

**JOSÉ SIMONAL CARDOSO DA SILVA**

**METABOLISMO ENERGÉTICO, PROTEICO E MINERAL DE  
OVELHAS SANTA INÊS HÍGIDAS E COM MASTITE SUBCLÍNICA**

**GARANHUNS-PE**

**2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE E REPRODUÇÃO DE**  
**RUMINANTES**

**JOSÉ SIMONAL CARDOSO DA SILVA**

**METABOLISMO ENERGÉTICO, PROTEICO E MINERAL DE**  
**OVELHAS SANTA INÊS HÍGIDAS E COM MASTITE SUBCLÍNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Reprodução de Ruminantes da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Sanidade e Reprodução de Ruminantes.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Carla Lopes de Mendonça

**GARANHUNS-PE**  
**2013**

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

S586m Silva, José Simonal Cardoso da

Metabolismo energético, proteico e mineral  
de ovelhas Santa Inês híidas e com mastite subclínica /  
José Simonal Cardoso da Silva. - Garanhuns, 2013.

F. 90

Orientadora: Carla Lopes de Mendonça  
Dissertação (Mestrado em Sanidade e Reprodução  
de Ruminantes) -Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Unidade Acadêmica de Garanhuns. 2013.

CDD: 636.31

1. Reprodução de Ruminantes
2. Ovinocultura
3. Perfil metabólico
4. Infecções em ovinos
- I. Mendonça, Carla Lopes de
- II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE E REPRODUÇÃO DE  
RUMINANTES

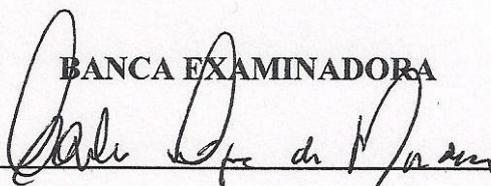
METABOLISMO ENERGÉTICO, PROTEICO E MINERAL DE OVELHAS  
SANTA INÊS HÍGIDAS E COM MASTITE SUBCLÍNICA

Dissertação de Mestrado elaborada por

JOSÉ SIMONAL CARDOSO DA SILVA

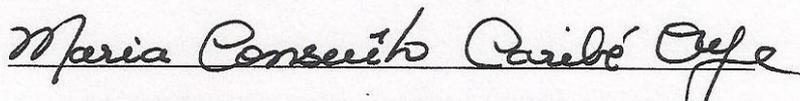
Aprovada em 25 / 02 / 2013

BANCA EXAMINADORA



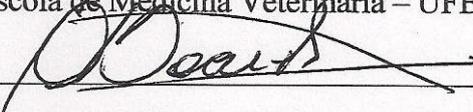
Dr<sup>a</sup> CARLA LOPES DE MENDONÇA

Orientadora – Clínica de Bovinos, Campus Garanhuns – UFRPE



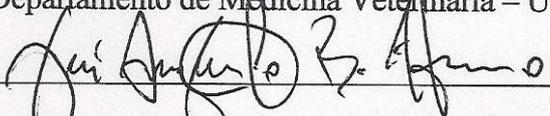
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> MARIA CONSUELO CARIBÉ AYRES

Escola de Medicina Veterinária – UFBA



Prof. Dr<sup>o</sup> PIERRE CASTRO SOARES

Departamento de Medicina Veterinária – UFRPE



Dr<sup>o</sup> JOSÉ AUGUSTO BASTOS AFONSO

Clínica de Bovinos, Campus Garanhuns – UFRPE

## **DEDICO**

*A Deus*

*“Porque dele, e por ele e para ele são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente. Amém.” Romanos 11.36*

*A Minha querida e amada esposa*

*Kely Cristiany Magalhães Santos Cardoso*

*Aos Meus pais*

*Sebastião Ferreira e Margarida Cardoso*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ouvir minhas orações e fazer sua vontade em minha vida em tempo oportuno. O Senhor é maravilhoso, Digno de toda Honra, toda Glória e de toda nossa adoração. Sou eternamente dependente Seu.

A minha esposa Kely Cristiany, pelo apoio incondicional, pelo carinho e cuidado e por compartilhar comigo momentos de alegria e de provação. Você é benção de Deus pra mim.

Aos meus pais que sempre incentivaram os filhos a educação e a boa conduta.

Aos meus irmãos Sérgio, Silas, Magda e Márcia, pelo apoio, por torcerem por mim e por se orgulharem.

Aos proprietários, que através da cessão dos seus animais e instalações, possibilitaram a realização deste trabalho, e aos seus funcionários que foram de suma importância no manejo das ovelhas utilizadas neste estudo.

A Dr<sup>a</sup> Carla Lopes de Mendonça pela orientação neste mestrado, pela oportunidade, pela confiança, pelo apoio, pelos inúmeros ensinamentos, pelos conselhos, pelo profissionalismo, pelo prazer de pesquisar e principalmente pela amizade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Prof. Pierre Castro Soares pelo delineamento estatístico e pelo apoio na análise dos resultados

Ao Prof. Clístenes Willians A. do Nascimento do Lab. de Química e Fertilidade do Solo do Depto. de Agronomia da UFRPE pela determinação dos teores de ferro, zinco e cobre.

A colega Vânia Lemos pelo auxílio no processamento das amostras para determinação dos minerais e eletrólitos.

A CBG onde tive o privilégio de ser Residente e com isso evolui em conhecimentos e habilidades para melhor atuação profissional no trato com os animais de produção

A todos que compõem o corpo técnico da Clínica de Bovinos de Garanhuns, pelo carinho recebido.

A todos os funcionários da Clínica de Bovinos de Garanhuns pelo bom relacionamento com cada um e pelo carinho recebido. Gratidão também estendida à ex-funcionária Jeane pela sua disposição, alegria e boa amizade.

Ao colega de residência Eduardo Guaraná, pela boa convivência e pelo auxílio nas colheitas de material e no acompanhamento das ovelhas durante o período de estudo.

Ao caro colega Rodolfo Souto por ter me ensinado os primeiros passos no laboratório clínico para posterior análise do material e pela convivência durante estes dois anos.

Aos colegas da turma do mestrado, Rodolfo, Marquiliano, Pedro Augusto, Cícero, Felipe e Luenda pelo bom convívio durante as disciplinas cursadas.

A UFRPE pelo ensino gratuito e de qualidade.

Aos mestres, pelas disciplinas ministradas neste período.

A Prof<sup>a</sup>. Daniela Oliveira que me acolheu com sua turma da graduação para realização do Estágio de docência, pelo apoio e pelo carinho demonstrado.

A abençoada colega Elizabeth Hortêncio pela convivência durante estes dois anos na CBG, pela simpatia e pelo exemplo de vida e dedicação em tudo que faz.

Ao casal Alexandre e Janaina, meus amigos, pela boa convivência e amizade desde que éramos residentes. Pelo carinho, pela preocupação, pela hospitalidade, pelas boas risadas, mas principalmente pelo exemplo de seres humanos.

A minha oração é que Deus abençoe a cada um dos acima citados e aqueles que direta ou indiretamente foram importantes neste período da minha vida, mas seus nomes, por esquecimento, não foram citados.

Quero expressar também minha imensa gratidão às ovelhas utilizadas neste trabalho, que foram fundamentais para a realização do mesmo.

Meu carinho e gratidão também a Meg (Yorkshire), pela alegria de estar junto e por sentir a minha falta ao ponto de, algumas vezes, ficar sem comer esperando por mim a porta.

## RESUMO

### METABOLISMO ENERGÉTICO, PROTEICO E MINERAL DE OVELHAS SANTA INÊS HÍGIDAS E COM MASTITE SUBCLÍNICA.

Este estudo teve por objetivo avaliar o metabolismo energético, proteico e mineral de ovelhas Santa Inês hígidias e com mastite subclínica acompanhadas durante o final da gestação e na lactação. Foram acompanhadas ovelhas submetidas ao mesmo sistema de criação semi-intensivo. Os animais foram avaliados conforme os momentos a seguir: 10 dias que precedeu o parto (dap) e 15 dias após o parto (dpp), 30 (dpp), 60 (dpp) e 90 (dpp). Os metabólitos sanguíneos foram avaliados a partir do momento que antecedeu ao parto e os metabólitos no soro lácteo nos momentos subsequentes. Após exame clínico e bacteriológico foi realizada a triagem das ovelhas acompanhadas neste estudo, sendo 12 hígidias e 18 com mastite subclínica. Durante a lactação, mantendo os mesmos critérios de triagem, foram selecionadas 11 glândulas mamárias sadias e 20 infectadas, das quais foi colhido o leite para obtenção do soro lácteo. Foram mensurados no soro sanguíneo os metabólitos do perfil energético (ácidos graxos não esterificados (AGNEs),  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB), frutossamina, colesterol e triglicérides), ao perfil proteico (proteína total, albumina, uréia e creatinina) e ao perfil mineral (ferro, cobre, zinco, magnésio, cálcio total, cálcio ionizado, sódio e potássio). No soro lácteo foram mensurados os íons cálcio, sódio e potássio, bem como dos AGNEs e BHB. A bioquímica sanguínea revelou haver influência ( $P < 0,05$ ) do período do periparto e da lactação sobre as concentrações sanguíneas dos AGNEs, BHB, colesterol, albumina, uréia, cálcio ionizado e no soro lácteo sobre o íon potássio. As ovelhas portadoras de mastite subclínica apresentaram valores sanguíneos superiores ( $P < 0,05$ ) de colesterol, albumina e cobre e no soro lácteo teores superiores do íon sódio e dos AGNEs e inferiores do íon potássio. O bom escore corporal das ovelhas observado durante o estudo aliado aos achados bioquímicos permitiu concluir ter ocorrido maior requerimento energético no primeiro mês da lactação, porém não o suficiente para desencadear qualquer transtorno metabólico e o aparecimento de um quadro de cetonemia, sendo estas discretas alterações mais expressivas nas ovelhas com mastite subclínica.

**Palavras-chave:** Perfil metabólico, ovinos, fêmeas gestantes, lactação, soro sanguíneo, infecção da glândula mamária, soro lácteo.

## ABSTRACT

### **ENERGY, PROTEIN AND MINERAL METABOLISM IN SANTA INÊS EWES, BOTH HEALTHY AND WITH SUBCLINICAL MASTITIS.**

This study aims to evaluate the energy, protein and mineral metabolism in Santa Inês ewes, both healthy and with subclinical mastitis, followed up during late gestation and lactation periods. Ewes subjected to the same semi-intensive nursing system were followed up. The animals were evaluated according to the following stages: 10 days before parturition (dbp) and 15 days postpartum (dpp), 30 (dpp), 60 (dpp), and 90 (dpp). Blood metabolites were evaluated starting from the stage previous to parturition and whey metabolites were evaluated in the subsequent stages. A screening of the ewes followed up in this study (12 healthy and 18 with subclinical mastitis) was performed after a clinical and bacteriological examination. During lactation, maintaining the same screening criteria, 11 healthy and 20 infected mammary glands were selected; the milk for whey extraction was collected from these glands. Energy profile metabolites (non-esterified fatty acids [NEFAs],  $\beta$ -hydroxybutyrate [BHB], fructosamine, cholesterol and triglycerides), protein profile (total protein, albumin, urea and creatinine) and mineral profile (iron, copper, zinc, magnesium, total calcium, ionized calcium, sodium, and potassium) were measured in the blood serum. Calcium, sodium and potassium ions, as well as NEFAs and BHB were measured in the whey. Blood biochemistry revealed an influence ( $P < 0,05$ ) of the peripartum and lactation periods on the blood concentrations of NEFAs, BHB, cholesterol, albumin, urea, ionized calcium. An analysis of the whey also revealed an influence on the potassium ion. Ewes with subclinical mastitis showed higher ( $P < 0,05$ ) blood levels of cholesterol, albumin and copper; higher sodium ion concentrations and NEFAs, and lower potassium ion in whey. Good physical score of ewes observed during this study, combined with the biochemical findings, allowed us to conclude that there was a larger energy requirement in the first month of lactation; however, this requirement was not enough to trigger any metabolic disorder or the emergence of ketonemia, and these discrete changes were more apparent in ewes with subclinical mastitis.

