elevada produção de leite, esta mobilização de reservas corporais representa um fator predisponente à ocorrência de distúrbios metabólicos e problemas reprodutivos, quando ocorre de maneira exacerbada (Teixeira et al., 2014).

As principais consequências do BEN estão associadas ao desencadeamento do complexo cetose-esteatose hepática, com posterior atraso da primeira ovulação pós-parto e diminuição da eficiência reprodutiva (Ramires, 2013).

As alterações metabólicas que ocorrem durante o período de transição refletem nas concentrações de metabólitos circulantes no sangue, dentre os quais se destacam os AGNE e o β -hidroxibutirato (BHBA), e podem ser mensuradas através do perfil metabólico (Ramires, 2013; Alvarenga, 2013).

3.3. Perfil metabólico

O termo perfil metabólico foi desenvolvido por Payne et al. (1970) como método de estudo para as chamadas doenças de produção, com a finalidade de avaliar, diagnosticar e prevenir os desequilíbrios metabólicos em vacas de aptidão leiteira.

Através do perfil metabólico podem-se acompanhar os processos adaptativos do organismo diante as inúmeras mudanças enfrentadas pelas vacas leiteiras durante o período de transição (Alvarenga, 2013), permitindo o diagnóstico de transtornos

metabólicos, de deficiências nutricionais e servindo como ferramenta para monitoramento da saúde e desempenho produtivo de rebanhos (González, 2000; LeBlanc et al., 2006). Para Oetzel (2004), o perfil do metabólito em estudo irá determinar qual a melhor forma de interpretação, conforme seu valor de referência.

A constituição do perfil metabólico pode ser representada por componentes bioquímicos analisados em função das rotas metabólicas a serem estudadas, sejam elas energética, proteica, mineral ou de atividade hepática (Payne et al., 1970; González, 2000).

3.4. Metabolismo energético

Devido à baixa IMS durante o período de transição, a síntese ruminal de propionato diminui e a sua disponibilidade no fígado se torna baixa (Fernandes et al., 2012). Sendo assim, a queda no teor de glicose e insulina na corrente sanguínea é um dos fatores que sinalizam para o início da mobilização de tecido adiposo e liberação de AGNE (Pogliani et al., 2010).

O tecido adiposo é a reserva predominante do corpo da vaca e consiste de células denominadas adipócitos que são preenchidas por triglicerídeos (Bell, 1995). Nestas células podem ocorrer processo de síntese ou degradação de triglicerídeos em função do *status* energético dos animais, sendo estes processos denominados lipogênese e lipólise, respectivamente (Alvarenga, 2013).

Para Chung et al. (2008), a avaliação dos metabólitos AGNE e BHBA são suficientes como ferramentas clínicas para mensuração do *status* nutricional e da adaptação de vacas leiteiras ao BEN durante o período periparto.

3.4.1. Principais indicadores do metabolismo energético

Quando a lipólise excede a lipogênese, há liberação de AGNE e glicerol na corrente sanguínea, sendo que estes componentes podem ser diretamente utilizados por tecidos periféricos ou transportados para o fígado (Faria, 2006).

Os AGNE absorvidos pelo fígado são ativados pela ação da enzima acil-CoA sintase, formando o acil-CoA graxo, que por sua vez pode seguir três rotas principais. A primeira consiste em completa oxidação a dióxido de carbono, água e energia; a segunda consiste em oxidação parcial a corpos cetônicos; e a terceira consiste em reesterificação para formação de triglicerídeos e posterior exportação para outros tecidos na forma de

lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), ou ainda podem ser depositados no próprio tecido hepático (Murray et al., 1994; Faria, 2006).

Os corpos cetônicos β -hidroxibutirato, acetona e aceto acetato são metabólitos intermediários da oxidação de ácidos graxos e podem servir como fonte de energia para alguns tecidos. No entanto, o aumento na concentração sanguínea destes compostos, principalmente do BHBA, pode desencadear quadros de cetose que contribuem para a redução no consumo de alimentos e produção de leite (Ospina et al., 2010).

De acordo com LeBlanc et al. (2005), a concentração plasmática de BHBA aumenta ligeiramente nos últimos três dias que antecedem o parto e os valores mais expressivos são encontrados no 5º dia de lactação. Neste momento, há ocorrência de um pico do metabólito na corrente sanguínea e posterior decréscimo em vacas saudáveis (Chung et al., 2008).

A cetose pode ser classificada como subclínica ou clínica, sendo que em ambas apresentações da doença existem perdas relacionadas à diminuição da produção e do peso vivo de vacas leiteiras, e tais fatos exercem efeitos diretos sobre fertilidade e eficiência reprodutiva destes animais.

A confirmação da existência de quadros de cetose subclínica pode ser feita por meio da avaliação sérica de BHBA 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).

A mensuração de BHBA sanguíneo é um método adequado para o monitoramento de cetose no rebanho devido sua estabilidade e predominância entre os corpos cetônicos circulantes (Duffield, 2000; Oetzel, 2004).

A utilização da relação entre a porcentagem de gordura e porcentagem de proteína (RGP), ambos parâmetros avaliados no leite no primeiro controle mensal após o parto, pode servir como ferramenta auxiliar no dimensionamento da mobilização de gordura corporal de vacas leiteiras no pós-parto. Esta talvez seja uma das maneiras mais econômicas de se avaliar a qualidade do manejo de vacas durante o período de transição, já que a análise da composição do leite tem sido realizada de forma corriqueira em fazendas leiteiras no país (Melo, 2016).

Heuer et al. (2002) demonstraram que vacas com RGP acima de 1,5 têm um risco maior a ocorrência de mastite, laminite, cetose e cisto ovariano, além de se tornarem mais susceptíveis ao desenvolvimento de deslocamento de abomaso e esteatose hepática. Este mesmo trabalho também mostrou que RGP acima de 1,5 está associada a vacas que perderam mais escore de condição corporal (ECC) no início da lactação, bem como a vacas que tiveram comprometimento reprodutivo.

O padrão de mobilização de reservas corporais é influenciado pelo escore de condição corporal (ECC) ao parto e pelo nível de produção, que por sua vez altera a intensidade de mobilização das reservas no início da lactação (Ruegg e Milton, 1995). Sendo assim, vacas de alta produção e de maior ECC ao parto apresentam modificações no metabolismo que refletem nas taxas de lipólise e lipogênese, resultando em intensa mobilização de reservas corporais e redução mais acentuada do ECC no período pós-parto (Rennó et al., 2006).

3.5. Metabolismo do cálcio

Os minerais exercem papel fundamental no controle homeostático do organismo e também são afetados pelas alterações oriundas das mudanças endócrinas de vacas leiteiras no período de transição (Goff, 2006).

Todos os eventos até aqui descritos contribuem também para que as concentrações séricas dos minerais em vacas leiteiras estejam abaixo dos níveis fisiológicos, levando os animais a apresentarem hipocalcemia, hipofosfatemia e hipomagnesemia no periparto (Goff, 2009; Alvarenga, 2013).

Aproximadamente 98% do cálcio está localizado no esqueleto exercendo função estrutural e de dureza aos ossos. Os 2% restantes estão no líquido extracelular atuando na transmissão de impulsos nervosos, na contração muscular e na coagulação sanguínea (Alvarenga, 2013). Além disso, o cálcio desempenha um papel fundamental sobre o crescimento fetal, produção de colostro e de leite (Brozos et al., 2011; Martinez et al., 2012; Kara, 2013).

Baixos níveis de cálcio sanguíneo causam redução na ingestão de alimentos, menor motilidade ruminal e intestinal, decréscimo na produtividade e aumento da susceptibilidade a outras doenças infecciosas e metabólicas (Frigotto, 2010).

Na vaca adulta, a concentração sérica de cálcio está em torno de 8,5 a 10 mg/dL, onde 45 a 50% deste cálcio é encontrado na forma livre (ionizada), sendo sua homeostase regulada pela calcitonina, paratormônio (PTH) e 1,25-dihidroxicolicalciferol (vitamina D).

O controle da absorção de cálcio é feito pela ação do PTH, que é responsável pela reabsorção de cálcio dos ossos, ativação da reabsorção tubular renal e pelo aumento da excreção de fósforo. O hormônio 1,25 dihidroxivitamina D3 é produzido nos rins a partir da vitamina D, em resposta ao aumento do PTH na corrente sanguínea (Goff 2009) e serve para aumentar o transporte ativo do cálcio e fósforo através das células epiteliais do intestino, em consequência do aumento no número de receptores a estes minerais na superfície celular (Horst et al., 1986).

A hipocalcemia puerperal ou febre do leite ocorrem quando os bovinos não conseguem remover de forma satisfatória quantidade de cálcio suficiente de seus ossos e dieta para reposição do cálcio perdido no momento do parto e para a síntese de leite (Moreira, 2010; Goff, 2000).

Segundo Goff et al. (2002), a produção de colostro se comporta como ponto central para o metabolismo do cálcio em vacas leiteiras visto que, ao comparar os níveis sanguíneos de cálcio de vacas mastectomizadas em detrimento de vacas com glândula mamária intacta, estes autores encontraram grande decréscimo nos valores de cálcio sanguíneo de vacas que possuíam a capacidade de produzir leite.

