

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO E  
EPIDEMIOLÓGICO DE VACAS LEITEIRAS MESTIÇAS NO  
PÓS-PARTO**

**Raquel Satomi Komatsu**  
Médica Veterinária

**UBERLÂNDIA - MINAS GERAIS - BRASIL**  
**2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**CARACTERIZAÇÃO DO PERfil METABÓLICO E  
EPIDEMIOLÓGICO DE VACAS LEITEIRAS MESTIÇAS NO  
PÓS-PARTO**

**Raquel Satomi Komatsu**

**Orientador: Prof. Dr. João Paulo Elsen Saut**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - UFU como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Veterinárias (Biotécnicas e Eficiência Reprodutiva).

**UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL**

**Setembro - 2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

K81c  
2017

Komatsu, Raquel Satomi, 1974  
Caracterização do perfil metabólico e epidemiológico de vacas leiteiras mestiças no pós-parto / Raquel Satomi Komatsu. - 2017.  
77 f. : il.

Orientador: João Paulo Elsen Saut.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.  
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2017.20>  
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Homeostase - Teses. 3. Bioquímica - Teses.  
4. Bovino de leite - Metabolismo - Teses. I. Saut, João Paulo Elsen. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

Ata da defesa de **TESE DE DOUTORADO** junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de: **TESE DE DOUTORADO Nº PPGCV/017/2017**

Data: **28/09/2017**

Discente: **Raquel Satomi Komatsu** – Matrícula – 11413MEV018

Título da Tese: **CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO E EPIDEMIOLÓGICO DE VACAS LEITEIRAS MESTIÇAS NO PÓS-PARTO**

Área de concentração: **PRODUÇÃO ANIMAL**

Linha de pesquisa: **BIOTÉCNICAS E EFICIÊNCIA REPRODUTIVA**

Projeto de Pesquisa de vinculação: **FATORES AMBIENTAIS E NUTRICIONAIS QUE AFETAM A EFICIÊNCIA PRODUTIVA E REPRODUTIVA DE ANIMAIS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO**

Aos 28 dias do mês de Setembro do ano de 2017 às 14h00 horas na sala 2D54 - Bloco 2D – Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, reuniu-se a Comissão Julgadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, composta pelos Professores/Doutores: **Antonio Vicente Mundim** – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA; **Edmundo Benedetti** – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA; **Emílio César Martins Pereira** – FACULDADE DA CIDADE DE COROMANDEL; **Francisco de Sales Resende Carvalho** – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA e **João Paulo Elsen Saut** orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da comissão Dr./Dra. João Paulo Elsen Saut concedeu a palavra ao/a candidato(a) para a exposição do seu trabalho, contando com o tempo máximo de 50 minutos. A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o(a) candidato(a), durante o prazo máximo de (30) minutos, assegurando-se a mesma igual prazo para resposta. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Comissão Julgadora, em sessão secreta, considerou o(a) candidato(a) **APROVADA**.

Esta defesa de Tese de Doutorado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de doutor. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme Regulamento do Programa, Legislação e a Regulamentação Interna da UFU.

Os trabalhos foram encerrados às 17 horas e 00 minutos, e para constar, lavrou-se a presente ata que será assinada pelos membros da Comissão Examinadora. Uberlândia, 28 de Setembro de 2017.

Prof. Dr. Antonio Vicente Mundim  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Prof. Dr. Emilio César Martins Pereira  
FACULDADE DA CIDADE DE COROMANDEL

Prof. Dr. Edmundo Benedetti  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Prof. Dr. Francisco de Sales Resende Carvalho  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Prof. Dr. João Paulo Elsen Saut

ORIENTADOR

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**RAQUEL SATOMI KOMATSU** – nascida em Uberlândia (MG) em 29 de janeiro de 1974. Concluiu a graduação em Medicina Veterinária em junho de 1997 e o Mestrado em Ciências Veterinárias em 2008 pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Servidora pública desde 2006 trabalha no setor de pecuária da Secretaria Municipal de Agropecuária, Abastecimento e Distritos de Uberlândia, atuando nas áreas de extensão rural e produção animal.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por conduzir minha caminhada.

À minha família pelo amor e apoio incondicional.

Aos produtores rurais Décio Rodrigues Fernandes, Divino Rodrigues de Barros, Écio Almeida Vieira, Jair Pereira dos Reis, Moacir Moreira de Souza, Olavo Antônio de Oliveira, Osmar Joaquim Martins, Ricardo Leles Ferreira, Valdivino Ferreira Borges e Wesley Gomes Rodrigues, pela confiança e concessão do rebanho tornando possível a realização deste experimento.

À ex Secretária Municipal de Agropecuária de Uberlândia Vanessa Petrelli pelo incentivo às parcerias com a Universidade Federal de Uberlândia para transferência de tecnologias aos produtores rurais, e ao ex Secretário Murilo Alves por acreditar na importância da continuidade deste trabalho.

À Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade de realizar este doutorado e tantas experiências no âmbito acadêmico e ao Diretor: Prof. Dr. Adriano Pirtouscheg por apoiar as parcerias com a Secretaria Municipal de Agropecuária.

Ao Prof. Dr. João Paulo Elsen Saut pela orientação, parceria e contribuição para o setor leiteiro.

Ao Prof. Dr. Antonio Vicente Mundim e a equipe de técnicos de laboratório e médicos veterinários residentes do Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Veterinário da UFU que auxiliaram na realização das análises bioquímicas.

À Profa. Dra. Ricarda Maria dos Santos e Prof. Dr. Diego José Zanzarini Delfiol pelas pertinentes considerações no exame de qualificação.

Aos professores doutores que compuseram a mesa de defesa desta tese Antônio Vicente Mundim, Edmundo Benedetti, Emílio César Martins Pereira, Francisco de Sales Resende Carvalho e João Paulo Elsen Saut pelas valiosas correções e considerações.

Aos colegas de trabalho José Roberto, Ricardo, Gilmar, Maurílio, Itabajara, André, Romeu, motoristas da Coopervel e demais, pelo apoio e auxílio indispensável.

Aos colegas da Faculdade de Medicina Veterinária Willian, Paula, Amanda, Rebeca e Layane pela ajuda nas correções dos artigos e tantas outras.

A todos que colaboraram, ajudaram, sugeriram e entenderam as razões desta jornada.

## **DEDICATÓRIA**

A todos os trabalhadores do setor primário que, de sol a sol, garantem a alimentação  
e a sobrevivência da espécie humana.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	08
INTRODUÇÃO .....	08
REVISÃO DE LITERATURA .....	08
Períparto .....	08
Balanço energético negativo .....	09
Condição corporal .....	10
Medicina de produção .....	11
Enfermidades do período de transição .....	11
Hipocalcemia subclínica e clínica .....	11
Cetose e lipidose hepática .....	12
Claudicação .....	13
Metabolismo hepático .....	13
Perfil bioquímico .....	14
Indicadores do metabolismo protéico .....	15
Proteínas totais .....	15
Albumina .....	16
Globulinas .....	17
Relação albumina/proteína .....	17
Ureia .....	18
Creatina quinase .....	18
Indicadores do metabolismo energético .....	19
Colesterol .....	19
Triglicérides .....	20
Acidos graxos não esterificados (NEFA) .....	20
Beta hidroxibutirato (BHBA) .....	22
Lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL) .....	23
Indicadores do metabolismo enzimático .....	23

Creatina quinase (CK) .....	23
Aspartato aminotransferase (AST) .....	24
Gama glutamiltransferase (GGT) .....	25
Indicadores do metabolismo mineral .....	26
Cálcio .....	26
Fósforo .....	27
Magnésio .....	28
Relação cálcio/fósforo .....	30
REFERÊNCIAS .....	30
 CAPÍTULO 2- Influência do sistema de produção, condição corporal e retenção de placenta no perfil mineral pós-parto de vacas mestiças leiteiras .....	46
INTRODUÇÃO .....	46
MATERIAL E MÉTODOS .....	48
Local e animais .....	48
Delineamento experimental .....	48
Exame clínico e coleta de amostras .....	49
Análise de amostra .....	50
Análise estatística .....	50
RESULTADOS .....	51
DISCUSSÃO .....	53
CONCLUSÃO .....	57
AGRADECIMENTOS .....	57
REFERÊNCIAS .....	57
 CAPÍTULO 3- Caracterização do perfil metabólico e epidemiológico de vacas leiteiras mestiças no pós-parto .....	62
INTRODUÇÃO .....	62
MATERIAL E MÉTODOS .....	64
Local e animais .....	64
Delineamento experimental .....	66
Coleta de amostras .....	66
Análise de amostra .....	67

Análise estatística .....	68
RESULTADOS .....	68
DISCUSSÃO .....	74
CONCLUSÃO .....	78
AGRADECIMENTOS .....	78
REFERÊNCIAS .....	79

## **ABREVIATURAS**

A/G = Relação albumina /globulina

ALB = Albumina

AW = Classificação de clima tropical (A) com estação seca de inverno (W), winter em inglês

AST = Aspartato aminotransferase

ATP = Trifosfato de adenosina

BEN = Balanço energético negativo

BHBA = Beta hydroxybutyrate acid, em português ácido beta hidroxibutírico

Ca = Cálcio

CK = Creatina quinase

°C = Graus Celcius

DEL = Dias em lactação

ECC = Escore de condição corporal

et al = E outros, do latim *et alii*

fig = Figura

g = Força centrífuga relativa (RFC)

GGT = Gama glutamiltransferase

GLOB = Globulinas

ha = Hectare

HDL = Lipoproteína de alta densidade

Kg = Quilogramas

LDL = Lipoproteína de baixa densidade

mEq/L = Miliequivalente por litro

Mg = Magnésio

mg/dL = Miligramas por decilitro

ml = Mililitros

mm = Milímetros

mmol/L = Milimol por litro

NADPH =Fosfato de dinucleótido de nicotinamida-adenina

NEFA = Non esterified fat acids, em português ácidos graxos não esterificados

P = Fósforo

pH = Potencial hidrogeniônico

PT = Proteínas totais

UI/L= Unidades internacionais por litro

VLDL = Lipoproteínas de muito baixa densidade

## **INTRODUÇÃO**

Durante o periparto a susceptibilidade das vacas leiteiras às doenças infecciosas aumenta, em consequência dos intensos ajustes metabólicos e endócrinos, que preparam a vaca para o parto e a lactogênese (GOFF & HORST, 1997; KNOTT et al., 2007). Isto levou Payne, em 1970 na Inglaterra, a desenvolver o conceito de perfil bioquímico, que permite diagnosticar antecipadamente, por meio da análise bioquímica sérica, as causas dos distúrbios metabólico-nutricionais (CONTRERAS et al., 2000).

De acordo com Bigras-Poulin et al. (1990), as patologias mais associadas ao parto são mastite, metrite, retenção de placenta, laminita, cetose e hipocalcemia. Nesse período, aproximadamente 30 a 50% das vacas são afetadas por uma ou mais doenças (LEBLANC, 2010), e os tratamentos para estas patologias geralmente são onerosos e ineficazes, levando ao descarte precoce de animais (HAILEMARIAM et al., 2014). Em muitos casos, as doenças subclínicas superam as doenças clínicas (INGVARTSEN, 2006).

Nos Estados Unidos e Europa, a bioquímica sérica tem sido amplamente empregada em vacas Holandesas como ferramenta na identificação e prevenção de doenças no periparto (DUBUC et al., 2010; CHAPINAL et al., 2011 e 2012; ROBERTS et al., 2012).

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Periparto**

O periparto, também denominado período de transição, é o período que compreende três semanas antes do parto e três semanas após o parto (GRUMMER, 1995; DRACKLEY, 1999). Este período é caracterizado por alterações hormonais, metabólicas, nutricionais e imunológicas, tendo impacto sobre a incidência de doenças metabólicas e infecciosas (GRUMMER, 1995; MULLIGAN & DOHERTY, 2008). É considerado o período mais crítico do ciclo gestação-lactação das vacas leiteiras (DOEPEL et al., 2002; MELENDEZ et al., 2004).

As alterações hormonais e a diminuição na ingestão de matéria seca (IMS) ao final da gestação diminui a razão entre insulina/glucagon, induzindo a gliconeogênese e a lipólise. A hipoinsulinemia gerada possibilita que haja maior disponibilidade de glicose para o feto e a glândula mamária, enquanto outros tecidos passam a utilizar principalmente ácidos graxos não esterificados (NEFA) e corpos cetônicos para suprir suas necessidades (BELL, 1995; BELL & BAUMAN, 1997), levando a um declínio gradual do consumo de alimentos cerca de três semanas antes do parto, sendo mais drástico na última semana podendo chegar a 30% em novilhas e vacas adultas (BERTICS et al., 1992; VAZQUEZ-AÑON et al., 1994; GRUMMER, 1995).

### **Balanço energético negativo (BEN)**

Balanço energético é a diferença entre a energia consumida e a energia gasta para manutenção e produção (BAUMGARD et al., 2006).

No período de transição as exigências nutricionais aumentam devido a maior taxa de crescimento do feto e produção de colostro pela glândula mamária (BAUMAN & CURRIE, 1980; VAZQUEZ-AÑON et al., 1994; BELL, 1995; GRUMMER, 1995). Para compensar as deficiências de energia, proteína, cálcio e outros minerais e garantir a lactação (BUSATO et al., 2002) ocorre uma mobilização das reservas lipídicas, produzindo redução no consumo de alimentos e no déficit energético (WITTWER, 2000a).

Antes do parto, o útero gravídico é o principal coordenador do metabolismo hepático em requerimento energético. Depois do parto, suprir as necessidades da glândula mamária se torna prioridade (REYNOLDS et al., 2003). Considerando que o pico de lactação ocorre entre a 4<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> semana pós-parto e o pico de consumo de alimentos só acontece entre a 8<sup>a</sup> e 22<sup>a</sup> semana pós-parto (BELL, 1995; GRUMMER, 1995; INGVARTSEN & ANDERSEN, 2000), a vaca entra em balanço energético negativo (BEN), atingindo seu máximo de uma a duas semanas após o início da lactação (BUTLER & SMITH, 1989). Com essa mudança metabólica, há um aumento no catabolismo de gordura (GRUMMER et al., 1996) e o animal torna-se predisposto à imunossupressão (GRUMMER, 1993; DRACKLEY et al., 2001).

Uma partição equilibrada de nutrientes mantém a homeostase e redireciona os nutrientes para a lactogênese, reduzindo a ocorrência de distúrbios metabólicos (hipocalcemia, cetose e esteatose hepática), imunossupresão e doenças associadas a esses desequilíbrios (retenção de placenta, metrite, mastite e deslocamento de abomaso) (DUFFIELD et al., 2002; GRUM et al., 2002; DRACKLEY et al., 2005; KIMURA et al., 2006; LEBLANC, 2010). Estes transtornos em vacas de alta produção são mais evidentes devido ao maior número de células secretoras e maior demanda nutricional para a síntese do leite (HEAD & GULAY, 2001).

Fatores como idade, raça, condição corporal, estágio fisiológico, produção leiteira, composição da dieta, manejo e clima interferem na ingestão de alimentos. A identificação desses fatores e a quantificação de seus efeitos são fundamentais para minimizar a extensão e duração do balanço energético negativo (DRACKLEY et al., 2001, GRUMMER et al., 2004).

Autores como Van Saun (1991) e Grummer (1995) sugerem que o consumo de ração deve começar antes do parto para manutenção das reservas corporais, pois o aumento do consumo de energia produz ácidos graxos voláteis (AGVs), que reduz a mobilização do tecido adiposo (GRUMMER, 1993 e 1995). A vaca que encontra seu nicho no rebanho mais rapidamente no pré-parto, maximiza o consumo de alimentos durante as primeiras semanas de lactação consideradas críticas em relação à ingestão de alimentos (PROUDFOOT et, al., 2009).

Porém, o aumento excessivo da densidade de energia na dieta pré-parto pode levar a um maior declínio da ingestão de matéria seca (MINOR et al., 1998; OLSSON et al, 1998.; INGVARTSON & ANDERSEN, 2000; HAYIRLI et al., 2002), exacerbando a mobilização de ácidos graxos do tecido adiposo, promovendo maior deposição de lipídios hepáticos e cetona (RABELO et al., 2005).

### **Condição corporal**

A condição corporal é determinada a partir da avaliação das reservas corporais em regiões específicas do corpo do animal. Para tanto é avaliado grau de deposição de gordura na garupa (pelve e inserção da cauda) costelas e lombo, segundo Patton et al. (1988). Utiliza-se então uma escala de 1 a 5 com subunidades

0,25 em que 1 é indicativo de vacas muito magras e 5 de vacas obesas (WILDMAN et al., 1982; EDMONSON et al., 1989).

Apesar de subjetiva, a avaliação por escores representa o meio mais barato, prático e não invasivo de quantificar as reservas depositadas ou mobilizadas no corpo do animal (NRC, 2001). Muito utilizada no manejo nutricional e ao longo do ciclo produtivo.

Roche et al. (2009) sugerem em seus estudos que o ECC desejável ao parto esteja entre 3 e 3,25 para que não haja prejuízos produtivos e reprodutivos ao animal após o parto.

### **Medicina de produção**

A medicina de produção ou medicina de rebanho é uma área da medicina veterinária que se destina a preservar a saúde, o bem-estar animal e a produtividade do rebanho dentro da bovinocultura leiteira (STENGÄRDE, 2010).

Os programas estabelecidos são baseados na prevenção e desenvolvimento de ferramentas para o monitoramento da saúde do rebanho, a partir do exame clínico, controle da produção de leite, registro de doenças, índices reprodutivos, consumo de alimentos, observação do comportamento, perfil bioquímico e condição corporal (NORDLUND et al., 2004; LEBLANC, 2010; STENGÄRDE, 2010).

### **Enfermidades do período de transição**

#### **Hipocalcemia subclínica e clínica**

A hipocalcemia clínica se apresenta sempre na forma aguda de paresia no parto, decorrente do desequilíbrio de minerais, devido à baixa disponibilidade do magnésio nas pastagens no período do inverno ou ao uso de fertilizantes rico em potássio interferindo na absorção do cálcio. Ou ainda, decorrente do desequilíbrio da relação cálcio/fósforo proveniente da deficiência de fósforo ou excesso de cálcio na dieta (GONZÁLEZ, 2000b).

A hipocalcemia subclínica e clínica são os mais importantes distúrbios de macrominerais que afetam as vacas leiteiras no periparto, predispondo à mastite, distocia e prolapso uterino, retenção de placenta, deslocamento de abomaso (CURTIS et al., 1983; RISCO et al., 1984; HOUE et al., 2001; MULLIGAN & DOHERTY, 2006) e endometrite (KIMURA et al., 2006). Aumentando assim o número de serviços por concepção, o intervalo entre partos e o intervalo parto-primeiro serviço (BORSBERY & DOBSON, 1989).

Por isso, alcançar o ECC correto à secagem e ao parto é fundamental para a prevenção da hipocalcemia, seja subclínica ou clínica.

### **Cetose e lipidose hepática**

A cetose e a lipidose hepática são os transtornos metabólicos mais frequentes após o parto (GRUMMER 1993; BOBE et al., 2003), devido ao aumento dos corpos cetônicos produzidos pela lipólise para suprir a alta demanda de glicose para a produção de lactose (DUFFIELD et al., 1999a; WITTWER, 2000a).

A lipólise libera NEFA e glicerol como fonte de energia para serem utilizados pelos tecidos. O NEFA é convertido a corpos cetônicos ou novamente a triglicerídeos no fígado (LEHNINGER et al., 1995). Altas concentrações plasmáticas de NEFA e beta-hidroxibutirato (BHBA) causam cetonemia (DRACKLEY et al., 1992). O BHBA é o corpo cetônico mais utilizado para a detecção de cetose quando se avalia o perfil metabólico. Fatores como alimentação, produção de leite, idade, raça (ANDERSSON, 1988), número de lactações (RADOSTITS et al., 2000) e estação do ano (TVEIT et al., 1992) podem interferir nas concentrações do BHBA. O acúmulo de BHBA desencadeia quadro de cetonemia, cetonúria e cetolactia, com esgotamento do glicogênio hepático e hipoglicemias (ORTOLANI, 2003; GONZÁLEZ & SILVA, 2006). Estratégias de redução da lipólise do tecido adiposo e das concentrações de NEFA (GRUMMER, 2008) em vacas com alto ECC e depressão no consumo de alimento previne a incidência de cetose e lipidose hepática (BOBE et al., 2004).

### **Claudicação**

A claudicação representa um indicador de bem-estar do gado leiteiro (WHAY et al., 2003). É responsável por perdas econômicas, redução na produção de leite (WARNICK et al., 2001; GREEN et al., 2002), aumento do risco de descarte animal (ESSLEMONT & KOSSAIBATI, 1997; BOOTH et al., 2004), além de impedir o bom desempenho reprodutivo (HERNANDEZ et al, 2001; MELENDEZ et al, 2003).

Uma das causas da claudicação em rebanhos leiteiros é a laminita, inflamação asséptica das camadas dérmicas no interior do casco associada à acidose ruminal subaguda (NOCEK, 1997; COOK et al., 2004; NORDLUND et al., 2004; STONE, 2004). A laminita é provocada pelo consumo de grandes quantidades de carboidratos altamente fermentáveis e de fibras de baixa efetividade, ou ambos (NOCEK, 1997). A ocorrência de claudicação pós-parto pode afetar o consumo de ração, o que agrava o balanço energético negativo (SPRECHER et al., 1997).

Além disso, os bovinos são animais sociais que formam facilmente hierarquias de dominância, especialmente no comedouro. A dominância social está fortemente relacionada com a idade, tamanho corporal, tempo no rebanho (DICKSON et al., 1970) e afeta o comportamento alimentar (FRIEND & POLÁN, 1974). A competição pelo alimento ao cocho aumenta o tempo que as vacas submissas permanecem em estação, favorecendo a ocorrência de afecções podais (GREENOUGH & VERMUNT, 1991; SINGH et al., 1993; OLOFSSON, 1999; HUZZEY et al, 2006;).

Por isso é importante a aplicação de estratégias em sistemas de alimentação, agrupamento de animais, alojamento e meio ambiente durante o periparto, a disponibilidade de alimento não deve ser limitada (FRIEND & POLÁN, 1974).