**Keywords:** Metabolic profile, ovines, pregnant females, lactating, blood serum, infection of the mammary gland, whey.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01- Valores médios dos ácidos graxos não esterificados (AGNEs) (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....63
- FIGURA 02- Valores médios do  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB) (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....64
- FIGURA 03- Valores médios da frutossamina ( $\mu$ mol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....65
- FIGURA 04- Valores médios dos triglicérides (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....66
- FIGURA 05- Valores médios do colesterol (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....67
- FIGURA 06- Valores médios de proteína total (g/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....68
- FIGURA 07- Valores médios de albumina (g/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....69
- FIGURA 08- Valores médios de uréia (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....70

FIGURA 09-	Valores médios de creatinina (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....	71
FIGURA 10-	Valores médios de cálcio total (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....	72
FIGURA 11-	Valores médios de cálcio ionizado (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....	73
FIGURA 12-	Valores médios de magnésio (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....	74
FIGURA 13-	Valores médios de sódio (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....	75
FIGURA 14-	Valores médios de potássio (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....	75
FIGURA 15-	Valores médios de ferro (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....	76
FIGURA 16-	Valores médios de zinco (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....	76
FIGURA 17-	Valores médios de cobre (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação).....	77
FIGURA 18-	Valores médios de sódio (mmol/L) no soro lácteo de glândulas	

	mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação .....	79
FIGURA 19-	Valores médios de potássio (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação .....	79
FIGURA 20-	Valores médios de cálcio ionizado (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação .....	80
FIGURA 21-	Valores médios do $\beta$ -hidroxibutirato (BHB) (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação .....	81
FIGURA 22-	Valores médios dos ácidos graxos não esterificados (AGNEs) (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação.....	82

## LISTA DE QUADROS

- QUADRO 01- Nível de significância ( $P > F$ ) dos fatores de variação (grupos, momentos e interações) da análise de variância das variáveis referentes ao perfil energético, proteico e mineral do soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação.....62
- QUADRO 02- Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) dos ácidos graxos não esterificados (AGNEs) (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação.....62
- QUADRO 03- Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do  $\beta$ -hidroxibutirato (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....64
- QUADRO 04- Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) da frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ ) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....65
- QUADRO 05- Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) dos triglicérides (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....66
- QUADRO 06- Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do colesterol (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....67
- QUADRO 07- Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) da proteína total (g/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....68
- QUADRO 08- Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) da albumina (g/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no

	final da gestação e durante a lactação.....	69
QUADRO 09-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) da uréia (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hípidas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....	70
QUADRO 10-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) da creatinina (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hípidas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....	71
QUADRO 11-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do cálcio total (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hípidas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....	71
QUADRO 12-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do cálcio ionizado (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hípidas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....	72
QUADRO 13-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do magnéio (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hípidas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....	73
QUADRO 14-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) dos íons sódio (mmol/L) e potássio (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hípidas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....	74
QUADRO 15-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do ferro (mg/L) e zinco (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hípidas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....	76
QUADRO 16-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do cobre (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hípidas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação.....	77
QUADRO 17-	Nível de significância ( $Pr>F$ ) dos fatores de variação (grupos, momentos e interações) da análise de variância das variáveis referentes aos metabólitos no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com	

	mastite subclínica de ovelhas Santa Inês acompanhadas durante a lactação.....	78
QUADRO 18-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) de sódio (mmol/L) e potássio (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação.....	78
QUADRO 19-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do cálcio ionizado (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação.....	80
QUADRO 20-	Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do $\beta$ -hidroxibutirato (mmol/L) e dos Ácidos Graxos Não Esterificados (AGNEs) (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação.....	81

## SUMÁRIO

	<b>Pág</b>
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE QUADROS.....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS .....	18
2.1. Objetivo geral .....	18
2.2. Objetivos específicos .....	18
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	19
3.1. Perfil metabólico.....	19
3.1.1. Perfil metabólico energético.....	23
3.1.2. Perfil metabólico proteico.....	29
3.1.3. Perfil mineral.....	33
3.2. Período de transição / Ocorrência de enfermidades.....	40
3.3. Metabólitos sanguíneos no leite.....	41
4. REFERÊNCIAS.....	44
5. ARTIGO CIENTÍFICO....	58
5.1. Metabolismo energético, proteico e mineral de ovelhas Santa Inês híidas e com mastite subclínica.....	58
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87

# **METABOLISMO ENERGÉTICO, PROTEICO E MINERAL DE OVELHAS SANTA INÊS HÍGIDAS E COM MASTITE SUBCLÍNICA**

## **1. INTRODUÇÃO**

A ovinocultura nacional está passando por um processo de intensificação em decorrência da demanda crescente de carne e produtos derivados. No ano de 2011 o efetivo do rebanho ovino brasileiro foi de 17,6 milhões de cabeças, apresentando crescimento de 1,6% sobre o número registrado no ano anterior. Em relação à distribuição nacional, mais da metade de toda a população de ovinos (57,24%) encontra-se no Nordeste brasileiro, correspondendo à 10.110.352 cabeças (IBGE, 2011). Esta região tem se destacado durante séculos como área de vocação para a exploração de ruminantes domésticos, notadamente caprinos e ovinos, pelo potencial da vegetação natural e do clima para a manutenção e sobrevivência dos animais. Nesta região, tanto os animais machos como as fêmeas, não apresentam estacionalidade reprodutiva, não sendo o fotoperíodo fator limitante para sua reprodução. Por outro lado, deve-se registrar que o simples fato de os animais apresentarem potencial produtivo ao longo do ano, não atende aos requisitos básicos de uma atividade voltada para as demandas que se manifestam em um mercado moderno, crescente e cada vez mais exigente (LEITE e SIMPLÍCIO, 2010).

O Estado de Pernambuco manteve a quarta posição no ranking nacional, com 10,5%, totalizando 1.856.351 cabeças (IBGE, 2011), onde a exploração de pequenos ruminantes tem elevada importância social e econômica para a população rural e para a própria estrutura econômica do Estado, além de constituir alternativa econômica viável e sustentável para diversificar a produção, principalmente por pequenos e médios produtores, sendo importante arranjo produtivo local no interior do Estado (ARAÚJO, 2006).

A necessidade de melhoria na produção, tanto para carne como leite, com intuito de atender a demanda retraída, tem gerado não somente o ganho genético de rebanhos, mas a intensificação do sistema de manejo alimentar, com práticas que desafiam o limiar do metabolismo animal, provocando a crescente ocorrência de distúrbios sanitários e metabólicos, que acarretam sérias perdas ao produtor (AFONSO, 2005; SMITH e SHERMAN, 2009).

Um dos problemas que restringem a ovinocultura brasileira é o fato de que as principais raças estrangeiras destinadas ao abate têm características reprodutivas pouco

favoráveis, demonstrando-se poliéstricas estacionais. Contudo, raças nacionais, entre elas a Santa Inês, vêm apresentando potencial positivo para a produção nas regiões tropicais e subtropicais, visto que as fêmeas são poliéstricas não estacionais, mesmo não sendo sua produtividade igual à das raças especializadas (MEXIA et al., 2004). Estes animais são de grande porte, produzem boa carcaça, contêm pele forte e resistente e são adaptadas às diferentes condições climáticas. As fêmeas se destacam pela habilidade materna e pela capacidade leiteira, observando-se frequentemente partos gemelares no rebanho (OLIVEIRA et al., 2008; CARDOSO et al., 2010).

O período entre o final da gestação e o início da lactação tem sido considerado o estágio de maior interesse do ciclo produtivo. Este intervalo de tempo é conhecido como período de transição e é comumente definido como o período que compreende as três últimas semanas que antecedem o parto e as três primeiras após o parto. Neste período ocorrem diversas alterações anatômicas, fisiológicas, hormonais e metabólicas, em que a fêmea se prepara para o parto e o início da lactação, podendo resultar no aparecimento de distúrbios sanitários no pós-parto, que comprometem a produtividade (FRIGOTTO, 2010). Na ovelha, assim como na vaca, os eventos relacionados ao período de transição ocorrem de forma semelhante (BRITO et al., 2006; PICCIONE et al., 2009; CARDOSO et al., 2011). A maioria das desordens metabólicas ocorre neste período e muitas destas enfermidades são fatores de risco para a ocorrência de outras patologias, principalmente as doenças infecciosas como metrite e mastite de comum ocorrência no período de transição (FRIGOTTO, 2010; GOOF e KIMURA, 2002).

Os mecanismos de defesa inata e adquirida da glândula mamária estão mais baixos de três semanas pré-parto a três semanas pós-parto. Este tipo de resposta está relacionado à imunidade da glândula podendo explicar, pelo menos em parte, o aumento da incidência de mastite no periparto. As alterações físicas e metabólicas observadas no periparto e na lactação podem contribuir para diminuição da resistência do hospedeiro e do consequente aumento da incidência da enfermidade durante a lactação (MALLARD et al., 1998; MOYES et al., 2009).

As ovelhas Santa Inês, diferentemente de outras raças especializadas para corte, apresentam longo período de lactação, aumentando a propensão na ocorrência da mastite (MELO et al., 2008). Nas situações de manejo semi-intensivo e intensivo, em decorrência de alimentação mais rica, a boa capacidade de produção de leite dos animais da raça Santa

Inês favorece o aleitamento e ganho de peso dos borregos, no entanto aumenta a susceptibilidade destes às mastites (SANTOS, 2008).

A ocorrência da mastite é mais frequente após o parto, embora possa ocorrer em qualquer estágio da lactação, ou mesmo no período seco, sendo os casos mais graves verificados entre duas a quatro semanas após o parto, coincidindo com o pico da lactação (MENZIES e RAMANOON, 2001; OLIVEIRA, 2007). A mastite subclínica assume grande importância pela associação significativa entre o aparecimento da mastite clínica a partir de casos subclínicos, causadas pelo mesmo agente etiológico, ao mesmo tempo que representa um entrave na produtividade por acarretar perdas quantitativas e qualitativas do leite, que podem comprometer o desenvolvimento dos borregos (GREEN, 1984; WATKINS et al., 1991; MENZIES, 2000; GUARANÁ et al., 2011).

O período de gestação das ovelhas é bastante crítico devendo-se dar maior atenção às questões nutricionais. A condição de gestação eleva as necessidades alimentares, especialmente durante as últimas seis semanas, quando ocorre cerca de 70% do crescimento fetal. Nessa fase também ocorre maior incremento das necessidades maternas de nutrientes para o desenvolvimento do úbere e da própria manutenção (EL-SHERIF E ASSAD, 2001), constituindo assim o momento de ingressar com estratégias de manejo alimentar, que garantam o correto aporte de nutrientes às fêmeas (MEXIA et al., 2004).

Em ovelhas, os distúrbios do metabolismo acarretam perdas econômicas significativas ao produtor, pois podem comprometer a produção de leite, reduzir o ganho de peso do borrego e até mesmo promover a morte precoce; tais prejuízos podem ser evitados a partir do conhecimento das possíveis variações que ocorrem no metabolismo da fêmea no período do periparto e na lactação (RIBEIRO et al., 2004; CARDOSO et al., 2011).

Diante do exposto e da escassa literatura na região, no que diz respeito ao acompanhamento de ovelhas sob condições de campo, e não apenas avaliações pontuais, este estudo tem como propósito contribuir para o conhecimento das alterações relacionadas ao metabolismo energético, proteico e mineral, na fase final da gestação, bem como durante a lactação, de ovelhas híginas e acometidas com mastite subclínica, constituindo importante ferramenta clínico-laboratorial na sinalização de distúrbios metabólicos orgânicos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o metabolismo energético, proteico e mineral de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas durante a fase final da gestação e a lactação.

### **2.2 Específicos**

a) Avaliar os níveis sanguíneos do perfil energético representados pelo  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB), ácidos graxos não esterificados (AGNEs), colesterol, triglicérides e frutossamina.

b) Avaliar a concentração dos metabólitos sanguíneos do perfil proteico representados pelas proteínas totais, albumina, uréia e creatinina.

c) Avaliar os teores de ferro, cobre, zinco, cálcio total e magnésio, bem como dos íons cálcio, sódio e potássio no soro sanguíneo.

d) Avaliar no soro lácteo os níveis dos íons cálcio, sódio e potássio, bem como dos ácidos graxos não esterificados (AGNEs) e  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB).

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Perfil metabólico**

Os metabólitos sanguíneos têm sido utilizados principalmente como auxiliares do diagnóstico clínico, mas a partir do surgimento do termo perfil metabólico, a química sanguínea passou a ter maior interesse no campo zootécnico. Perfil metabólico foi um termo primeiramente empregado na Medicina Veterinária por Payne et al. (1970), na Inglaterra, se referindo ao estudo de componentes hemato-bioquímicos específicos em vacas leiteiras, visando a avaliação, o diagnóstico e a prevenção de transtornos metabólicos, além de servir como indicador do estado nutricional. Logo depois, na Austrália, Healy e Falk (1974), avaliaram o perfil metabólico de ovelhas clinicamente sadias, mantidas em pastagem durante um ano. O estudo demonstrou a ocorrência de pequenas variações nos constituintes bioquímicos do soro. Posteriormente, no final da década de 70, o uso do perfil metabólico foi utilizado no Chile por Wittwer e Contreras (1980). Ainda no Chile, os primeiros trabalhos publicados sobre o uso dos perfis metabólicos em ovinos são de Del Valle et al. (1983). Na Argentina, na década de 90, Althaus et al. (1995), avaliaram os perfis metabólicos de ovelhas Corriedale durante a lactação. No Brasil, os primeiros estudos sobre perfil metabólico foram realizados em bovinos leiteiros na década de 90 (GONZÁLEZ, 1997; GONZÁLEZ, 1998).

Esta metodologia se difundiu e outros pesquisadores, em diversos países, passaram a utilizá-la inclusive para caprinos e ovinos (EL-SHERIF e ASSAD, 2001; FIRAT e ÖZPINAR, 2002; ÖZPINAR e FIRAT, 2003; RIBEIRO et al., 2004; MUNDIM et al., 2007; PEIXOTO e OSÓRIO, 2007; ANGULO et al., 2011, SANTOS et al., 2012).

A utilização do perfil metabólico em animais de produção atua como importante método na avaliação de rebanhos com diferentes índices produtivos e reprodutivos, atuando também como ferramenta no diagnóstico clínico de doenças do metabolismo. Assim, o perfil metabólico associado ao status nutricional e desempenho reprodutivo tem despertado o interesse de diversos pesquisadores atualmente, enfocando, principalmente as maiores exigências nutricionais aliadas ao melhor desempenho produtivo dos rebanhos (PEIXOTO e OSÓRIO, 2007).

Segundo Contreras et al. (1990), o perfil metabólico compreende uma série de indicadores sanguíneos que permite avaliar o status nutricional dos animais, sobretudo durante a fase reprodutiva e de lactação. Indicadores como glicose, uréia, proteína total,

albumina, globulina, cálcio, fósforo, magnésio, escore de condição corporal (ECC), hemoglobina e volume globular são frequentemente utilizados em vacas durante a lactação e ovelhas durante o periparto como instrumento para diagnóstico de distúrbios metabólicos, deficiências nutricionais e alterações reprodutivas (BRITO et al., 2006).