A hipocalcemia pode resultar no aumento da imunossupressão no periparto devido à elevação de cortisol sanguíneo (Goff, 2004), estando este distúrbio relacionado ao aumento da incidência de outras desordens metabólicas como deslocamento de abomaso e prolapso uterino (Melendez et al., 2004; Goff, 2008; Horst, 1997; Chapinal et al., 2011), ou ainda a ocorrência de retenção de placenta, metrite e mastite, em virtude da associação entre imunossupressão e diminuição do tônus da musculatura uterina e do esfíncter do teto, respectivamente (Goff, 2009).

Sabendo-se que o mecanismo de homeostase do cálcio demora cerca de 72 horas para tornar-se completamente ativo e que esse período após o parto pode ser decisivo para a saúde e produção da vaca, a utilização de dietas aniônicas pode servir como uma estratégia para evitar ou minimizar a ocorrência de hipocalcemia no rebanho (Pizoni, 2017).

Tal estratégia se justifica pelo fato de que a dieta aniônica promove uma leve acidificação no pH sanguíneo por meio da mobilização de íons de hidrogênio que irão agir tentando compensar a quantidade de ânions da dieta (Pizoni, 2017). O pH ácido melhora a responsividade do receptor ao paratormônio (PTH) que é o responsável por promover a reabsorção óssea de cálcio e aumentar a reabsorção tubular renal deste mineral.

O abaixamento de pH sanguíneo pode ser monitorado por meio da avaliação do pH urinário que deve estar entre 6,2 e 6,8 para vacas da raça Holandês e entre 5,8 e 6,3 para vacas Jersey. Valores de pH urinário entre 5,0 e 5,5 são indicativos de vacas em acidose metabólica, o que diminuiria o consumo e proporcionaria um efeito contrário ao desejado para vacas no pré-parto. Dietas ricas em cátions promovem, de forma geral, um pH urinário superior a 8,2 (Goff, 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local, período experimental e animais

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia, MG. Foram monitorados parâmetros metabólicos e produtivos de 102 vacas leiteiras mestiças durante os meses de fevereiro de 2016 a maio de 2017, sendo 47 primíparas e 55 multíparas.

A média de produção das vacas avaliadas durante o período de realização deste estudo pode ser observada na Tabela 01.

Tabela 1. Estatística descritiva da produção de leite das vacas ao longo dos meses de estudo

Mês	Média produção (litros/vaca/dia)	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
fev/16	15,9	6,5	31,7	1,0
mar/16	14,9	6,6	28,1	1,8
abr/16	14,7	5,4	25,4	1,4
mai/16	17,5	6,4	33,0	0,4
jun/16	20,8	8,1	40,1	4,1
jul/16	21,9	9,2	42,9	3,4
ago/16	22,9	9,9	46,6	1,7
set/16	22,7	9,3	43,8	0,0
out/16	24,4	8,4	43,3	5,2
nov/16	22,2	8,4	38,2	1,4
dez/16	19,1	7,8	32,6	1,6
jan/17	18,9	6,9	32,1	0,1
fev/17	19,8	6,3	30,9	3,3
mar/17	18,5	6,2	29,3	2,6
abr/17	17,7	6,2	29,7	2,1
mai/17	16,8	6,8	32,3	0,3
Geral	19,3	7,4	35,0	1,9

4.2. Regime alimentar e manejo

As vacas secas e novilhas gestantes foram mantidas em regime de pastejo na época das águas e em confinamento na época da seca. Estes animais foram conduzidos para o lote pré-parto quando restavam 30 dias para ocorrência do parto, sendo este momento definido a partir da data de inseminação. As nulíparas eram separadas em um lote distinto das demais vacas que apresentavam ordem de parto superior a um.

No período das águas os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e recebiam suplementação de concentrado na quantidade de 2,5 Kg/animal/dia. No período seco do ano estes animais foram confinados em piquetes e receberam silagem de milho como fonte de alimento volumoso acrescida de suplementação concentrada de 2,5 Kg/animal/dia na forma de dieta total.

O concentrado oferecido para as vacas cuja ordem de parto era superior a um foi formulado com base na utilização de núcleo mineral aniônico com o objetivo de obtenção de uma diferença cátion-aniônica dietética (DCAD) de -10 a -15 mEq/Kg de MS, conforme proposto por Moore et al. (2004). A inclusão do núcleo aniônico na formulação do concentrado era dependente dos resultados das avaliações bromatológicas dos alimentos volumosos. A formulação de dietas pré-parto foi realizada para atender os requerimentos nutricionais conforme proposto pelo NRC (2001).

Após o parto, os animais foram alocados em lotes de vacas em lactação, cuja apartação se deu de acordo com a ordem de parição (primíparas e múltíparas), produção de leite, e dias em lactação.

As vacas em lactação foram mantidas em regime de pastejo sob lotação intermitente na época das águas e de confinamento na época da seca, sendo a dieta formulada com base nas recomendações do NRC (2001).

No período das águas as vacas foram mantidas em pastagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça e também de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. No período seco do ano elas foram suplementadas com silagem de milho. Em ambos os regimes alimentares as vacas receberam suplementação com concentrado de acordo com a apartação de lotes e composição dos alimentos volumosos.

4.3. Coleta de amostras

Os animais foram avaliados nos dias -28, -21, -14, -7, parto, 6, 12 e 24 horas, 2, 5, 7, 14, 21 e 28 dias em relação ao parto, sendo contabilizados 14 momentos de avaliação para cada indivíduo. Em cada momento foram avaliados os seguintes parâmetros: ECC, peso vivo, pH urinário e níveis séricos de BHBA e cálcio.

O escore de condição corporal foi avaliado segundo a metodologia proposta por Edmonson et al. (1989), cuja escala varia de 1 a 5 unidades com intervalos de 0,25 subunidades. O peso vivo foi determinado através da utilização de uma balança mecânica fixa existente na propriedade, sempre às 15 horas, sem realização de jejum prévio.

As amostras de urina foram coletadas em recipientes plásticos durante micção espontânea ou através de massagem perineal, sendo posteriormente destinadas à aferição de pH por meio da utilização de um peagâmetro digital portátil (Instrutherm®), cuja escala vai de 0 a 14.

Foram coletadas amostras de 8 mL de sangue puncionadas na veia coccígea por meio do auxílio de tubos de coleta à vácuo com gel ativador de coágulo, mediante a realização de antisepsia local com álcool iodado a 2%. Imediatamente após a coleta foi instilada uma gota de sangue na fita reagente para β -hidroxibutirato acoplada a um aparelho portátil (Ketovet®) que mede corpos cetônicos no sangue.

As amostras de sangue foram imediatamente encaminhadas para o Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram submetidas à centrifugação a 5000 RPM, por cinco minutos, para obtenção do soro sanguíneo, que foi utilizado para avaliação de cálcio total.

Os animais foram ordenhados por ordenha mecânica, duas vezes ao dia, às 6 horas e a às 16 horas. A coleta de amostras individuais de leite foi realizada a cada 28 dias através da utilização de copos coletores acoplados ao conjunto de ordenha, sendo 60% da amostra coletada na ordenha da manhã e 40% na ordenha da tarde devido a variação na composição do leite entre ordenhas. As amostras coletadas foram homogeneizadas e acondicionadas em frascos plásticos com 2-bromo 2-nitropropano 1,3-diol na relação de 10 mg para 50 mL de leite. Estas amostras foram enviadas para análise no Laboratório da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da Esalq/USP. A determinação das

porcentagens de proteína e gordura do leite foram realizadas com o uso da metodologia eletrônica Bentley®.

4.4. Delineamento e análises estatísticas

Os dados coletados foram testados quanto aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias pelo teste Lilliefors e teste de Cochran e Bartlett, respectivamente. Por não terem passado pelos pressupostos, os dados foram analisados por meio dos testes não paramétricos de Kruskal-Wallis (pH urinário, ECC, peso vivo, BHBA, cálcio e RGP) e análise de contingência (Qui-quadrado) (incidência de cetose e hipocalcemia) ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Para avaliação do regime alimentar e da estação do ano adotou-se delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 4x14, sendo que para avaliação do núcleo mineral pré-parto, ordem de parição, ocorrência de mastite nos primeiros 30 dias pós-parto, e ocorrência de cetose e hipocalcemia no pré e pós-parto, foi adotado delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x14.

CAPÍTULO III

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Metabolismo do cálcio

Na Figura 01 pode-se observar o perfil sérico de cálcio sanguíneo em função dos dias em relação ao parto (DRP). Foram encontradas diferenças estatísticas entre todos os momentos de avaliação.

O menor valor de cálcio sérico obtido no presente estudo foi o do DRP 0,5, correspondente às 12 horas pós-parto, cuja média foi de $7,2 \pm 1,7$ mg/dL. Este valor foi inferior ao encontrado por Moreira (2013) que encontrou uma média de 8,7 mg/dL no dia do parto, em estudo conduzido também com vacas leiteiras mestiças.

A média encontrada nas primeiras 24 horas do presente estudo foi de 7,6 mg/dL e pode ser caracterizada como uma média fora dos valores de referência citados por Goff (2004), que variam de 8,5 a 10 mg/dL, sendo também indicativa de ocorrência de cetose subclínica no período em questão.

A queda dos níveis de cálcio próxima ao parto é comumente descrita na literatura e ocorre devido ao balanço negativo decorrente do aumento da demanda do mineral para a produção de colostro e leite, em detrimento do tempo mais lento de adaptação dos mecanismos de homeostase do cálcio.