## **Metabolismo hepático**

O fluxo de nutrientes para suprir os requerimentos de glicose do organismo é coordenado pelo fígado por meio da gliconeogênese hepática, uma vez que, a maior parte dos carboidratos ingeridos é fermentada no rúmen e pouca glicose é absorvida pelo trato digestivo (DRACKLEY et al., 2005). É também no fígado que ocorre a síntese de albumina, globulinas, ácidos graxos, colesterol, triglicerídeos e

lipoproteínas. Este órgão tem ainda a função de reconhecer os compostos endógenos e exógenos e as necessidades nutricionais de todos os tecidos, ajustando seu metabolismo (SEIFTER & ENGLARD, 1994). Lesão tecidual ou perda da função hepática pode ser detectada por meio de análises laboratoriais (STOCKHAM & SCOTT, 2008).

### **Perfil bioquímico**

O perfil bioquímico é realizado a partir de análises de amostras do sangue, as quais fornecem informações acerca do metabolismo energético, proteico, mineral e da funcionalidade de órgãos como o fígado e os rins (WITTWER, 2000b). A composição bioquímica do sangue reflete de maneira confiável o equilíbrio entre a metabolização dos nutrientes e as interações metabólicas no organismo animal. Com isso, é possível avaliar o “status” clínico, metabólico e nutricional de vacas leiteiras (GONZÁLEZ, 2000a), monitorar a adaptação metabólica, diagnosticar desequilíbrios da homeostase de nutrientes e revelar as causas da manifestação de uma doença nutricional ou metabólica (PAYNE & PAYNE, 1987), uma vez que as doenças metabólico-nutricionais e os desequilíbrios nutricionais são de difícil percepção, limitando a produção animal de modo persistente (GONZÁLEZ, 2000).

Para a interpretação do perfil bioquímico deve-se considerar a alimentação, saúde, estado fisiológico, produção e manejo do rebanho. Mudanças nas concentrações dos indicadores bioquímicos são provocadas por variações não só no seu aporte, visto as inter-relações que existem (WITTWER, 2000b). Fatores como idade, sexo, raça, espécie, condição corporal, atividade muscular, manejo, estação do ano, condições ambientais, produção, fase do ciclo estral e doenças infecciosas podem causar alterações nas concentrações sanguíneas dos indicadores bioquímicos (CONTRERAS et al., 2000). O conhecimento destas variações e a definição dos parâmetros são fundamentais para diagnosticar corretamente as doenças metabólicas, nutricionais e infecciosas e a determinação do nível de acometimento dos animais (GONZÁLEZ, 2001).

O uso do perfil bioquímico é amplamente difundido na Itália, Alemanha, Turquia, Grã-Bretanha e Suécia (WHITAKER et al., 1999; WHITAKER, 2004;

STENGÄRDE, 2010). A utilização de valores de referência estabelecidos para raças de alta produção do hemisfério norte, pode levar a uma interpretação errônea dos resultados obtidos para vacas de média produção, o que torna necessário o desenvolvimento de pesquisas sobre valores de normalidade no Brasil (SOUZA et al., 2004).

Isto se torna fundamental uma vez que aproximadamente 70% do leite produzido no Brasil é proveniente de vacas mestiças de média produção (CARVALHO et al. 2003), predominando o cruzamento entre as raças Holandesa e Gir (WENCESLAU et al., 2000). A falta de informações acerca do metabolismo desses animais dificulta o diagnóstico de afecções, limitando a aplicação de medidas profiláticas no tratamento de problemas produtivos e reprodutivos do rebanho (ZAMBRANO & MARQUES JR, 2009).

### **Indicadores do metabolismo proteico**

São indicadores do metabolismo proteico a proteína total, albumina e globulinas. Além da nutrição, diversos fatores como o processo do parto, lactação, estações do ano, doenças infecciosas bacterianas, virais, protozoárias e helmínticas podem alterar o metabolismo proteico causando aumento nas concentrações sanguíneas de globulinas e diminuição de albuminas (CONTRERAS et al., 2000). Vacas com deficiência proteica são mais susceptíveis a doenças devido à falta de aminoácidos disponíveis para o sistema imune (VAN SAUN, 1991).

#### **Proteínas totais**

As proteínas são componentes estruturais no organismo, além disso, fazem parte de enzimas e hormônios que regulam as reações bioquímicas, homeostase, imunidade e equilíbrio ácido básico (SMITH, 2009).

As proteínas totais configuram a soma de diversas frações proteicas, dentre elas a albumina, imunoglobulinas, proteínas de fase aguda, proteínas do sistema complemento, enzimas e hormônios (SMITH, 2009; THRALL et al., 2012).

Em bovinos os níveis séricos normais de proteína total estão entre 6,8 e 8,6 g/dL (SMITH, 2009). Em casos de desidratação, inflamação, infecções crônicas e tumores malignos podem ocorrer a hiperproteinemia. Por outro lado quadros de hemorragia, queimadura, perda da função renal, deficiência da síntese proteica, baixo teor de proteína na dieta, má absorção intestinal, perda de função hepática e em algumas infecções virais pode ocasionar a hipoproteinemia (KERR, 2002). No período de transição, o aumento das exigências nutricionais para o crescimento fetal pode alterar as concentrações séricas das proteínas totais (FEITOSA & BIRGEL, 2000; BIRGEL JUNIOR et al., 2003; CAVESTANY et al., 2005; SMITH, 2009; GARCIA, 2010).

## **Albumina**

A albumina é a proteína plasmática mais abundante no organismo. Atua na regulação da pressão osmótica do fluido intravascular, transporte de NEFA, cálcio, hormônios, drogas, bilirrubina e ácidos biliares. Sua síntese acontece exclusivamente nos hepatócitos influenciada pela queda da pressão osmótica hepática (KANEKO et al., 2008), alterações hormonais, estado nutricional e estresse (JAIN, 1993; THRALL et al., 2012), e seu catabolismo pode ocorrer no fígado, músculos e rins (SMITH, 2009; THRALL et al., 2012).

Os valores de referência adotados para a albumina em bovinos estão entre 3 e 4,3 g/dL de acordo com Smith (2009).

Após o parto as concentrações de albumina diminuem em função da demanda de aminoácidos para a síntese de proteína do leite ou redução da capacidade de síntese hepática, devido à esteatose que pode ocorrer no início da lactação interferindo na absorção dos aminoácidos (CONTRERAS et al., 2000, SMITH, 2009). Nesses casos, a hipoalbuminemia pode evoluir para hipoproteinemia (SMITH, 2009).

O estímulo antigênico desencadeia o catabolismo da albumina disponibilizando aminoácidos para a produção de imunoglobulinas. No entanto, a concentração da proteína total se mantém, uma vez que as imunoglobulinas também são proteínas (SMITH, 2009).

## **Globulinas**

As globulinas compõem um grupo heterogêneo formado por todas as proteínas presentes no soro com exceção da albumina (STOCKHAM & SCOTT, 2008; THRALL et al., 2012). Constituem esta fração as imunoglobulinas, enzimas, proteínas de fase aguda, proteínas do complemento, fatores de coagulação, proteínas carreadoras de lipídeos, íons, hormônios e vitaminas. No sangue, estas são classificadas em alfa, beta e gama globulinas de acordo com sua mobilidade no teste de eletroforese. Com exceção das imunoglobulinas, a maioria destas proteínas é produzida no fígado (THRALL et al., 2012).

Para avaliação dos parâmetros bioquímicos de globulinas em bovinos são considerados valores normais as concentrações séricas entre 3 e 4,9 g/dL (SMITH, 2009), estimado pela diferença entre proteínas totais e albumina (RUSSELL & ROUSSEL, 2007).

Antes do parto os ruminantes experimentam uma queda na fração gama globulinas, composta principalmente por imunoglobulinas, pois elas são carreadas para o colostrum (KANEKO et al., 2008). A hiperglobulinemia se deve principalmente pelo aumento das gama globulinas produzidas em situações de estimulação antigênica (SMITH, 2009).

## **Relação albumina/globulinas**

A relação albumina/globulinas (A/G) auxilia na interpretação do perfil proteico junto com os valores da proteína total, albumina e globulinas. Na hiperproteinemia, devido ao estado de desidratação, a concentração sanguínea e todas as frações proteicas estão aumentadas, mantendo a proporção entre albumina e globulinas. Valores das relações A/G entre 0,8 e 0,9 são considerados normais (SMITH, 2009). Na hipoproteinemia, em função da hiperidratação, as frações proteicas estarão diluídas, mas mantendo a proporção entre suas concentrações (KANEKO et al. 2008). A redução da relação A/G por hipoalbuminemia e hiperglobulinemia revela quadro de insuficiência hepática crônica (BIRGEL JUNIOR et al., 2003).

## **Ureia**

A ureia é o produto final do metabolismo proteico. O excesso de proteína na dieta é convertido em amônia no rúmen pela ação das enzimas microbianas. A amônia não utilizada atravessa a parede ruminal e vai para o fígado formando a ureia. Esta circula no sangue e é eliminada na urina, no leite, ou reciclada para o rúmen via saliva ou difusão via parede ruminal (CHURCH, 1988). Concentrações plasmáticas de ureia estão diretamente associadas à relação energia/proteína da dieta e à degradabilidade da proteína no rúmen (ROSELER et al., 1993), sendo portanto, indicador da ingestão de proteína (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2002).

São consideradas concentrações normais de ureia em bovinos valores entre 23 e 58 mg/dL (ECKERSALL, 2008).

A concentração de ureia no sangue se eleva em função da utilização ineficiente da proteína por decréscimo na ingestão de energia, diminuindo a concentração de amônia ruminal e a capacidade da microflora sintetizar proteínas, e aumentando a quantidade de amônia absorvida no rúmen e de ureia sanguínea, o que compromete a eficiência produtiva do animal (GONZÁLEZ & SILVA, 2006). Alterações diárias ou sazonais na dieta influenciam os níveis plasmáticos de ureia e o seu aproveitamento pelo animal (WITTWER et al., 1993).

## **Creatinina**

A creatinina é um composto nitrogenado produzido a partir da fosfocreatina muscular. A concentração deste metabólito no organismo depende da massa muscular e é relativamente constante em um mesmo organismo, sendo pouco afetada pela alimentação, principalmente pelo consumo de proteína (KANEKO et al., 1997).

A excreção de creatinina só se realiza por via renal, não sendo reabsorvida, nem reaproveitada pelo organismo. Por isso, as concentrações de creatinina plasmática refletem a taxa de filtração renal e altos níveis indicam deficiência da função renal (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2001).

A creatinina é um metabólito que avalia diretamente a filtração glomerular e,

portanto, é indicativa de função renal. Seus valores se elevam quando ocorre comprometimento renal de 60% a 75% dos néfrons de ambos os rins (MORAIS et al., 2000).

Em bovinos valores séricos normais de creatinina se encontram entre 0,9 e 1,3 mg/dL (SMITH, 2009).

### **Indicadores do metabolismo energético**

São indicadores do metabolismo energético: o colesterol e os triglicérides, e são metabólitos energéticos: o NEFA, BHBA, lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL).

#### **Colesterol**

Os ruminantes produzem praticamente todo seu colesterol, sua síntese ocorre no fígado a partir da acetil-CoA, estimulada por altas concentrações de insulina após a alimentação (KANEKO et al., 2008). O colesterol é precursor da síntese de hormônios esteróides, vitamina D, sais biliares, lipoproteínas e participa da formação das membranas celulares (BRUSS, 2008). Nos bovinos, a maior parte do colesterol está ligada ao HDL (lipoproteínas de alta densidade), que representa 80% das lipoproteínas circulantes (BASOGLU et al., 1998). A concentração de colesterol total no sangue é um indicativo do teor de lipoproteínas (KANEENE et al., 1997). Por isso, quando em baixa quantidade, pode indicar baixa capacidade de exportação dos triglicérides do fígado (HOLTENIUS, 1989).

Variações nas concentrações séricas de colesterol estão relacionadas à condição nutricional dos animais (NDLOVU et al., 2007). Queda dos níveis séricos de colesterol indica déficit energético, enquanto o aumento ocorre em resposta a ingestão de níveis elevados de energia na forma de lipídios (WITTWER, 2000a).

No dia do parto a concentração de colesterol é baixa, aumentando gradativamente nas primeiras semanas depois do parto (CAVESTANY et al., 2005; VAN KNEGSEL et al., 2007). Baixas concentrações de colesterol são associadas a

problemas metabólicos (ITOH et al., 1998; STENGÄRDE, 2010), esteatose hepática (GRUM et al., 1996; BOBE et al., 2004) e baixo consumo voluntário (GURETZKY et al., 2006).

São considerados níveis normais de colesterol em bovinos concentrações entre 80 e 120 mg/dL (SMITH, 2009), podendo variar de acordo com o sexo, raça, idade, sistema de criação, nutrição e puerpério (KANEKO et al., 2008).

## **Triglicerídeos**

Os triglicerídeos são compostos por uma molécula de glicerol e três moléculas de ácidos graxos de cadeia longa. Sintetizado no fígado, tecido adiposo, glândula mamária e intestino delgado; é a forma predominante de armazenamento dos ácidos graxos no tecido adiposo (BRUSS, 2008). Sua síntese é estimulada por altas concentrações de insulina e baixos níveis de glucagon (BASOGLU et al., 1998; THRALL et al., 2012).

Os níveis de triglicerídeos séricos em ruminantes são baixos quando comparados às demais espécies devido à baixa capacidade de síntese e exportação hepática, e ao baixo teor de lipídios das dietas, próximo de 4% (JENKINS, 1993). Entretanto, após a ingestão de dieta com alta densidade energética, ocorre um aumento da síntese hepática de ácidos graxos a partir do acetato e propionato (BRUSS, 2008). Parte dos ácidos graxos é reesterificada a triglicerídeos ou incorporados às lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) para serem exportados para os tecidos periféricos (KOZLOSKI, 2009).

São considerados níveis de normalidade dos triglicerídeos em ruminantes valores entre 0 e 14 mg/dL (SMITH, 2009).

## **Ácidos Graxos não esterificados (NEFA)**

Os metabólitos sanguíneos mais utilizados para avaliar o status energético são a glicose, o NEFA e o BHBA (GONZÁLEZ, 2000a). Porém, o NEFA e o BHBA são capazes de determinar a magnitude do déficit energético e a adaptação

metabólica à mobilização das reservas lipídicas (DUFFIELD, 2009b; LEBLANC, 2010; CINCOVIC et al., 2012).

No periparto, a escassez de precursores metabólicos, devido ao déficit energético, reduz as concentrações de glicose e de insulina. Com isso a enzima lipase hormônio sensível (LHS) é ativada pelo glucagon e pelo hormônio do crescimento, mobilizando a gordura armazenada. A hidrólise dos triglicerídeos libera NEFA e glicerol para ser utilizado como fonte de energia pelos tecidos, podendo o NEFA ser redirecionado para o fígado para ser totalmente oxidado e produzir CO<sub>2</sub> ou parcialmente oxidado produzindo acetil-CoA, que é convertido a corpos cetônicos ou reesterificados em triglicerídos e armazenados no fígado (LEHNINGER et al., 1995).

A capacidade dos ruminantes em exportar os triglicerídeos como VLDL do fígado é baixa. Isso leva ao acúmulo de corpos cetônicos hepático excedendo a capacidade dos hepatócitos em realizar conversões levando ao desenvolvimento de cetose e esteatose hepática (DRACKLEY et al., 1992 e 2001; GUARD, 2000).

A redução do consumo de alimentos não é o único fator desencadeador da lipomobilização no pré-parto (BELL, 1980; GRUMMER, 1995). O aumento das concentrações de NEFA influenciado por alterações hormonais como redução da insulina e o aumento do glucagon, lactogênio placentário e prolactina pré-parto, destinado a gliconeogênese ocorre antes mesmo da redução na ingestão voluntária de alimentos, (BELL, 1980, BERTICS et al., 1992; VAZQUEZ-AÑON et al., 1994; GRUM et al., 1996; VALLIMONT et al., 2001).

Ospina et al. (2010b) consideram níveis normais de NEFA valores ≤ 0,72 mEq/L após o parto. Em vacas com altos ECC a redução na ingestão de alimentos pode ser ainda maior devido ao grande acúmulo de reserva energética, com a perda rápida de peso, essas vacas tornam-se mais propensas ao acometimento de transtornos metabólicos e infecciosos (BOBE et al., 2004).

### **Beta Hidroxibutirato (BHBA)**

O BHBA é o principal corpo cetônico encontrado na circulação dos ruminantes (LEBLANC et al., 2005; DUFFIELD, 2009a; OSPINA et al., 2010b) devido sua maior estabilidade em relação ao acetoacetato e a acetona (HERDT & GERLOFF, 2009).

Alguns fatores como a alimentação, idade, raça (ANDERSSON, 1988), número de lactações (RADOSTITS et al., 2000) e estação do ano (TVEIT et al., 1992) podem interferir nas concentrações de BHBA, predispondo à cetose.

O acúmulo de corpos cetônicos desencadeia o quadro de cetonemia, cetonúria e cetolactia, com esgotamento do glicogênio hepático e hipoglicemias (ORTOLANI, 2003; GONZÁLEZ & SILVA, 2006). A utilização de estratégias para redução das concentrações de NEFA e diminuição da lipólise do tecido adiposo (GRUMMER, 2008) auxilia na prevenção da cetose e lipidose hepática garantindo um bom funcionamento hepático no início da lactação (BERTICS & GRUMMER 1999; BOBE et al., 2004).

A lipidose hepática ocorre quando a taxa de reesterificação dos ácidos graxos a triglicerídeos extrapola a taxa de exportação via VLDL (DRACKLEY et al., 2001), reduzindo os níveis séricos de triglicerídeos, em consequência de seu acúmulo no fígado, podendo reduzir a síntese de lipoproteínas (KATOH, 2002).

A produção de corpos cetônicos é regulada pela lipólise e influxo de ácidos graxos livres na corrente sanguínea; entrada de ácidos graxos na forma de acil-CoA na mitocôndria; atividade da enzima 3-hidroxi-3metilglutaril-CoA sintetase dentro da mitocôndria (SANTOS, 2006).

Altos níveis de NEFA e BHBA estão associados ainda com maior risco de ocorrência de deslocamento de abomaso, metrite, retenção de placenta, mastite, claudicação (LEBLANC et al, 2005; CARDOSO, 2007; LEBLANC, 2010; OSPINA et al, 2010a; STENGÄRDE, 2010, LEAN & RABIEE, 2011), queda no desempenho reprodutivo (DUFFIELD et al., 2009a; OSPINA et al., 2010b), baixa imunidade (LEBLANC, 2010), queda na produção (DUFFIELD et al., 2009a; LEBLANC, 2010) e maior taxa de descarte (ROBERTS et al., 2012).

Segundo Ospina et al. (2010b) concentrações de BHBA  $\leq$  1,0mmol/L de vacas após o parto indicam níveis normais.

## **Lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL)**

Os triglicerídeos produzidos no fígado se ligam a fosfolipídios, colesterol e apoproteínas para formar as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). Esta lipoproteína transporta os triglicerídeos do fígado para os tecidos periféricos. As partículas residuais conhecidas como “VLDL remanescentes” são rapidamente convertidas em lipoproteínas de densidade baixa (LDL), ricas em colesterol e transportadas até as células ou retornam para o fígado. Já as lipoproteínas de alta densidade (HDL) atuam no retorno do colesterol dos tecidos periféricos para o fígado, denominado “transporte reverso do colesterol” (MOTTA, 2003).

### **Indicadores do metabolismo enzimático**

Os indicadores do metabolismo enzimático são as enzimas creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e gama glutamiltransferase (GGT). A ocorrência de lesão tecidual ou mudanças no metabolismo hepático acarreta modificações nas quantidades circulantes (STOCKHAM & SCOTT, 2008), aumentando a atividade de enzimas hepáticas, que podem ser utilizadas como indicadores destas alterações (KANEKO et al., 2008).

#### **Creatina quinase (CK)**

A CK catalisa a conversão da creatinina em fosfocreatina (PCr) e difosfato de adenosina (ADP) utilizando trifosfato de adenosina (ATP). Esta enzima é amplamente distribuída nos tecidos, com maior atividade no músculo esquelético, associada com a geração de trifosfato de adenosina (ATP) nos sistemas contráteis durante a atividade muscular. Cada ciclo de contração muscular promove o consumo de ATP com formação de ADP. A atividade sérica da CK está sujeita a variações fisiológicas como sexo, idade, massa muscular, atividade física e raça. Seus níveis se elevam em casos de lesões musculares causadas por exercícios intensos,

mioglobina recorrente, doenças musculares hereditárias, viroses, injeções intramusculares e intervenções cirúrgicas (MOTTA, 2003).

Existem outros indicadores musculares como o ácido láctico, aspartato-aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH) (GONZÁLEZ & SILVA, 2006; BAPTISTELLA, 2009), porém, a creatina quinase (CK) é o melhor marcador indireto de dano ao tecido muscular, sobretudo após o exercício de força (FOSCHINI et al., 2007).

Valores de CK entre 105 e 409 UI/L são considerados normais em bovinos (SMITH, 2009).

### **Aspartato aminotransferase (AST)**

A aspartato aminotransfase (AST) presente no citoplasma e mitocôndrias tem papel importante na síntese e degradação de aminoácidos. Ela catalisa a transferência reversível do grupo amino do aspartato para formar oxalacetato, o qual pode entrar no ciclo de Krebs ou atuar como precursor de glicose (STOCKHAM & SCOTT, 2008).

Esta enzima está presente no fígado, nos eritrócitos e nos músculos esquelético e cardíaco. Por ser uma enzima mitocondrial e citosólica necessita uma lesão maior para ser liberada na corrente sanguínea. Em contrapartida, a CK, por ser citosólica e de tamanho pequeno, consegue ultrapassar a membrana celular, mesmo que não exista um dano tecidual grande (GONZÁLEZ & SILVA, 2006). Em lesões musculares, o aumento da AST ocorre de maneira mais lenta quando comparada a CK, atingindo níveis máximos no sangue 24 a 36 horas após a ocorrência da lesão (BAPTISTELLA, 2009).