Para Wittwer (2000), o perfil metabólico pode ser utilizado para diagnosticar ou avaliar deficiências minerais, controlar o balanço metabólico de energia-proteína, pesquisar problemas de infertilidade, diagnosticar a incidência de transtornos metabólicos e solucionar problemas de volume ou qualidade da produção de leite.

A forma mais difundida de avaliação da condição nutricional de ruminantes é o escore de condição corporal. Trata-se de uma avaliação subjetiva, que tem o objetivo de categorizar animais de acordo com o acúmulo de gordura corporal, sendo extremamente útil no manejo dos pequenos ruminantes. A quantidade de reserva corporal estimada por meio deste método reflete diretamente a abundância ou a carência de nutrientes, permitindo a introdução de alterações no plano alimentar instituído (CALDEIRA, 2005). Com o aumento das exigências produtivas e da intensificação dos rebanhos ovinos, se torna de grande importância a detecção de deficiências nutricionais antes que seus efeitos sejam capazes de alterar a condição corpórea (CALDEIRA et al., 2007).

O monitoramento do status proteico, energético e mineral em ovinos é ferramenta de grande importância para a adequação alimentar e avaliação da condição metabólica de ovelhas, considerando, sobretudo a pressão do processo de intensificação da produtividade, que em muitos casos promove os desequilíbrios entre o ingresso, o egresso e a metabolização dos nutrientes nos tecidos animais, tornando-se assim um entrave para a produção animal (GONZÁLEZ et al., 2000; RIBEIRO et al., 2004; CALDEIRA, 2005).

As variações individuais das necessidades de manutenção, da ingestão voluntária e do potencial genético produtivo entre animais do mesmo genótipo, reforçam a importância do conhecimento do seu estado metabólico e da adequação nutricional às suas necessidades fisiológicas, tendo em vista a melhoria da eficiência produtiva e a prevenção das doenças metabólicas (CALDEIRA, 2005).

A bioquímica clínica oferece importante ferramenta diagnóstica, pois desequilíbrios do metabolismo costumam ter repercussão na composição dos fluidos corporais, principalmente, sangue, urina e leite. Mais que detectar casos clínicos esta ferramenta, usada concomitantemente com dados de anamnese e de exame clínico, apresenta utilidade no diagnóstico de casos subclínicos, onde os sinais dos transtornos não resultam evidentes,

bem como no monitoramento de pacientes em tratamento ou sob observação (GONZÁLEZ, 2009).

Dentre os espécimes clínicos, o sangue é bastante empregado na determinação da concentração de indicadores do estado nutricional ou metabólico, tanto pela qualidade da informação que fornece como pela facilidade de obtenção da amostra. Entre os numerosos parâmetros sanguíneos avaliados, alguns merecem já algum consenso como indicadores confiáveis da adequação do plano alimentar e do estado nutricional dos animais, além de permitir a detecção mais precoce dos desequilíbrios metabólicos: a concentração sérica ou plasmática de ácidos graxos não esterificados (AGNEs) e o  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB) fornecem informações valiosas sobre o metabolismo energético, enquanto que albumina e uréia constituem bons indicadores do status proteico (CALDEIRA, 2005).

O período entre o final da gestação e o início da lactação tem sido considerado o estágio de maior interesse do ciclo produtivo. Este intervalo de tempo é conhecido como período de transição e é comumente definido como o período que compreende as três últimas semanas que antecedem o parto e as três primeiras após o parto. Neste período ocorrem diversas alterações anatômicas, fisiológicas, hormonais e metabólicas, em que a fêmea se prepara para o parto e início da lactação, podendo resultar no aparecimento de distúrbios sanitários no pós-parto, que comprometem a produtividade (FRIGOTTO, 2010). Na ovelha, assim como na vaca, os eventos relacionados ao período de transição ocorrem de forma semelhante (BRITO et al., 2006; PICCIONE et al., 2009; CARDOSO et al., 2011).

A maioria das desordens metabólicas ocorre neste período e muitas destas enfermidades são fatores de risco para a ocorrência de outras patologias, principalmente as doenças infecciosas como metrite e mastite de comum ocorrência no período de transição (FRIGOTTO, 2010; GOFF e KIMURA, 2002). Segundo Goff e Kimura (2002), estudos epidemiológicos demonstraram que existe forte associação entre a ocorrência de doença metabólica e subsequente desenvolvimento de mastite.

As alterações metabólicas ocorrem geralmente como decorrentes da ruptura da homeostase de processos bioquímicos em função de causas endócrinas, alimentares, ambientais ou em decorrência de desequilíbrios e doenças com efeitos sobre os mecanismos de compensação, que atuam nos diferentes compartimentos do organismo. Muitos desses transtornos podem ser detectados mediante a observação dos sinais clínicos

específicos ou por meio da avaliação dos níveis de metabólitos ou indicadores nos fluidos biológicos das vias metabólicas comprometidas (CORRÊA et al., 2010).

Fatores como nutrição, idade, sexo, genética (raça e cruzamentos), estado reprodutivo (gestação, lactação), habitat, fome, influência ambientais, estresse e transporte são conhecidos por comprometerem parâmetros hematológicos e bioquímicos (BALIKCI et al., 2007).

A análise dos metabólitos sanguíneos, visando monitorar o estado nutricional e a condição clínica, atualmente é utilizada tanto em trabalhos de pesquisa como em situações de campo, na detecção de desequilíbrios metabólicos nos períodos mais críticos do ciclo produtivo das fêmeas, com evidentes benefícios em termos produtivos e da saúde dos animais (CALDEIRA, 2005).

Ribeiro et al. (2004) avaliaram o perfil metabólico de ovelhas mantidas em pastagens naturais no Rio Grande do Sul. O estudo demonstrou déficit energético, proteico e mineral que podem comprometer a plena expressão produtiva dos ovinos.

Recentemente, Cardoso et al. (2011), avaliaram os índices produtivos e o perfil metabólico de ovelhas Santa Inês durante a lactação no nordeste do Pará. O estudo demonstrou o estresse da lactação em ovelhas e apontou para a necessidade de ajustes dos nutrientes da ração no início, no pico e no final da lactação.

Segundo González et al. (2000), a composição bioquímica sanguínea reflete de maneira confiável o equilíbrio entre a alimentação e o metabolismo dos nutrientes no organismo animal. O perfil metabólico em ruminantes vem sendo empregado no monitoramento da adaptação metabólica, no diagnóstico dos desequilíbrios da homeostase, podendo revelar a origem da manifestação do distúrbio nutricional ou metabólico, bem como a condição sanitária dos rebanhos. A interpretação do perfil bioquímico é complexa, tanto quando aplicada a rebanhos, quanto a indivíduos, devido aos mecanismos que controlam a concentração sanguínea de vários metabólitos, bem como, à grande variação desses valores em função de fatores como raça, idade, estresse, dieta, nível de produção leiteira, manejo, clima e estado fisiológico, principalmente na lactação e a gestação (GONZÁLEZ, 1997).

Para Bezerra (2006) uma das maiores dificuldades da utilização desta ferramenta é a sua interpretação, devido à falta de valores de referência adequados. Este mesmo autor afirma que há variação de resultados obtidos, dependendo da idade do animal, raça, estado fisiológico, clima, época do ano, entre outros, o que torna difícil a obtenção de um padrão

de comparação que possa garantir a melhor interpretação dos resultados. De acordo com González et al. (2001), para a correta interpretação dos perfis metabólicos é indispensável contar com valores de referência apropriados para a região e a população em particular. No caso de não dispor destes dados, os valores referenciais a serem usados devem ser de zonas climáticas ou de grupos de animais similares aos analisados.

Tipicamente o período final da gestação e as primeiras semanas de lactação, constituem as fases mais críticas do ciclo produtivo, quando a ingestão de alimento é geralmente insuficiente para atender as necessidades nutricionais (CAMPOS et al., 2007).

O estágio fisiológico e a condição nutricional podem ser responsáveis por alterações no perfil metabólico de fêmeas, sendo de extrema importância a utilização de mecanismos que possam monitorar e correlacionar o processo metabólico nas diferentes fases fisiológicas (BRITO et al., 2006; BALIKCI et al., 2007). Estudos realizados em ovinos leiteiros no Sul do Brasil mostraram que as maiores variações dos metabólitos sanguíneos ocorrem nos períodos de final da gestação e início da lactação, que correspondem aos momentos de maior exigência metabólica (BRITO et al., 2006).

O estado de saúde e a produtividade dos animais são resultantes de um frágil equilíbrio envolvendo fatores metabólicos, nutricionais, agentes etiológicos, manejo e fatores ambientais. Nessas unidades de produção, o estado de saúde do rebanho, em sua totalidade, é de suprema importância. A doença subclínica ou o desequilíbrio nutricional podem contribuir para baixa produtividade. A maioria dos problemas nessas situações é causada por vários fatores dificultando a definição e resolução destes problemas antes que se tornem muito onerosos (CARLSON, 2006).

A competitividade das explorações passa necessariamente pelo aumento da eficiência produtiva dos animais. O conhecimento do perfil metabólico de fêmeas no final da gestação e particularmente durante a fase de lactação, como indicador e orientador do manejo produtivo é fundamental para a melhoria da produtividade do rebanho (CALDEIRA, 2005).

### **3.1.1 Perfil metabólico energético**

Na avaliação do metabolismo energético dos ruminantes os principais metabólitos sanguíneos utilizados são a glicose, os ácidos graxos não esterificados (AGNEs), o  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB), o colesterol e os triglicérides. Com menor intensidade, tem sido estudada a frutosamina, proteína glicosilada útil na determinação do estado energético nas

duas semanas anteriores à situação que se pretende avaliar (CAMPOS et al., 2007; KANEKO et al., 2008).

A glicose é um indicador menos expressivo para monitorar o metabolismo energético, devido ao eficaz controle homeostático hormonal que o organismo mantém sobre sua concentração e à sua sensibilidade ao estresse. Os níveis plasmáticos de BHB são mais úteis em momentos em que a demanda de glicose no organismo é mais crítica, como no final da gestação e início de lactação. Por outro lado, os AGNEs são bastante sensíveis a graus moderados de déficit energético, mas muito susceptíveis de aumentar em situações comuns de estresse no momento da colheita da amostra (GONZÁLEZ et al., 2000). Em ruminantes é comum a utilização de AGNEs e BHB como indicadores do metabolismo energético (CAMPOS et al., 2007).

Herdt (2000b) considera que as variáveis mais úteis nas avaliações metabólicas seriam aquelas que apresentam maiores intervalos de valores, já que a dispersão do valor fisiológico poderia dever-se à alterações nutricionais ou homeostáticas.

### **Ácidos graxos não esterificados (AGNEs) e $\beta$ -hidroxibutirato (BHB)**

Nas ovelhas, a condição corporal tem sido empregada associada à parâmetros do metabolismo energético a fim de avaliar as reservas de gordura. Estudos têm demonstrado menores valores de condição corporal no início da lactação, associados aos valores mais elevados de BHB, sugerindo o consumo das reservas corporais e balanço energético negativo (RIBEIRO, 2002; BRITO et al., 2006).

Conforme Chung et al. (2008), as dosagens de AGNEs e BHB constituem importantes ferramentas clínicas para avaliação do estado nutricional e da adaptação ao balanço energético negativo, de comum ocorrência no periparto. Peixoto e Osório (2007) relataram que os valores sanguíneos de BHB e AGNEs são utilizados para determinar o nível produtivo dos ruminantes. Ambos os indicadores estão relacionados à taxa de mobilização de reservas lipídicas em situação de balanço energético negativo (BEN) (RUSSEL, 1991).

A mobilização das reservas corporais causadas pelo BEN faz com que as concentrações plasmáticas de AGNEs aumentem à medida que se aproxima o parto, sendo considerados um biomarcador do BEN, uma vez que indicam a utilização da gordura corporal (lipólise), em resposta à crescente demanda de energia, nas situações onde o

suprimento de glicose é insuficiente para suprir as necessidades energéticas (ARTUNDUAGA et al., 2011).

De acordo com Brito et al. (2006), em estudos realizados com ovinos no Rio Grande do Sul, as variáveis do metabolismo energético mostraram como períodos críticos de déficit energético, o final da gestação e início da lactação. O nível mais elevado de BHB foi verificado no início da lactação sugerindo consumo de reservas corporais e balanço energético negativo.

Ovelhas no início da lactação têm maiores necessidades de energia, devido à síntese de leite, quando comparados à gestação e ao período de seco (ABDELRAHMAN et al., 2002). Por esta razão, observa-se alta necessidade de energia durante o início da lactação, situação que leva à ocorrência de alterações metabólicas (KARAPEHLIVAN et al., 2007).

Geralmente um déficit na nutrição energético-proteica reduz a qualidade do leite acarretando diminuição no teor de gordura. Quando o animal produz grandes volumes, devido à característica genética e não tem adequado fornecimento de energia para sustentar a alta produção, pode ocorrer perda de peso, mobilização de reservas de gordura e proteína e aumento das concentrações dos corpos cetônicos no sangue, no leite e na urina. A deficiência proteica na dieta pode ter efeito variável sobre o teor de gordura do leite. Se o teor de gordura anterior à deficiência proteica for normal (segundo o padrão da raça), tenderá a haver redução especialmente se isso ocorrer na primeira semana de lactação (GAONA, 2005).