Souza Júnior et al. (2011) e De Paula (2011) encontraram concentrações médias de cálcio no dia do parto de 7,69 mg/dL e de $7,77 \pm 1,0$ mg/dL, corroborando com os dados obtidos no presente estudo. Por outro lado, Alvarenga (2013) encontrou uma concentração média de cálcio de 10,01 mg/dL no dia do parto de vacas Holandesas.

Este autor relatou que os níveis médios de cálcio se mantiveram acima daqueles considerados como ponto de corte para hipocalcemia subclínica durante todo o período de transição e associou os resultados à dieta e conforto dos animais durante o período em questão.

Neste estudo, as concentrações médias de cálcio retomaram os níveis normais (valores superiores a 8,5 mg/dL) já no segundo dia pós-parto, atingindo uma média no DRP 2 de $8,5 \pm 1,6$ mg/dL. Moreira (2013) relatou que as concentrações médias de cálcio retornaram aos níveis encontrados no pré-parto depois de aproximadamente 10 dias de

lactação. Sendo assim, os dados sugerem que o período mais próximo ao parto é o que apresenta maior desafio e desequilíbrio na homeostase do cálcio, sendo estes problemas superados com o decorrer da lactação.

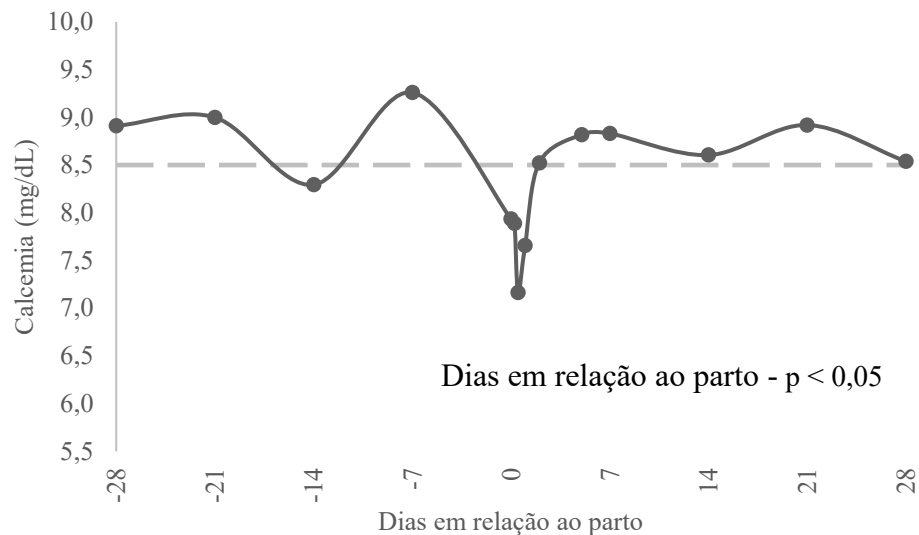


Figura 01. Comportamento da concentração média de cálcio (mg/dL) no periparto de vacas leiteiras.

Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os diferentes regimes alimentares no pré-parto (pastejo, confinamento ou ambos) sobre os efeitos na calcemia de vacas leiteiras no período de transição (Figura 02). Vale ressaltar que os regimes alimentares foram comparados apenas dentro de cada tempo de avaliação, não havendo dados estatísticos no presente estudo relacionados aos efeitos dos regimes alimentares sobre os valores de cálcio ao longo do período periparto.

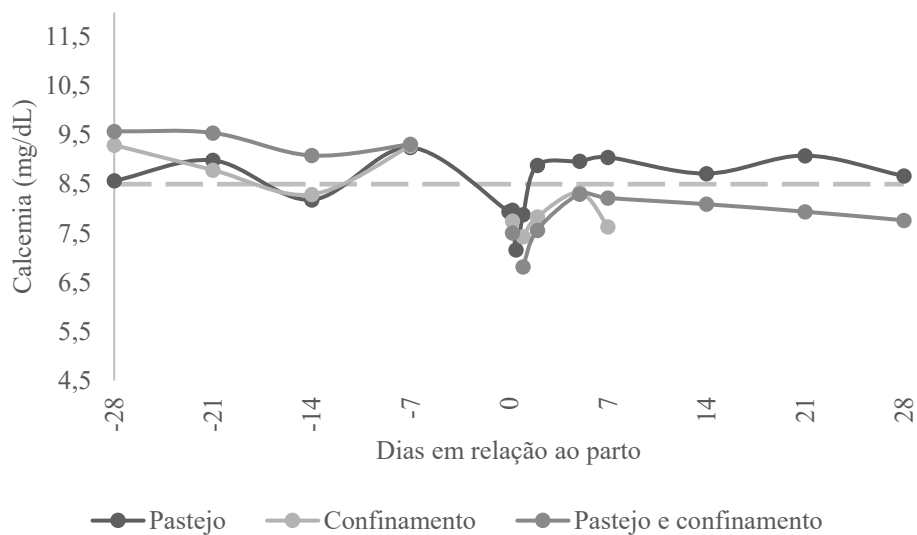


Figura 02. Comportamento da concentração média de cálcio (mg/dL) no periparto de vacas leiteiras em função do regime alimentar no pré-parto.

Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os diferentes núcleos pré-parto (não aniônico x aniônico) e seus efeitos sobre a calcemia de vacas leiteiras no período de transição, sendo esta avaliação realizada, também, apenas dentro de cada tempo de avaliação.

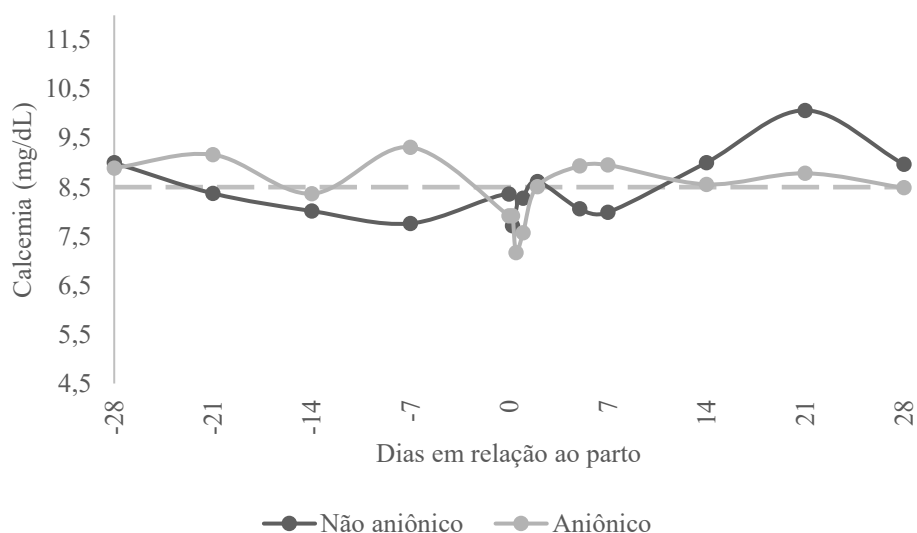


Figura 03. Comportamento da concentração média de cálcio (mg/dL) no periparto de vacas leiteiras em função do núcleo mineral pré-parto.

Vale ressaltar que o gráfico da Figura 03 representa o mesmo comportamento para avaliação da concentração média de cálcio (mg/mL) no periparto de vacas leiteiras em função da ordem de parto, visto que apenas as vacas multíparas foram suplementadas com núcleo aniônico no pré-parto.

Na Figura 04 pode-se observar o comportamento da incidência de hipocalcemia subclínica no periparto de vacas mestiças avaliadas nesta pesquisa. A incidência média de hipocalcemia no pré-parto obtida no presente estudo foi de 41%, enquanto a incidência média no pós-parto foi de 62%, sendo este valor de 86% no DRP 0,5, correspondente às 12 horas pós-parto. De forma geral, as vacas avaliadas durante o período experimental apresentaram incidência de hipocalcemia subclínica média de 56% durante o período de transição.

Oetzel (2004) recomenda que a incidência de hipocalcemia subclínica durante o período de transição não seja superior a 30%. Utilizando este valor como meta a ser alcançada em rebanhos leiteiros, conclui-se que os valores obtidos neste estudo estão acima do preconizado, sugerindo a existência de um problema quanto ao metabolismo de cálcio no rebanho estudado.