A AST é uma enzima mitocondrial de baixa especificidade, porém, capaz de detectar lesão hepática causada por necrose ou lipodose em bovinos (KOMATSU et al., 2002; BOBE et al., 2004; GARCIA, 2010). Está presente nas células musculares e nos eritrócitos aumentando também em casos de injúria ao tecido muscular ou hemólise (STOCKHAM & SCOTT, 2008; THRALL et al., 2012) e após o parto (AEBERHARD, 2001; CINCOVIC et al., 2012; BERTONI et al., 2008). Nestes casos, o aumento da AST está relacionado com o catabolismo do tecido muscular

devido à utilização de proteínas para a gliconeogênese (SEAL & REYNOLDS, 1993).

Para saber se o aumento da AST é devido ao aumento na permeabilidade hepatocelular ou devido à lesão muscular, deve-se associar à dosagem de CK, a qual é músculo-específica. O aumento em conjunto de CK e AST indica lesão muscular, enquanto que níveis elevados somente da AST indica um provável distúrbio hepatocelular causado por hepatite infecciosa ou tóxica, cirrose, obstrução biliar, fígado gorduroso, hemólise ou exercício físico intenso. A CK aparece aumentada antes da AST, desaparecendo primeiro também, podendo apontar o estágio do problema. Sendo que, CK aumentada com baixa AST indica lesão recente; níveis persistentes altos das duas, indica lesão continuada; níveis baixos de CK e altos de AST indica processo de recuperação (CARDINET, 1997)

Valores de normalidade para a AST em bovinos estão entre 43 e 127 UI/L (SMITH, 2009).

### **Gama-glutamiltransferase (GGT)**

A gama glutamiltransferase (GGT) é responsável pelo transporte de aminoácidos e peptídeos através das membranas celulares para a síntese proteica (STOCKHAM & SCOTT, 2008; KANEKO et al., 2008). Concentrações elevadas desta enzima estão relacionadas com lesões hepáticas, incluindo a esteatose hepática, assim como desordens hepatobiliares e colestase (STOCKHAM & SCOTT, 2008; SMITH, 2009). Este último autor mostrou que lesões pancreáticas e renais também podem levar ao aumento de GGT sanguíneo.

No dia do parto e puerpério imediato observa-se menor atividade de GGT (BUTURE, 2009), porém, nas semanas posteriores suas concentrações voltam a aumentar (TRADATI et al., 1982; BERTONI et al., 2008).

São considerados níveis normais de GGT em bovinos concentrações entre 15 e 39 UI/L (SMITH, 2009).

### **Indicadores do metabolismo mineral**

Os indicadores minerais mais importantes durante o periparto para o

desenvolvimento fetal e a produção de colostro e leite são: cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg). O desequilíbrio destes macrominerias dificulta a homeostase causando hipocalcemia, hipomagnesemia e hipofosfatemia (GOFF, 2006a).

## Cálcio

Cerca de 98% do cálcio do organismo está contido nos ossos e dentes e apenas 2% está no líquido extracelular (NRC, 2001; DEGARIS & LEAN, 2008). Esse mineral é essencial na formação do esqueleto, coagulação do sangue, regulação do ritmo cardíaco, excitabilidade neuromuscular, ativação enzimática e permeabilidade de membranas (MCDOWELL, 1999).

A ingestão insuficiente de cálcio pode gerar fragilidade óssea, crescimento lento, baixa produção de leite, e em casos mais severos, tetania e convulsões. Os hormônios paratormônio, calcitonina e vitamina D regulam a homeostase do cálcio. Uma redução nas concentrações plasmáticas do cálcio aumenta a liberação do paratormônio que estimula a síntese de vitamina D, induzindo um aumento da reabsorção óssea. Já o aumento do cálcio no plasma, libera a calcitonina, que inibe a síntese de vitamina D, resultando em menor absorção intestinal, menor reabsorção óssea e maior perda urinária. (MCDOWELL, 1999; MORAES, 2001).

No final da gestação a demanda de cálcio é aumentada em até quatro vezes para suprir as necessidades do feto e da produção de colostro (GOFF & HORST, 1997; GOFF, 2009b), o que leva 50% das vacas e 25% das novilhas a apresentarem hipocalcemia subclínica (REINHARDT et al., 1988 e 2011; GOFF & HORST, 1997b; GOFF, 2008 e 2009b). No entanto, apenas 5,2% das vacas evoluem para a hipocalcemia clínica (USA, 2002), sendo que as vacas mais velhas são mais suscetíveis às hipocalcemias subclínica e clínica (LARSEN, 2001; DEGARIS & LEAN, 2008).

O quadro clínico da hipocalcemia clínica é caracterizado por hiperexcitabilidade do sistema nervoso devido à perda do potencial elétrico e condutividade de membrana de músculos e nervos, com colapso circulatório, fasciculação muscular, tetania e uma paralisia generalizada seguida de depressão

nervosa, podendo levar a óbito. Esta condição acomete principalmente vacas de alta produção. (ORTOLANI, 1995; McDOWELL, 1999; DEGARIS & LEAN, 2008).

Em bovinos, considera-se concentração sérica normal de cálcio valores acima de 8,4 mg/dL (CHAPINAL et al., 2012). As maiores concentrações de cálcio ocorrem próximo ao parto e as menores até 24 horas após o parto (LARSEN et al., 2001; GOFF, 2008; SOUZA JÚNIOR et al., 2011).

Vacas com hipocalcemia clínica apresentam níveis altos de cortisol plasmático, o que pode acentuar o quadro de imunossupressão no periparto (KEHRLI & GOFF, 1989; KIMURA et al., 2006; MARTINEZ, 2012), predispondo a doenças infecciosas (HORST et al., 1997; MELENDEZ et al., 2004, GOFF, 2008; CHAPINAL et al, 2011).

Baixas concentrações de cálcio sanguíneo prejudicam a motilidade do rúmen e abomaso, e consequentemente, a ingestão de alimentos (GOFF & HORST, 1997, LARSEN, 2001) agravando o BEN e o risco de cetose (REINHARDT et al., 2011). Por isso, o diagnóstico da hipocalcemia subclínica é de extrema relevância na determinação da saúde da vaca no início de lactação (LARSEN et al., 2001; REINHARDT et al. 2011).

## Fósforo

O fósforo é o mineral que possui mais funções biológicas, compõe 80% do organismo e participa da formação do esqueleto. Encontrado nos tecidos moles, glóbulos vermelhos, músculos e tecidos nervosos; é essencial para o funcionamento dos microrganismos do rúmen e para as reações que utilizam energia (formação de ATP), tamponamento do sangue e outros fluídios, atividade de vários sistemas enzimáticos e metabolismo de proteínas (MCDOWELL, 1999).

O aumento da absorção do fósforo no intestino pela vitamina D é considerado um processo secundário, como consequência da maior absorção do cálcio. Ao contrário do cálcio, o paratormônio promove a perda urinária e salivar de fósforo e a calcitonina impede sua excreção (MCDOWELL, 1999; MORAES, 2001).

Em animais com severa deficiência na ingestão de fósforo observa-se fragilidade óssea, fraqueza generalizada, baixa fertilidade, perda de peso,

enrijecimento das articulações, redução da produção de leite, perversão do apetite (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

A deficiência de fósforo é mais comum em gado sob pastejo, devido à deficiência desse mineral na maior parte das gramíneas estabelecidas em solos de regiões tropicais. A presença de alumínio e ferro nos solos torna o fósforo indisponível para as plantas pela formação de complexos (VIANA, 1977).

A concentração de fósforo plasmático em bovinos está normalmente entre 5,6 e 6,5 mg/dL (SMITH, 2009). A manutenção do fósforo extracelular depende da reposição do mineral na dieta e da reabsorção óssea para repor o fósforo utilizado no crescimento ósseo, muscular, produção de leite e excretado nas fezes e urina (REINHARDT et al., 1988).

A absorção de fósforo ocorre por meio de transporte ativo quando a dieta apresenta deficiência deste mineral (HORST, 1986; LITTLEDIKE & GOFF, 1987; REINHARDT et al., 1988). Já a absorção passiva ocorre no lúmen do intestino delgado ocorre quando o consumo de fósforo é normal ou maior e quando em excesso, o fósforo absorvido é excretado na urina e saliva (REINHARDT et al., 1988). Ao final da gestação e ao iniciar a produção de colostro e leite, ocorre intensa remoção de fósforo, causando redução aguda nas concentrações plasmáticas desse mineral (SOUZA JÚNIOR et al., 2011).

## **Magnésio**

O magnésio é o segundo maior cátion, depois do potássio, dos fluidos intracelulares (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999), e está presente nos ossos e tecidos moles, sendo que 70% está concentrado nos ossos. O magnésio desempenha função fundamental como íon essencial em muitas reações enzimáticas indispensáveis ao metabolismo dos carboidratos e lipídeos atuando como ativador enzimático, na síntese proteica. Além disso, exerce uma importante função na transmissão e atividade neuromuscular. Sua concentração no líquido extracelular é essencial para manter o potencial de repouso de membrana no tecido nervoso e na placa neuromuscular (McDOWELL, 1999). O autor cita que a deficiência de magnésio pode causar a "tetania dos pastos" ou tetania

hipomagnesêmica podendo acometer animais mais velhos sob pastejo ou bezerros recebendo leite por muito tempo sem outra suplementação alimentar. Os sinais clínicos da hipomagnesemia em ruminantes podem ser caracterizados por redução do apetite, aumento da excitabilidade, salivação profusa e convulsões.

A concentração normal de magnésio no plasma sanguíneo de ruminantes é de 1,8 a 2,3 mg/dL (SMITH, 2009).

O magnésio possui um papel importante na homeostase do cálcio. A hipomagnesemia reduz a secreção do paratormônio e a síntese de vitamina D, importante na reabsorção do cálcio (LEAN et al., 2006, STOCKHAM & SCOTT, 2008).

A reabsorção óssea de magnésio não ocorre em caso de déficit, como ocorre na homeostase do cálcio, devido à mobilização lenta nos ossos, músculos e hemácias, uma vez que a proporção da relação cálcio/magnésio é de 50:1. Por isso, as reservas de magnésio são os tecidos conectivos, pele e tecidos moles da cavidade abdominal (LITTLEDIKE & GOFF, 1987; DALLEY, 1992).

A manutenção dos níveis normais de magnésio no plasma depende exclusivamente da absorção na dieta (NRC, 2001). A excreção tubular renal é o único mecanismo de homeostasia do magnésio, quando em excesso, o magnésio é excretado na urina, e quando há queda nas concentrações sua excreção é reduzida drasticamente pela reabsorção quase completa do magnésio filtrado (LITTLEDIKE & GOFF, 1987; DALLEY, 1992; MARTENS & SCHWEIGEL, 2000).

Em ruminantes o magnésio da dieta pode ser absorvido por transporte ativo no rúmen, na presença de grandes concentrações do mineral por transporte passivo no fluido ruminal e quando em pequena quantidade, absorvido pelo intestino grosso (DALLEY, 1992).

Dietas ricas em potássio (K) podem prejudicar a absorção do magnésio (JACOBSON et al, 1972; DALLEY, 1992), afetar seu transporte ativo pela despolarização da membrana apical do epitélio (GOFF & HORST, 1997; MARTENS & SCHWEIGEL, 2000). O pH acima de 6,5 no rúmen é outro fator que afeta a absorção de magnésio. Altas concentrações de cálcio e fósforo no fluido ruminal também podem prejudicar a absorção do magnésio (DALLEY, 1992; GOFF, 2006a).

No periparto, o paratormônio pode interferir no metabolismo do magnésio

diminuindo sua excreção renal, aumentando a reabsorção óssea, e consequentemente, a concentração plasmática deste mineral. Porém, se o fornecimento na dieta não for suficiente ou a absorção ruminal estiver comprometida, o magnésio não consegue atingir o limiar normal (REINHARDT et al., 1988; DALLEY, 1992; GOFF, 2009b).

### **Relação Cálcio/Fósforo**

De acordo com Andriguetto e Perly (1990) a relação cálcio/fósforo considerada ideal para otimizar a taxa de absorção de nutrientes é de 2:1, sendo que o desequíbrio na relação pode interferir na homeostase.

### **REFERÊNCIAS**

- AEBERHARD, K.; BRUCKMAIER, R. M.; BLUM, J. Metabolic, enzymatic and endocrine status in high-yielding dairy cows. Part 2. **Journal of Veterinary Medicine Series A Physiology Pathology Clinical Medicine**, v. 48, n. 2, p.111-127, 2001.
- ANDERSSON, L. Subclinical ketosis in dairy cows. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 4, n. 2, p. 233-248, 1988.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L. **Nutrição Animal: alimentação animal**. 4 ed., v. 2, São Paulo, SP, Brasil: Nobel, 1990. 395 p.
- BAPTISTELLA, M. F. Atividade sérica das enzimas Aspartato Amino transferase, Creatinoquinase e Lactato Desidrogenase em equinos submetidos a diferentes intensidades de exercício. **Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente**, v 12, n. 13, p. 33-42, 2009.
- BASOGLU, A.; SEVINÇ, M.; OK, M.; GOKCEN, M. Peri and postparturient concentrations of lipid lipoprotein insulin and glucose in normal dairy cows. **Turk Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 22, p. 141-144, 1998.
- BAUMAN, D. E.; CURRIE, W. B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 9, p.1514-1529. 1980.
- BAUMGARD, L. H.; ODENS, L. J.; KAY, J. K.; RHOADS, R. P.; VANBAALE, M. J.; COLLIER, R. J. Does Negative Energy Balance (NEBAL) Limit Milk Synthesis in Early Lactation? In: ANNUAL SOUTHWEST NUTRITION & MANAGEMENT

CONFERENCE, 21, 2006. Tempe - AZ. **Proceedings...** Tempe - AZ: University of Arizona, 2006. p. 181-187.

BELL, A. W. Lipid metabolism in the liver and selected tissue and in the whole body of ruminants. **Progress in Lipid Research**, v. 18, p. 117-164, 1980.

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

BELL, A. W.; BAUMAN D. E. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, v. 2, n. 3, p. 265-278, 1997.

BERTICS J.; GRUMMER R. R.. Effects of fat methionine hidroxy analog on prevention or alleviation of fatty liver induced by feed restriction. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 2731-2736, 1999.

BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R.; CADORNIGA-VALINO, C.; STODDARD, E. E. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p.1914-1922, 1992.

BERTONI, G.; TREVISO, E.; HAN, X.; BIONAZ, M. Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 9, p. 3300-3310, 2008.

BIGRAS-POULIN, M.; MEEK, A. H.; MARTIN, S. W. Interrelationships among health problems and milk production from consecutive lactations in selected Ontario Holstein cows. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 8, p.15–24, 1990.

BIRGEL JUNIOR, E. H.; NEVES, F. S.; SALVATORE, L. C. A; MIRANDOLA, R. M. S.; TÁVORA, J. P. F.; BIRGEL, E. H. Avaliação da influência da gestação e do puerpério sobre a função hepática de bovinos da raça holandesa. **Ars Veterinária**, v. 19, n. 2, p.172-178, 2003.

BOBE, G.; AMETAJ, B. N.; YOUNG, J. W.; BEITZ, D. C. Potential treatment of fatty liver whit 14-day Subcutaneous injections of glucagon. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 10, p.3138-3147, 2003.

BOBE, G.; YOUNG, J. W.; BEITZ, D. C. Invited review: Pathology, etiology, prevention and treatment of fatty liver in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 10, p. 3105-3124, 2004.

BOOTH, C. J.; WARNICK, L. D.; GRÖHN, Y. T.; MAIZON, D. O.; GUARD, L. C.; JANSSEN, D. Effect of lameness on culling in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 12, p.4115–4122, 2004.

BORSBERRY, S.; DOBSON, H. Periparturient diseases and their effect on reproductive performance in five dairy herds. **Veterinary Record**, v. 124, n. 9, p. 217-219, 1989.

BRUSS, L. M. Lipids and ketones. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, W. J.; BRUSS, L. M. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. San Diego, California: Academic Press, 2008, p. 81-115.

BUSATO A.; FAISSLER, D.; KUPFER, U.; BLUM, J. W. Body condition scores in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. **Journal of Veterinary Medicine**, v 49, p. 455-460, 2002.

BUTLER, W. R.; SMITH, R. D. Interrelationships between energy balance and post-partum reproductive function in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.72, n. 3, p.767-783, 1989.

BUTURE, I. O. **Avaliação metabólica de bovinos leiteiros no periparto como forma de diagnóstico precoce da hipocalcemia da vaca leiteira**. 2009. 173f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2009.

CARDOSO, F. C. **Deslocamento de abomasso à esquerda em vacas leiteiras de alta produção: variações no hemograma, indicadores bioquímicos sanguíneos e do funcionamento ruminal**. 2007. 48f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2007.

CARDINET, G.H. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of domestic animals**. 5th ed. London: Academic Press, 1997. p.407-440.

CARVALHO, L. A.; NOVAES, L. P.; MARTINS, C. E.; ZOCCAL, R.; MOREIRA, P.; RIBEIRO, A. C. C. L.; LIMA, V. M. B. **Sistema de produção de leite para a região dos Cerrados**, v. 1, 1 ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. Disponível em:

<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/racas01.html#01>>. Acesso em: 23 de janeiro de 2017.

CAVESTANY D.; BLANC J. E.; KULCSAR M.; URIARTE, G.; CHILIBROSTE, P.; MEIKLE, A.; FEBEL, H.; FERRARIS, A.; KRALL, E. Studies of the transition cow under a pasture-based milk production system: metabolic profiles. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 52, p. 1-7, 2005.

CHAPINAL, N.; CARSON, M.; DUFFIELD, T. F.; CAPEL, M.; GODDEN, S.; OVERTON, M.; SANTOS, J. E. P.; LEBLANC, S. J. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 10, p. 4897-4903, 2011.

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**, v. 95, n. 10, p. 5676-5682, 2012.

CHURCH, D. C. Salivary function and production. In: \_\_\_\_ (Ed.). **The Ruminant Animal, Digestive Physiology and Nutrition**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1988, p. 117-124.

CINCOVIC, R. M.; BRANISLAVA, B.; BILJANA, R.; HRISTOV, S.; DOKOVIC, R. Influence of lipolysis and ketogenesis to metabolic and haematological parameters in dairy cows during periparturient period. **Acta Veterinaria Beograd**, v. 62, n. 4, p. 429-444, 2012.

CONTRERAS, P. A; WITTWER, F.; BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Ed.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil: Gráfica da UFRGS, 2000. p. 75-84.

COOK, N. B.; NORDLUND, K. V.; OETZEL, G. R. Environmental influences on claw horn lesions associated with laminitis and subacute ruminal acidosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, E. suppl., p. 36-46, 2004.

CURTIS, C. R.; ERB, H. N.; SNIFFEN, C. J.; SMITH, R. D.; POWERS, P. A.; SMITH, M. C.; WHITE, M. E.; HILMAN, R. B.; PEARSON, E. J. Association of parturient hypocalcaemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. **Journal of the American Veterinary Association**, v. 183, n. 5, p. 559-561, 1983.

DALLEY, D. E. **Studies of magnesium metabolism in ruminants**. 1992. 149f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Lincoln University, Christchurch, New Zealand. 1992.

DEGARIS, P. J.; LEAN I. J. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. **The Veterinary Journal**, v. 176, p. 58-69, 2008.

DICKSON, D. P.; BARR, G. R.; JOHNSON, L. P.; WIECKERT, D. A. Social dominance and temperament of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 53, n. 7, p. 904, 1970.

DOEPEL, L.; LAPIERRE, H.; KENNELLY, J. J. Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 9, p. 2315-2334, 2002.

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.; BEITZ, D. C.; RICHARD, M. J.; YOUNG, J. W. Metabolic changes in dairy cows with ketonemia in response to feed restriction and dietary 1,3-butanediol. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 6, p. 1622-1634, 1992.

DRACKLEY, J. K.; DANN, H. M.; DOUGLAS, N.; JANOVICK GURETZKY, N. A.; LITHERLAND, N. B.; UNDERWOOD, J. P.; LOOR, J. J. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, p. 323-344, 2005.

DRACKLEY, J. K.; OVERTON, T. R; DOUGLAS, G. N. Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. **Journal of Dairy Science**, v. 84, E. suppl., p. 100-112, 2001.

DUBUC, J.; DUFFIELD, T. F.; LESLIE, K. E.; WALTON, J. S.; LEBLANC, S. J. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 12, p. 5764-5771, 2010.

DUFFIELD, T.; BAGG, R.; DESCOTEAUX, L.; BOUCHARD, E.; BRODEUR, M.; DUTREMBLAY, D.; KEEFE, G.; LEBLANC, S.; DICK, P. Prepartum monensin for the reduction of energy associated disease in postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 2, p. 397-405, 2002.

DUFFIELD, T. F.; LEBLANC, S. J. Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 24, 2009b . Tempe - AZ. **Proceedings...** Tempe - AZ: University of Arizona 2009b, p.106-114.

DUFFIELD, T. F.; LISSEMORE K. D.; MCBRIDE B. W.; LESLIE, K. E. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n.2, p. 571-580, 2009a.

ECKERSALL, P. D. Proteins, proteomics, and the dysproteinemias. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W., BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. San Diego: Academic Press, 2008. p.117-155.

EDMONSON A. J.; LEAN I. J.; WEAVER L. D.; FARVER T.; WEBSTER G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.

ESSLEMONT, R. J.; KOSSAIBATI, M. A. Culling in 50 dairy herds in England. **Veterinary Record**, v. 139, p.486–490, 1997.

FEITOSA, F. L. F.; BIRGEL, E. H. Variação da concentração de imunoglobulinas G e M, de proteína total e suas frações eletroforéticas e da atividade da gammaglutamiltransferase no soro sanguíneo de vacas holandesas, antes e após o parto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 2, p.11-16, 2000.

FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. A. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 101-106, 2007.

FRIEND, T. H.; POLAN, C. E. Social rank, feeding behavior, and free stall utilization by dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 57, n. 10, p. 1214, 1974.

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. Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. **Animal Feed. Science and Technology**, v. 126, p. 237-257, 2006a.

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

GOFF, J. P. Como controlar a febre do leite e outras desordens metabólicas relacionadas à macro minerais em vacas de leite. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 13, 2009b, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Conapec Jr. Botucatu: UNESP/FMVZ, 2009b. p.267-284.