Os AGNEs no sangue podem ser de origem exógena, provenientes da digestão e absorção de gorduras, ou endógena, provenientes da lipólise dos triglicerídeos armazenados no tecido adiposo. Assim, as concentrações de AGNEs no plasma são utilizadas para indicar a mobilização dos depósitos de gordura durante período de insuficiente consumo de energia (BERMUDES, et al., 2003; GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Os AGNEs liberados na corrente sanguínea são transportados pela albumina; esta proteína confere a solubilidade necessária para circular no sangue, funcionando como sua transportadora na circulação (CALDEIRA, 2005; GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Concentrações mais elevadas de AGNEs próximo ao parto e logo após o mesmo, foram atribuídas por Salfer et al. (1995) ao menor consumo de alimento e a maior produção de leite. Conforme Pullen et al. (1989), a concentração de AGNEs no plasma está

altamente relacionada ao balanço energético negativo, o qual observa diminuição do primeiro para o segundo mês de lactação.

Os níveis de AGNEs aumentam na lactação, especialmente durante as primeiras semanas, e diminuem durante o período seco, havendo correlação positiva entre os níveis sanguíneos de AGNEs e de corpos cetônicos. A oxidação excessiva de ácidos graxos, aliado a deficiência aguda de energia na dieta, provoca, em alguns casos, a elevação nos níveis de corpos cetônicos. A maioria das vacas de alta produção têm algum grau de cetose subclínica no início da lactação em função do balanço energético negativo nesse período crítico. A habilidade metabólica para contornar o problema e evitar a manifestação de sintomas varia entre indivíduos (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Ovelhas no final de gestação também podem sofrer grande mobilização de ácidos graxos e eventual aumento dos corpos cetônicos, especialmente quando há gestação gemelar (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A concentração de AGNEs no soro depende do grau de mobilização do tecido adiposo em resposta ao balanço energético negativo (BEN). Os AGNEs são utilizados como fonte de energia pelo fígado e por outros tecidos e sua oxidação celular faz parte dos sinais fisiológicos de saciedade (VAN SAUN, 2000).

O aumento da concentração de AGNEs tem sido sistematicamente relatado em animais com BEN e utilizado em muitos trabalhos como indicador do estado nutricional dos animais, ou, mais adequadamente, como avaliador da magnitude do balanço negativo (CALDEIRA, 2005). Campos et al. (2007) avaliando os indicadores do metabolismo energético em vacas leiteiras no pós-parto relataram que o maior valor de AGNE foi observado na segunda semana de lactação e posteriormente os valores decresceram a medida em que o BEN foi compensado. Com relação ao BHB observaram valores crescentes nas primeiras semanas de lactação e declínio ao final do período de estudo. Os maiores valores de BHB foram observados na oitava semana de lactação, coincidindo com pico da lactação. Os referidos autores recomendam os AGNEs e BHB como bons indicadores do metabolismo energético. Vale ressaltar que o uso do BHB como indicador único do balanço energético tem sido questionado (VAN SAUN, 2000). Sob tais condições, é provável que o melhor uso do BHB seja como indicador de cetose e não como parâmetro metabólico no balanço energético (CAMPOS et al., 2007)

Entre os denominados corpos cetônicos ( $\beta$ -hidroxibutirato, acetoacetato e acetona), o BHB é sem dúvida o mais empregado como indicador do metabolismo energético, devido a sua estabilidade no soro (CALDEIRA, 2005).

De acordo com Holtenius et al. (2004) níveis elevados de AGNEs, acarretados por intensa lipólise são acompanhados por comprometimento do sistema imune. Além disso, estes autores relataram trabalhos onde níveis elevados de  $\beta$ -hidroxibutirato e outros corpos cetônicos prejudicam importantes funções de células imunes com possíveis implicações para a defesa do úbere contra a mastite.

### **Frutosamina**

A frutosamina é uma cetoamina estável formada pela união covalente da glicose com o grupamento amina das proteínas, principalmente a albumina e sua concentração sérica é controlada pelo balanço entre a síntese e a eliminação destes compostos proteicos e a glicose. Trata-se de um rearranjo clássico, cuja conformação do carbono é idêntica a frutose, daí o nome frutosamina (KANEKO et al., 2008).

Os níveis de frutosamina representam o valor médio da glicemia nas duas últimas semanas que precedem a análise e demonstraram comportamento semelhante aos de glicose nos períodos estudados, evidenciando o déficit energético, situação de risco para a apresentação de toxemia da prenhez em ovelhas (KANEKO et al., 2008; SANTOS et al., 2011).

Apesar da importância bioquímica deste metabólito, ainda são poucos os trabalhos que investigam as concentrações séricas da frutosamina relacionadas ao metabolismo energético. Braun et al. (2010) apontou a escassez de pesquisas relacionadas a concentração de frutosamina no soro de ovinos. Uma vez que alterações significativas da glicose e as concentrações de proteínas no sangue ocorrem no final da gestação e início lactação, isto pode comprometer a interpretação dos resultados bioquímicos. Portanto, a investigação das alterações fisiológicas da concentração de frutosamina no sangue de ovelhas no período final da gestação e durante a lactação, reflete de forma mais fiel às mudanças ocorridas em relação à concentração de proteínas e a glicemia.

Para Filipovi'c et al. (2011), as concentrações de frutosamina sérica se relacionam com as concentrações médias de glicose nas duas semanas prévias à análise. Para Kaneko et al. (2008), as concentrações de frutosamina estão relacionadas à meia-vida das proteínas totais e da albumina no soro. De acordo com Cantley et al. (1991) a concentração de frutosamina no plasma ou no soro, depende da concentração de proteína e da concentração

média de glicose no plasma. Se as concentrações de proteína são quase constantes, a concentração de frutossamina está relacionada com a concentração de glicose no plasma em média nas últimas três a quatro semanas. Desta forma, a concentração média de frutossamina sérica apresentam-se mais baixas em animais com hipoglicemia persistente.

Filipovi'c et al. (2011) investigaram as alterações fisiológicas nas concentrações de frutossamina sérica em ovelhas no final da gestação e na lactação em relação às mudanças na glicemia e na concentração de proteínas no sangue e observaram diminuição significativa da frutossamina dez dias após o parto em relação aos dez dias anteriores ao parto. Tais níveis apresentaram aumento aos 20 dias pós-parto permanecendo estáveis até aos 130 dias. No referido estudo os níveis de proteínas totais e albumina foram maiores no anteparto e apresentaram significativa diminuição 10 dias pós-parto, enquanto que a concentração de glicose diminuiu gradualmente com a lactação. Segundo os autores as variações ocorridas nos compostos proteicos e na glicose, foram gradativas, não acarretando alteração na concentração da frutossamina.

Cantley et al. (1991) reportaram concentrações séricas baixas de frutossamina em ovelhas com toxemia da prenhez, quando comparado à ovelhas sadias, sugestivo de hipoglicemia persistente.

### **Colesterol e triglicérides**

Os lipídios encontrados no plasma sanguíneo são divididos em três grandes grupos: colesterol, fosfolipídeos e triglicérides. Os níveis de colesterol plasmático são indicadores adequados do total de lipídios no plasma, pois correspondem a aproximadamente 30% do total (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2002).

Nos ruminantes, os níveis de colesterol no soro são alterados por diferentes fatores, como por exemplo, formulação da dieta, idade, sexo, raça, estado fisiológico (gestação, lactação), doenças hepáticas e das vias biliares (ÖZPINAR e FIRAT, 2003).

Conforme González e Silva (2006) o colesterol nos animais pode ser tanto de origem exógena, proveniente dos alimentos, como endógena, sendo sintetizado a partir do acetil-CoA, no fígado, nas gônadas, no intestino, na glândula adrenal e na pele. A biossíntese de colesterol no organismo é inibida com a ingestão de colesterol exógeno.

Na lactação, a elevação nos níveis de colesterol tem sido atribuída ao aumento na síntese de lipoproteínas plasmáticas. No momento do parto os valores desta variável são significativamente menores que durante os estados pré e pós-parto. No início da lactação

os valores são baixos aumentando gradativamente até a 10ª semana, para então voltar a decrescer no final do período (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A avaliação do colesterol sanguíneo também auxilia no desempenho produtivo e reprodutivo dos ruminantes, podendo influenciar na performance reprodutiva, por ser precursor de hormônios esteróides importantes como a progesterona. Baixos níveis de colesterol diminuem a concentração deste hormônio no ovário, podendo prejudicar a produção de hormônios esteróides (GODOY et al., 2004). Os mesmos autores verificaram aumento nos níveis de colesterol em vacas lactantes, à medida que transcorreram os dias pós-parto, correlacionando com a perda de peso e o baixo escore corporal.

Os triglicérides são os lipídeos mais abundantes na natureza e estão conformados por glicerol e três ácidos graxos, unidos mediante ligação éster. São conhecidos também como gorduras neutras, já que não contêm cargas elétricas e nem grupos polares e sua principal função é servir como reserva de energia (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Os triglicérides são uma fonte importante de ácidos graxos para a síntese de gordura do leite. Teoricamente, durante a lactação os níveis de triglicérides variam de acordo com o balanço energético negativo (CAMPOS et al., 2007).

Como a demanda de energia no início da lactação normalmente não é suprida pela dieta, em decorrência da diminuição no consumo de matéria seca, predispondo os animais a entrar em BEN, uma fonte alternativa deve estar disponível para a manutenção dos requerimentos do animal e, no caso dos ruminantes, a mobilização de triglicérides que é iniciada no pré-parto contribui com este aporte energético (GRUMMER, 1995).

### **3.1.2 Perfil metabólico proteico**

#### **Proteínas Totais e Albumina**

As proteínas são os componentes mais abundantes do plasma, sendo constituídas por aminoácidos essenciais. As funções das proteínas são inúmeras, entre elas a formação básica da estrutura de células de órgãos e tecidos, a manutenção da pressão colóide osmótica, catalizadores de reações bioquímicas e no equilíbrio ácido-básico, participação no processo de coagulação sanguínea, realizam o transporte de metabólitos e participam da defesa do organismo frente aos patógenos (JAIN, 1993; GONZÁLEZ e SILVA, 2006; ECKERSALL, 2008).

As proteínas totais são metabólitos bastante utilizados para avaliação do status proteico. A diminuição das proteínas totais no plasma está relacionada com deficiência

proteica na alimentação, descartadas causas patológicas. Estima-se que dietas com menos de 10% de proteína causam diminuição dos níveis proteicos no sangue (GONZÁLEZ et al., 2000). A restrição alimentar total ou parcial provoca frequentemente hipoproteïnemia (LYNCH e JACKSON JR, 1983).

A concentração das proteínas plasmáticas depende do estado nutricional, do balanço hídrico, do balanço hormonal e outros fatores que estão diretamente envolvidos na condição de saúde. A meia vida das proteínas plasmáticas correlaciona-se com a espécie animal e os estados fisiológicos como prenhez, parto e lactação alteram as suas concentrações (JAIN, 1993).

Fisiologicamente, a concentração de proteínas pode decrescer na semana anterior ao parto recuperando-se no pós-parto. Conforme González e Silva (2006), vacas secas podem ter teores mais elevados de proteínas do que vacas em gestação ou lactação. Dietas com deficiência de proteína no início da lactação impedem a recuperação dos níveis sanguíneos proteicos no pós-parto e levam, necessariamente, a redução da produção leiteira.

A diminuição das proteínas totais no plasma está relacionada com deficiência na alimentação, quando descartadas causas patológicas, tais como falhas hepáticas, transtornos renais e intestinais, parasitismo e hemorragias (GONZÁLEZ et al., 2000).

A albumina é a proteína mais abundante no plasma, representa de 50% a 65% do total das proteínas séricas. Tem um peso molecular aproximado de 66 kD. Devido ao seu grande tamanho normalmente fica retida pelos capilares, sendo a primeira proteína a ser perdida a partir do sangue durante as injúrias tissulares. As principais funções da albumina são a regulação e manutenção da pressão colóido-osmótica do plasma e transporte de ácidos graxos livres, ácidos biliares, aminoácidos, metais, hormônios, bilirrubina e microelementos como o cálcio, cobre e zinco (JAIN, 1993). A albumina também tem função importante na regulação do pH sanguíneo atuando como ânion (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A albumina é sintetizada e secretada pelos hepatócitos, sua síntese é controlada pela pressão colóido-osmótica, mas pode ser influenciada pelo estresse, condição geral do fígado, concentração extravascular da albumina, estado de nutrição e por hormônios como a tiroxina, insulina e cortisol. O catabolismo da albumina ocorre em vários tecidos, sendo o tecido muscular, o fígado, e os rins os sítios principais de degradação pela ação da protease. Fatores como a gestação, lactação e idade podem alterar os níveis das proteínas;

na gestação das ovelhas a concentração de albumina pode diminuir na fase intermediária, retornando aos valores de normalidade na fase final (ECKERSALL, 2008). Geralmente, a concentração plasmática de albumina é alterada sob períodos prolongados de deficiência proteica (CONTRERAS et al., 2000).

Segundo Caldeira (2005), a albumina é um indicador de longos períodos de restrição proteica e com isso é um fator muito relacionado ao processo alimentar. Assim, pode-se atribuir o declínio dos níveis deste elemento à má nutrição proteica neste período.

Estudos relataram redução nos metabólitos proteicos, com o avanço da gestação ou da lactação em função de balanço nitrogenado negativo (WITTEWER, 2000; RIBEIRO, 2002). Cardoso et al. (2010) ao estudarem o perfil metabólico de ovelhas no periparto, constataram valores baixos de albumina e uréia, evidenciando balanço proteico inadequado, não contemplando as necessidades nutricionais dos animais no periparto.

Nos rebanhos em que as concentrações de albumina estão dentro do intervalo de referência, ao redor das dez semanas após o parto, observa-se maior produção de leite no período de lactação e melhor fertilidade do que nos rebanhos em que estas concentrações são diminuídas. Quando a ração é deficiente em proteínas, esta diminuição da albumina persiste até por 2-3 meses durante o pós-parto (GONZÁLEZ et al., 2000).