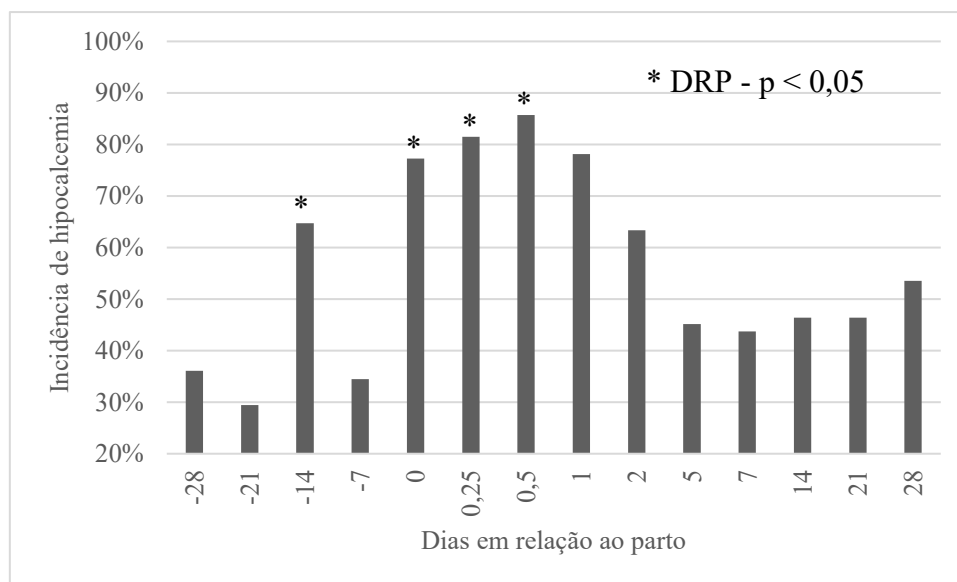


Figura 04. Incidência de hipocalcemia (concentração sérica de Ca < 8,5 mg/dL) no periparto de vacas leiteiras.

Os resultados aqui encontrados são semelhantes aos descritos por Moore et al. (2000) que encontraram índice de hipocalcemia subclínica de 70% em três rebanhos de vacas multíparas nos Estados Unidos (EUA) e por Santos (2013) que encontraram 75% de incidência de hipocalcemia subclínica em fazendas na Flórida e no Colorado (EUA).

O elevado nível de acometimento e a duração da ocorrência da doença são de extrema relevância uma vez que contribuem para a queda na ingestão de alimentos em vacas recém-paridas, exacerbam a imunossupressão experimentada durante o período de transição, predispõe o animal ao desenvolvimento de cetose, retenção de placenta, deslocamento de abomaso, mastite, metrite e distocias (Goff, 2004; Martinez, 2012; NRC, 2001; Moreira, 2013).

Ao contrário do que se esperava, não foram encontradas diferenças estatísticas relacionadas à influência da utilização de núcleo aniônico sobre os valores de pH urinário das vacas no pré-parto (Figura 05). Este fato pode justificar a elevada incidência de hipocalcemia obtida no presente estudo pois, a não redução do pH urinário reflete também em não abaixamento do pH sanguíneo e consequente ineficiência na resposta de receptores à ação do PTH.

De forma geral, os animais suplementados com dieta aniônica no período pré-parto apresentaram uma média de pH de urina de 8,52, enquanto os animais que não receberam dieta aniônica no mesmo período apresentaram uma média de pH urinário de 8,99.

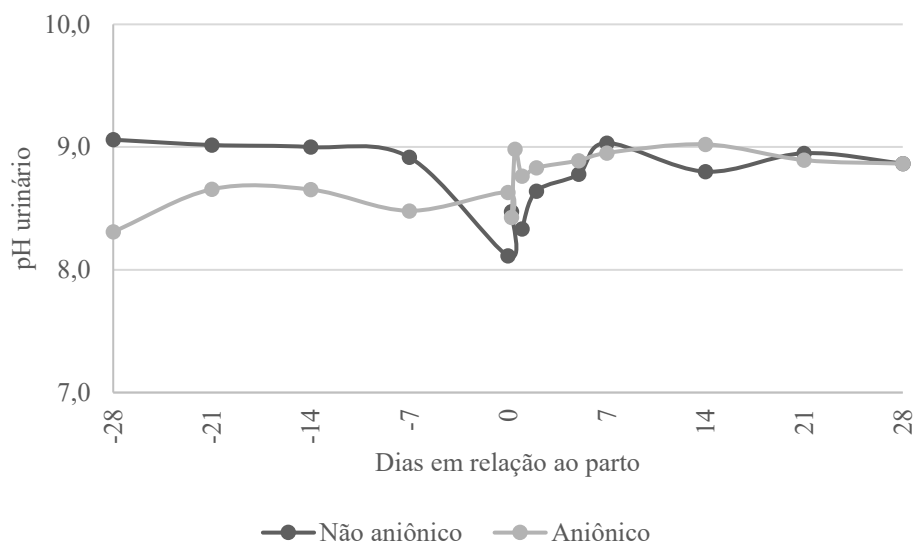


Figura 05.Comportamento do pH urinário de vacas leiteiras em função do núcleo mineral pré-parto (aniônico x não aniônico).

A Figura 06 demonstra o comportamento dos valores de pH urinário obtidos no presente estudo, havendo diferenças estatísticas entre os resultados encontrados ao longo dos períodos de avaliação.

Como média geral, os valores médios de pH de urina durante o monitoramento de vacas leiteiras mestiças no período de transição foram de 8,25 e 8,47, nos períodos pré e pós-parto, respectivamente.

Estes valores são semelhantes à média de pH urinário encontrada por Pizoni (2017) para vacas que não receberam dieta aniônica durante o pré-parto ($8,52 \pm 0,24$). Este mesmo autor encontrou valores médios de pH urinário de $6,53 \pm 0,15$ e $5,39 \pm 0,04$ para vacas que receberam dieta aniônica durante 11 e 15 dias, respectivamente.

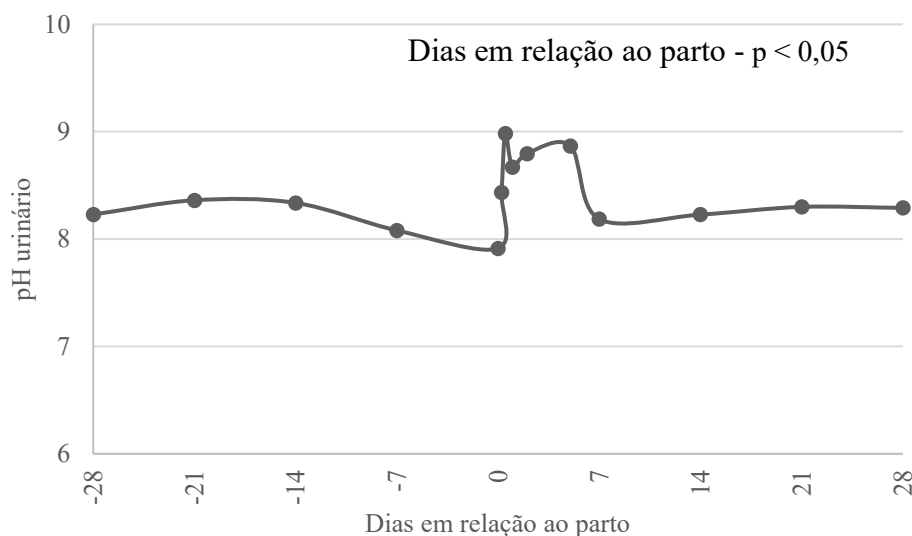


Figura 06. Comportamento do pH urinário de vacas leiteiras mestiças no período de transição.

Tendo em vista que o objetivo do fornecimento de dieta aniônica é a indução de uma queda do pH sanguíneo e consequente diminuição do pH urinário, fica evidente que os resultados encontrados nesta pesquisa se encontram superiores ao objetivo de que se tenham valores entre 5,8 e 6,8 para o pH de urina de vacas suplementadas com dieta aniônica no pré-parto (Pizoni, 2017).

Carneiro (2013) avaliando teores de potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl) e enxofre (S) em forragens de rebanhos leiteiros comerciais, relatou diferenças significativas entre a composição de minerais de alimentos volumosos utilizados na alimentação de vacas leiteiras em diversas regiões do país. Desta forma, a realização de análises bromatológicas periódicas para avaliação, principalmente, dos elementos K, Cl e S é fundamental para correta adequação do DCAD dietético.

Diante das informações apresentadas anteriormente, acredita-se que o não abaixamento de pH urinário de vacas suplementadas com dieta aniônica no presente estudo pode ser justificado pela não realização periódica de análises de minerais nos alimentos utilizados para a formulação das dietas de vacas no período de transição, e por sua vez pode ter se comportado como um fator relevante no desafio pelos quais estes animais passaram em relação ao metabolismo do cálcio.

5.2. Metabolismo energético

Em relação ao metabolismo energético das vacas leiteiras no periparto, um dos parâmetros metabólicos e produtivos utilizados para avaliar o metabolismo e a saúde dos animais no período de transição foi o peso vivo (Figura 07).

Houve diferença estatística entre os valores de peso vivo obtidos nos diferentes momentos de avaliação, sendo que os pesos médios encontrados no DRP -28 foi de $618,6 \pm 87,3$ Kg e no DRP 28 foi de $532,9 \pm 66,5$. Sendo assim, houve um decréscimo de 14% no peso vivo, em média, durante o período de avaliação.

Melo (2016) encontrou valores de redução média de 6% no peso vivo de vacas suplementadas ou não com colina protegida ruminalmente entre os dias -21 e +21 em relação. Este mesmo autor relatou um peso corporal ao parto de 703 Kg para vacas Holandesas, diferentemente do peso corporal ao parto obtido neste estudo (579 ± 76 Kg/animal).