GOFF, J. P.; HORST, R. L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1260-1267, 1997.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso de 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. (Ed.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000a. p, 63-75.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso de perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais. IN: GONZÁLEZ, F. H. D.; OSPINA, H.; BARCELOS, J. O.; RIBEIRO, L. A. O. (Ed.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000b. p, 89-106.

GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p, 7-8.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SHEFFER, J. F. S. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite e urina). IN: GONZÁLEZ, F. H. D.; ORTOLANI, E. L.; BARROS, L., CAMPOS, R. (Ed.). **Perfil sanguíneo:**

**ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional.** Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p. 05-17.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29, 2002, Gramado-RS. **Anais...** Gramado-RS: SBMV e SOVERGS, 2002. p. 5-17.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária.** 2.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 364 p.

GREEN, L. E.; HEDGES, V. J.; SCHUKKEN, Y. H.; BLOWEY, R. W.; PACKINGTON, A. J. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 9, p. 2250-2256, 2002.

GREENOUGH, P. R.; VERMUNT, J. J. Evaluation of subclinical laminitis in a dairy herd and observations on associated nutritional and management factors. **Veterinary Record**, v. 128, n. 1, p. 11-17, 1991.

GRUM, D. E.; DRACKLEY, J. K.; CLARK, J. H. Fatty acid metabolism in liver of dairy cows fed supplemental fat and nicotinic acid during an entire lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 3026-3034, 2002.

GRUM, D. E.; DRACKLEY, J. K.; YOUNKER, R. S.; LACOUNT, D. W.; VEENHUIZEN, J. J. Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 10, p. 1850-1864. 1996.

GRUMMER, R. R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p. 3882-3896, 1993.

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

GRUMMER, R. R. Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver dairy cattle. **The Veterinary Journal**, v. 176, p. 10-20, 2008.

GRUMMER, R. R.; MASHEK, D.G.; HAYIRLI, A. Dry matter intake and energy balance in the transition period. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 20, p. 447-470, 2004.

GUARD, C. Doenças Metabólicas: Uma abordagem de rebanho. IN: REBHUN, W. C. **Doenças do Gado Leiteiro.** São Paulo: Rocca, 2000, p. 613-616.

GURETZKY, N. A. J.; CARLSON, D. B.; GARRETT, J. E.; DRACKLEY, J. K. Lipid Metabolite Profiles and Milk Production for Holstein and Jersey Cows Fed Rumen-

Protected Choline During the Periparturient Period. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 1, p. 188-200, 2006.

HAILEMARIAM, D.; MANDAL, R.; SALEEM, F.; DUNN, S. M.; WISHART, D. S.; AMETAJ, B. N. Identification of predictive biomarkers of disease state in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97 n. 5, p.2680–2693, 2014.

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**, v. 85, n. 12, p. 3430–3443, 2002.

HEAD, H. H.; GULAY, M. S. Recentes avanços na nutrição de vacas no período de transição. In: SINLEITE. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, 2, 2001. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 121-137.

HERDT, T. H.; GERLOFF, B. J. Fatty liver in dairy cattle. IN: **Current Veterinary Therapy: food animal practice**. 5th.ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2009. p. 146-149.

HERNANDEZ, J.; SHEARER, J. K.; WEBB, D. W. Effect of lameness on the calving-to-conception interval in dairy cows. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 218, n. 10, p. 1611-1614, 2001.

HOLTENIUS, P. Plasma lipids in normal cows around partus and in cows with metabolic disorders with and without fatty liver. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 30, n. 4, p. 441-445, 1989.

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

HORST, R. L.; GOFF, J. P.; REINHARDT, T. A.; BUXTON, D. R. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1269-1280, 1997.

HOUE, H.; OSTERGAARD, S.; THILSING-HANSEN, T.; JORGENSEN, R. J.; LARSEN, T.; SORENSEN, J. T.; AGGER, J. F.; BLOM, J. Y. Milk fever and subclinical hypocalcaemia – an evaluation of parameters on incidence risk, diagnosis, risk factors and biological effects as input for a decision support system for disease control. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 42, n. 1, p. 1-29, 2001.

HUZZEY, J. M.; DEVRIES, T. J.; VALOIS, P.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 1, p. 126-133, 2006.

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

INGVARTSEN, K. L.; ANDERSEN, J. B. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1573-1597, 2000.

ITOH, N.; KOIWA, M.; HATSUGAYA, A.; YOKOTA, H. ; TANIYAMA, H.; OKADA, H.; KUDO, K. Comparative analysis of blood chemical values in primary ketosis and abomasal displacement in cows. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v.45, n. 5, p. 293-298, 1998.

JACOBSON, D. R.; HEMKEN, R. W.; BUTTON, F. S.; et al. Mineral nutrition, calcium, phosphorus, magnesium, and potassium interrelationships. **Journal of Dairy Science**, v. 55, n. 7, p. 935-44, 1972.

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

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p.3851-3863, 1993.

KANEENE, J. B.; MILLER, R. A.; HERDT, T. H.; et al. The association of serum nonesterified fatty acids and cholesterol, management and feeding practices with peripartum disease in dairy cows. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 31, p. 59-72, 1997.

KANEKO J. J.; HARVEY J. W.; BRUSS M. L. 2008. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916p.

KANEKO. J. J. Harvey, J. W.; Bruss, M. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 th ed. San Diego: Academic, 1997. 932p.

KATOH, N. Relevance of apolipoproteins in the development of fatty liver and fatty liver-related peripartum diseases in dairy cows. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 64, n. 4, p. 293-307, 2002.

KEHRLI, M. E. Jr.; GOFF, J. P. Periparturient hypocalcemia in cows: effects on peripheral blood neutrophil and lymphocyte function. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 5, p. 1188-1196, 1989.

KERR, M. G. **Veterinary Laboratory Medicine: clinical Biochemistry and Haematology**. 2th ed. Oxford: Blackwell Science, 2002. 386p.

KIMURA, K.; REINHARDT, T. A.; GOFF, J. P. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 7, p. 2588-2595, 2006.

KNOTT, L.; TARLTON, J. F.; CRAFT, H.; WEBSTER, A. J. F. Effects of housing, parturition and diet change on to biochemistry and biomechanics of the support

structures of the hoof of dairy heifers. **The Veterinary Journal**, v. 174, n. 2, p. 277-287, 2007.

KOMATSU, Y.; ITOH, N.; TANIYAMA, H.; KITAZAWA, T.; YOKOTA, H.; KOIWA, M.; OHTSUKA, H.; TERASAKI, N.; MAENO, K.; MIZOGUCHI, M.; TAKEUCHI, Y.; TANIGAWA, M.; NAKAMURA, T.; WATANABE, H.; MATSUGUCHI, Y.; KUKINO, T.; HONMA, A. Classification of abomasal displacement in cows according to histopathology of the liver and clinical chemistry. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 49, n. 9, p. 482-486, 2002.

KOZLOSKY, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 2. ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2009. 216 p.

LARSEN, T.; MOLLER, G.; BELLIO, R. Evaluation of clinical and clinical chemical parameters in periparturient cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 7, p. 1749-1758, 2001.

LEAN, I. J.; DEGARIS, P. J.; MCNEIL, D. M.; BLOCK, E. Hypocalcemia in Dairy Cows: Meta-analysis and Dietary Cation Anion Difference Theory Revisited. **Journal of Dairy Science**, v 89, n. 2, p. 669–684, 2006.

LEAN, I. J.; RABIEE, A. R. Effect of feeding biotin on milk production and hoof health in lactating dairy cows: A quantitative assessment. **Journal of Dairy Science**, v 94, n. 3, p. 1465–1476, 2011.

LEBLANC, S. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. **The Journal of Reproduction and Development**, v. 56, Suppl., p. 29-35, 2010.

LEBLANC, S. J.; LESLIE K. E.; DUFFIELD T. F. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 1, p. 159-170, 2005.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**, 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

LITTLEDIKE, E. T.; GOFF, J. Interactions of Calcium, Phosphorus, Magnesium and Vitamin D that Influence their Status in Domestic Meat Animals. **Journal of Animal Science**, v. 65, p. 1727-1743, 1987.

MARTENS, H.; SCHWEIGEL, M. Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 16, n. 2, p. 339 -368, 2000.

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. 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, n. 12, p. 1-15, 2012.

McDOWELL, L. R. Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil. 3.ed. Gainesville: University of Florida, 1999. 92p.

MELENDEZ, P.; BARTOLOME, J.; ARCHBALD, L. F.; DONOVAN, A. The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 59, p. 927-937, 2003.

MELENDEZ, P.; MCHALE, J.; BARTOLOME, J.; ARCHBALD, L. F.; DONOVAN, G. A. Uterine involution and fertility of holstein cows subsequent to early postpartum PGF<sub>2 $\alpha$</sub>  treatment for acute puerperal metritis. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 10, p. 3238-3246, 2004.

MINOR, D. J.; TROWER, S. L.; STRANG, B. D.; SHAVER, R. D.; GRUMMER, R. R. Effects of nonfiber carbohydrate and niacin on periparturient metabolic stats of lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n.1, p.189-200, 1998.

MORAES, S. S. Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. Campo Grande: EMBRAPA Gado de corte. 2001. p. 26.

MORAIS, M. G.; RANGEL, J. M.; MADUREIRA, J. S.; SILVEIRA, A. C. Variação sazonal da bioquímica clínica de vacas aneloradas sob pastejo contínuo de Brachiaria decumbens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 2, p. 98-104, 2000.

MOTTA, V. T. Enzimas. In: \_\_\_\_\_. **Bioquímica clínica para o laboratório: princípios e interpretações**. 4 ed. Porto Alegre: Editora Médica Missau, 2003. 90-120 p.

MULLIGAN, F.J.; DOHERTY, M.L. Production diseases of the transition cow. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 12, p. 3-9, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of beef cattle**. 7th. ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

NDLOVU, T.; CHIMONYO, M.; OKOH, 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.

NOCEK, E. N. Bovine acidosis: implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 5, p. 1005-1028, 1997.

NORDLUND, K. V.; COOK, N. B.; OETZEL, G. R. Investigation strategies for laminitis problem herds. **Journal of Dairy Science**, v. 87, E. Suppl., p.27-35, 2004.

OLOFSSON, J. Competition for total mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station. **Journal of Dairy Science**. v. 82, n. 1, p. 69-79, 1999.

OLSSON, G.; EMANUELSON, M.; WIKTORSSON, H. Effects of different nutritional levels prepartum on the subsequent performance of dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 53, p. 279-290, 1998.

ORTOLANI, E. L. Aspectos clínicos, epidemiológicos e terapêuticos da hipocalcemia de vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 47, n. 6, p. 799-808, 1995.

ORTOLANI, E. L. Diagnóstico de doenças nutricionais e metabólicas por meio de exame de urina em ruminantes. In: SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. p. 91-102.

OSPINAS, P. A.; NYDAM D. V.; STOKOL T.; OVERTON, T. R. Evaluation of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeast United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 546-554, 2010a.

OSPINAS, P. A.; NYDAM, D. V.; STOKOL T.; OVERTON, T. R. Associations of elevated nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 4, p. 3596–3603, 2010b.

PATTON, R.A.; BUCHOLTZ, H. F.; SCHMIDT, M. K. **Body condition scoring: a management tool**. East Lansing Michigan: Department of Animal Science Michigan State University, 1988. 6 p.

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The Metabolic Profile test**. 1th ed. Oxford: Oxford University Press, 1987. 179 p.

PROUDFOOT, K. L.; VEIRA, D. M.; WEARY, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Competition at the feed bunk changes the feeding, standing, and social behavior of transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 7, p. 3116–3123, 2009.

RABELO, E.; REZENDE, R. L.; BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R. Effects of Pré- and Post fresh Transition Diets Varying in Dietary Energy Density on Metabolic Status of Preparturient Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 12, p. 4375-4383, 2005.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. **Veterinary Medicine**. 9th ed. London: W. B. Saunders Company, 2000. 1499 p.

REINHARDT, T. A.; HORST, R. L.; GOFF, J. P. Calcium, phosphorus and magnesium homeostasis in ruminants. In Metabolic Diseases of Ruminant Livestock. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 4, n. 2, p. 331-350, 1988.

REINHARDT, T. A.; LIPPOLIS, J. D.; MCCLUSKEY, B. J.; GOFF, J. P.; HORST, R. L. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. **Veterinary Journal**, v. 188, p. 122-124, 2011.

REYNOLDS C. K.; AIKMAN, P. C.; LUPOLI, B.; HUMPHRIES, D. J.; BEEVER, D. E. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. **Journal of Dairy Science**. v. 86, n. 4, p. 1201-1217, 2003.

RISCO, C. A.; REYNOLDS, J. P.; HIRD, D. Uterine prolapse and hypocalcaemia in dairy cows. **Journal of the American Veterinary Association**, v. 185, n. 12, p.1517-1519, 1984.

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**, v. 95, n. 6, p. 3057-3063, 2012.

ROCHE J. R.; FRIGGENS N. C.; KAY J. K. Berry Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 12, p. 5769-5801, 2009.

ROSELER, D. K.; FERGUSON, J. D.; SNIFFEN, C. J.; HERREMA, J. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 2, p. 525-534, 1993.

RUSSELL, K. E; ROUSSEL, A. J. Evaluation of the Ruminant Serum Chemistry Profile. **Veterinry Clinics of North America: Food Animal Pratice**, v. 23, p. 403-426, 2007.

SANTOS, J. E. P. Distúrbios Metabólicos. In: Berchieli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 423-492.

SEAL, C.; REYNOLDS, C. Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. **Nutrition Research Reviews**, v. 6, n.1, p. 185-208, 1993.

SEIFTER, S.; ENGLARD, S. Energy metabolism. In: Arias, I. M., Boyler, J.L. (Ed.). **The Liver: Biology and Pathology**, 3th ed. New York: Raven Press Ltd, 1994. p. 323-364.

SINGH, S. S.; WARD, W. R.; LAUTENBACH, K.; MURRAY, R. D. Behavior of lame and normal dairy cows in cubicles and in a straw yard. **Veterinary Record**, v. 133, n. 9, p. 204–208, 1993.

SMITH, B. P. **Large Animal Internal Medicine**. 4th ed. St. Louis - Missouri: MOSBY-Elsevier, 2009. 1821 p.

SOUZA JÚNIOR, J. A.; MOREIRA, T. F.; LASMAR, P. V. F.; FERREIRA, L. O.; AQUINO NETO, H. M.; FREITAS, M. D.; ZAMBRANO, J. A.; MOLINA, L. R.; CARVALHO, A. U.; ELIAS JORGE FACURY FILHO, E. F. Efeito da adição de monensina ou

propilenoglicol na dieta de vacas leiteiras no periparto sobre concentrações séricas de minerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 9, 2011, Goiânia - GO. **Anais...** Botucatu – SP: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2011. p. 636-639.

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. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, n. 5, p. 306-312. 2004.

SPRECHER, D. J.; HOSTELER, D. E.; KANEENE, J. B. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. **Theriogenology**, v. 47, p.1179-1187, 1997.

STENGÄRDE, L. **Displaced abomasum and ketosis in dairy cows blood profiles and risk factors**. 2010. 76f. Thesis (Doctorate in Veterinary Medicine) - Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. Suécia. 2010.

STOCKHAM, S. L.; SCOTT, M. A. **Fundamental of veterinary clinical pathology**. Ames Iowa: Blackwell, 2008. 908 p.

STONE, W. C. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 87, E. Suppl., p. 13-26, 2004.

THRALL, M. A.; WEISER, G.; ALLISON, R. W.; CAMPBELL, T. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. 2th ed. Ames Iowa: Wiley-Blackwell, 2012. 776p.

TRADATI, F.; BESANA, V.; MARTINELLI, I.; GREPPI, G.; FERRO, E. Indagini siero enzimatiche (GOT, GPT e gamma-GT) in bovine e vitelli nel periodo perinatale (note I e II). **La Clinica Veterinaria**, v. 105, 1982.

TVEIT, B.; LINGAAS, F.; SVENDSEN, M.; SJAASTA, O. V. Effect of Ketogenic silage, season, energy level and genetic factor. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 9, p. 2421-2432, 1992.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. 3th ed. Wallingford: Cabi Publishing, 1999. 614 p.

UNITED STATES OF AMERICA. United States Department of Agriculture. **The National Animal Health Monitoring System (NAHMS) Dairy 2002**. United States: 2002. Disponível em: <<http://www.aphis.usda.gov/vs/ceah/ncahs/nahms/dairy/dairy02/Dairy02Pt1.pdf>> Acesso em 19 de dez. 2012.

VALLIMONT, J .E.; VARGA, G. A.; ARIELI, A.; CASSIDY, T. W.; CUMMINS, K. A. Effects of prepartum somatotropin and monensin on metabolism and production of

periparturient Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 12, p. 2607-2621, 2001.

VAN KNEGSEL, A. T. M.; VAN DEN BRAND, H.; GRAAT, E. A. M.; DIJKSTRA, J.; JORRITSMA, R.; DECUYPERE, E.; TAMMINGA, S.; KEMP, B. Dietary energy source in dairy cows in early lactation: Metabolites and metabolic hormones. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 3, p. 1477-1485, 2007.

VAN SAUN, R. J. Blood Profiles as Indicators of Nutritional Status. In: **Advances in Dairy Technology**, v. 12, p. 401, 1991.

VAZQUEZ-AÑON M.; BERTICS S.; LUCK M.; GRUMMER R. R.; PINHEIRO J. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 6, p. 1521-1528, 1994.

VIANA, J. A. C. Complementação e suplementação de bovinos em pastagem no Brasil. In: Semana de Zootecnia , 2, 1977, Pirassununga, **Anais...**, Pirassununga: USP, 1977, p-1-26.

ZAMBRANO, W. J.; MARQUES JR, A. P. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. **Zootecnia Tropical**, v. 27, v.4, p. 475-488, 2009.

WARNICK, L. D.; JANSSEN, D.; GUARD, C. L.; GRÖHN, Y. T. The effect of lameness on milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 9, p. 1988-1997, 2001.

WENCESLAU, A. A.; LOPES, P. S.; TEODORO, R. L. Estimação de parâmetros genéticos de medidas de conformação, produção de leite e idade ao primeiro parto em vacas da raça Gir Leiteiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 53-158, 2000.

WHAY, H. R.; MAIN, D.C.; GREEN, L.E.; WEBSTER, A. J. Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: Direct observations and investigation of farm records. **Veterinary Record**, v. 153, n. 7, p. 197-202, 2003.

WHITAKER, D. A. Metabolic profiles. In: Andrews A. H.; Blowey R. W.; Boyd H.; Eddy R. G. (Eds). **Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of Cattle**. 2th ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2004. p. 804-817.

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

WILDMAN, E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E.; BOMAN, R. L.; TROUTT, H. F. JR.; LESCH, T. N. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to

selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 3, p. 495–501, 1982.

WITTWER, M. M. V. F. Diagnósticos dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GOZÁLEZ, F.H.D.; OSPINA, H.; BARCELOS, J.O.; RIBEIRO, L.A.O. (Ed.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000a. p. 9-21.

WITTWER, M. M. V. F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GOZÁLEZ, F.H.D.; OSPINA, H.; BARCELOS, J.O.; RIBEIRO, L.A.O. (Ed.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre-RS: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000b. p. 53-61.

WITTWER, F.; REYES, J. M.; OPTIZ, H.; CONTRERAS, P. A.; BÖHMWALD, Y T. M. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 25, n. 2, p. 165-172, 1993.

**Caracterização do perfil mineral pós-parto e incidência de retenção de placenta em vacas mestiças leiteiras de sistema de produção a pasto e semi-intensivo**

**Characterization of the postpartum mineral profile and incidence of placenta retention in dairy crossbred cows from a pasture and semi-intensive production system**

**R.S. KOMATSU<sup>1</sup>; E. DAIBERT<sup>1</sup>; P.B. ALVARENGA<sup>1</sup>; A.L. REZENDE<sup>1</sup>; A.M. TEIXEIRA<sup>1</sup>; L.F. MARTINS<sup>1</sup>; R.M. SANTOS<sup>1</sup>; A.V. MUNDIM<sup>1</sup>; J.P.E. SAUT<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Laboratório de Saúde em Grandes Animais (LASGRAN), Faculdade de Medicina

Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), MG, Brasil.

**RESUMO** - Objetivou-se caracterizar o perfil mineral sérico no pós-parto de vacas leiteiras mestiças em dois sistemas de produção e verificar a associação com o escore de condição corporal (ECC) e retenção de placenta. Foram avaliadas 187 vacas de 10 fazendas leiteiras em regime de produção a pasto e 156 vacas de três fazendas leiteiras em regime de produção semi-intensivo. Foi realizado o exame clínico, avaliação do ECC e colhida uma amostra de sangue de cada animal no intervalo de zero a sete dias de lactação. Observou-se tendência ( $P<0,0997$ ) das vacas com  $ECC < 3$  apresentar maior frequência de retenção de placenta 42,9% independente do manejo, sendo que destas 78,6% pertenciam ao manejo a pasto. Com realçao à ocorrência de retenção de placenta, a frequência foi de 10,2% no total das vacas, com maior tendência ( $P=0,075$ ) de ocorrer nos rebanhos do manejo semi-intensivo 13,5%. A incidência de hipocalcemia subclínica foi de 49,9% no total das vacas, sendo maior no manejo semi-intensivo 59,0%. A hipomagnesemia também foi maior nos animais do manejo semi-intensivo 27,6%. Tanto a retenção de placenta quanto a hipocalcemia subclínica foram mais frequentes no manejo semi-intensivo. O ECC teve uma tendência em influenciar a presença de retenção de placenta, no entanto, a hipocalcemia subclínica não influenciou a presença de retenção de placenta.