Nos casos de déficit nutricional severo, a albumina é utilizada como fonte proteica e energética, uma vez que a função de transporte torna-se limitada em resposta à diminuição de sua concentração sérica, resultando, dessa forma, em redução da mobilização e do aproveitamento de AGNEs como fonte energética. Por outro lado, o atendimento das necessidades em aminoácidos dos animais permite atingir níveis máximos de síntese de albumina, refletindo em concentrações séricas elevadas, com tendência ao limite máximo dentro do intervalo de referência para espécie. Essas características tornam a albumina um indicador confiável do metabolismo proteico, e sua concentração sérica deve ser determinada para a correta interpretação do status nutricional dos animais (CALDEIRA, 2005).

Ao analisar os constituintes bioquímicos séricos em ovelhas sem raça definida (SRD), no semi-árido nordestino, Pinheiro e Andrioli (2002) verificaram valores de proteína total abaixo da normalidade na fase final de gestação e no início da lactação, quanto as concentrações de albumina, valores abaixo da normalidade foram observados com o início da lactação e concluíram que ovelhas SRD, gestantes e lactantes, apresentam

carência proteica no período de estiagem no semi-árido nordestino, recomendando a suplementação proteica para esta categoria de animais nesta época do ano.

A partir do perfil metabólico, Althaus et al. (1995) avaliaram o nível nutricional de ovelhas Corriedale mantidas em pastagem durante a lactação. Os autores observaram que nos primeiros 60 dias de lactação houve diminuição na concentração sanguínea das proteínas totais e albumina. Por outro lado, foi percebida tendência de aumento nos níveis de triglicérides e colesterol nos primeiros 30 dias da lactação.

### **Uréia**

A concentração de uréia no sangue constitui importante parâmetro avaliador da atividade metabólica proteica do animal. Ela está diretamente relacionada ao aporte de proteína na alimentação e também à relação energia:proteína da dieta, bem como é resultado da absorção de amônia do rúmen e do metabolismo proteico nos tecidos do animal (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2002). Valores baixos de uréia no sangue revelam ingestão deficiente de proteína na dieta (WITTWER, 2000).

A uréia é o metabólito sanguíneo melhor estudado em relação ao status proteico nos ruminantes, pois tem relação direta com a digestão proteica e com o metabolismo dos microrganismos ruminais (HERDT, 2000a). Parte da proteína da dieta é hidrolisada e desaminada pelos microrganismos ruminais gerando peptídeos e amônia livre no rúmen. Uma porção desta última é absorvida e metabolizada em uréia, o restante é incorporado a proteína microbiana ruminal (ARAÚJO, 2009).

A quantidade de amônia convertida em uréia no organismo está relacionada a quantidade total de proteína degradada e a taxa da incorporação de amônia na proteína microbiana, portanto alto consumo de proteína degradada no rúmen, resulta em alta concentração de uréia sérica (HERDT, 2000a).

A uréia responde com rapidez às mudanças no aporte proteico, sendo influenciada também, pelo aporte energético da dieta (CONTRERAS et al., 2000).

Ribeiro et al. (2004), observando o perfil metabólico de ovelhas Border Leicester x Texel no Rio Grande do Sul, encontraram níveis normais de proteínas totais, albumina e uréia, embora esses metabólitos tenham mostrado redução com o avanço da gestação e na lactação.

Balikci et al. (2007), trabalhando com 30 ovelhas Akkaraman, sadias, prenhes de um e dois fetos, observaram aumento nos níveis séricos de uréia por volta de 60 e 100 dias da gestação e declínio por volta dos 150 dias de gestação para ambos os grupos.

## **Creatinina**

A creatinina é derivada, praticamente em sua totalidade, do catabolismo da creatina presente no metabolismo muscular, além de refletir a taxa de filtração renal, de forma que níveis altos de creatinina são indicadores de alteração funcional dos rins (GONZÁLEZ et al., 2000).

A creatina é um metabólito utilizado para armazenar energia no músculo, na forma de fosfocreatina, e sua degradação para creatinina ocorre de maneira constante, ao redor de 2% do total de creatina. A creatinina é formada no tecido muscular pela remoção não enzimática e irreversível do fosfato de fosfocreatina, o qual se origina do metabolismo dos aminoácidos (GONZÁLEZ, 2009).

Sendo um dos produtos do metabolismo nitrogenado, a creatinina é constantemente removida do corpo, através de excreção renal, uma vez que ela não é reabsorvida, nem reaproveitada pelo organismo. A constância na formação e excreção da creatinina faz dela um marcador muito útil de função renal, principalmente da filtração glomerular (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

### **3.1.3 – Perfil Mineral**

Os elementos minerais exercem papel de grande influência sobre a reprodução de ovinos. No entanto, sintomas ou sinais clínicos de deficiências de macrominerais, desequilíbrios ou excessos, em geral não são aparentes até a proximidade ou na sequência do parto. Na fase final de gestação a necessidade por macrominerais é aumentada tanto pela fêmea gestante quanto pelo feto. Desta forma, as reservas corporais serão mobilizadas a fim de atender as exigências, principalmente pelo feto (YILDIZ et al., 2005).

Os minerais necessários aos animais possuem funções essenciais, como na estrutura de órgãos e tecidos, no metabolismo fisiológico, ocorrendo em fluídos corporais e tecidos como eletrólitos, favorecendo a manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-básico, permeabilidade de membranas e transmissão de impulsos nervosos. São importantes catalisadores de biomoléculas (enzimas e hormônios), além de serem responsáveis pela replicação e diferenciação celular (SUTTLE, 2010).

Os elementos minerais desempenham importante papel na regulação das funções fisiológicas relacionadas a produção e reprodução. A gestação e a lactação constituem períodos de estresse metabólico, associadas a alterações no perfil de minerais dependentes do estado reprodutivo dos pequenos ruminantes. Além disso, perdas substanciais de minerais do corpo ocorrem durante a gestação e a lactação devido a maior demanda nestas fases. Portanto, as concentrações de macro e micro-minerais no soro representam mecanismos homeostáticos que estão em uma relação estreita com a regulação hormonal e estado nutricional (ELNAGGEB e ADELATIF, 2010).

O metabolismo de substâncias minerais, que pertencem aos componentes básicos dos órgãos internos, desempenha papel importante na regulação das funções fisiológicas no período puerperal. As suas concentrações na circulação sanguínea representam mecanismos homeostáticos, que estão em estreita relação com a regulação neuro-humoral (KRAJNICÁKOVÁ et al., 2003).

### **Cálcio**

O cálcio é considerado um dos minerais mais importantes na produção de ruminantes, pois desempenha funções importantes no organismo, dentre as quais, manutenção da atividade neuromuscular, da permeabilidade das membranas celulares, condução de impulsos nervosos, contração muscular e coagulação sanguínea (RANKINS JR. et al., 2005; CARLSON, 2006). Por essas razões a concentração de cálcio é mantida dentro de um intervalo relativamente constante, independentemente da variação em seu consumo e excreção. O metabolismo do cálcio é regulado por fatores dietéticos, vitamina D e seus metabólitos ativos e hormônios como o paratormônio e a calcitonina. A concentração de cálcio sérico é mantida por meio da regulação da absorção intestinal, excreção renal e mobilização das grandes reservas ósseas (CARLSON, 2006). O sistema endócrino envolvendo a vitamina D3, o paratormônio (PTH) e a calcitonina, responsáveis pelos níveis sanguíneos de cálcio, atua de forma eficiente para ajustar-se à quantidade de cálcio disponível no alimento e às perdas que acontecem, principalmente na gestação e na lactação (GONZÁLEZ e SHEFFER, 2002).

De acordo com González (2009), o cálcio total, forma como é mensurado rotineiramente no sangue, contém a forma ionizada que é biologicamente ativa e a forma não ionizada, associada a moléculas orgânicas como as proteínas. Estas duas formas estão em equilíbrio e sua distribuição final depende do pH, da concentração de albumina e da

relação ácido-base. A hipoproteinemia, principalmente a hipoalbuminemia, frequentemente resulta em hipocalcemia (CARLSON, 2006).

Uma privação repentina de alimento ou o exercício forçado das ovelhas podem causar acentuada depressão nas concentrações de cálcio no soro. Entretanto, no início da lactação as ovelhas se encontram em estado suscetível a hipocalcemia, pois se mostram em balanço de cálcio negativo (RADOSTITS et al., 2007).

A grande exigência de cálcio sanguíneo pela glândula mamária para produção do colostro e pelo feto para formação do esqueleto, associado a um temporário balanço negativo entre ingestão e exigência ao parto, resulta em baixos níveis séricos deste mineral no período periparto. Baixos níveis de cálcio sanguíneo causam redução na ingestão de alimentos, menor motilidade ruminal e intestinal, decréscimo na produtividade e aumento na suscetibilidade de doenças infecciosas e metabólicas, principalmente hipocalcemia (FRIGOTTO, 2010).

O parto e o início da lactação impõem grandes desafios fisiológicos relacionados ao balanço energético e ao metabolismo do cálcio, que podem resultar em casos de imunossupressão. O início repentino da síntese de leite na glândula mamária resulta em aumento bastante expressivo da demanda de cálcio. Como consequência, as concentrações de cálcio podem decrescer muito durante o parto levando a hipocalcemia clínica. Já a hipocalcemia subclínica é resultado do decréscimo nas concentrações de cálcio do sangue, sendo considerada fator de risco para desordens como deslocamento de abomaso e cetose, pela diminuição das contrações da musculatura lisa sendo essa vital para o funcionamento normal do trato digestivo (GOFF e HORST, 1997). A hipocalcemia subclínica também está relacionada à ocorrência de mastite, pela menor contração da musculatura lisa do esfíncter do teto, causando fechamento insuficiente e favorecendo a invasão de microrganismos oportunistas no canal do teto (GOFF e KIMURA, 2002). Em ovinos, pode ocorrer hipocalcemia em ovelhas gestantes alimentadas com dieta deficiente em cálcio por período prolongado (RADOSTITS et al., 2007).

De acordo com Kadzere et al. (1996) os requisitos de cálcio para a gestação e lactação de ovelhas e cabras são mais elevados que aqueles para a manutenção, o que aumenta a quantidade deste elemento exigida nos tecidos, conseqüentemente o aumento da absorção do cálcio no trato gastrintestinal.

Devido a grande demanda nos dias que antecedem o parto para o feto e a formação do colostro, e pela alta exigência no início da lactação, a concentração de cálcio também pode ser monitorada na primeira semana da lactação (DUFFIELD e LEBLANC, 2009).

Mundim et al. (2007) relataram menor concentração de cálcio ionizado no início da lactação em cabras da raça Saanen, com valores abaixo do intervalo de normalidade para a espécie. Estes autores perceberam também redução gradativa na concentração de cálcio ionizado associadas ao aumento do número de lactações, provavelmente, decorrente da maior eliminação desse elemento no leite, em consequência da maior produção de leite durante a segunda e a terceira lactações.

### **Magnésio**

O magnésio é um macroelemento essencial como cofator enzimático em reações ligadas ao metabolismo dos carboidratos, lipídeos e proteínas. Como a regulação homeostática do magnésio não é muito bem controlada, como é o caso do controle endócrino do cálcio, frequentemente ocorre hipomagnesemia subclínica, que pode complicar-se quando a dieta é deficitária e a demanda alta, principalmente em animais de alta produção leiteira (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Aproximadamente 70% do magnésio do organismo está localizado nos ossos, 29% se localiza nos tecidos moles, e 1% nos fluídos corporais. Este mineral não se acumula nos tecidos dos animais e deve ser fornecido diariamente. No leite, os níveis excretados são baixos e por isso os lactentes podem sofrer transtornos em decorrência de hipomagnesemia (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Os distúrbios no metabolismo do magnésio ocorrem principalmente em bovinos e ovinos (CARLSON, 2006).

Cardoso et al. (2011) observaram que ovelhas primíparas apresentaram concentração sérica de magnésio inferior em momentos diferenciados como no parto, no pico da lactação e no final da lactação, comparadas àquelas apresentadas por ovelhas pluríparas, momentos que caracterizam maior demanda de energia (GONZÁLEZ et al., 2000). No entanto, os valores encontrados estavam dentro dos valores de normalidade descritos por González et al. (2000).

### **Cobre**

O cobre é importante componente de algumas metaloproteínas, muitas das quais são enzimas vitais. Este microelemento também participa da hematopoiese por favorecer a

absorção intestinal de ferro, bem como sua mobilização (KANeko et al., 2008).

Na maioria das espécies animais a taxa de absorção do cobre pelo intestino é baixa, sendo de 5-10% em adultos e de 15-30% nos jovens. Como ocorre com o zinco, a taxa de absorção está influenciada pela necessidade do organismo, pela forma química do elemento e pela quantidade de outros minerais que podem exercer efeito antagônico. O órgão de maior concentração do cobre é o fígado e esta, diminui com o avançar da idade. Os ovinos constituem exceção, pois a concentração do cobre hepático aumenta com a idade (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Em ovelhas com casos subclínicos de mastite Lamand e Levieux (1981), relataram elevação significativa nos níveis de cobre sérico, que persistiu ao longo do tempo, mesmo durante o período de convalescença dos animais após o tratamento, enquanto que os níveis de zinco diminuíram com a dinâmica da infecção. Um fator que possa explicar o aumento dos níveis de cobre sérico, observado nas ovelhas com mastite, seria a relação deste elemento mineral com a ceruloplasmina, proteína de fase aguda produzida pelo fígado que está associada com 90% do cobre presente no plasma/soro, cuja síntese está marcadamente elevada como consequência da infecção intramamária, pela qual provoca uma redistribuição do teor de cobre hepático para o plasma (COSTA, 2009).