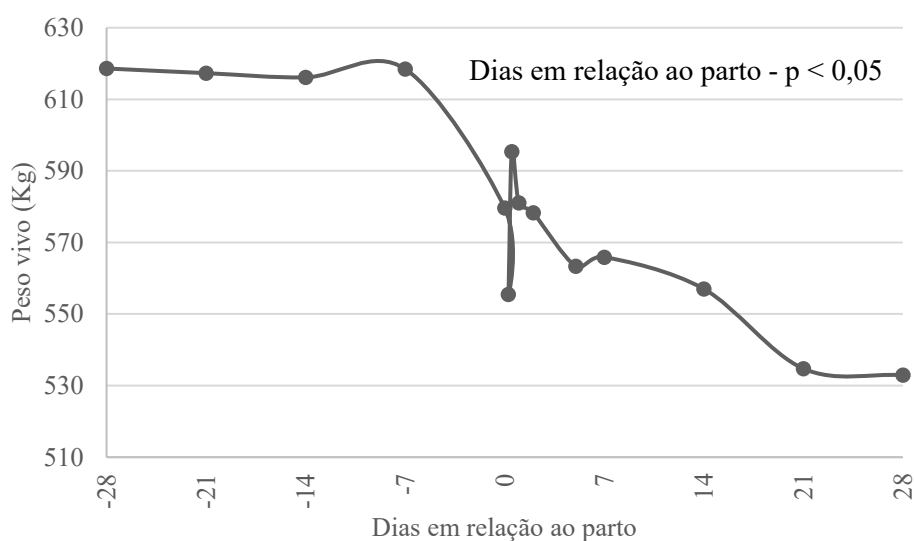


Figura 07. Comportamento do do peso vivo (Kg) de vacas leiteiras no período de transição.

O fator ordem de parição (primíparas x multíparas), apresentou efeito estatístico sobre os tempos de avaliação, sendo os maiores valores de peso vivo relacionados à multíparas em detrimento de primíparas (Figura 08). Este mesmo comportamento pôde ser observado também para o núcleo aniônico pré-parto visto que o seu fornecimento se deu em função da ordem de parto dos animais. Isto se justifica pelo fato de que primíparas ainda estão

em crescimento e não atingiram o peso a idade adulta, sendo o peso vivo, portanto, inferior ao de multíparas.

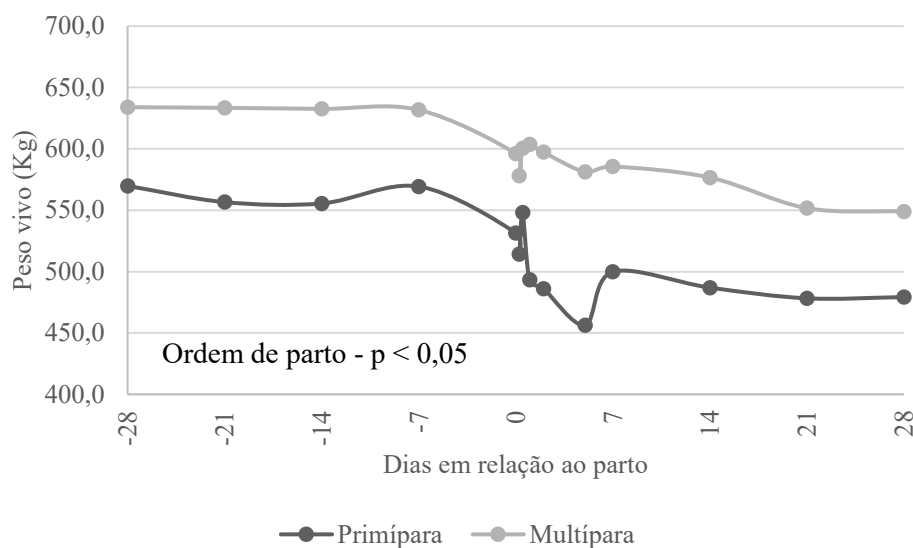


Figura 08. Comportamento do peso vivo (Kg) de vacas leiteiras no período de transição em função da ordem de parição (multíparas x primíparas).

Foi observada diferença estatística entre o peso vivo de animais que apresentaram quadro de cetose subclínica no pré-parto em detrimento de animais não tiveram cetose no mesmo período (Figura 09). O limiar utilizado para caracterização de cetose subclínica foi o proposto por Duffield (2000) e Ospina et al. (2010) que consideram valores de BHBA sanguíneo superiores a 1,2 mmol/L como indicativos de cetose subclínica.

Vacas que passaram por um quadro cetose subclínica em algum momento do pré-parto apresentaram peso vivo menor que vacas que não tiveram cetose durante os dias -21, -14, -7 e 0 em relação ao parto. Acredita-se que este resultado seja decorrente de um manejo inadequado no período seco que refletiu em uma maior mobilização de reservas corporais antes mesmo do início do periparto. Sendo assim, foi identificado um peso vivo inferior para vacas que tiveram cetose subclínica no pré-parto.

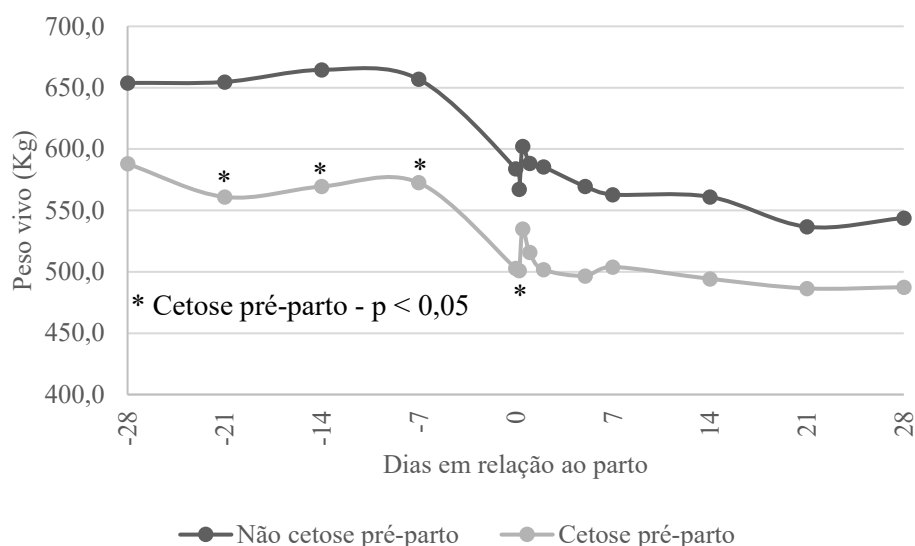


Figura 09. Comportamento do peso vivo (Kg) de vacas leiteiras no período de transição em função da ocorrência de cetose no pré-parto.

Um segundo parâmetro utilizado para monitorar o metabolismo energético de vacas leiteiras no período de transição foi o escore de condição corporal (Figura 10). Houve diferença estatística entre os valores de ECC obtidos nos diferentes momentos de avaliação.

De forma geral os animais apresentaram um ECC médio no DRP -28 de $3,17 \pm 0,3$, havendo um decréscimo de 0,16 subunidades até o DRP 28. O ECC médio obtido ao parto foi de $3,15 \pm 0,29$ no presente estudo. No período final da gestação e principalmente nas primeiras semanas após o parto é comum que as vacas em lactação percam escore em função do BEN e consequente mobilização de reservas corporais, sendo este parâmetro observado no presente estudo.

Melo (2016) verificou uma redução de 0,36 e 0,38 pontos no ECC para animais suplementados e não suplementados com colina, respectivamente, entre os dias -21 pré e 21 pós-parto. No entanto, o ECC ao parto dos animais no estudo realizado pelo autor foi de 3,85, o que está muito acima do obtido no presente trabalho, bem como o recomendado como ECC ideal ao parto (3 a 3,5).

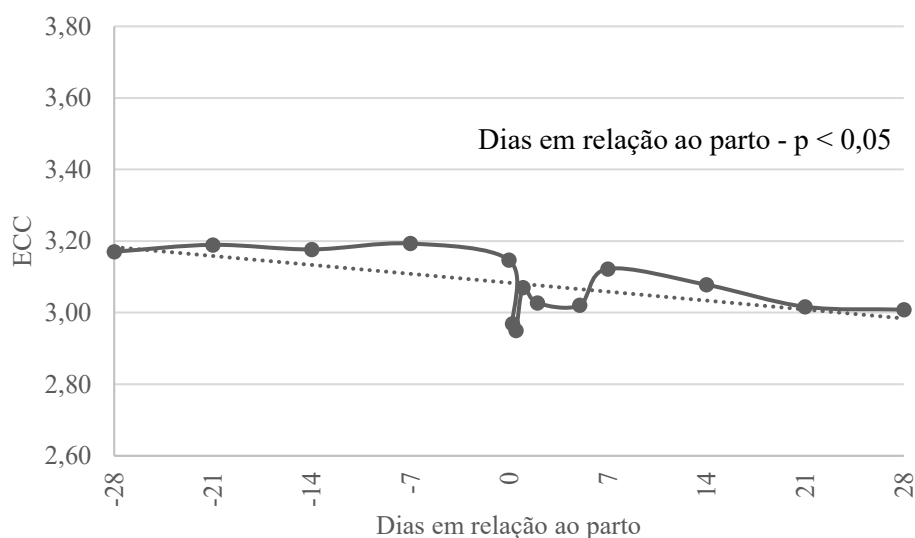


Figura 10. Comportamento do escore de condição corporal de vacas no período de transição

Rennó et al. (2006) estudaram o efeito do ECC ao parto sobre o padrão de mobilização de reservas corporais em vacas multíparas da raça Holandês de alta ($\geq 29,0$ Kg/dia) e média produção de leite ($< 29,0$ Kg/dia). As vacas com maior ECC ao parto (3,44) apresentaram maior mobilização das reservas corporais, independentemente do nível de produção, o que resultou em redução média de 0,65 unidades de ECC, do parto até 150 dias de lactação. Em contrapartida, as vacas com menor ECC (2,77) ao parto apresentaram mobilização de apenas 0,28 unidades no mesmo período. O menor valor de ECC ocorreu aos 100 e 87 dias de lactação para vacas com alto e baixo ECC ao parto, respectivamente, demonstrando uma mobilização de reservas corporais menos prolongada quando o ECC ao parto é menor.