**Palavras-chave:** periparto, homeostase, manejo

**ABSTRACT** - The aim of this study was to characterize the postpartum serum mineral profile of crossbred dairy cows in two production systems and to verify the association with body condition score (ECC) and placenta retention. We evaluated 187 cows from 10 dairy farms in pasture production and 156 cows from three dairy farms in a semi-intensive production regime. The clinical examination, the ECC evaluation and a blood sample of each

<sup>1</sup> Laboratório de Saúde em Grandes Animais (LASGRAN), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Av. Pará 1720, Bloco 2T, Campus Umuarama, Bairro Umuarama, Uberlândia, MG 38.400-902, Brasil. Pesquisa de Doutorado com apoio FAPEMIG. \*Autor para correspondência: [ipsaut@ufu.br](mailto:ipsaut@ufu.br)

animal were performed in the zero to seven days of lactation period. There was a tendency ( $P < 0.0997$ ) of cows with CCS  $<3$  to present a greater frequency of placenta retention 42.9% regardless of management, and of these 78.6% belonged to pasture management. Regarding the occurrence of placenta retention, the frequency was 10.2% in the total cows, with a tendency ( $P = 0.075$ ) to occur in the herds of the semi-intensive management 13.5%. The incidence of subclinical hypocalcemia was 49.9% in the total cows, being 59.0% higher in semi-intensive management. Hypomagnesemia was also higher in the semi-intensive animals 27.6%. Both placenta retention and subclinical hypocalcemia were more frequent in semi-intensive management. ECC had a tendency to influence the presence of placenta retention, however, subclinical hypocalcemia did not influence the presence of placenta retention.

**Key words:** peripartum, homeostasis, hypocalcemia

## INTRODUÇÃO

O Brasil foi classificado no *ranking* mundial de 2015, como o sexto país de maior produção leiteira, detentor do terceiro maior rebanho leiteiro (USDA, 2016) e o Estado de Minas Gerais a maior bacia leiteira nacional (IBGE, 2014), sendo o município de Uberlândia o 20º maior produtor de leite do país (IBGE, 2013). Porém, este volume se deve à quantidade de vacas ordenhadas, e não à melhoria do sistema de produção (EMBRAPA, 2015).

Apesar da importância no cenário leiteiro, há poucas informações a respeito das enfermidades pós-parto em vacas mestiças criadas no Brasil (ALVARENGA et al., 2015; MOREIRA et al., 2015). Alguns autores afirmam que a hipocalcemia pode reduzir o tônus muscular uterino de vacas em trabalho de parto, aumentando a ocorrência de distocia (CORRÊA et al., 1993), prolápso uterino (RISCO et al., 1984), retenção de placenta (MELENDEZ et al., 2004), problemas na fertilidade (BORSBERRY & DOBSON, 1989) e ainda, exacerbar a imunossupressão predispondo a vaca à endometrite (KIMURA et al., 2006).

Na literatura internacional, foi observada a incidência de hipocalcemia subclínica em vacas holandesas após o parto variando de 48% (REINHARDT et al., 2011) a 60% (CAIXETA et al., 2015) e de retenção de placenta de 8% (CAIXETA et al., 2015) a 11,8% (DUBUC et al., 2010).

A produção de leite, definida geneticamente, interfere nos requerimentos nutricionais das vacas, portanto, fatores que envolvem o manejo como carência nutricional, dieta sem balanceamento ou má qualidade dos alimentos podem causar desequilíbrios metabólicos e influenciar negativamente a produção de leite.

Este trabalho objetivou caracterizar o perfil mineral sérico pós-parto de vacas leiteiras mestiças, criadas em dois sistemas de produção distintos e verificar sua associação com o ECC e incidência de retenção de placenta.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **- Local e animais**

Foram avaliadas 13 propriedades com vacas leiteiras mestiças, recém-paridas entre zero e quatro dias em lactação (DEL), do Município de Uberlândia – MG no período de abril de 2014 a junho de 2016. As fazendas estavam localizadas entre as coordenadas 19°14' de latitude Sul e 48°50' e 47°03' de longitude a Oeste de Greenwich (SANTOS & PETRONZIO, 2011), com clima do tipo AW e chuvas concentradas no verão e inverno ameno e seco (KÖPPEN, 1948). O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia sob o protocolo 072/16.

### **- Delineamento experimental**

Para inclusão no experimento os animais precisavam obrigatoriamente ter histórico clínico e sanitário conhecido, sem sinais clínicos de doença no momento de avaliação e imunizados contra febre aftosa e brucelose de acordo com a legislação vigente para bovinos do Estado de Minas (MINAS GERAIS, 1990).

Os animais mestiços das raças Holandês e Gir de todos os graus de sangue foram classificados conforme a ocorrência de retenção de placenta por mais de 24 horas após a

expulsão do feto (KELTON et al., 1998). As propriedades divididas de acordo com o tipo de manejo com base em características comuns:

- *Manejo a pasto*: composto por propriedades em que a produtividade média dos animais era de  $14,29 \pm 5,7$  litros/vaca/dia. Os animais foram mantidos em pasto de braquiária durante o verão e no inverno receberam silagem de milho com ou sem adição de subprodutos, sendo os mais utilizados a polpa cítrica peletizada, e/ou casca de soja, farelo de soja e o resíduo úmido de cervejaria (cevada). Além disso, estes animais recebiam concentrado comercial 24% de proteína bruta durante todo o ano na proporção de 1 kg para cada 3 kg de leite produzidos e suplementação mineral. A dieta não era balanceada em função da incosntância no fornecimento dos subprodutos, adquiridos de acordo com disponibilidade no comércio e recursos financeiros dos produtores.
- *Manejo semi-confinado ou semi-intensivo*: composto por propriedades em que a produtividade média dos animais era de  $21,07 \pm 2,12$  litros/vaca/dia com animais produzindo entre 15 e 40 litros de leite. Os animais receberam dieta total, fornecida integralmente no cocho durante o ano todo, tendo a silagem de milho e os capins braquiária e mombaça como volumosos acrescidos de farelo de soja e de algodão, fubá de milho, polpa cítrica peletizada, ureia, núcleo mineral, balanceada de acordo com o NRC (2001). Adicionalmente, recebiam concentrado comercial 24% de preoteína bruta durante a ordenha na proporção de 1 kg para cada 3 kg de leite produzidos. Nestes rebanhos, os animais no pré-parto recebiam suplementação de sais aniônicos 30 dias antes do parto até o parto.

#### **- Exame clínico e colheita de amostras**

Os animais passaram por exame clínico geral, por meio de avaliação visual e os casos de retenção de placenta foram registrados em fichas individuais contendo ainda dados referentes à data do parto, idade, peso, ECC, grau de sangue e produção leiteira. O ECC foi

avaliado em escala de 1 a 5 com subunidades de 0,25 (EDMONSON et al., 1989) e classificado em intervalos < 3,0; entre 3,0 e 3,5; > 3,5, segundo Roche et al. (2009).

Foi colhida uma amostra de sangue de cada vaca recém-parida entre zero a sete dias em lactação (DEL). As colheitas de sangue foram realizadas no período da manhã após a ordenha, por punção da veia caudal mediana em tubos estéreis de 9 mL à vácuo contendo gel separador e ativador de coágulo (Vacuplast®, Cotia-SP, Brasil) para realização das análises bioquímicas.

As amostras foram encaminhadas refrigeradas ao Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) para a obtenção do soro sanguíneo em centrífuga sorológica (INBRAS®, Diadema-SP, Brasil) por 10 minutos a 720g. O soro foi armazenado a -20°C em microtubos do tipo *eppendorf* para posterior análise, não ultrapassando cinco dias pós-colheita.

#### **- Análise das amostras**

As amostras de sangue foram processadas em analisador automático multicanal ChemWell (Awareness Technology Inc.®, Palm City- FL, USA) a 37°C, previamente calibrado com Calibra H (Labtest®, Lagoa Santa-MG, Brasil) e aferido com soro controle Qualitrol 1 (Labtest®, Lagoa Santa-MG, Brasil), utilizando kits diagnósticos Labtest® (Labtest®, Lagoa Santa-MG, Brasil) para a quantificação das concentrações séricas dos minerais cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg). A relação cálcio/fósforo foi obtida dividindo-se a concentração do cálcio pela do fósforo. Os valores de referência utilizados para avaliação dos parâmetros bioquímicos nos animais após o parto foram: cálcio acima de 8,4 mg/dL (CHAPINAL et al., 2012), fósforo acima de 4,0 mg/dL (GOFF, 2004) e magnésio acima de 1,8 mg/dL (GOFF, 2004), limites utilizados para vacas leiteiras especializadas, e relação Ca/P 2:1.

### **- Análise estatística**

Para análise estatística utilizou-se o programa Minitab Release 15 (Minitab Inc. Pennsylvania USA). A estatística descritiva foi apresentada em média aritmética e desvio-padrão do perfil mineral. As variáveis foram avaliadas quanto a sua normalidade (Teste de Kolmogorov-Smirnov) e quando necessário foram transformadas e submetidas ao General Linear Model e pós-teste de Bonferroni, sendo o animal como unidade experimental. Para verificar a existência de correlação entre as variáveis e a ocorrência de retenção de placenta foi utilizado o teste de Qui-quadrado. O nível de significância de 95% ( $P \leq 0,05$ ) foi utilizado para identificar diferença significativa e entre 90 e 95% ( $0,1 < P < 0,05$ ) para indicar tendência.

## **RESULTADOS**

No experimento foram acompanhadas 13 propriedades leiteiras e um total de 343 vacas. Destas propriedades, dez foram classificadas como manejo a pasto, com 187 animais (54,5%), e três como manejo semi-intensivo, com 156 animais (45,5%), sendo o número de animais no DEL 0 ( $n=46$ ), DEL 1 ( $n=46$ ), DEL 2 ( $n=50$ ), DEL 3 ( $n=25$ ), DEL 4 ( $n=48$ ), DEL 5 ( $n=40$ ), DEL 6 ( $n=42$ ), DEL 7 ( $n=46$ ). A ocorrência de retenção de placenta no estudo foi de 10,2% (35/343) e houve tendência ( $P=0,075$ ) dos rebanhos do manejo semi-intensivo 13,5% ( $n=21/156$ ) apresentarem maior frequência de retenção de placenta que os rebanhos do manejo a pasto 7,5% ( $n=14/187$ ).

A frequência dos ECCs ao parto foi de 39,4% ( $n=135/343$ ), 41,7% ( $n=143/343$ ) e 18,9% ( $n=65/343$ ), respectivamente, para ECCs  $<3,0$ ,  $3,0-3,5$  e  $>3,5$ . Observou-se que a frequência de ECC variou ( $P<0,0001$ ) entre os manejos a pasto e semi-intensivo, com maior frequência de vacas com ECC entre 3-3,5 no manejo semi-intensivo 62,8% ( $n=98/156$ ) do que no a pasto 24,1% ( $n=45/187$ ). Houve tendência ( $P<0,0997$ ) na frequência do ECC  $< 3$  ao

parto ser maior nas vacas com retenção de placenta 42,9% ( $n=15/35$ ) independente do sistema de criação, sendo 19,0% ( $n=4/21$ ) correspondente ao manejo semi-intensivo e 78,6% ( $n=11/14$ ) ao manejo a pasto (Tabela 1).

**Tabela 1.** Frequência de vacas leiteiras mestiças, com e sem retenção de placenta, mantido em manejo a pasto ou semi-intensivo, de acordo com a classificação dos escores de condição corporal.

	ECC	MANEJO		<b>TOTAL</b>
		<b>Pasto</b>	<b>Semi-Intensivo</b>	
<b>Sem Retenção de Placenta (n=308)</b>	< 3,0	52,6% (91)	21,5% (29)	39,9% (120)
	3,0 - 3,5	24,8% (43)	60,7% (82)	40,6% (125)
	> 3,5	22,5% (39)	17,8% (24)	20,4% (63)
<b>Com Retenção de Placenta (n=35)</b>	< 3,0	78,6% (11)	19,0% (4)	42,9% (15)
	3,0 - 3,5	14,3% (2)	76,2% (16)	51,4% (18)
	> 3,5	7,1% (1)	4,8% (1)	5,7% (2)
<b>TOTAL (n=343)</b>	< 3,0	54,5% (102)	21,1% (33)	39,4% (135)
	3,0 - 3,5	24,1% (45) <b>A</b>	62,8% (98) <b>B</b>	41,7% (143)
	> 3,5	21,4% (40)	16,0% (25)	18,9% (65)

Letras maiúsculas (A,B) diferentes na linha indicam diferença na frequência dos escores de condição corporal entre os manejos a pasto e semi-intensivo ( $P<0,0001$ ). Utilizadas 343 vacas leiteiras mestiças com produção média diária inferior a 15 litros (manejo a pasto) e superior a 20 litros (manejo semi-intensivo). Retenção de placenta definido por animais que não liberaram a placenta por mais de 24 horas (KELTON et al., 1998). As divisões dos intervalos de ECC foram baseadas em Roche et al. (2009).

Em relação ao metabolismo sérico do cálcio (Tabela 2), 49,9% ( $n=171/343$ ) das vacas apresentaram níveis séricos abaixo de 8,4 mg/dL, considerado ponto de corte para hipocalcemia subclínica (CHAPINAL et al., 2012). Houve diferença ( $P=0,003$ ) na frequência de vacas com hipocalcemia subclínica entre os manejos, sendo de 42,2% ( $n=79/187$ ) no manejo a pasto e de 59% ( $n=92/156$ ) no semi-intensivo. A hipocalcemia subclínica não interferiu ( $P=0,735$ ) na ocorrência de retenção de placenta em ambos os manejos.

Dos animais acompanhados, 19% ( $n=65/343$ ) apresentaram hipofosfatemia, com valores abaixo de 4mg/dL (GOFF, 2004), sendo 20,3% ( $n=38/187$ ) no manejo a pasto e 17,3% ( $n=27/156$ ) no semi-intensivo (Tabela 2). Não houve diferença ( $P=0,5682$ ) na

frequência de animais com normo e hipofostatemia entre os manejos e nem com a presença de retenção de placenta.

Verificou-se que 78,4% ( $n=269/343$ ) das vacas apresentaram relação cálcio/fósforo inferior a 2:1, com diferença significativa ( $P<0,0001$ ) entre os manejos a pasto e semi-intensivo, respectivamente, 69,5% ( $n=130/187$ ) e 89,1% ( $n=139/156$ ). Não houve diferença na relação Ca/P entre vacas com e sem retenção de placenta (Tabela 2).

Em relação aos níveis séricos de magnésio, 20,4% ( $n=70/343$ ) apresentaram hipomagnesemia ( $Mg < 1,8$  mg/dL), de acordo com GOFF (2004). Houve diferença significativa ( $P=0,004$ ) na frequência de vacas com e sem hipomagnesemia entre os manejos a pasto 14,4% ( $n=27/187$ ) e semi-intensivo 27,6% ( $n=43/156$ ), porém não houve diferença com a presença de retenção de placenta (Tabela 2).

**Tabela 2.** Frequência de animais em relação aos níveis séricos de cálcio, fósforo, magnésio e relação cálcio/fósforo em vacas leiteiras submetidas aos manejos a pasto e semi-intensivo com e sem retenção de placenta.

	MANEJO - % (n)						TOTAL			
	PASTO			SEMI-INTENSIVO						
	S/RP	RP	Geral	S/RP	RP	Geral				
Normocalcemia	92,6 (100)	7,4 (8)	57,7 (108)	A	82,8 (53)	17,2 (11)	41,0 (64)	B	50,1 (172)	
Hipocalcemia	92,4 (73)	7,6 (6)	42,2 (79)		89,1 (82)	10,9 (10)	59,0 (92)		49,9 (171)	
Normofosfatemia	93,3 (139)	6,7 (10)	79,7 (149)		86,0 (111)	14,0 (18)	82,7 (129)		81 (278)	
Hipofosfatemia	89,5 (34)	10,5 (4)	20,3 (38)		88,9 (24)	11,1 (3)	17,3 (27)		19 (65)	
Normomagnesemia	91,3 (146)	8,7 (14)	85,6 (160)	A	89,4 (101)	10,6 (12)	72,4 (113)	B	79,6 (273)	
Hipomagnesemia	100 (27)	-	14,4 (27)		79,1 (34)	20,9 (9)	27,6 (43)		20,4 (70)	
Relação Ca/P	> 2:1	87,7 (50)	12,3 (7)	30,5 (57)	A	100 (17)	-	10,9 (17)	B	21,6 (74)
	< 2:1	94,6 (123)	5,4 (7)	69,5 (130)		84,9 (118)	15,1 (21)	89,1 (139)		78,4 (269)

Letras diferentes nas linhas (A,B) indicam diferença significativa na frequência de cálcio ( $P<0,003$ ), magnésio ( $P<0,0041$ ) e relação Ca/P ( $P<0,0001$ ) entre os manejos a pasto e semi-intensivo, por meio do teste de Qui-quadrado. Os valores de cálcio foram classificados em  $>8,4$  mg/dL (normocalcemia) e  $<8,4$  mg/dL (hipocalcemia subclínica) (CHAPINAL et al., 2012); fósforo  $>4$  mg/dL (normofosfatemia) e  $<4$  mg/dL (hipofosfatemia clínica) (GOFF, 2004); Magnésio  $>1,8$  mg/dL (normomagnesemia) e  $<1,8$  mg/dL (hipomagnesemia clínica) (GOFF, 2004); Relação cálcio/fósforo  $>2/1$  (normal) e  $<2/1$  (alterado) (ANDRIGUETTO & PERLY, 1990); (-) nenhum animal foi verificado na referida condição. Foram utilizadas 343 vacas leiteiras mestiças com produção média diária inferior a 15 litros (*manejo a pasto*) e superior a 20 litros (*manejo semi-intensivo*).

RP indica retenção de placenta e S/RP indica sem retenção de placenta.

## DISCUSSÃO

A incidência da retenção de placenta de 10,2% foi semelhante à das vacas leiteiras especializadas criadas no hemisfério norte, relatada por Caixeta et al. (2015) e Dubuc et al. (2010), respectivamente, de 8% e 11,8%. Como esperado, a retenção de placenta foi mais frequente nos rebanhos com manejo semi-intensivo (13,5% *versus* 7,5%), devido ao maior desafio metabólico oferecido aos animais com maior produtividade e, consequentemente, ao sistema imunológico mais vulnerável (LEBLANC et al., 2002).

Os rebanhos com manejo semi-intensivo apresentaram vacas com melhores condições corporais ao parto do que animais manejados a pasto que tiveram 54,5% dos animais com ECC abaixo de 3 na parição. De acordo com Roche et al. (2009), é considerado um ECC ótimo ao parto entre 3,0 e 3,25, sendo aceitável até 3,5, pois, valores abaixo de 3,0 estariam associados a prejuízos na produção e reprodução e acima de 3,5, com a redução da ingestão de matéria seca, aumentando consideravelmente o risco de desordens metabólicas.

O fornecimento de dietas sem o devido balanceamento e a indisponibilidade de alimentos pode ter contribuído para o baixo ECC desses animais. Tal fato ocorre na maioria das propriedades leiteiras do Estado de Minas Gerais, onde os sistemas de produção e alimentação são pouco especializados refletindo na baixa produtividade animal em torno de 4,5 litros/vaca/dia (EMBRAPA, 2015).

Neste trabalho o ECC teve tendência em influenciar a presença de retenção de placenta, no entanto a hipocalcemia subclínica ( $\text{Ca} < 8,4 \text{ mg/dL}$ ) não influenciou o aumento desta enfermidade. Estas duas condições são consideradas fatores de risco comumente descritos na literatura internacional em vacas especializadas (LEBLANC et al., 2005, KIMURA et al., 2006, MULLIGAN et al., 2006, DUBUC et al., 2010, OSPINA et al., 2010, CHAPINAL et al., 2011, REINHARDT et al., 2011 e CAIXETA et al., 2015).

Neste estudo não foi observada a ocorrência de hipocalcemia clínica, caracterizada por paresia pós-parto geralmente 72h depois do parto e disfunção metabólica, ocasionando hiperestesia, colapso circulatório e paralisia generalizada seguido de depressão nervosa que pode levar a óbito (ORTOLANI, 1995; McDOWELL, 1999). Já a prevalência de hipocalcemia subclínica ocorreu em metade dos animais na primeira semana pós-parto (49,9%), sendo mais significativa nas vacas em sistema semi-intensivo (59% *versus* 42,2%), provavelmente, devido à maior produção leiteira.

Esta prevalência foi semelhante à descrita em vacas leiteiras especializadas criadas no hemisfério norte (REINHARDT et al., 2011; CAIXETA et al., 2015). No Brasil, Moreira et al. (2015) encontraram prevalência de 35,48% nos animais durante o verão e de 75% durante o inverno no dia do parto em vacas mestiças girolando, grau de sangue entre 5/8 a 31/32, com produção média de 20 litros/vaca/dia.

No presente estudo esperava-se que a dieta aniônica fornecida aos rebanhos das fazendas com manejo semi-intensivo, auxiliasse na prevenção da hipocalcemia subclínica, por promover balanço cátion-aniônico (BCA) negativo, aumentando o fluxo de cálcio ao parto (TAKAGI & BLOCK, 1991). No entanto, as vacas deste manejo semi-intensivo apresentaram níveis séricos de cálcio inferiores às vacas do manejo a pasto, mesmo apresentando maior ECC ao parto.

Em rebanhos nos Estados Unidos e Canadá, a incidência de hipocalcemia clínica foi reduzida com a adição de sais aniônicos na dieta pré-parto, porém, a prevalência de hipocalcemia subclínica permaneceu em 25% das vacas primíparas e 47% das vacas multíparas (REINHARDT et al., 2011). A falta de monitoramento do pH urinário em rebanhos suplementados com sais aniônicos no pré-parto e a incorreta correlação das

quantidades de cátions e ânions presente nos alimentos pode resultar em balanço cátion-ânion positivo da dieta e causar hipocalcemia subclínica no animal.

Kimura et al. (2002) sugerem que a retenção de placenta se deve a uma falha do sistema imunológico em liberar a placenta após o parto. A imunossupressão pós-parto é multifatorial e está associada a alterações endócrinas e diminuição da ingestão de alimentos que compromete a função neutrofílica (GOFF & HORST, 1997), principal mecanismo de defesa uterino (BONDURANT, 1999). De acordo com Martinez et al. (2012), a hipocalcemia subclínica reduz a quantidade e a atividade de neutrófilos circulantes, uma vez que, os neutrófilos dependem do cálcio citosólico para dar início à fagocitose (SAYEED, 2000). A ativação de neutrófilos envolve a ligação de mediadores inflamatórios a receptores em sua superfície, liberando cálcio para a ativação da NADPH oxidase para eliminação dos agentes patogênicos fagocitados (BRÉCHARD & TSCHIRHART, 2008).