## **Zinco**

O zinco participa como cofator ou ativador de várias enzimas, principalmente de DNA e RNA polimerases, sendo, portanto, participante de processos de proliferação celular e síntese de proteínas. Outra função do zinco está relacionada com a integridade do sistema imunológico, principalmente pela sua participação na proliferação de linfócitos. Desta forma, a sua deficiência pode estar relacionada à diminuição da competência imunológica (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

O zinco parece ter um controle homeostático bastante eficiente, mediante diferenças na taxa de absorção no intestino, a qual pode aumentar a 100% em situações de deficiência.

## **Ferro**

O ferro é um componente importante de algumas metaloproteínas não enzimáticas, tais como hemoglobina, mioglobina, ferredoxina e ferritina, e também algumas enzimas (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). O ferro da hemoglobina representa aproximadamente 60%

do Fe orgânico total. Assim, qualquer fator que influencia o nível de hemoglobina no sangue compromete sobretudo os níveis deste no organismo (SWENSON e REECE, 1996).

A homeostase do ferro ocorre primariamente por ajuste da absorção intestinal (GONZÁLEZ e SILVA, 2006), de forma que a absorção a partir da dieta depende da idade, da espécie animal, das reservas de ferro, alterações na taxa de eritropoiese, hipóxia, processos inflamatórios e a gestação, bem como a quantidade e forma química de ferro ingerido (KANEKO et al., 2008).

De acordo com Brown (1998) vários estudos experimentais, tanto em animais de laboratório quanto humanos, têm consistentemente demonstrado um declínio na concentração plasmática de zinco pouco tempo após o início de uma ampla gama de infecções febris ou a administração de endotoxinas bacterianas. Estas alterações estão associadas com simultânea diminuição nos teores séricos de ferro, elevação dos níveis de cobre e de proteínas plasmáticas relacionadas com processo inflamatório infeccioso.

Alterações nos teores séricos de alguns minerais como cobre, ferro e zinco são relatados como consequências de enfermidades infecciosas de ruminantes, entre as quais a mastite (COSTA et al., 2010).

## **Sódio**

O sódio é o principal íon presente no líquido extracelular (LEC) e importante componente do esqueleto. Cerca de 45% do estoque corpóreo de sódio encontra-se no LEC, 45% nos ossos e somente 10% é intracelular (REECE, 2006). Grande parte do volume de LEC e a osmolaridade do plasma é determinada pela concentração de sódio (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

O íon sódio é essencial para a regulação da pressão osmótica, para o equilíbrio ácido-básico, à transmissão dos impulsos nervosos e aos processos de absorção de monossacarídeos, aminoácidos, e sais biliares. O aumento de sódio resulta no desenvolvimento da hipertensão ou formação de edema. A hiponatremia ocorre em casos de distúrbios gastrintestinais, hiperglicemia e lipemia. Por ser uma das carências mais comuns, também é a mais fácil de ser corrigida, bastando apenas suplementar a dieta com sal comum (NaCl) e, no caso de ovinos, com sal mineral (TOKARNIA et al., 1999).

O nível de sódio dentro das células é mantido baixo devido a membrana celular relativamente impermeável à entrada deste e a bomba de sódio que o retorna para o líquido

extracelular. Os rins regulam a quantidade de sódio no organismo, controlando também a de água, mantendo assim a concentração plasmática deste íon dentro de limites estreitos, apesar das flutuações devido à ingestão diária (GONZÁLEZ e SILVA, 2006)

### **Potássio**

O potássio constitui o principal cátion do líquido intracelular (LIC), e 89% do conteúdo total de potássio está localizado no interior das células (REECE, 2006), constituindo o cátion intracelular mais abundante do organismo (GONZÁLEZ e SILVA, 2006; SUTTLE, 2010).

O potássio é necessário nas funções vitais como o equilíbrio osmótico, iônico, ácido-básico e hídrico. Atua como um íon intracelular além de ser co-fator em muitos sistemas enzimáticos como transferência e utilização de energia, síntese de proteína e metabolismo de carboidratos (CARLSON, 2006).

Na maioria dos animais, a concentração de potássio no interior da célula é similar a concentração de sódio fora da célula. Este cátion, quando presente no fluido extracelular, está relacionado ao processo de estimulação nervosa e muscular. A concentração sérica deste elemento é controlada através de sua contínua filtração pelos rins (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Qualquer situação patológica que interfira na absorção e ou reabsorção deste eletrólito no rim ou qualquer situação, que implique em perda de líquidos corporais ricos em potássio alteram a concentração sérica (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). A hipocalemia pode resultar da exaustão das reservas corporais de potássio ou da redistribuição deste íon do LEC para o LIC. A hipocalemia está geralmente associada ao consumo e absorção alterados e à perda excessiva pelo trato gastrointestinal (CARLSON, 2006).

Vários autores relataram valores de sódio e potássio séricos dentro da normalidade em cabras e ovelhas durante a gestação e a lactação, embora algumas flutuações fossem observadas (ALTHAUS et al., 1995; KADZERE et al., 1996; KRAJNICĀKOVÁ et al., 2003; DIAS et al., 2010; WAZIRI et al., 2010). A diminuição nos teores de sódio e potássio no final da gestação, com recuperação durante a lactação foram relatadas em ovelhas por Yildiz et al. (2005), atribuindo a perda desses íons à formação do colostro ou decorrente da manutenção da relação constante destes íons no fluido extracelular.

### **3.2 Período de Transição / Ocorrência de enfermidades**

O período de transição compreende as três semanas pré e pós-parto (GRUMMER, 1995) e é considerado crítico para a saúde e a produtividade do rebanho, pois o animal passa do estado fisiológico gestante não lactante para lactante. Essa transição é marcada por grandes mudanças endócrinas e metabólicas. Na fase pré-parto os estoques maternos de nutrientes são direcionados para o crescimento e sobrevivência fetal, a formação do colostro e a preparação da glândula mamária para o início da lactação e, na fase pós-parto, o metabolismo materno está inteiramente voltado para a síntese de leite (ARTUNDUAGA et al., 2011). Semelhantemente ao que ocorre nas vacas, o período de transição nas ovelhas, é talvez o mais importante, não apenas pelas doenças metabólicas de comum ocorrência durante este período, mas por toda a influência que exerce sobre a sobrevivência das crias, a produção e o desempenho da lactação. No periparto os animais são submetidos a intensas alterações metabólicas relacionadas ao final do período de gestação e início da produção de leite, repercutidas em uma série de alterações sistêmicas em que a imunodepressão pode estar presente predispondo o aparecimento de processos infecciosos, inclusive a mastite (MALLARD et al. 1998).

Segundo Mota et al. (2006), as mudanças no estado fisiológico no período de transição ocorrem a fim de preparar a fêmea para o parto e lactogênese. Essa transição metabólica ocorre gradualmente, e envolve alterações no fígado, tecido adiposo, músculo esquelético, secreções e ação de muitos hormônios, envolvidos no parto e lactação.

No período de transição a mudança brusca nas exigências nutricionais não é compensada pela ingestão de matéria seca, a qual é reconhecida por estar diminuída no neste período. Assim, tanto no pré quanto no pós-parto, observa-se desequilíbrio entre as necessidades do animal e o consumo de nutrientes, fazendo com que as necessidades energéticas e proteicas sejam supridas pela mobilização de reservas corporais (GONZÁLEZ et al., 2000), o que leva o animal a apresentar o quadro conhecido como balanço energético negativo (BEN), que é normalmente observado no periparto (ARTUNDUAGA et al., 2011).

O BEN é um processo de adaptação complexo que inclui ajuste integrado entre processos, tais como gliconeogênese, glicogenólise, lipólise, metabolismo de proteínas, entre outros, podendo variar de intensidade conforme o padrão genético dos animais. Esses ajustes têm o objetivo de adaptar o animal o mais rápido possível ao novo estado fisiológico. No entanto, o excessivo BEN predispõe o animal à manifestação de doenças de

origem metabólica, como hipocalcemia, acetonemia clínica e subclínica, hipomagnesemia e afecções do pós-parto imediato, como o deslocamento de abomaso, a retenção de placenta, a metrite e a mastite, entre outras (ARTUNDUAGA et al., 2011).

Durante o período de transição, o estado imunológico fica comprometido e a função dos neutrófilos e dos linfócitos sanguíneos prejudicadas, assim como a concentração de outros componentes do sistema imune (GOFF e HORST, 1997). Ainda não se sabe como ocorre o comprometimento da função imunológica, no entanto pesquisas sugerem relação dessa depressão com o estado nutricional e fisiológico em que se encontra a fêmea (MOTA et al., 2006).

A presença de enfermidades metabólicas e infecciosas no rebanho, dentre as quais a mastite, representa prejuízos para o produtor, bem como a ocorrência de transtornos inerentes ao bem-estar animal. A existência de ferramentas para a vigilância da condição de higiene e para a identificação precoce de alterações metabólicas dos rebanhos poderá ser um componente útil em um programa de sanidade, particularmente no período de transição em que a imunodepressão pode estar presente predispondo o aparecimento de processos infecciosos, inclusive a mastite (MALLARD et al., 1998).

A ocorrência de mastite determina mudanças na concentração dos principais componentes do leite, como proteína, gordura, lactose, minerais e enzimas. Os principais fatores relacionados à alteração dos componentes do leite são as lesões nas células produtoras de leite, que podem resultar em alterações da concentração de lactose, proteína e gordura, e aumento da permeabilidade vascular, que determina o aumento da passagem de substâncias do sangue para o leite, tais como sódio, cloro, imunoglobulinas e outras proteínas séricas (CUNHA et al., 2008; COSTA et al., 2010). A presença de infecção bacteriana na glândula mamária causa sérios danos ao epitélio ductal e secretor sobre as junções celulares, com aumento de permeabilidade dos capilares sanguíneos, comprometimento da osmolaridade e alterações na composição do leite (EL ZUBEIR et al., 2005; SANTOS et al., 2007).

### **3.3 Metabólitos sanguíneos no leite**

O monitoramento da composição do leite permite identificar eventuais disfunções metabólicas que estejam ocorrendo em fêmeas em lactação e que passam a comprometer a qualidade da secreção láctea. As alterações metabólicas refletem diretamente na composição final do leite (GAONA, 2005).

Existe um equilíbrio isotônico entre o sangue e o leite, embora não exista o mesmo equilíbrio entre os componentes individuais nesses fluídos. A glândula mamária obtém do sangue 80% dos compostos primários para a síntese do leite. Dentro da dinâmica dos fluídos corporais o leite apresenta um excelente meio para conhecer estados metabólicos-nutricionais, uma vez que se trata de uma secreção obtida por filtração sanguínea. Muitos metabólitos são secretados no leite e outros utilizam esta via como rota de excreção, de forma que sua mensuração pode indicar o grau do metabolismo realizado (GONZÁLEZ e CAMPOS, 2003).

O aumento na incidência de enfermidades metabólicas nos animais de alta produção, especialmente no início da lactação, faz com que sejam necessários métodos analíticos rápidos, econômicos e seguros, que possam identificar mudanças na composição do leite, ou a presença de metabólitos que possam informar sobre distúrbios metabólicas ( $\beta$ -hidroxibutirato, acetona, fosfato, potássio) ou que possam indicar alterações na barreira sangue-leite que, em geral, indicam alteração na fisiologia da glândula mamária.

Os corpos cetônicos são solúveis no plasma e não requerem proteínas transportadoras, ultrapassam facilmente a glândula mamária e sua determinação pode ser realizada no leite. Os valores médios de corpos cetônicos no leite têm alta correlação com os valores no plasma (GEISHAUSER et al., 2000). Valores no leite de  $\beta$ -hidroxibutirato de 0,5 a 1,0mmol/L foram relatados como normal em vacas (GONZÁLEZ e CAMPOS, 2003).

A mastite acarreta uma série de alterações, tanto na composição como nas características físico-químicas do leite. Estas alterações podem ser atribuídas a três fatores principais: alterações na permeabilidade vascular devido ao processo inflamatório; lesão do epitélio secretor responsável pela síntese de alguns componentes específicos do leite e ação de enzimas de origem das células somáticas e microrganismos presentes no leite (FONSECA e SANTOS, 2000)

A mastite é causa primária de elevação dos níveis de células somáticas e ambas comprometem tanto a quantidade, quanto a qualidade do leite. O aumento na contagem de células somáticas (CCS) no leite está associada à alterações na qualidade das proteínas, composição dos ácidos graxos, lactose e concentrações de íons e minerais (SHITANDI et al., 2005).

No leite de um animal com mastite observa-se decréscimo nos teores de lactose. Considerando que a lactose desempenha um papel fundamental para o equilíbrio osmótico

do leite em relação ao sangue, logicamente existe um mecanismo de compensação para restabelecer esse equilíbrio pelo aumento da passagem de íons sódio e cloreto, alterando a composição láctea. Ainda em termos de composição mineral do leite, a ocorrência de mastite determina diminuição acentuada na concentração de cálcio, que é considerado um componente nobre, seguida de redução também nos níveis de potássio (FONSECA e SANTOS, 2000). O cálcio é um dos principais minerais encontrados no leite e está basicamente associado às micelas de caseína, os valores deste mineral no soro lácteo são inferiores quando comparado ao leite total.

Segundo Dürr et al., (2001), a inflamação da glândula mamária, reduz a síntese de gordura, caseína e lactose, reduz os teores médios de cálcio e potássio e aumenta a passagem do sangue para o leite das soroproteínas, da albumina, do sódio e do cloro.