O escore corporal variou significativamente ($p < 0,05$) entre multíparas e primíparas no presente estudo apenas nos dias em relação ao parto -28 e -21, sendo as médias iguais a 3,41 e 3,29, e 3,10 e 3,16, respectivamente, para primíparas e multíparas.

Em relação ao parâmetro produtivo RGP, a relação entre os valores de gordura e proteína do leite foram estatisticamente diferentes em função da estação do ano de ocorrência do parto (Figura 11).

Como pode ser observado no gráfico abaixo, as menores RGP foram obtidas no verão. Acredita-se que este resultado é decorrente do manejo alimentar adotado na época das águas que consiste na utilização de pastagens em sistema rotacionado com suplementação

de concentrado em função da produção de leite das vacas. A ingestão de elevada quantidade de concentrado no pós-parto, aliada à alta digestibilidade das pastagens bem manejadas podem contribuir para que ocorra depressão de gordura no leite e consequentemente redução na RGP.

Os valores médios obtidos foram de 1,12, 1,30, 1,46 e 1,00 para as estações outono, inverno, primavera e verão, respectivamente.

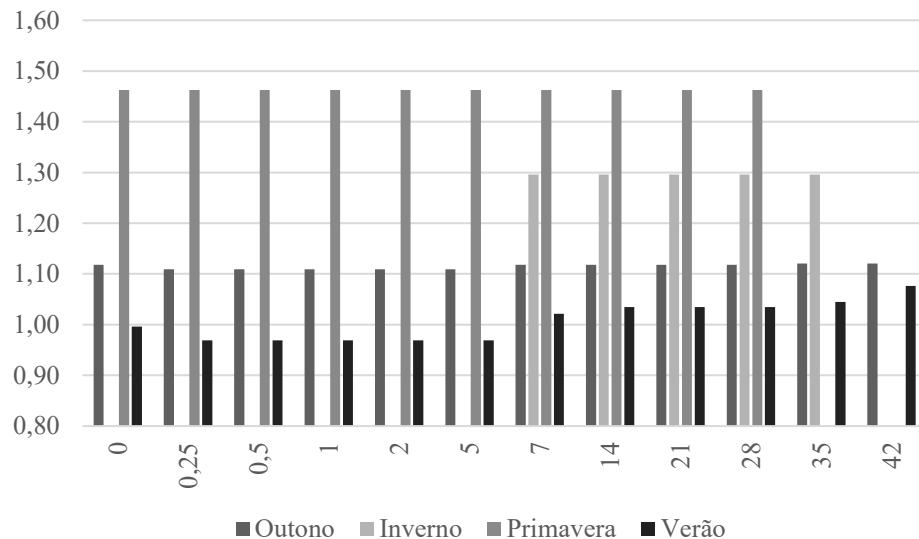


Figura 11. Comportamento da relação gordura:proteína do leite de vacas leiteiras no período de transição em função da estação do ano de ocorrência do parto.

Por fim, o comportamento do metabólito sanguíneo BHBA pode ser observado na Figura 12. Foi encontrada diferença estatística quanto às concentrações do metabólito sanguíneo ao longo dos momentos de avaliação.

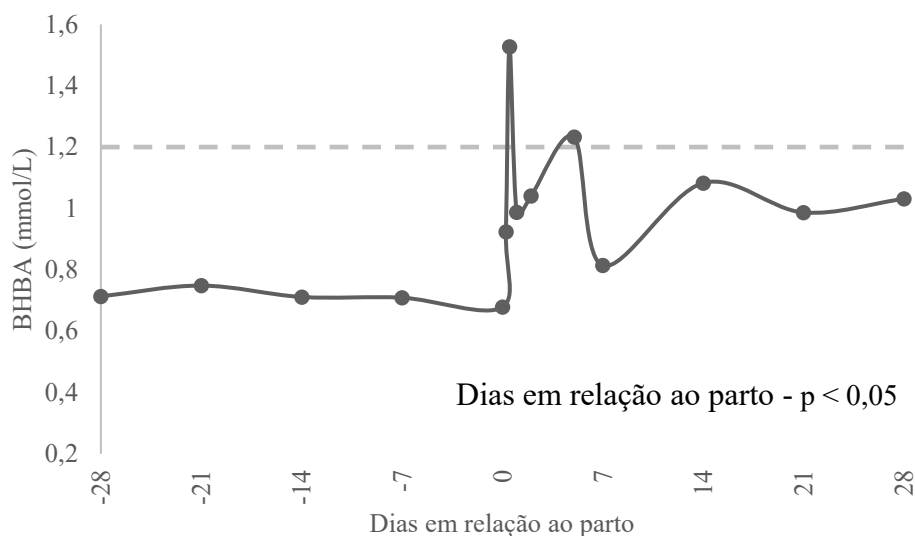


Figura 12. Comportamento do metabólito sanguíneo β -hidroxibutirato (mmol/L) de vacas leiteiras no período de transição.

Os valores médios de BHBA obtidos neste estudo foram de 0,72 mmol/L para o período pré-parto e de 1,03 mmol/L para o período pós-parto, sendo que o maior valor obtido durante o período de avaliação foi o de $1,23 \pm 0,52$ mmol/L, no 5º dia pós-parto. De forma geral as médias encontradas no presente estudo passaram por um aumento significativo no período pós-parto em relação ao pré-parto ($p < 0,05$).

Esta informação corrobora com os demais resultados descritos na literatura que relatam valores mais altos de BHBA no quinto dia de lactação e subsequente decréscimo a medida em que há avanço nos dias em lactação (DEL) (Chung et al., 2008; Frigotto, 2010; LeBlanc et al., 2005; Moreira, 2013). Por outro lado, Vazques-Añon et al. (1994) encontraram aumento de BHBA já no primeiro dia, e ocorrência de pico no décimo dia pós-parto.

O BHBA é um dos principais corpos cetônicos produzidos pelo fígado e serve como um importante indicador do balanço energético negativo de vacas leiteiras (Ospina et al., 2010). Desta forma, o conhecimento da concentração sérica deste metabólito é importante como indicador de cetose subclínica, ocasionada pela mobilização excessiva de gordura corporal para suprir o déficit energético durante o início da lactação.

Moreira (2013) encontrou a maior concentração média de BHBA no dia cinco pós-parto juntamente com a maior frequência de cetose subclínica do rebanho estudado (13,3% no

verão e 9,68% no inverno). Estes dados são similares aos resultados aqui encontrados que também apresentaram os maiores valores de BHBA no 5º dia pós-parto junto a uma maior incidência de cetose subclínica. No entanto, o valor percentual da incidência de cetose no presente estudo foi superior ao relatado por Moreira (2013), chegando a 47%.

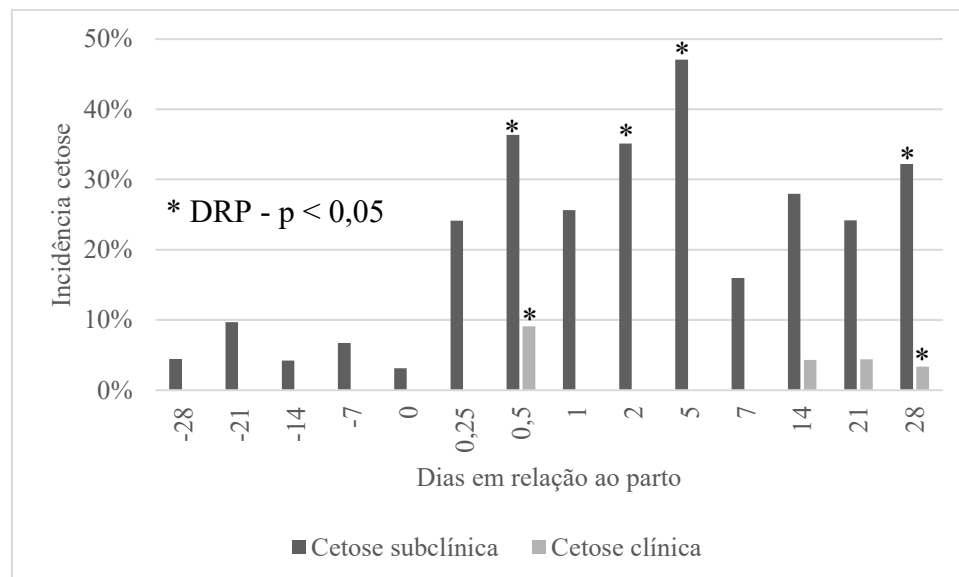


Figura 13. Incidência de cetose subclínica (concentração sérica de BHBA > 1,2 mmol/L) e cetose clínica (concentração sérica de BHBA > 2,9 mmol/L) no periparto de vacas leiteiras.