Acredita-se que a hipocalcemia subclínica nos animais deste estudo tenha interferido na ocorrência da retenção de placenta em ambos os manejos, entretanto, devido à alta ocorrência de hipocalcemia subclínica (49,9%) não foi observado diferença significativa. Esta hipótese é reforçada pelo fato de as vacas do sistema semi-intensivo ter maior prevalência de retenção de placenta associada a maior prevalência de hipocalcemia subclínica em comparação ao manejo a pasto.

Outro fator que pode ter contribuído para a maior ocorrência de hipocalcemia subclínica nos animais do manejo semi-intensivo e, consequentemente, de retenção de placenta, foi o fato de apresentarem maior prevalência de hipomagnesemia (27,6% *versus* 14,4%). Moreira et al. (2015) verificaram maior incidência de hipomagnesemia ocorrendo no inverno acometendo 19% dos animais e no verão 7% das vacas. As baixas concentrações de cálcio e de magnésio podem representar um fator de risco importante e desencadear

complicações para o animal no momento do parto (SILVA FILHO et al. 2015). Segundo Lean et al. (2006) e Stockham & Scott (2008), a hipomagnesemia reduz a secreção do paratormônio responsável pela reabsorção renal do cálcio, favorecendo a hipocalcemia subclínica e clínica (VAN DE BRAAK et al., 1987).

A maior frequência de hipofosfatemia ocorreu no rebanho do manejo a pasto (20,3%) do que no semi-intensivo (17,3%). O fósforo é o elemento mineral que possui mais funções biológicas, 80% se encontra nos ossos e nos dentes, participa de moléculas de transferência de energia como o ATP, do sistema tampão ácido-base do sangue e outros líquidos corporais; é componente da parede celular, constituinte dos fosfolipídios, fosfoproteínas e ácidos nucléicos (NRC, 2001). A maior incidência de hipofosfatemia encontrada por Moreira et al. (2015) foi de 6,45% no verão e de 3,5% no inverno.

A relação cálcio/fósforo considerada ideal para otimizar a taxa de absorção de nutrientes é de 2:1, o desequíbrio desta relação pode interferir na homeostase (ANDRIGUETTO & PERLY 1990).

## CONCLUSÃO

As prevalências de retenção de placenta, hipocalcemia subclínica e hipomagnesemia são maiores em vacas criadas em sistemas semi-intensivos do que a pasto. A qualidade dos alimentos pode ter interferido no balanceamento adequado da dieta dos animais do manejo semi-intensivo.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG pelo apoio financeiro (Universal APQ-01371-13).

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, E. A. et al. Avaliação do perfil metabólico de vacas da raça Holandesa durante o período de transição. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, p. 281-290, 2015. Disponível

em: <<http://www.scielo.br/pdf/pvb/v35n3/0100-736X-pvb-35-03-00281.pdf>>. Acesso em: Jul. 25, 2016. doi: 10.1590/S0100-736X2015000300012.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L. **Nutrição Animal: alimentação animal**. 4 ed., v. 2, São Paulo, SP, Brasil: Nobel, 1990. 395 p.

BONDURANT, R. H. Inflammation in the Bovine Female Reproductive Tract. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 101-110, 1999.

BORSBERRY, S.; DOBSON, H. Periparturient diseases and their effect on reproductive performance in five dairy herds. **Veterinary Record**, v. 124, p. 217-219, 1989.

BRÉCHARD, S.; TSCHIRHART, E. J. Regulation of superoxide production in neutrophils: Role of calcium influx. **Journal of Leukocyte Biology**, v. 84, p. 1223-1237, 2008. Disponível em: <<http://sci-hub.cc/10.1189/jlb.0807553>>. Acesso em: Fev. 10, 2017.

CAIXETA, L. S. et al. The association of subclinical hypocalcemia, negative energy balance and disease with bodyweight change during the first 30 days post-partum in dairy cows milked with automatic milking systems. **The Veterinary Journal**, v. 204, p. 01-07, 2015. Disponível em: <<http://sci-hub.cc/10.1016/j.tvjl.2015.01.021>>. Acesso em: Fev. 10, 2017. doi: 10.1016/j.tvjl.2015.01.021.

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. Disponível em: <<http://sci-hub.cc/10.3168/jds.2010-4075>>. Acesso em: Out. 21, 2016. doi: 10.3168/jds.2010-4075.

CHAPINAL, N. et al. Herd-level association of serum metabolites in the transition period with disease, milk production, and early lactation reproductive performance. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 5676-5682, 2012. Disponível em: <<http://sci-hub.cc/10.3168/jds.2011-5132>>. Acesso em: Out. 21, 2016. doi.org/ 10.3168/jds.2011-5132.

CORREA, M. T. et al. Path analysis for seven postpartum disorders in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 1305-1312, 1993. Disponível em: <[http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(93\)77461-5](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(93)77461-5)>. Acesso em: Out. 21, 2016.

DUBUC, J. et al. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5764-5771, 2010. Disponível em: <<http://sci-hub.cc/10.3168/jds.2010-3429>>. Acesso em: Out. 21, 2016. doi: 10.3168/jds.2010-3429.

EDMONSON, A. J. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 68-78, 1989. Disponível em: <[http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(89\)79081-0](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(89)79081-0)>. Acesso em: Set. 03, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA GADO DE LEITE. **Sistema de Produção**. Juiz de Fora, 2005. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteRecriadeNovilhas/racas.htm>>. Acesso em: Jul. 23, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA GADO DE LEITE. **Panorama do Leite**. Juiz de Fora, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355117/1528925/Panorama+do+Leite++outubro+2015/f97da482-483f-4451-bd26-e9f7e1d95c4b>>. Acesso em: Jul. 23, 2017.

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

GOFF, J. P; HORST, R. L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1260-1267, 1997. Disponível em: <[http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76055-7](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(97)76055-7)>. Acesso em: Dez. 01, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2013**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2013\\_v41\\_br.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2013_v41_br.pdf)>. Acesso em: Ago. 22, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2014**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2014\\_v42\\_br.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf)>. Acesso em: Ago. 22, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_territ\\_area.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtml)>. Acesso em Ago. 16, 2017.

KELTON, D. F. et al. Recommendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 2502-2509, 1998. Disponível em: <[http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(98\)70142-0](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(98)70142-0)>. Acesso em: Nov. 23, 2016.

KIMURA, K. et al. Decreased neutrophil function as a cause of retained placenta in dairy cattle. **American Dairy Science Association**, v. 85, p. 544-550, 2002. Disponível em: <[http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(02\)74107-6](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(02)74107-6)>. Acesso em: Nov. 23, 2016.

KIMURA, K. et al. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 2588-2595, 2006. Disponível em: <[http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72335-9](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(06)72335-9)>. Acesso em: Nov. 23, 2016.

KÖPPEN. W. **Climatología: com um estudo de los climas de La tierra**, New Jersey: Climatology. Laboratory of Climatology, 1948. p.104.

LEAN, I. J. et al. Hypocalcemia in dairy cows: meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 669-684, 2006. Disponível em: <[http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72130-0](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(06)72130-0)>. Acesso em: Dez. 04, 2016.

LEBLANC, S. J. et al. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 159-170, 2005. Disponível em: < [http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(05\)72674-6](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(05)72674-6)>. Acesso em: Dez. 04, 2016.

LEBLANC, S. J. et al. The effect of prepartum injection of vitamin E on health in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 1416-1426, 2002. Disponível em: < [http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(02\)74209-4](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(02)74209-4)>. Acesso em: Dez. 04, 2016.

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. 7158-7172, 2012. Disponível em: < <http://sci-hub.cc/10.3168/jds.2012-5812>>. Acesso em: Nov. 22, 2016. doi.org/ 10.3168/jds.2012-5812.

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3th ed. Gainesville: University of Florida, 1999. 92 p.

MELENDEZ, P. et al. Uterine involution and fertility of Holstein cows subsequent to early postpartum PGF<sub>2α</sub> treatment for acute puerperal metritis. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 3238-3246, 2004. Disponível em: < [http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(04\)73460-8](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(04)73460-8)>. Acesso em: Nov. 22, 2016.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 30.879 de 23 de janeiro de 1990**. Regulamenta a vacinação contra febre aftosa, brucelose e raiva dos herbívoros. Assembleia Legislativa de Minas Gerais - ALMG. 1990. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=30879&comp=&ano=1990>>. Acesso em: Nov. 20, 2016.

MOREIRA, T. F. et al. Perfil mineral de vacas mestiças Girolanda no período de transição em sistema semi-intensivo em duas estações do ano. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, p. 249-257, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pvb/v35n3/0100-736X-pvb-35-03-00249.pdf>>. Acesso em: Nov. 15, 2016. doi: 10.1590/S0100-736X2015000300007.

MULLIGAN, F. J. et al. Production diseases of the transition cow: Milk fever and subclinical hypocalcaemia. **Irish Veterinary Journal**, v. 59, p. 697-702, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2001, 248p.

ORTOLANI, E. L. Aspectos clínicos, epidemiológicos e terapêuticos da hipocalcemia de vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 47, n. 6, p. 799-808, 1995.

OSPINA, P. A. et al. 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. Disponível em: < <http://sci-hub.cc/10.3168/jds.2009-2277>>. Acesso em: Nov. 06, 2016. doi: 10.3168/jds.2009-2277.

REINHARDT, T. A. et al. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. **The Veterinary Journal**, v. 188, p. 122-124, 2011. Disponível em: <<http://sci-hub.cc/10.1016/j.tvjl.2010.03.025>>. Acesso em: Nov. 06, 2016. doi:10.1016/j.tvjl.2010.03.025.

RISCO, C. A. et al. Uterine prolapse and hypocalcaemia in dairy cows. **Journal of the American Veterinary Association**, v. 185, p.1517-1519, 1984.

ROCHE, J. R. et al. 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. Disponível em: <<http://sci-hub.cc/10.3168/jds.2009-2431>>. Acesso em: Nov. 06, 2016. doi: 10.3168/jds.2009-2431

SANTOS, A. B.; PETRONZIO, J. A. C. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 2011. Curitiba, PR, Brasil. Anais... São José dos Campos: INPE pp. 6185-6192. 2011.

SAYEED, M. M. Exuberant Ca<sup>2+</sup>signaling in neutrophils: A cause for concern. **News in Physiological Sciences**, v. 15, p. 130-136, 2000.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO - SEPLAN. **Banco de Dados Integrados**, v. 1. Uberlândia, 2015. Disponível em: <[http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cm\\_b\\_arquivos/14098.pdf](http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cm_b_arquivos/14098.pdf)>. Acesso em: Ago. 22, 2016.

STOCKHAM, S. L.; SCOTT, M. A. **Fundamental of veterinary clinical pathology**. Ames Iowa: Blackwell, 2008. 908 p.

SILVA FILHO, A. P. et al. Perfil bioquímico, hormonal e mineral de vacas no momento do parto normal e com distocia. **Veterinária e Zootecnia**, v. 22, p. 418-428, 2015. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/rvz/article/view/27569/28884>>. Acesso em: Dez. 14, 2016.

TAKAGI, H.; BLOCK, E. Effects of various dietary cationanion balances on response to experimentally induced hypocalcemia in sheep. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 4215-4224, 1991. Disponível em: <[http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78617-7](http://sci-hub.cc/10.3168/jds.s0022-0302(91)78617-7)>. Acesso em: Jan. 12, 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Production, supply and distribution**. Washington, DC, 2016. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdquery.aspx>>. Acesso em: Ago. 22, 2016.

VAN DE BRAAK, A. E. et al. Influence of a deficient supply of magnesium during the dry period on the rate of calcium mobilisation by dairy cows at parturition. **Research in Veterinary Science**, v. 42, p. 101-108.

# **Caracterização do perfil bioquímico e epidemiológico de vacas leiteiras mestiças no pós-parto**

## **Characterization of the biochemical and epidemiological profile of crossbred dairy cows in postpartum**

**R.S. KOMATSU<sup>2</sup>; L.Q. MAGALHÃES<sup>1</sup>; R.L.B. SILVA<sup>1</sup>; R.M. SANTOS<sup>1</sup>; A.V. MUNDIM<sup>1</sup>; J.P.E. SAUT<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Laboratório de Saúde em Grandes Animais (LASGRAN), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), MG, Brasil.

**RESUMO** – Este estudo teve como objetivo caracterizar o perfil bioquímico sérico no parto e pós-parto de vacas leiteiras mestiças criadas em sistemas de produção extensiva no município de Uberlândia, Minas Gerais, de acordo com a época de parição e realizar o levantamento das principais afecções ocorridas nessa fase. Participaram do experimento 208 vacas de 10 fazendas, acompanhadas em três momentos: na parição, aos 60 e 120 dias em lactação (DEL). Em cada momento foi realizado o exame clínico geral dos animais, o diagnóstico de enfermidades e colhida uma amostra de sangue de cada animal. A ocorrência de afecções foi de 15,9%, sendo 8,2% retenção de placenta, 4,3% dystocia, 1,9% prolapsos uterino, 1,0% claudicação e 0,5% mastite clínica. A maior ocorrência destas enfermidades ocorreu no inverno (69,7%), que coincidiu com a maior produção leiteira e peso corporal. O perfil bioquímico destes animais foi marcado por hipocalcemia, hipofosfatemia, hipoalbuminemia e baixos níveis de ureia, demonstrando que a suplementação mineral e proteica não foi suficiente para melhorar o perfil metabólico destes animais. O perfil energético demonstrou aumento dos NEFA no dia do parto, sinalizando que houve BEN e mobilização de tecido adiposo nesse período. O desequilíbrio metabólico apresentado pelos rebanhos revela que houve falhas no manejo nutricional nos períodos do inverno e verão que precisam ser corrigidas para reduzir o acometimento de afecções e elevar a produção de leite.

**Palavras-chave:** bovino de leite, metabolismo, bioquímica

**ABSTRACT** - The objective of this study was to characterize the serum biochemical profile at birth and postpartum of crossbred dairy cows raised in extensive production systems in the city of Uberlândia, Minas Gerais, according to the calving season and to perform a survey of the main diseases occurred at this stage. A total of 208 cows from 10 farms, accompanied at three times: at calving, at 60 and 120 days in lactation (DEL), participated in the experiment. At each moment the general clinical examination of the animals was carried out, the diagnosis of diseases was carried out and a blood sample was collected from each animal. The occurrence of affections was 15.9%, being 8.2% retained placenta, 4.3% dystocia, 1.9%

<sup>2</sup> Laboratório de Saúde em Grandes Animais (LASGRAN), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Av. Pará 1720, Bloco 2T, Campus Umuarama, Bairro Umuarama, Uberlândia, MG 38.400-902, Brasil. Pesquisa de Doutorado com apoio FAPEMIG. \*Autor para correspondência: [ipsaut@ufu.br](mailto:ipsaut@ufu.br)

uterine prolapse, 1.0% claudication and 0.5% clinical mastitis. The highest occurrence of these diseases occurred in the winter (69.7%), which coincided with the higher milk production and body weight. The biochemical profile of these animals was marked by hypocalcemia, hypophosphatemia, hypoalbuminemia and low levels of urea, demonstrating that mineral and protein supplementation was not sufficient to improve the metabolic profile of these animals. The energetic profile showed an increase in NEFA on the day of delivery, signaling that there was BEN and adipose tissue mobilization in this period. The metabolic imbalance presented by the herds reveals that there were nutritional management failures in the winter and summer periods that need to be corrected to reduce the affection of affections and to increase milk production.

**Key words:** dairy cattle, metabolism, biochemistry

## INTRODUÇÃO

A utilização do perfil metabólico ganhou importância nos últimos anos, principalmente em relação às doenças do periparto de bovinos leiteiros, por auxiliar no diagnóstico, prognóstico, prevenção (DUFFIELD et al., 2009; DUBUC et al., 2010; CHAPINAL et al., 2011; ROBERTS et al., 2012) e na predição do desempenho reprodutivo desses animais (CHAPINAL et al., 2012; DUBUC et al., 2012). Além de permitir o diagnóstico pré-sintomático de alterações metabólicas e a avaliação da condição nutricional de todo o rebanho (PAYNE et al., 1970).

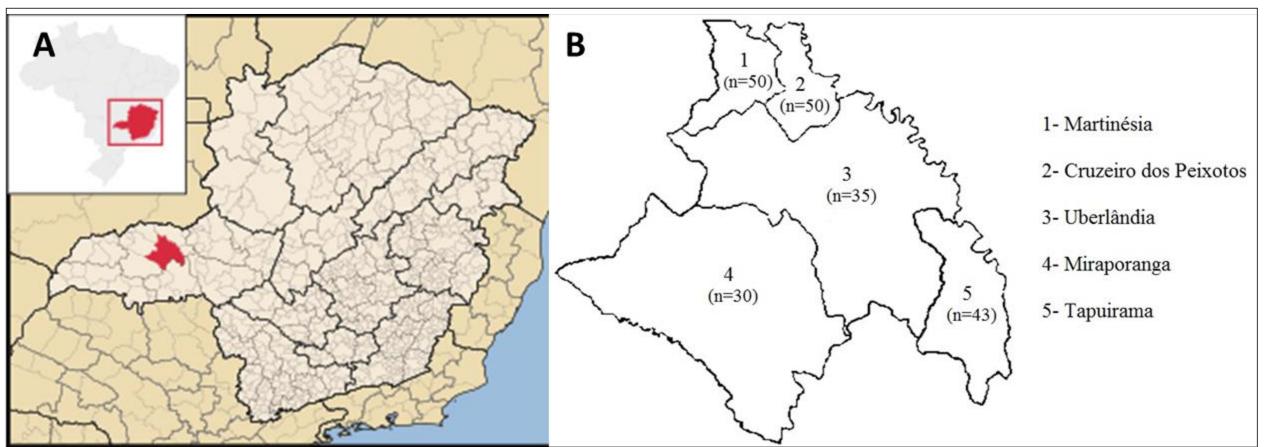
Em vacas Holandesas, criadas na América do Norte e Europa, a bioquímica sérica tem sido intensamente pesquisada como ferramenta na prevenção de doenças no periparto. No Brasil, contudo, pouco se conhece sobre a condição metabólica e sanitária das vacas mestiças leiteiras de média produção nas fases de parto e lactação criadas em sistemas extensivos, que representam grande parte do rebanho leiteiro (EMBRAPA, 2015).

O objetivo deste estudo foi caracterizar o perfil bioquímico sérico no parto e pós-parto de vacas leiteiras mestiças criadas em sistemas de produção extensiva no município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, de acordo com a época de parição e realizar o levantamento das principais afecções ocorridas nessa fase.

## MATERIAL E MÉTODOS

### - Local e animais

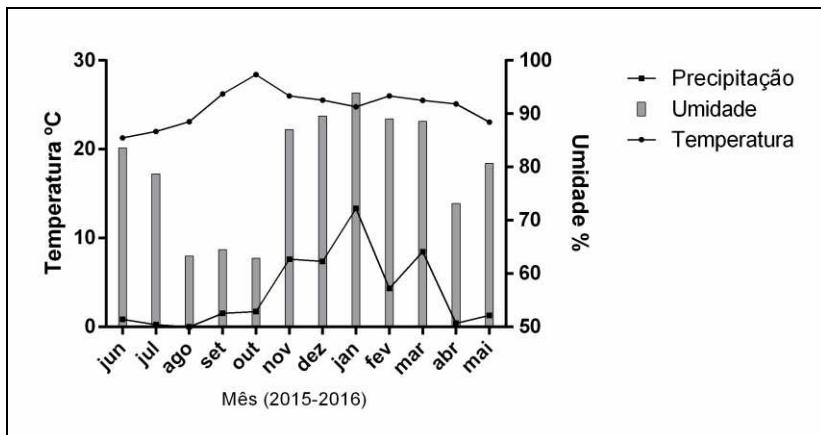
Foram selecionadas dez fazendas no município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, assistidas pelo programa de extensão da Secretaria Municipal de Agropecuária, Abastecimento e Distritos. Os critérios para inclusão das fazendas foram os seguintes: a) pertencer a um dos distritos do município: Cruzeiro dos Peixotos, Martinésia, Miraporanga, Tapuirama e Uberlândia (Fig. 1), sendo duas fazendas de cada distrito; b) enquadrar-se na classificação de gestão e de propriedade em Agricultura Familiar (BRASIL, 2006), isto é, área de até quatro módulos fiscais, sendo no estado de Minas Gerais o módulo fiscal equivalente a 20 hectares (ha), mão de obra predominantemente familiar e maior percentual da renda familiar proveniente de atividades econômicas do estabelecimento; c) manejo das vacas em lactação em sistema extensivo de produção, mantidas a pasto no verão e suplementadas com silagem de milho durante o inverno e ração comercial 24% de proteína bruta durante o ano todo, na proporção de 1 kg de concentrado para cada 3 kg de leite produzidos oferecida no momento da ordenha e sal mineral *ad libidum*; d) agrupamento em um único lote de animais, realizando uma ou duas ordenhas diárias; e) vacinação dos animais contra a febre aftosa e brucelose, segundo a legislação vigente para bovinos do Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 1990) e histórico clínico e sanitário conhecidos; f) tipo de pastagem e número de módulos ou piquetes variável; g) instalação constituída de sala de ordenha coberta e curral de espera, tipo de ordenha mecânica e água de abastecimento de mina, cisterna ou poço artesiano.



Fonte figura A – <https://pt.wikipedia.org/wiki/Uberl%C3%A3ndia>

**Figura 1.** A- Município de Uberlândia no contexto do Estado de Minas Gerais. B- Distritos do município de Uberlândia e o número amostral de animais em cada distrito.

As propriedades inseridas no delineamento estavam localizadas entre as coordenadas  $19^{\circ}14'$  de latitude Sul e  $48^{\circ}50'$  e  $47^{\circ}03'$  de longitude a Oeste de Greenwich (SANTOS & PETRONZIO, 2011), clima do tipo AW com chuvas concentradas no verão e inverno ameno e seco (KÖPPEN, 1948). No período de junho de 2015 a maio de 2016 a Estação Uberlândia (automática) do Instituto Nacional de Meteorologia (BRASIL, 2017a) registrou médias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação de acordo com a Figura 2. Para avaliação da interferência destes períodos no perfil bioquímico e epidemiológico, as estações foram divididas em seca (outono/ inverno), o período de 20 de março a 22 de setembro, e chuvosa (primavera/verão), o período de 22 de setembro a 20 de março de acordo com (BRASIL, 2017b).