El Zubeir et al. (2005) e Zafalon et al. (2005) avaliaram as consequências da mastite sobre os macrominerais no leite e observaram diminuição significativa nos teores de potássio, cálcio e magnésio, enquanto os níveis de sódio apresentaram elevação no leite. Estes autores concluíram que as alterações nos níveis de macrominerais, especialmente o aumento do sódio e diminuição do potássio, constituem importantes indicadores da ocorrência de infecção da glândula mamária.

#### 4. REFERÊNCIAS

ABDELRAHMAN, M. M.; ABO-SHEHADA, M. N.; MESANAT, A.; MUKBEL, R. The requirements of calcium by Awassi ewes at early lactation. **Small Ruminant Research**, v. 45, p. 101–107, 2002.

AFONSO, J. A. B. Doenças carenciais e metabólicas e sua influência na exploração de caprinos e ovinos. In: Seminário Norte-Rio Grandense de Caprinocultura e Ovinocultura, v.1., 2005, Mossoró. **Anais...** Mossoró: [s.n.], 2005.

ALTHAUS, R. L.; ROLDÁN, V.; SCAGLIONE, L.; ELIZALDE, E.; JORGE, S; MALINSKAS, G. Perfíles metabólicos en ovejas lactantes Corriedale: variación durante la lactancia. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.15, p.1055-1058, 1995.

ANGULO, L. M., ÁLVAREZ, J. C., GARAY, O. V. Análisis del perfil metabólico de hembras ovinas criollas gestantes em condiciones de pastoreo extensivo. **Revista Científica, FCV-LUZ**. v. 21, n. 4, p. 335-339, 2011.

ARAÚJO, T. P. **Demanda por microcrédito em três arranjos produtivos de Pernambuco: apicultura, bacia leiteira e caprinocultura**. Fundaj, Ed. Massangana, Recife, p. 139, 2006.

ARAÚJO, A. S. C. **Estudo comparativo do perfil metabólico e hormonal de ovelhas com gestação única, gemelar e não gestantes alimentadas com dieta de alta densidade energética**. 2009. p. 212. Dissertação (Mestrado em Clínica médica veterinária) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

ARTUNDUAGA, M. A. T.; COELHO, S. G.; LANA, A. M. Q.; CAMPOS, B. G.; REIS, R. B.; SATURNINO, H. M.; FORTES, R. V. S.; COSTA, H. N. Incidência de doenças no pós-parto de primíparas da raça Holandesa alimentadas com diferentes fontes energéticas durante o período de transição. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.616-623, 2011.

BALIKCI, E.; YILDIZ, A.; GÜRDOĞAN, F. Blood metabolite concentration during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. **Small Ruminant Research**, v.67, p. 247-251, 2007.

BERMUDES, R. F.; LÓPEZ, J.; GALLARDO, M.; SILVA, J. H. S.; CUATRIN, A. Gordura protegida na dieta de vacas de alta produção a campo, em alfafa verde ou pré-secada, na fase inicial de lactação. Parâmetros plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 405-410, 2003.

BEZERRA, L. R. **Desempenho e comportamento metabólico de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes concentrações de *Spirulina platensis* diluída em leite de vaca**. 2006. 41f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no semi-árido) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2006.

BRAUN, J. P.; TRUMEL, C.; BÉZILLE, P. Clinical biochemistry in sheep: A selected review. **Small Ruminant Research**, v. 92, p. 10–18, 2010.

BRITO, M. A.; GONZÁLEZ, F. D.; RIBEIRO, L. A., CAMPOS, R., BARBOSA, P. R., BERGMAN, G. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e lactação. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 1-7. 2006.

BROWN, K. H. Effect of infections on plasma zinc concentration and implications for zinc status assessment in low-income countries. **American Journal of Clinical Nutrition**, 68(suppl): p. 425S–429S, 1998.

CALDEIRA, R. M.; BELO, A. T.; SANTOS, C. C.; VAZQUES, M. I.; PORTUGAL, A. V. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. **Small Ruminant Research**, v.68, p.233-241, 2007.

CALDEIRA, R. M. Monitoração da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 100 (555-556), p. 125-139, 2005.

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

CANTLEY, C. E. L.; FORD, C. M.; HEATH, M. F. Serum fructosamine in ovine pregnancy toxemia: A possible prognostic index. *Veterinary Record*, v. 128, n. 6, p. 525-526, 1991.

CARDOSO, E. C.; OLIVEIRA, D. R.; BALARO, M. F. A.; RODRIGUES, L. F. S.; BRANDÃO, F. Z. Índices produtivos e perfil metabólico de ovelhas Santa Inês no pós-parto no nordeste do Pará. *Revista Brasileira Ciência Veterinária*, v. 18, n. 2/3, p. 114-120, maio/dez. 2011.

CARDOSO, E. C.; OLIVEIRA, D. R.; DOURADO, A. P.; ARAÚJO, C. V.; ORTOLANI, E. L.; BRANDÃO, F. Z. Peso e condição corporal, contagem de OPG e perfil metabólico sanguíneo de ovelhas da raça Santa Inês no periparto, criadas na região da Baixada Litorânea do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira Ciência Veterinária*, v. 17, n. 2, p. 77-82, maio/ago. 2010.

CARLSON, G. P. Testes Bioquímicos. In: SMITH, B. P. *Medicina Interna de Grandes Animais*. 3 ed. São Paulo: Manole, p. 389-412, 2006.

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

CONTRERAS P.; MOLLER, I.; WITWER F.; TADICH N. Concentraciones sanguíneas de glucosa, colesterol, cuerpos cetónicos y actividad de aspartato aminotransferasa en ovejas con gestación única y gemelar en pastoreo rotacional intensivo. *Archivos de Medicina Veterinaria*, v. 22, p. 65-69, 1990.

CONTRERAS, P.A., WITWER, F.; BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELOS, J.O.,

OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. p.75-88, 2000.

CORRÊA, M. N.; GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C.; **Transtornos Metabólicos nos Animais Domésticos.** Pelotas - RS: Editora e Gráfica Universitária, p. 520, 2010.

COSTA, N. A. **Estudo do proteinograma e dos minerais cobre, ferro e zinco no soro de ovelhas da raça Santa Inês com mastite induzida experimentalmente com *staphylococcus aureus*.** 2009. 91f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Ciência Veterinária – UFRPE. Recife, 2009.

COSTA, N. A.; SIMÃO, L. C. V.; SANTOS, R. A.; AFONSO, J. A. B.; FAGLIARI, J. J.; CARDOSO, E. C.; SOARES, P. C.; MENDONÇA, C. L. Proteinograma e teores de cobre, ferro e zinco no soro sanguíneo de ovelhas da raça Santa Inês com mastite experimental por *Staphylococcus aureus*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 435-442, 2010.

CUNHA, R. P. L.; MOLINA, L. R.; CARVALHO, A. U.; FACURY FILHO, E. J.; FERREIRA, P. M.; GENTILINI, M. B. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.19-24, 2008.

DEL VALLE, J.; WITWER, F; HERVÉ, M. Estudio de los perfiles metabólicos durante los períodos de gestacion y lactancia em ovinos Romney. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 15, n. 2, p. 65-72, 1983.

DIAS, I. R.; VIEGAS, C. A.; SILVA, A. M.; PEREIRA, H. F.; SOUSA, C. P.; CARVALHO, P. P.; CABRITA, A. S.; FONTES, P. J.; SILVA, S. R.; AZEVEDO, J. M. T. Haematological and biochemical parameters in Churra-da-Terra-Quente ewes from the northeast of Portugal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.265-272, 2010.

DUFFIELD, T.F., LEBLANC, S. J. Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period. **Southwest Nutrition and Management Conference**, p.106-114, 2009.

DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S.; MORO, D. V. Determinação laboratorial dos componentes do leite. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W. FONTANELI, R. S. (Eds.). **Uso do leite para monitorar a nutrição de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p 22-28, 2001.

ECKERSALL, P. D. Proteins, Proteomics, and the Dysproteinemia, In: KANEKO. J. J.; HARVEY J. W.; BRUSS M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**, 6.ed. San Diego: Academic Press, p. 117-155, 2008.

ELNAGGEB, M. E.; ADELATIF, A. M. The minerals profile in desert ewes (*Ovis aries*): Effects of pregnancy, lactation and dietary supplementation. **American-Eurasian journal of agricultural & environmental sciences**, v. 7, n. 1, p.18-30, 2010.

EL-SHERIF, M. M. A.; ASSAD, F. Changes in some blood constituents of Bark ewes during pregnancy and lactation under semi arid conditions. **Small Ruminant Research**, v.40, p. 269-277, 2001.

EL ZUBEIR, I. E. M.; ELOWNI, O. A. O.; MOHAMED, G. E. Effect of mastitis on macro-minerals of bovine milk and blood serum in Sudan. [Journal of the South African Veterinary Association](#), v.76, n. 1, p. 22-25, 2005.

FILIPOVIĆ, N.; STOJEVIĆ, Z.; MASEK, T.; MIKULEC, Z.; PRVANOVIĆ, N. Relationship between fructosamine with serum protein, albumin and glucose concentrations in dairy ewes. **Small Ruminant Research**, v. 96, p. 46-48, 2011.

FIRAT, A.; ÖZPINAR, A. Metabolic profile of pre-pregnancy, pregnancy and early lactation in multiple lambing Sakiz ewes. Changes in plasma glucose, 3-hydroxybutyrate and cortisol levels. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 46, p. 57–61, 2002.

FONSECA, F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000, 175p.

FRIGOTTO, T. A. O. **Monitoramento clínico e produtivo de vacas leiteiras no período de transição**. 2010. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná.

GAONA, R. C. **Modelagem da composição química do leite através de indicadores metabólicos em vacas leiteiras de alta produção**. 2005. 114f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias – UFRGS. Porto Alegre, 2005.

GEISHAUSER, T.; LESLIE K.E.; KELTON D.F.; DUFFIELD, T. Evaluation of eight cowside test for use with milk to detect subclinical ketosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.438-443, 2000.

GODOY, M. M.; ALVES, J. B.; MONTEIRO, A. L. G. VALÉRIO FILHO, W. V. Parâmetros reprodutivo e metabólico de vacas da raça Guzerá suplementadas no pré e pós-parto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 103-111, 2004.

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

GOFF, J. P.; KIMURA, K. Metabolic diseases and their effect on immune function and resistance to infectious disease. Proceedings of the 41 st Annual Meeting of National Mastitis Council. **Annals ...** p. 88-100, 2002.

GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; PATIÑO, H. O.; 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, 108p.

GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. O leite como indicador metabólico-nutricional em vacas. **A Hora Veterinária**, v.22, p.36-38, 2003.

GONZÁLEZ F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S. (Eds.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001. 77p.

GONZÁLEZ, F. H. D. Ferramentas de diagnóstico e monitoramento das doenças metabólicas. VIII Congresso Brasileiro de Buiatria, **ANAIS. Ciência Animal Brasileira**, Suplemento 1, 2009.

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

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, Gramado. **Anais...** Porto Alegre, v.29, p.5-17, 2002.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, p. 358. 2006.

GONZÁLEZ, F. H. D. Variações no perfil metabólico e desempenho reprodutivo de vacas Holandesas com diferentes níveis de produção de leite no Rio Grande do Sul. **Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 52-64, 1998.

GREEN, T. J. Use of somatic cell counts for detection of subclinical mastitis in ewes. **Veterinary Record**, v. 114, n. 2, p. 43, 1984.

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

GUARANÁ, E. L. S.; SANTOS, R. A.; SIQUEIRA CAMPOS A. G. S.; SILVA, N. S.; AFONSO, J. A. B.; MENDONÇA, C. L. Dinâmica celular e microbiológica do leite de ovelhas Santa Inês acompanhadas durante a lactação **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.31, n.10, p. 851-858, 2011.

HEALY, P. J.; FALK, R. H. Values of some biochemical constituents in the serum of clinically-normal sheep. **Australian Veterinary Journal**. v. 50, p.302-305, 1974.

HERDT, T. H. Ruminant adaptations to negative energy balance: influences on the etiology of ketosis and fatty liver. **Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, n. 16, p. 215-230, 2000a.

HERDT, T. H. Variability characteristics and test selection in herd level nutritional and metabolic profile testing. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Pract**, v. 16, p. 387-403, 2000b.

HOLTENIUS, K.; PERSSON WALLER, K.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B.; HOLTENIUS, P.; HALLÉN SANDGREN, C. Metabolic parameters and blood leukocyte profiles in cows from herds with high or low mastitis incidence. **The Veterinary Journal**, v. 168, p. 65–73, 2004.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção pecuária municipal**, Rio de Janeiro, v. 39, p.1-63, 2011.

JAIN, N. C. **Schalm's veterinary hematology**. 4ed.; Philadelphia: Lea & Febinger, 1993, 417 p.

KADZERE, C. T.; LLEWELYN, C. A.; CHIVANDI, E. Plasma progesterone, calcium, magnesium and zinc concentrations from oestrus synchronization to weaning in indigenous goats in Zimbabwe. **Small Ruminat Research**, v. 24, p. 21-26, 1996.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**, 6.ed. San Diego: Academic Press, 2008, 916p.

KARAPEHLIVAN, M.; ATAKISI, E.; ATAKISI, O.; YUCAYURT, R.; PANCARCI, S. M. Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. **Small Ruminant Research**, v. 73, p. 267-271, 2007.

KRAJNICÁKOVÁ, M.; KOVÁČ, V.; KOSTECKÝ, M.; VALOCKÝ, I.; MARAČEK, I.; SUTIAKOVÁ, I.; LENHARDT, L. Selected clinic-biochemical parameters in the puerperal period of goats. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy**, v. 47, p. 177-182, 2003.

LAMAND, M.; LEVIEUX, D. Effects of infection on plasma levels of copper and zinc in ewes. **Annales de Recherches Veterinaires**, v. 12, n. 2, p. 133-136, 1981.