Foram encontradas diferenças estatísticas quanto à incidência de cetose subclínica no rebanho estudado nos dias 0,5, 2, 5 e 28 do pós-parto de vacas leiteiras no período de transição. Greenfield (2000) encontrou rápido aumento de BHBA entre o 1º e 3º dia depois do parto, sendo que as concentrações continuaram altas até o 28º dia. Neste estudo foi detectada uma incidência de 32% para cetose subclínica durante o 28º dia do pós-parto. Entretanto, Garcia (2010), utilizando ponto de corte de BHBA superior a 1,4 mmol/L, encontrou incidência de 24% de cetose subclínica em estudo realizado no Brasil.

Em relação à ocorrência de cetose clínica, foi encontrada uma incidência de 9% às 12 horas após o parto e de 3% ao 28º dia pós-parto, sendo adotado o ponto de corte de 2,9 mmol/L para caracterização de cetose clínica.

Muitas vezes se torna difícil a comparação de incidências de cetose subclínica entre estudos distintos devido ao fato de que alguns utilizam pontos de corte de 1,2 e outros de

1,4, além de que há diferenças no momento e nos intervalos de amostragens (Duffield, 2006).

Segundo Oetzel (2004), taxas ótimas de ocorrência de cetose subclínica deveriam estar situadas abaixo de 10%. Sendo assim, as vacas deste rebanho possuem maiores riscos ao desenvolvimento de doenças.

Houve diferença estatística para os valores de BHBA nos dias em relação ao parto 1, 2 e 5, em função do regime alimentar pós-parto, sendo os maiores e menores valores encontrados para os animais mantidos em regime de pastejo e confinamento, e confinamento respectivamente (Figura 14).

Supõe-se que a transição entre o final das chuvas e início da seca, bem como a transição da seca para a época das águas seja um momento crítico para as vacas no período de transição avaliadas neste trabalho. Isto se deve ao fato de que estas transições não garantem volumosos de elevada qualidade tendo em vista, principalmente, a ocorrência na mudança da estrutura das pastagens.

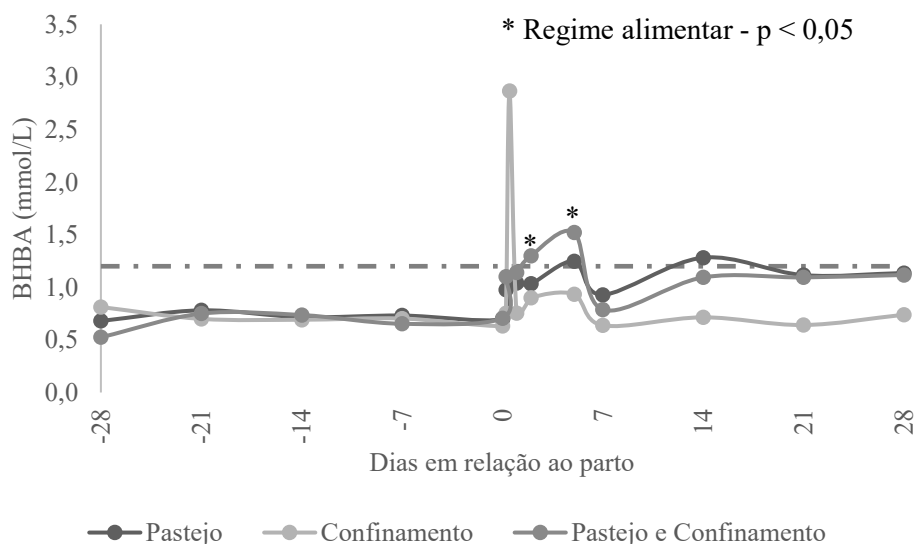


Figura 14. Concentrações séricas de BHBA (mmol/L) em função do regime alimentar pós-parto de vacas leiteiras no período de transição.

Conforme discutido anteriormente, quadros subclínicos de hipocalcemia podem predispor à ocorrência de outras doenças metabólicas em vacas leiteiras. Desta forma, foi

encontrada diferença estatística entre os dados de BHBA de vacas que passaram por hipocalcemia subclínica durante o pré-parto, sendo os valores significativos nos dias 2 e 5 do pós-parto (Figura 15).

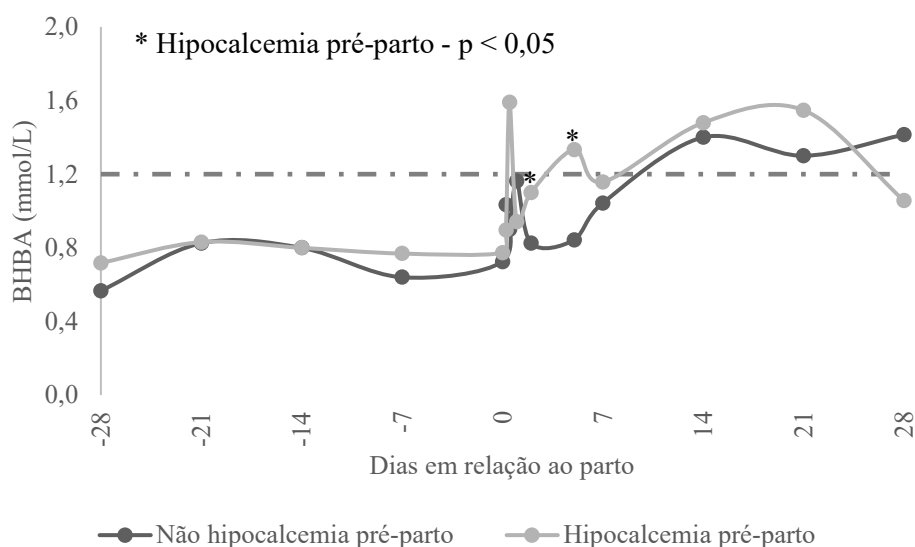


Figura 15. Concentrações séricas de BHBA (mmol/L) em função da ocorrência de hipocalcemia subclínica no pré-parto de vacas leiteiras no período de transição.

5.3. Metabolismo energético e saúde

Foram encontradas diferenças estatísticas entre a ocorrência de quadros de mastite nos primeiros 30 dias de lactação em relação à influência sobre a concentração de BHBA sanguíneo nos períodos de avaliação.

Conforme pode ser observado no gráfico, os valores de BHBA foram superiores para animais sadios em detrimento de animais que apresentaram quadros de mastite no primeiro mês de lactação (Figura 16).

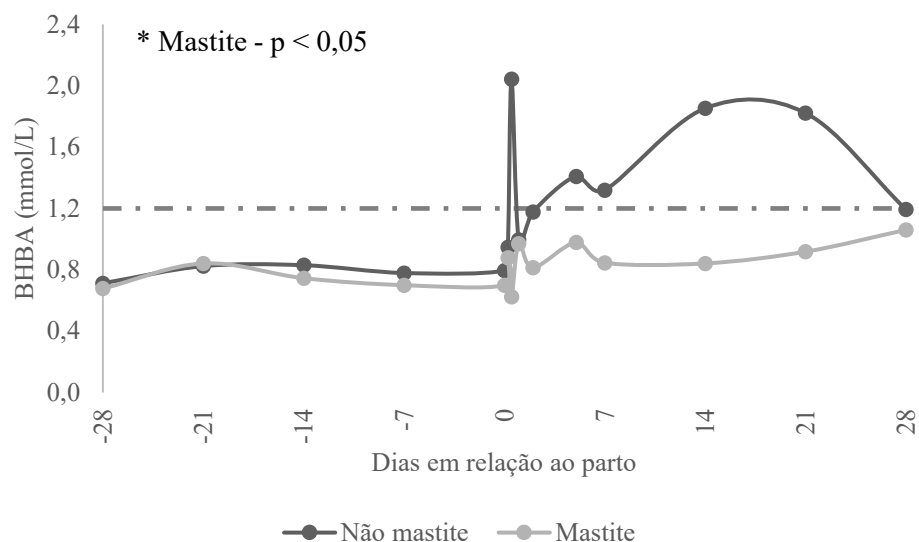


Figura 16. Concentrações séricas de BHBA (mmol/L) em função da ocorrência de mastite clínica nos primeiros 30 dias de DEL.

Segundo Tamminga et al. (1997), a mobilização de reservas corporais, principalmente de tecido adiposo, pode ser suficiente para suportar uma produção entre 120 e 150 Kg de leite durante as primeiras semanas de lactação. Desta forma, as vacas que passaram por um quadro de mastite nos primeiros 30 dias de DEL não tiveram cetose no pós-parto devido à menor exigência para produção de leite no mesmo período. Em contrapartida, as vacas que não tiveram quadros de mastite nos primeiros 30 dias de DEL tiveram cetose subclínica devido à maior produção de leite e consequente mobilização de reservas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de parâmetros metabólicos e produtivos de vacas no período de transição pode servir como ferramenta para o monitoramento do metabolismo e da saúde destes animais.

O perfil metabólico de vacas leiteiras está sujeito à interferência de inúmeros fatores intrínsecos do ambiente em que os animais estão inseridos. No entanto, o seu conhecimento aliado ao entendimento dos fatores de risco pode permitir o desenvolvimento de ações para correção e melhoria dos índices produtivos do rebanho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, E. A. Perfil metabólico de vacas da raça Holandesa durante o período de transição, locais de colheita e métodos de análise de beta hidroxibutirato. 2013. Dissertação, UFMG.