**Figura 2.** Médias mensais de temperatura, umidade relativa e precipitação durante o período de junho de 2015 a maio de 2016.  
Fonte: Adaptado de AGRITEMPO, 2017.

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia sob o protocolo 072/16.

#### - Delineamento experimental

Durante o período de 12 meses, de junho de 2015 a maio de 2016, os partos dos rebanhos leiteiros de dez propriedades foram comunicados pelos produtores para avaliação do perfil bioquímico e epidemiológico. Estas vacas foram acompanhadas em três momentos estabelecidos: na parição, aos 60 e 120 dias em lactação (DEL).

Após a ordenha da manhã era realizado o exame clínico dos animais, que consistia na avaliação visual e anamnese para diagnóstico de enfermidades localizadas nos sistemas reprodutivo, locomotor, mamário, digestório, respiratório e nervoso. Os sintomas recentes relatados pelos produtores eram anotados em planilhas, também foram avaliados o peso vivo (kg) com auxílio de fita barimétrica, a data do parto, idade, grau de sangue, produção leiteira, escore de condição corporal (ECC) pela classificação de Edmonson et al. (1989). O diagnóstico das enfermidades foi realizado somente no primeiro momento (ao parto). Em seguida eram realizadas as colheitas de amostras de sangue. As janelas de colheita foram ao parto de até sete DEL, aos  $60 \pm 7$  DEL e aos  $120 \pm 7$  DEL.

### **- Colheita de amostras**

As amostras de sangue, como descrito por Oliveira et al. (2014), foram colhidas por punção da veia caudal mediana em tubos estéreis de 9 mL, à vácuo contendo gel separador e ativador de coágulo (Vacuplast®, Cotia-SP, Brasil) e agulha descartável para tubo de vácuo 25 x 0,8 mm (Labor Import®, Osasco-SP, Brasil) para realização das análises bioquímicas. As amostras foram acondicionadas e refrigeradas em caixa isotérmica e encaminhadas ao Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). No laboratório, as amostras foram centrifugadas a 720g por 10 minutos em centrífuga sorológica (INBRAS®, Diadema-SP, Brasil) para a obtenção do soro sanguíneo. O soro foi armazenado a -20°C em microtubos de 2ml do tipo *eppendorf* para posterior análise, não ultrapassando cinco dias pós-colheita.

### **- Análise das amostras**

As análises bioquímicas foram processadas em analisador automático multicanal ChemWell (Awareness Technology Inc.®, Palm City- FL, USA) a 37°C, previamente calibrado com Calibra H (Labtest®, Lagoa Santa-MG, Brasil) e aferido com soro controle Qualitrol 1 (Labtest®, Lagoa Santa-MG, Brasil). Os parâmetros analisados, por meio dos kits diagnósticos Randox (Randox® Crumlin-County Antrim, United Kingdom) e Labtest (Labtest® Lagoa Santa-MG, Brasil) foram: a) proteínas e metabólitos proteicos: com a quantificação das concentrações séricas de proteínas totais (PT), albumina (ALB), globulinas (GLOB), ureia e creatinina; b) metabólitos energético: triglicerídeos, colesterol, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β-hidroxibutirato (BHBA) e lipoproteínas de alta densidade (HDL); c) enzimático: obtido pelas concentrações de aspartato amino transferase (AST), gama glutamiltransferase (GGT) e creatina quinase (CK); d) mineral: cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg). Todos os kits utilizados eram de uso humano, validados para bovinos. As

concentrações das lipoproteínas de muita baixa densidade (VLDL) e lipoproteínas de baixa densidade (LDL) foram calculadas utilizando a equação de Friedewald et al. (1972), VLDL= triglicerídeos/5 e LDL= colesterol total - (HDL+VLDL).

Foram utilizados os valores de referência de Smith (2009) para efeito de comparação dos resultados bioquímicos séricos de PT= 6,8 a 8,6 g/dL, ALB= 3 a 4,3 g/dL, GLOB= 3 a 4,9 g/dL, relação ALB/GLOB= 0,8 a 0,9 g/dL, P= 5,6 a 6,5 mg/dL, Mg= 1,8 a 2,3 mg/dL, AST= 43 a 127 UI/L, GGT= 15 a 39 UI/L, CK= 105 a 409 UI/L, Creatinina= 0,9 a 1,3 mg/dL, Colesterol= 80 a 120 mg/dL e Triglycerídeos= 0-14 mg/dL. Os valores de referência relatados por Chapinal et al. (2012) para Ca= 9,7 a 12,4 mg/ dL, Eckersall (2008) para Ureia= 23 a 58 mg/dL e por Ospina et al. (2010) para NEFA≤0,72 mEq/L e BHBA≤1 mmol/L.

#### - Análise estatística

Para análise estatística utilizou-se o programa Minitab Release 15 (Minitab Inc., Pensylvania, USA), e a estatística descritiva apresentada em média aritmética, desvio padrão e erro padrão da média. Os gráficos foram realizados usando o programa GraphPad Prism (GraphPad Software, La Jolla, California, USA). As variáveis foram avaliadas quanto à sua normalidade (Teste de Kolmogorov-Smirnov) e quando necessárias transformadas e submetidas ao General Linear Model e pós-teste de Comparação Múltipla de Bonferroni, com o animal como unidade experimental. Para avaliar a diferença na frequência de doenças entre o inverno e verão utilizou-se o teste exato de Fisher. O nível de significância de 95% ( $P \leq 0,05$ ) foi utilizado para identificar diferença significativa.

## RESULTADOS

Durante o período de avaliação de 12 meses foram acompanhadas 208 parições, sendo 76 parições no verão e 132 parições no inverno. Do total de parições 12% (25/208) foram eliminadas no decorrer do experimento, 5,3% (11/208) no segundo momento (60 DEL) e

6,7% (14/208) no terceiro momento (120 DEL). Os motivos foram descartes involuntários devido à mastite clínica (4% - 1/25), morte por retenção de placenta/metrite (8% - 2/25), prolapso uterino pós-parto (4% - 1/25), caquexia (8% - 2/25), além de descartes voluntários devido à baixa produtividade, idade e condição corporal (44% - 11/25) e animais que apresentaram dificuldades de colheita (32% - 8/25). Com isso, o número de amostras de sangue colhidas no primeiro momento foi de 208, no segundo momento 197 e no terceiro momento 183, totalizando 588 amostras de sangue. A média dos dias em lactação no primeiro momento das colheitas sangue foi  $4 \pm 2,11$  DEL, no segundo momento  $60 \pm 3,53$  DEL e no terceiro  $120 \pm 3,60$  DEL.

A maioria dos animais do experimento (82,7%; 172/208) apresentou cruzamentos entre as raças Holandês e Gir Leiteiro, destes 32,7% (68/208)  $\frac{3}{4}$  HG, 26,4% (55/208)  $\frac{1}{2}$  HG, 15,9% (33/208) 5/8 HG, 7,7% (16/208) 7/8 HG e 17,3% (36/208) vacas mestiças de outros cruzamentos (*Jersey X Holandês, Jersey X Gir, Jersey X Nelore, Gir X Nelore, Holandês X Nelore, Simental X Holandês e Holandês X Pardo Suiço*).

A média da produção de leite das propriedades foi de  $252 \pm 16,97$  litros/dia, variando entre 60 e 360 litros/dia e a produção média por animal foi de  $13,9 \pm 5,82$  litros/vaca/dia. O peso corporal médio foi de  $505,2 \pm 73,47$  kg e a média do ECC de  $2,85 \pm 0,76$ . O número médio de vacas em lactação dos rebanhos foi de  $21,5 \pm 3,15$  vacas lactantes, entre 6 e 40 animais e a idade média de  $6,9 \pm 3,15$  anos.

A composição média da dieta no verão foi de 39,8% de matéria seca (MS), 9,0 % de proteína bruta (PB), 65,7% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 0,27% de cálcio (Ca) e 0,14% de fósforo (P) e no inverno 56,3% de matéria seca (MS), 9,0 % de proteína bruta (PB), 43,0% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 0,45% de cálcio (Ca) e 0,17% de fósforo (P).

Observou-se que a produção de leite e o peso corporal das vacas foram maiores no inverno quando comparado ao verão (Fig. 3).

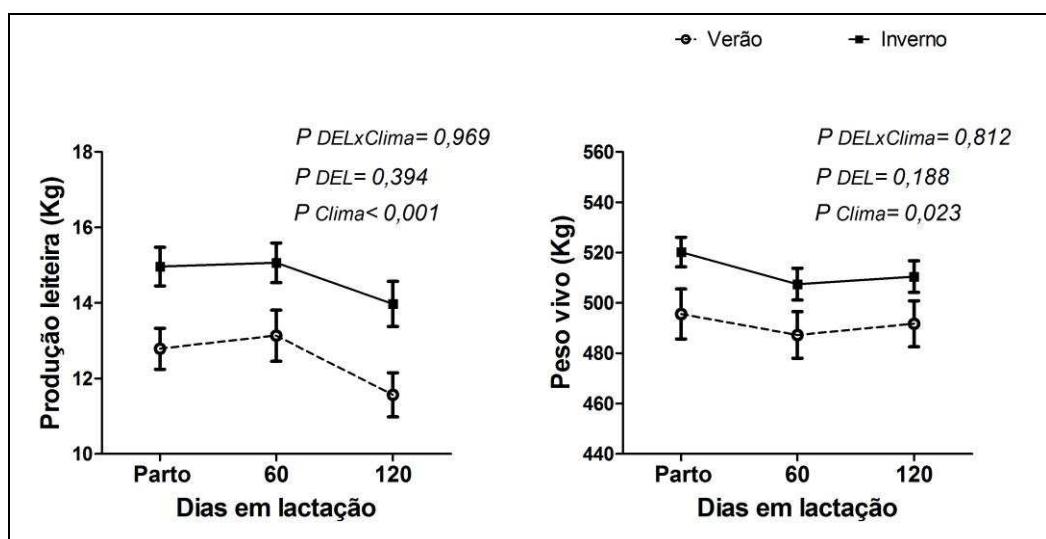


Figura 3. Relação entre produção de leite e dias em lactação e relação entre peso vivo e dias em lactação de vacas mestiças leiteiras de média produção paridas no inverno e verão, Uberlândia, MG.

Com relação à incidência de afecções pós-parto, 15,9% (33/208) dos animais apresentaram uma ou mais afecções, sendo 8,2% (17/208) retenção de placenta, 4,3% (9/208) distocia, 1,9% (4/208) prolapsos uterino, 1,0% (2/208) claudicação e 0,5% (1/208) mastite. A frequência das afecções pós-parto foi diferente ( $P=0,028$ ) entre o inverno 69,7% (23/33) e verão 30,3% (10/33).

Com relação às concentrações séricas das proteínas e metabólitos proteicos (Fig. 4), estes sofreram influência da época do ano, sendo encontrado na época do inverno concentrações de PT, ALB e GLOB maior em todo o período amostrado. A concentração sérica de ALB manteve-se abaixo dos limites de referência (SMITH, 2009). Já as PT e GLOB, em todos os momentos e nas duas épocas avaliadas, mantiveram as concentrações acima dos limites superiores de referência ( $P<0,0001$ ) (SMITH, 2009).

As concentrações séricas de ureia se mantiveram dentro dos limites de referência e da creatinina abaixo dos limites de referência.

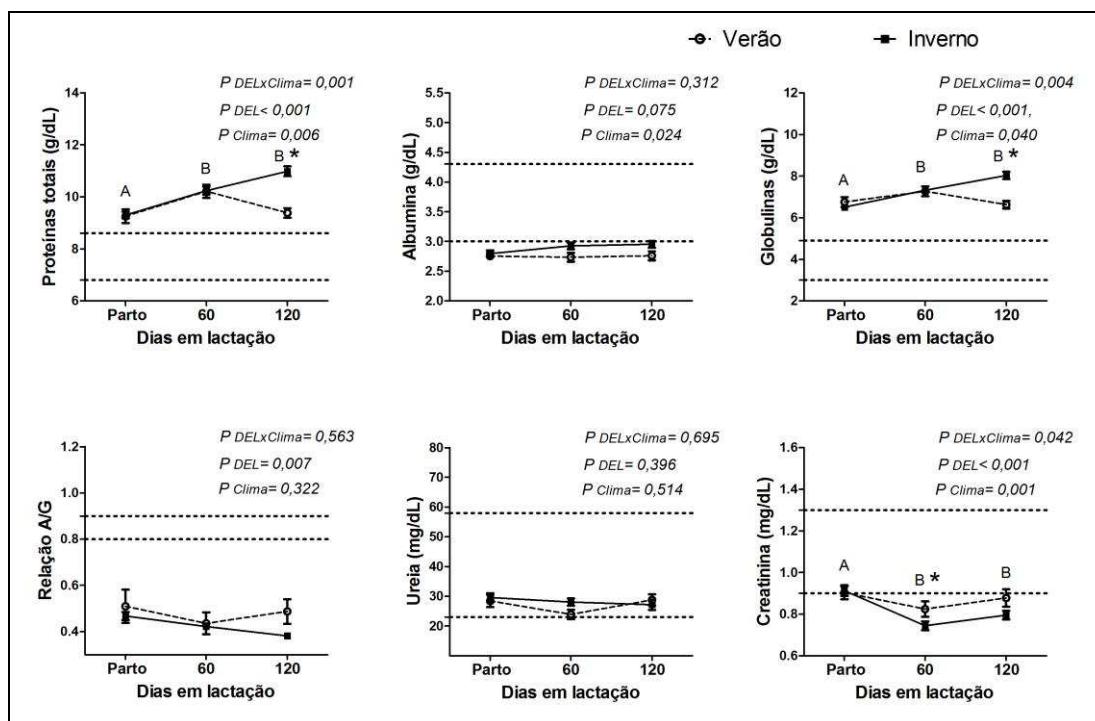


Figura 4. Proteínas e metabólitos séricos proteicos avaliadores da função renal de vacas mestiças leiteiras de média produção paridas no inverno e verão, Uberlândia, MG.

NOTA: Valores de referência de acordo com Smith, 2009. Teste estatístico General Linear Model e pós-teste de Comparação Múltipla de Bonferroni. Todos os testes com significância de 5%.

A/G, albumina/ globulinas.

As letras maiúsculas (A e B) indicam diferença nas concentrações de PT, GLOB e creatinina em relação à interação clima e dias em lactação das vacas paridas no inverno e no verão. O asterisco (\*) indica a concentração com maior diferença.

As enzimas AST, GGT e CK apresentaram-se dentro dos valores de referência (SMITH, 2009), indicando não haver lesão muscular ou hepática nos momentos avaliados destes animais, apesar de ter havido variações nas concentrações de AST dependentes dos momentos de colheita (Fig. 5).

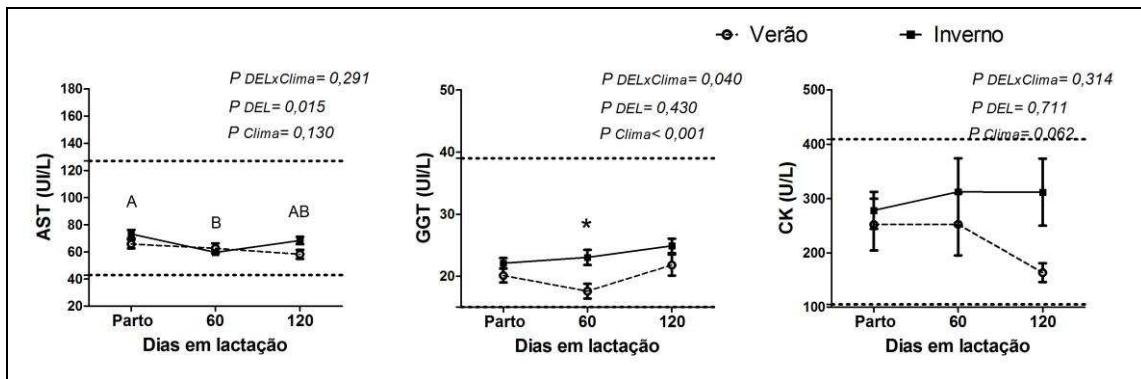


Figura 5. Enzimas séricas indicadoras da função hepáticas e muscular de vacas mestiças leiteiras de média produção paridas no inverno e verão, Uberlândia, MG. NOTA: Valores de referência de acordo com Smith (2009). Teste estatístico General Linear Model e pós-teste de Comparação Múltipla de Bonferroni. Todos os testes com significância de 5%.

AST, aspartato aminotransferase; GGT, gama glutamiltransferase; CK, creatina quinase.

As letras maiúsculas (A e B) indicam diferença nas concentrações da enzima AST em relação à interação clima e dias em lactação das vacas paridas no inverno e no verão. O asterisco (\*) na concentração da GGT indica a concentração com maior diferença.

Os valores encontrados para NEFA permaneceram dentro dos valores de referência adotados de  $\leq 0,27\text{mEq/L}$  (OSPINHA et al., 2010), apresentando aumento significativo no momento do parto e com efeito da época do ano sobre o NEFA, com concentrações mais altas no inverno ao parto ( $P=0,028$ ) (Fig.6). Os níveis de BHBA mantiveram-se dentro dos valores ( $\leq 1,0\text{mmol/L}$ ) (OSPINHA et al., 2010) em todo o período avaliado com valores mais altos no verão ( $P=0,048$ ) (Fig.6).

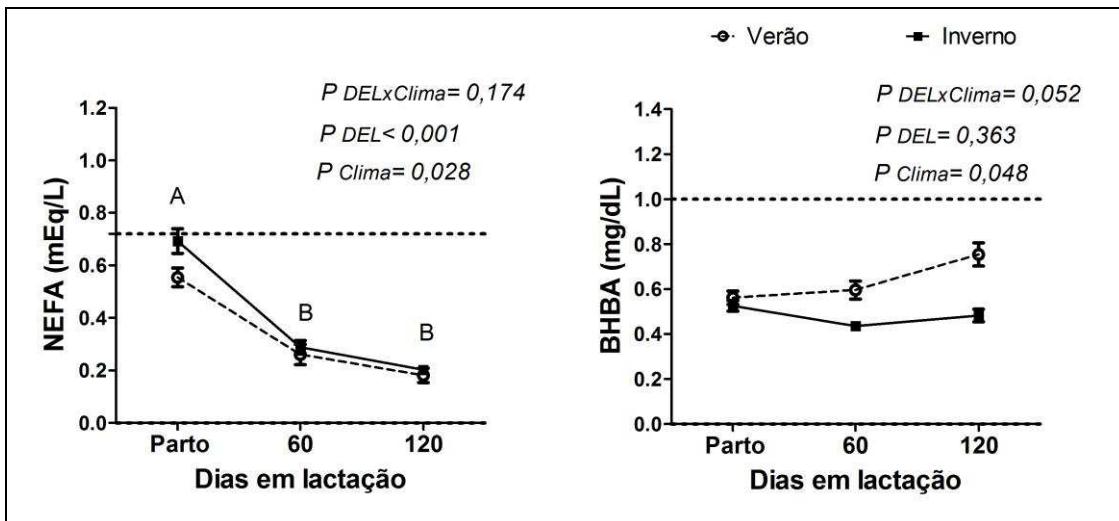


Figura 6. Perfil metabólico energético de vacas mestiças leiteiras de média produção paridas no inverno e verão, Uberlândia, MG.

NOTA: Valores de referência de acordo com Smith, 2009. Teste estatístico General Linear Model e pós-teste de Comparação Múltipla de Bonferroni. Todos os testes com significância de 5%.

NEFA, ácidos graxos não esterificados; BHBA, beta hidroxibutirato.

As concentrações maiúsculas (A e B) indicam diferença nas concentrações de NEFA em relação à interação clima e dias em lactação das vacas paridas no inverno e no verão.

As concentrações de colesterol aumentaram significativamente do parto aos 60 DEL, ultrapassando o limite máximo (120mg/dL) (SMITH, 2009) nesse momento, com valores mais baixos no verão aos 120 DEL ( $P<0,0001$ ). As concentrações dos triglycerídeos se mantiveram acima dos valores normais de referência (0-14mg/dL) (SMITH, 2009), com aumento gradual até os 120 dias ( $P=0,044$ ), semelhante ao observado para o colesterol. As lipoproteínas HDL, VLDL e LDL seguiram padrão semelhante ao observado para o colesterol e triglycerídeos, com as concentrações significativamente mais baixas ao parto (Fig. 7).

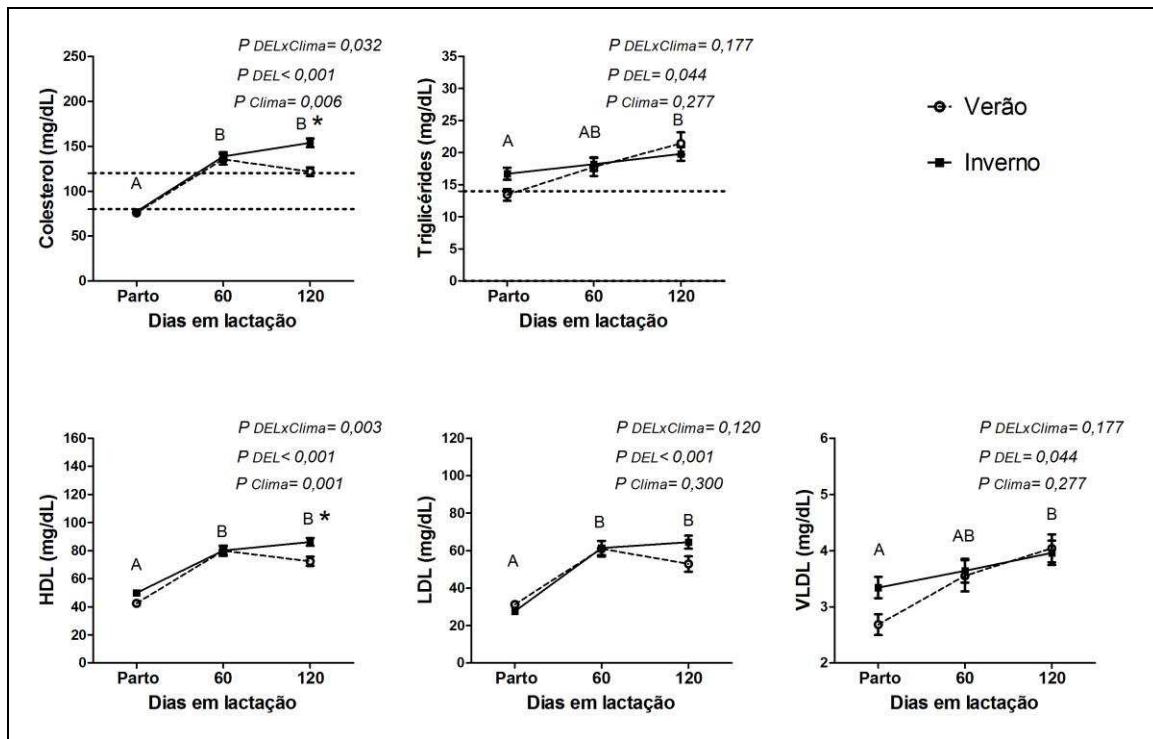


Figura 7. Perfil metabólico energético de vacas mestiças leiteiras na fase de pós-parto no inverno e verão, Uberlândia, MG.