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

BAUMGARD L. H. et al. Does Negative Energy Balance (NEBAL) Limit Milk Synthesis in Early Lactation? In: 21ST ANNUAL SOUTHWEST NUTRITION & MANAGEMENT CONFERENCE, 2006, Tempe. **Proceedings**. Tempe, Arizona: University of Arizona, 2006. p. 23-24.

BELL, A.W. et al. Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in holstein cows. **Journal Dairy Science**, v 78, p 1954, 1995.

BERTICS, S.J. et al. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. **Journal Dairy Science**, v. 75, p. 1914-1922, 1992.

BROZOS, C. et al. Treatment and control of peri-parturient metabolic diseases: pregnancy toxemia, hypocalcemia, hypomagnesemia. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, v.27, a.1, p.105-113, 2011.

CARNEIRO, E. W. Teores de potássio, sódio, cloro e enxofre em forragens de rebanhos leiteiros comerciais e indicadores de hipocalcemia. 2013. Dissertação, UFPR.

CHAPINAL, N. et al. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 4897-4903, 2011.

CHUNG, Y.M. et al. Effects of prepartum dietary carbohydrate source and monensin on periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p.2744-2758, 2008.

COPPOCK, C.E. et al. Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on feed intake prepartum and occurrence of abomasal displacement in dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 55, p. 783-789, 1972.

DE PAULA, V. M. et al. Perfil mineral e bioquímico de vacas leiteiras no período de transição em um sistema semi-intensivo em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO BUIATRIA. 2011. Goiânia. **Veterinária e Zootecnia**, São Paulo. p.650-654.

DUFFIELD, T. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. **Veterinary Clinic North America: Food Animal Practice**, v.16, n.2, p.231-253, 2000.

DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier?. **Journal of dairy science**, v. 82, n. 11, p. 2259-2273, 1999.

DRACKLEY, J. K. et al. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. Ital. **Journal of Animal Science**, v. 4, p. 323-344, 2005.

EDMONSON, A. J. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 1989, 72:68-78.

FARIA, B. N. Perfil metabólico, hormonal e da fermentação ruminal de vacas leiteiras no período de transição alimentadas com aditivos gliconeogênicos. 2006. 125 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FERNANDES, S.R. et al. Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.1, p.21-32, 2012.

FRIGOTTO, T. A. Monitoramento clínico e produtivo de vacas leiteiras no período de transição. 2010. Dissertação, UFPR.

GARCIA, A. M. B. Avaliação metabólica de vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias de prevenção do balanço energético negativo no pós-parto. 2010. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2010.

GOFF, J.P. et al. Effect of Mastectomy on Milk Fever, Energy, and Vitamins A, E, and β -Carotene Status at Parturition¹. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 6, p. 1427-1436, 2002.

GOFF, J.P. Macromineral disorders of the transition cow. **Veterinary Clinic North America: Food Animal Practice**, v.20, n.3, p.471-494, 2004.

GOFF, J. P. Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. **Animal. Feed and Science Technologie.**, v.126, n.3-4, p.237–257, 2006.

GOFF, J. P. Mineral disorders of the transition period: origin and control. In: WORLD BUIATRICS CONGRESS, 2006b, Nice. **Proceedings...** Nice: [s.n.], 2006. p. 1-9.

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

GOFF, J.P. Como controlar a febre do leite e outras desordens metabólicas relacionadas a macro minerais em vacas de leite. In: XIII CURSO DE NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS., 2009, Uberlândia. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2009, p. 267-284.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais. In: GONZÁLEZ, F, H. D.; BARCELOS, J. O.; OSPINA, H. et al. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre. Gráfica da UFRGS, 2000. 106p.

GREENFIELD, R. B. et al. Impact of Dietary Protein Amount and Rumen Undegradability on Intake, Peripartum Liver Triglyceride, Plasma Metabolites, and Milk Production in Transition Dairy Cattle. **Journal Dairy Science.**, v. 83, n. 4, p. 703-710, 2000.

GRUM, D.E. et al. Production, Digestion, and Hepatic Lipid Metabolism of Dairy Cows Fed Increased Energy from Fat or Concentrate **Journal Dairy Science**, v. 79, p. 1836-1849, 1996.

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

GRUMMER, R. R. et al. Dry matter intake and energy balance in the transition period. **Veterinary Clinics of North American Food Animal Practices.**, v. 20, n. 3, p. 25, 2004.

GRUMMER, R.R; RASTANI, R.R. Why Reevaluate Dry Period Length? **Journal of Dairy Science**, v.87, n.1, p.77-85, 2004.

HEUER, C., et al. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2180-2191, 2002.

HORST, R. L. Regulation of calcium and phosphorus homeostasis in dairy cow. **Journal Dairy Science**, v.69, n.2, p.604-616, 1986.

HORST, R.L. et al. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1269-1280, 1997.

KARA, C. Physiological and metabolic changes during the transition period and the use of calcium propionate for prevention or treatment of hypocalcemia and ketosis in periparturient cows. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**, v. 7, p. 9-17, 2013.

LEBLANC, S.J.; LESLIE, K.E.; DUFFIELD, T.F. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, p.159-170, 2005.

LEBLANC, S. J. et al. Major advances in disease prevention in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v.89, n.4, p.1267-1279, 2006.

MARTINEZ, N. et al. Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. **Journal of Dairy Science.**, v.95, p.7158-772, 2012.

MELLENDEZ, P. et al. Plasma mineral and energy metabolite concentrations in dairy cows fed an anionic prepartum diet that did or did not have retained fetal membranes after parturition. **American Journal of Veterinary Research**, v. 65, p. 1071-1076, 2004.

MELO, C. M. Efeitos da suplementação da colina protegida ruminalmente em vacas leiteiras no período de transição. 2016. Dissertação, UFPR.

MOORE, S. J. et al. Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in peripartum cows. **Journal Dairy Science.**, n.83,p. 2095-2104, 2000.

MOREIRA, T. F. Perfil metabólico de vacas leiteiras no período de transição em sistema semi-intensivo em Minas Gerais no verão e no inverno. 2013. Dissertação, UFMG.

MURRAY, R. K. et al. Harper: Bioquímica, 7a edição. São Paulo: Atheneu Editora, 1994.

OSPINA, P.A. et al. Associations of elevated nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. **Journal of Animal Science**, v.93, n.8, p.3596–3603, 2010.

OVERTON, T.R. et al. Substrate utilization for hepatic gluconeogenesis is altered by increased glucose demand in ruminants, **Journal Dairy Science**, v. 77, p. 1940-1951, 1998.

PAYNE, J. M. et al. The use of metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record.**, v.87, n.6, p.150-157, 1970.

PIZONI, C. Efeito da dieta aniônica por diferentes períodos sobre o metabolismo de vacas leiteiras durante o parto. 2017. Dissertação UFP.

POGLIANI, F.C. et al. Influência da gestação e do puerpério no lipidograma de bovinos da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.273-280, 2010.

PONCHEKI, J.K. et al. Análise de peso corporal por dia de vacas leiteiras no início da lactação e associações com o desempenho produtivo e reprodutivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 44, n. 5, p. 187-192, 2015.

PONCHEKI, J. K. Avaliação do manejo de vacas no período de transição utilizando as informações do primeiro controle leiteiro após o parto. 2015. Dissertação, UFPR.

RABELO, E. et al. Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 916-925, 2003.

RAMIRES, C. H. Parâmetros sanguíneos em vacas leiteiras no período de transição e seu impacto no desempenho produtivo. 2013. Dissertação UFPR.

RASTANI, R.R., et al. Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: milk production, energy balance, and metabolic profiles. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p.1004-1014, 2005.

RENNÓ, F.P. et al. Efeito da condição corporal ao parto sobre a produção e composição do leite, curva de lactação e mobilização de reservas corporais em vacas da raça

Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, p.220-233, 2006.

ROCHE J. R. et al. Berry Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. **Journal of Dairy Science.**, v. 92, p. 5769-5801, 2009.

RUEGG, P.L.; MILTON, R.L. Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: relationship with yield, reproductive performance and disease. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.3, p.552-564, 1995.

SANTOS, G.T. et al. Manejo da vaca leiteira no período de transição e início da lactação. 2013. Disponível em: <www.nupel.uem.br/pos-ppz/vacas-08-03.pdf>

SOUZA JÚNIOR, J. A. et al. Efeito da adição de monensina ou propilenoglicol na dieta de vacas leiteiras no periparto sobre concentrações séricas de minerais. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 2011, Goiania. **Veterinária e Zootecnia**. Botucatu, São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2011. p.636-639.

TAMMINGA, S. et al. Changes in composition and energy content of live weight loss in dairy cows with time after parturition. **Livestock Production Science**, v. 52, p. 31-38, 1997.

TEIXEIRA, A.M. et al. Alimentação de Vacas Mestiças. In: VII Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite e II Simpósio Nacional de Produção e Nutrição de Gado de Leite, 2014, Belo Horizonte. **Anais...** VII Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite e II Simpósio Nacional de Produção e Nutrição de Gado de Leite. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2014. p. 17-47.

TUCKER, H.A. Endocrine and neural control of mammary gland. In Lactation, Larson, B.L. **Iowa: The Iowa State University Press**, p. 39-79, 1985.

VAZQUEZ-ANON, M. et al. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 1521-1528, 1994.