NOTA: Valores de referência de acordo com Smith (2009). Teste estatístico General Linear Model e pós-teste de Comparação Múltipla de Bonferroni. Todos os testes com significância de 5%.

HDL, lipoproteínas de alta densidade; LDL, lipoproteínas de baixa densidade; VLDL, lipoproteínas de muito baixa densidade.

As letras maiúsculas (A e B) indicam diferença nas concentrações de HDL, LDL e VLDL em relação à interação clima e dias em lactação das vacas paridas no inverno e no verão. O asterisco (\*) indica a concentração com maior diferença.

Na avaliação do perfil dos minerais (Fig.8) as concentrações séricas de cálcio estiveram sempre abaixo dos valores de referência propostos para vacas Holandesas (9,7-12,4mg/dL) (RUCKER et al., 2008), independentemente da época de parição. Os teores séricos de fósforo permaneceram abaixo dos limites de referência (5,6-6,5mg/dL) no verão (SMITH, 2009), exceto no inverno entre o parto e 60 DEL, quando apresentou valores normais, sendo maiores no período de inverno do que no verão ( $P<0,001$ ). As concentrações do magnésio mantiveram-se acima dos limites de referência (1,8-2,3mg/dL) (SMITH, 2009),

exceto no verão aos 120 DEL (Fig.8). As concentrações do fósforo e do magnésio apresentaram-se maiores no inverno que no verão em todos os períodos ( $P=0,001$ ).

A relação cálcio/fósforo se manteve baixa no inverno menor que 2:1 e no verão se manteve acima de 2:1 do parto aos 70 DEL aproximadamente.

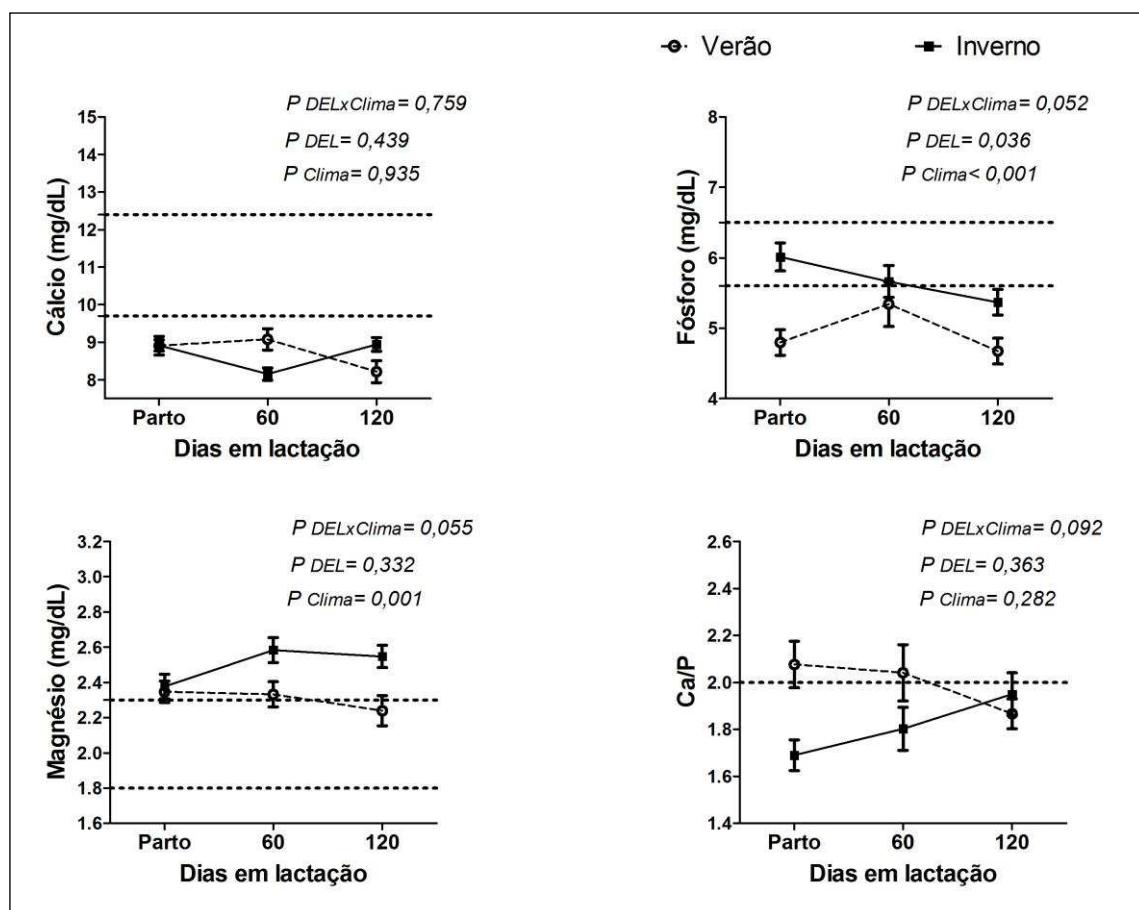


Figura 8. Perfil dos minerais séricos de vacas mestiças leiteiras na fase de pós-parto no inverno e verão, Uberlândia, MG.

NOTA: Valores de referência de acordo com Smith (2009). Teste estatístico General Linear Model e pós-teste de Comparação Múltipla de Bonferroni. Todos os testes com significância de 5%.

Ca/P, relação cálcio/ fósforo.

## DISCUSSÃO

Este estudo buscou entender melhor a ocorrência de doenças e o perfil metabólico de vacas mestiças de média produção criadas em ambiente tropical e sistemas extensivos.

Observou-se que a ocorrência das doenças nessa fase é importante (15,8% - 33/208), sendo a maioria relacionada ao sistema genital feminino (14,4% - 30/208). Portanto, devem ser considerados estes resultados na adoção de medidas preventivas e melhora no diagnóstico, tratamento e qualidade de vida destes animais.

A maior ocorrência destas enfermidades ocorreu no inverno (69,7% - 23/33) devido a maior produção leiteira, peso corporal dos animais no parto e ao incremento na suplementação alimentar com a silagem de milho. Esta suplementação alimentar, neste período, justifica-se pelo baixo valor nutritivo das forrageiras tropicais (EUCLIDES, 1995), pelo estado de degradação geral das pastagens e formação recente de algumas, resultando em deficiência nutricional das forragens (CARVALHO, 1993).

Esta carência nutricional, observada no verão, refletiu-se diretamente nos níveis séricos dos minerais cálcio e fósforo, que estiveram abaixo dos limites de referência em todos os períodos avaliados com exceção do fósforo ao parto. A relação cálcio/fósforo que se manteve baixa em quase todos os períodos, exceto no verão entre o parto e 70 DEL. Observou-se também reflexo negativo na concentração sérica de albumina, que esteve reduzida em todos os três momentos avaliados do pós-parto. Sabe-se que a albumina tende a reduzir próximo ao parto, devido ao estresse e outros fatores que diminuem a síntese hepática de proteínas e o consumo de alimentos, recuperando após o parto (GONZÁLEZ, 1997). Porém, a hipoalbuminemia neste estudo persistiu até o quarto mês, mostrando ser um processo crônico e não apenas restrito a fase da parição.

Além disso, esse processo crônico pode ser reforçado pela concentração de ureia que permaneceu durante toda a avaliação próxima dos limites mínimos de referência. De acordo com Contreras (2000), deficiências crônicas de proteína na dieta podem ser identificadas pela redução dos níveis séricos de albumina até dois ou três meses pós-parto. A ureia é o produto

final do metabolismo proteico, o excesso de proteína eleva as concentrações plasmáticas de ureia sendo, portanto, indicador da ingestão de proteína (WITTWER et al., 1993; GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2002).

Apesar da influência do clima nestes parâmetros, mesmo no inverno o perfil destes animais foi marcado por hipocalcemia, hipofosfatemia, hipoalbuminemia e níveis baixos de ureia, demonstrando que a suplementação mineral e proteica não foi suficiente para melhorar o perfil metabólico destes animais. Estes minerais desempenham funções importantes nas reações que utilizam energia, produção de leite, fertilidade dos animais e ganho de peso (MCDOWELL, 1999; UNDERWOOD & SUTTLE, 1999; MORAES, 2001; TEIXEIRA, 2001).

O perfil do metabolismo energético demonstrou lipólise no dia do parto, com maior mobilização no inverno quando comparada ao verão, provavelmente estimulado por maior requerimento para a produção leiteira. No entanto, esta lipólise não foi acompanhada do aumento expressivo dos corpos cetônicos (BHBA), corroborando com Freitas Júnior et al. (2008) e Rennó et al. (2006), que relatam menor habilidade das vacas leiteiras mestiças de média produção em mobilizar reservas corporais quando comparadas a raça Holandesa.

Este fato contribui para mostrar que os animais de média produção sofrem menos influência do BEN que as vacas de alta produção.

No presente experimento, esta menor habilidade das vacas leiteiras mestiças foi observada também por apresentarem as concentrações séricas das enzimas AST e GGT dentro dos limites de referência, mostrando função hepática normal, já que o aumento das enzimas AST, mais abundante no fígado e nos músculos, podem indicar hepatite infecciosa e tóxica, cirrose, obstrução biliar, fígado gorduroso e lesão muscular (GONZÁLEZ et al., 2006). Concentrações séricas elevadas de GGT podem sugerir lesões hepáticas, incluindo a esteatose

hepática, assim como desordens hepatobiliares e colestase (STOCKHAM & SCOTT, 2008; SMITH, 2009).

O perfil sérico proteico no pós-parto das vacas leiteiras mestiças foi semelhante ao descrito por Oliveira et al. (2014) e Daibert (2016), caracterizado por hiperproteinemia devido à hiperglobulinemia e hipoalbuminemia. No momento do parto, o quadro proteico costuma ser caracterizado por hipoproteinemia, em decorrência da hipoalbuminemia e hipoglobulinemia (FAGLIARI et al., 1988; FAGLIARI et al., 1998; FEITOSA et al., 2000). Alguns autores atribuem essa diminuição das globulinas à transferência de anticorpos para a glândula mamária, observado desde o terço final da gestação quando aumenta a síntese do colostro (D'ANGELINO et al., 1975); BIRGEL JUNIOR et al., 2003; NATH et al., 2005). No entanto, ao analisar a produção de leite e composição genética dos animais deste estudo fica evidente a associação da hiperglobulinemia às respostas imunológicas como o aumento da exposição antigênica com o avançar da idade (JAIN, 1993; GONZÁLEZ & SILVA, 2006). Alguns processos inflamatórios e infecciosos que se instalaram no puerpério podem ter colaborado, visto que a incidência de afecções nesta fase foi da ordem de 15,9%, o que poderia levar ao aumento de proteínas de fase aguda (ALSEMGEEST et al., 1994; HORADAGODA et al., 1999; SOUZA, 2005; SAUT, 2008). Além disso, no período do inverno, as maiores concentrações de globulinas observadas aos 120 DEL ( $7,24 \pm 1,78$  g/dL) coincidiram com a vacinação em massa contra a febre aftosa de toda a população do rebanho, enquanto no período do verão, as concentrações foram menores ( $6,87 \pm 1,84$  g/dL), devido à obrigatoriedade da vacinação ser somente na população jovem.

Os animais desse experimento, independente da época do ano, demonstraram um quadro de carência mineral, proteica e energética facilitada pela baixa média do ECC ( $2,85 \pm$

0,76), inferior ao intervalo considerado ideal no momento do parto, o que compromete a saúde, produção e qualidade de vida desses animais.

A dieta pode ter interferido nos resultados do perfil bioquímico sérico desses animais, portanto, sugere-se que trabalhos posteriores associando a composição química dos alimentos ao perfil bioquímico sérico sejam realizados para verificação da correlação entre o balanceamento da dieta e desequilíbrio metabólico.

Em curto prazo, medidas inadiáveis de recuperação de solos degradados seriam imprescindíveis para a melhoria da qualidade nutricional das vacas (CARVALHO, 1993; EUCLIDES, 1995; BENEDETTI, 2008). O balanceamento da dieta também seria outra providência em curto prazo, porém de maior custo devido à necessidade de aquisição de subprodutos, sendo que a pastagem possibilita a rebrota. Em longo prazo investimentos em genética, estruturas adequadas ao número de animais, cursos, treinamentos, financiamentos, políticas públicas fazem necessários para a melhoria da produção e qualidade dos produtos.

## **CONCLUSÃO**

Vacas mestiças leiteiras de média produção criadas em clima tropical e sistema extensivo, apresentam incidência de 15,9% de doenças pós-parto e um perfil metabólico caracterizado por carência mineral, proteica e energética, independente da época do ano.

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG pelo apoio financeiro (Universal APQ-01371-13).

## **REFERÊNCIAS**

ALSEMGEEST, S. P. M.; KALSBEK, H. C.; WENSING, T.; KOEMAN, J. P.; VAN EDEREN, A. M.; GRUYS, E. Concentrations of serum amyloid-A (SAA) and haptoglobin (HP) as parameters of inflammatory diseases in cattle. *Veterinary Quarterly*, The Hague, v.16, n.1, p. 21-23, 1994.

BENEDETTI, Edmundo. **Bases prática para a produção de leite a pasto.** 2<sup>a</sup> ed. Uberlândia: EDUFU, 2008. 210 p.

BIRGEL JUNIOR, E. H.; NEVES, F. S.; SALVATORE, L. C. A.; MIRANDOLA, R. M.; TÁVORA, J. P. F.; BIRGEL, E. H. Avaliação da influência da gestação e do puerpério sobre a função hepática de bovinos da raça Holandesa. **Ars Veterinária**, v. 19, n. 2, p. 172-178, 2003.

BRASIL. **Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006.** Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Presidência da República. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm)>. Acesso em 23 de Julho de 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia- INMET. **Agritempo Sistema de Monitoramento Agrometeorológico.** Brasília, 2017a.

Disponível em:  
<<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Estatisticas/index.jsp?siglaUF=MG>> Acesso em: 11/05/2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de meteorologia- INMET. **Estações do ano.** Brasília, 2017b.

Disponível em:  
<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/page&page=estacoesDoAno>> Acesso em: 11/05/2017.

CARVALHO, M. M. **Recuperação de pastagens degradadas.** Coronel Pacheco: EMBRAPA – CNPGL, 1993. p.51. (Documentos, 55).

CHAPINAL, N.; CARSON, M.; DUFFIELD, T. F.; CAPEL, M.; GODDEN, S.; OVERTON, M.; SANTOS, J. E. P.; LEBLANC, S. J. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 10, p. 4897-4903, 2011.

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**, v. 95, n. 10, p. 5676-5682, 2012.

CONTRERAS, P. A. Indicadores do metabolismo protéico utilizado nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Ed.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre, Brasil: Gráfica da UFRGS, 2000. p. 23-30.

DAIBERT, E. **Metabólitos no periparto capazes de predizer afecções uterinas puerperais em vacas mestiças leiteiras.** 2016. 49 p. Dissertação de mestrado em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2016.

D'ANGELINO, J. L.; ARAUJO, L. M.; BIRGEL, E. H.; REICHMANN, C. E.; ARAUJO, W. P. Influência da gestação e do puerpério sobre o proteinograma sanguíneo de bovinos da raça Holandesa Branca e Preta. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, v.12, p.197-204, 1975.

DUBUC, J.; DUFFIELD, T. F.; LESLIE, K. E.; WALTON, J. S.; LEBLANC, S. J. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 12, p. 5764-5771, 2010.

DUBUC, J.; DUFFIELD, T. F.; LESLIE, K. E.; WALTON, J. S.; LEBLANC, S. J. Risk factors and effects of postpartum anovulation in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 4, p. 1845-1854, 2012.

DUFFIELD, T. F.; LISSEMORE, K. D.; MCBRIDE, B. W.; LESLIE, K. E. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 571-580, 2009.

ECKERSALL, P. D. Proteins, proteomics, and the dysproteinemias. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W., BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. San Diego: Academic Press, 2008. p.117-155.

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Panorama do Leite**. Juiz de Fora, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355117/1528925/Panorama+do+Leite++outubro+2015/f97da482-483f-4451-bd26-e9f7e1d95c4b>>. Acesso em 23 de julho de 2017.

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGEM, 12., Piracicaba, 1995. **Anais...**, Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p.245-273.

FAGLIARI, J. J.; PASSIPIERI, M.; CURI, P.R.; Ferreira Neto J.M. & Lucas A. Valores padrões das proteínas séricas de bovinos da raça Guzerá. II. Proteinograma sérico de bezerros recém-nascidos. **Ars Veterinária**, v.4, n. 2, p. 225- 232, 1988.

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**, v. 50, n. 3, p. 273-282, 1998.

FEITOSA, F. L. F.; BIRGEL, E. H. Variação da concentração de imunoglobulinas G e M, de proteína total e suas frações eletroforéticas e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo de vacas holandesas, antes e após o parto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v 52, n. 2, p. 11-16, 2000.

FREITAS JÚNIOR, J. E.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; RENNÓ, F. P.; MELLO, M. T. P.; CARVALHO, A. P.; CALDEIRA, L. A. Effect of body condition score at calving on productive performance of crossbred Holstein-Zebu cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 116-121, 2008.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v. 18, p. 499-502, 1972.

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, n. 2, p. 13-33, 1997.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29, 2002, Gramado-RS. **Anais** ... Gramado-RS: SBMV e SOVERGS, 2002. p. 5-17.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução a bioquímica clínica veterinária**. 2<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 364 p.

HORADAGODA, N. U.; KNOX, K. M. G.; GIBBS, H. A.; REID, S. W. J.; HORADAGODA, A.; EDWARDS, S. E. R.; ECKERSALL, P. D. Acute phase proteins in cattle: discrimination between acute and chronic inflammation. **Veterinary Record**, v. 144, n. 16, p. 437-441, 1999.

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

KÖPPEN, W. **Climatología: com um estudo de los climas de La tierra**, New Jersey: Climatology. Laboratory of Climatology, 1948. p.104.

LEBLANC, S. J.; OSAWA, T.; DUBUC, J. Reproductive tract defence and disease in postpartum dairy cows. **Theriogenology**, v. 76, n. 9, p. 1610-1618, 2011.

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3 ed. Gainesville: University of Florida, 1999. 92 p.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 30.879 de 23 de janeiro de 1990**. Regulamenta a vacinação contra febre aftosa, brucelose e raiva dos herbívoros. Assembleia Legislativa de Minas Gerais - ALMG. 1990. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=30879&comp=&ano=1990>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

MORAES, S. S. **Importância da suplementação mineral para bovinos de corte.** Campo Grande: EMBRAPA Gado de corte, 2001. 26 p.

NATH, H. C.; BARUAH, K. K.; BARUAH, A.; SARMAH, H. D.; SARMAH, B. C. Serum cholesterol and protein in pre, peri and postpartum in cows. **Indian Veterinary Journal**, v. 82, p. 519-521, 2005.

OLIVEIRA, R. S. B. R.; MOURA, A. R. F.; PÁDUA, M. F. S.; BARBON, I. M.; SILVA, M. E. M.; SANTOS, R. M.; MUNDIM, A. V.; SAUT, J. P. E. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras com baixo escore de condição corporal no periparto. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 362-368, 2014.

OSPINA, P. A.; NYDAM, D. V.; STOKOL, T.; OVERTON, T. R. Evaluation of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 546-554, 2010.

PAYNE, J. M.; DEW, S. M.; MANSTON, R.; FAULKS, M. The use of a metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record**, v. 87, n. 6, p. 150-158, 1970.

RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C.; SANTOS, A. D. F.; ALVES, N. G.; TORRES, C. A. A.; RENNÓ, L. N.; BALBINOT, P. Z. Effects of body condition at calving on milk yield and composition, lactation curve and body reserve mobilization of Holstein cows. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 58, n. 2, p. 220-233, 2006.

ROBERTS, T.; CHAPINAL, N.; LEBLANC, S.; KELTON, D.; DUBUC, J.; DUFFIELD, T. Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 1, p. 3057-3063, 2012.

RUCKER, R. B.; FASCETTI, A. J.; KEEN, C. L. Trace minerals. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Eds). **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. Academic Press, San Diego, 2008. 663-693 p.

SANTOS, A. B.; PETRONZIO, J. A. C. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 2011. Curitiba, PR, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE pp. 6185-6192. 2011.

SAUT, J. P. E. **Influência do puerpério e da retenção de anexos fetais no proteinograma de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo.** 2008. 116p. Tese de Doutorado em Clínica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10136/tde-28052008-141522/pt-br.php>>

SMITH, B. P. **Large animal internal medicine.** 4th ed. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier, 2009. 1872 p.

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. 2005. 192p. Dissertação de Mestrado em Clínica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10136/tde-19102006-115359/pt-br.php>>

STOCKHAM, S. L.; SCOTT, M. A. **Fundamental of veterinary clinical pathology**. Ames Iowa: Blackwell, 2008. 908 p.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição de Ruminantes**. Lavras, Minas: ESAL/FAEPE, 2001. 267 p.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3th ed. CAB International: Wallingford, Oxon, UK, 1999. 614 p.

WITTWER, F.; REYES, J. M.; OPTIZ, H.; CONTRERAS, P. A.; BÖHMWALD, Y T. M. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 22, n. 2, p. 165-172, 1993.