LEITE, E. R.; SIMPLÍCIO, A. A. **Importância econômica da produção de caprinos e ovinos no Nordeste Brasileiro**. Embrapa Caprinos, 2010. Disponível em <<http://www.cnpc.embrapa.br/pesquisa&desenvolvimento/orientaçõeestécnicas>> Acesso em 04/08/2010.

LYNCH, G. P.; JACKSON JR, C. A method for assessing the nutritional status of gestating ewes. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 63, p. 603-611, 1983.

MALLARD B. A.; DEKKERS, J. C.; IRELAND, M. J.; LESLIE, K. E.; SHARIF, S.; LACEY VANKAMPEN, C.; WAGTER, L.; WILKIE, B. N. Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 2, p. 585-595, 1998.

MELO C. B.; ALMEIDA B. M.; OLIVEIRA A. A.; AZEVEDO H. C.; MELO L. S. S. MATA S. S. Avaliação de uma metodologia profilática contra a mastite clínica em ovelhas da raça Santa Inês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 1011-1013, 2008.

MENZIES, P. I. Mastitis of Sheep - overview of recent literature. In: **Proceedings of the 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium**, Canadá, p. 60-68, 2000.

MENZIES, P. I.; RAMANOON, S. Z. Mastitis of sheep and goats. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 1, p. 333-358, 2001.

MEXIA, A. A.; MACEDO, F. A. F.; ALCALDE, C. R.; SAKAGUTI, E. S.; MARTINS, E. N.; ZUNDT, M.; YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, R. M. G. Desempenho reprodutivo e produtivo de ovelhas Santa Inês suplementadas em diferentes fases da gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 658-667, 2004.

MOTA, M. F.; PINTO-NETO, A.; SANTOS, G. T.; FONSECA, J. F.; CIFFONI, E. M. G. Período de transição na vaca leiteira. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v. 9, n. 1, p.77-81, 2006.

MOYES, K. M.; LARSEN, T.; FRIGGENS, N. C.; DRACKLEY, J. K.; INGVARTSEN, K. L. Identification of potential markers in blood for the development of subclinical and clinical mastitis in dairy cattle at parturition and during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 11, p. 5419-5428, 2009.

MUNDIM, A. V.; COSTA, A. S.; MUNDIM, S. A. P.; GUIMARÃES, E. C.; ESPINDOLA, F. S. Influência da ordem e estágio da lactação no perfil bioquímico sanguíneo de cabras da raça Saanen. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 306-312, 2007.

OLIVEIRA, D. R.; CARDOSO, E. C.; DOURADO, A. P.; BRANDÃO, F. Z.; ORTOLANI, E. L.; MINERVINO, A. H. H.; ARAÚJO, C. V.; OLIVEIRA, J. S. K. Perfil metabólico de ovelhas da raça Santa Inês durante o período periparto na baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro: proteína, energia e minerais.. In: CONBRAVET, 2008, Gramado. Anais do 35º **Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**, 2008.

OLIVEIRA, L. G. L. **Aspectos clínico-epidemiológicos e etiológicos da mastite clínica em ovelhas da raça Santa Inês no Agreste Meridional do Estado de Pernambuco**. 2007. 47p. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) – Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Medicina Veterinária, Recife, 2007.

ÖZPINAR, A.; FIRAT, A. Metabolic profile of pre-pregnancy, pregnancy and early lactation in multiple lambing Sakiz ewes. Changes in plasma progesterone, estradiol-17 $\beta$  and cholesterol levels. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 47, p. 139–143, 2003.

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

PEIXOTO, A. O. P.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 299-304, 2007.

PICCIONE, G.; CAOLA, G.; GIANNETTO, C.; GRASSO, F.; RUNZO, S. C.; ZUMBO, A.; PENNISI, P. Selected biochemical serum parameters in ewes during pregnancy, post-parturition, lactation and dry period. **Animal Science Papers and Reports**, v. 27, n. 4, p. 321-330, 2009.

PINHEIRO, R. R.; ANDRIOLI, A. Constituintes bioquímico-séricos em ovinos sem raça definida (SRD) no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 24, n. 2, p.65-66, 2002.

PULLEN, D.L.; PALMQUIST, D.L.; EMERY, R.S. Effects on day of lactation and methionine hydroxy analog on incorporation of plasma fatty acids into plasma triglycerides. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.1, p.49-58, 1989.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C; HINCHCLIF, K. W.; CONSTABLE, P. D.; **Veterinary Medicine**. 10 ed., London: Saunders Elsevier, 2007, 2156p.

RANKINS JR, D. L.; RUFFIN, D. C.; PUGH, D. G. Alimentação e Nutrição In: PUGH, D. G. **Clínica de Ovinos e Caprinos**. 1 ed. São Paulo, Ed. Roca. 2005. p. 21-66.

REECE, W. O. Dukes: **Fisiologia dos animais domésticos**. 12 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2006, 926p.

RIBEIRO, L. A. O.; MATTOS, R. C.; GONZALEZ, F. H. D.; WALD, V. B.; SILVA, M. A.; LA ROSA, V. L. Perfil metabólico de ovelhas Border Leicester x Texel durante a gestação e a lactação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v. 99, n. 551, p. 155-159, 2004.

RIBEIRO, L. A. O. **Perdas reprodutivas em ovinos no Rio Grande do Sul determinadas pelas condições nutricionais e de manejo no encarneamento e na gestação**. 2002. 106f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RUSSEL, A. J. F. Nutrition of pregnant ewe. In: BODEN, D. (Ed). **Sheep and goat practice**. London: Baillière Trindall, p. 29-39, 1991.

SALFER, J. A.; LINN, J. G.; OTTERBY, D. E. HANSEN, W.P.; JOHNSON D. G. Early lactation responses of holstein cows fed a rumen-inert fat prepartum, postpartum, or both. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.2, p.368-377, 1995.

SANTOS, F. C. O.; MENDONÇA, C. L.; SILVA FILHO, A. P. S.; CARVALHO, C. C. D.; SOARES, P. C.; AFONSO, J. A. B. Indicadores bioquímicos e hormonais de casos naturais de toxemia da prenhez em ovelhas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 11, p. 974-980, 2011.

SANTOS, H. C. **Mastite clínica em ovelhas da raça Santa Inês no Semi-árido da Paraíba**. 2008. 36p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária de Ruminantes e Eqüídeos), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande – PB, 2008.

SANTOS, R. A.; CAMPOS, A. G. S. S.; AFONSO, J. A. B.; SOARES, P. C.; MENDONÇA, C. L. Efeito da administração de propileno glicol e cobalto associado à vitamina B12 sobre o perfil metabólico e a atividade enzimática de ovelhas da raça Santa Inês no periparto. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32 (Supl.1), p.60-66, 2012.

SANTOS, R. A.; MENDONÇA, C. L.; AFONSO, J. A. B; SIMÃO, L. C. V. Aspectos clínicos e características do leite em ovelhas com mastite induzida experimentalmente com *Staphylococcus aureus*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 6-12, 2007.

SHITANDI, A.; OGOLLAH, H.; NANUA, J. N. Effect of subclinical mastitis on milk composition in the kenyan smallholder dairy herds. **African Crop Science Conference Proceedings**, v. 7, p. 545-550, 2005.

SMITH, M. C.; SHERMAN, D. M. **Goat medicine**. 2 ed. Iowa: Lea & Febiger, 2009. 871p.

SUTTLE, N. F. **Mineral Nutrition of Livestock**. 4 ed. Ed. Commonwealth Agricultural Bureaux International, Oxfordshire, UK, 2010. 579p.

SWENSON, M.; REECE, W. Dukes: **Fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1996, 856p.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S. S.; PEIXOTO, P. V. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos - revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.19, n. 2, p. 47-62, 1999.

VAN SAUN, R. J. Blood profiles as indicators of nutritional status. Corvallis, Oregon USA: Department of Large Animal Clinical Sciences. **Advances in Dairy Technology**. v. 12, p. 401-410, 2000.

YILDIZ, A.; BALIKCI, E.; GURDOGAN, F. Serum mineral levels at pregnancy and postpartum in single and twin pregnant sheep. **Biological Trace Element Research**, v. 107, p. 247 – 254, 2005.

WATKINS, G. H.; BURRIEL, A. R.; JONES, J. E. A field investigation of subclinical mastitis in sheep in southern England. **British Veterinary Journal**, v. 147, n. 5, p. 413-420, 1991.

WAZIRI, M. A.; RIBADU, A. Y.; SIVACHELVAN, N. Changes in the serum proteins, hematological and some serum biochemical profiles in the gestation period in the Sahel goats. **Veterinarski arhiv**, v. 80, n.2, p. 215-224, 2010.

WITTWER, F.; CONTRERAS, P. A. Empleo de perfiles metabólicos em el sur de Chile. **Archivos de Medicina Veterinária**, v. 12, p. 221-228, 1980.

WITTWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZÁLEZ, F. H. D. et al. (eds). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, p.53-62, 2000.

ZAFALON L. F.; NADER FILHO, A.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, J. V.; RESENDE, F. D. Alterações da composição e da produção de leite oriundo de quartos mamários de vacas com e sem mastite subclínica de acordo com o estágio e o número de lactações. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 4, p. 419-426, 2005.

## 5. ARTIGO CIENTÍFICO

### 5.1

#### METABOLISMO ENERGÉTICO, PROTEICO E MINERAL DE OVELHAS SANTA INÊS HÍGIDAS E COM MASTITE SUBCLÍNICA<sup>1</sup>

José Simonal Cardoso da Silva<sup>2\*</sup>, Eduardo Levi de Sousa Guaraná<sup>3</sup>, Vânia Freire Lemos<sup>2</sup>, Pierre Castro Soares<sup>4</sup>, José Augusto Bastos Afonso<sup>5</sup>, Carla Lopes de Mendonça<sup>5</sup>

**ABSTRACT:** Silva J.S.C., Guaraná E.L.S., Lemos V.F., Soares P.C., Afonso J.A.B., Mendonça C.L. [Energy, protein and mineral metabolism in Santa Ines ewes, both healthy and with subclinical mastitis.] Metabolismo energético, proteico e mineral de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 00(0):00-00. Clínica de Bovinos, Campus Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Bom Pastor s/n, Cx. Postal 152, Boa Vista, Garanhuns, PE 55292-270, Brazil. E-mail: jscardoso@hotmail.com

This study aims to evaluate the energy, protein and mineral metabolism in Santa Ines ewes, both healthy and with subclinical mastitis, followed up during late gestation and lactation periods. Ewes subjected to the same semi-intensive nursing system were followed up. The animals were evaluated according to the following stages: 10 days before parturition (dbp) and 15 days postpartum (dpp), 30 (dpp), 60 (dpp), and 90 (dpp). Blood metabolites were evaluated starting from the stage previous to parturition and whey metabolites were evaluated in the subsequent stages. A screening of the ewes followed up in this study (12 healthy and 18 with subclinical mastitis) was performed after a clinical and bacteriological examination. During lactation, maintaining the same screening criteria, 11 healthy and 20 infected mammary glands were selected; the milk for whey extraction was collected from these glands. Energy profile metabolites (non-esterified fatty acids [NEFAs],  $\beta$ -hydroxybutyrate [BHB], fructosamine, cholesterol and triglycerides), protein profile (total protein, albumin, urea and creatinine) and mineral profile (iron, copper, zinc, magnesium, total calcium, ionized calcium, sodium, and potassium) were measured in the blood serum. Calcium, sodium and potassium ions, as well as NEFAs and BHB were measured in the whey. Blood biochemistry revealed an influence ( $P<0,05$ ) of the peripartum and lactation periods on the blood concentrations of NEFAs, BHB, cholesterol, albumin, urea, ionized calcium. An analysis of the whey also revealed an influence on the potassium ion. Ewes with subclinical mastitis showed higher ( $P<0,05$ ) blood levels of cholesterol, albumin and copper; higher sodium ion concentrations and NEFAs, and lower potassium ion in whey. Good physical score of ewes observed during this study, combined with the biochemical findings, allowed us to conclude that there was a larger energy requirement in the first month of lactation; however, this requirement was not enough to trigger any metabolic disorder or the emergence of ketonemia, and these discrete changes were more apparent in ewes with subclinical mastitis. INDEX TERMS: Metabolic profile, ovines, pregnant females, lactating, blood serum, infection of the mammary gland, whey.

---

<sup>1</sup> Recebido para publicação em  
Aceito para publicação em

<sup>2</sup> Pós-Graduando em Sanidade e Reprodução em Ruminantes/UFRPE. Av. Bom Pastor, s/n, Caixa postal 152 - Boa Vista. CEP 55292-270. Garanhuns-PE. \*Autor para correspondência: jscardoso@hotmail.com

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, CEP 52171-030.

<sup>4</sup> Departamento de Medicina Veterinária/ UFRPE. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos. Recife- PE. CEP 52171-030.

<sup>5</sup> Clínica de Bovinos, Campus Garanhuns, UFRPE, Av. Bom Pastor, s/n, Boa Vista, Caixa Postal 152, Garanhuns, PE, Brasil. CEP 55292-270.

**RESUMO.- Metabolismo energético, proteico e mineral de ovelhas Santa Inês híidas e com mastite subclínica.** Este estudo teve por objetivo avaliar o metabolismo energético, proteico e mineral de ovelhas Santa Inês híidas e com mastite subclínica acompanhadas durante o final da gestação e na lactação. Foram acompanhadas ovelhas submetidas ao mesmo sistema de criação semi-intensivo. Os animais foram avaliados conforme os momentos a seguir: 10 dias que precedeu o parto (dap) e 15 dias após o parto (dpp), 30 (dpp), 60 (dpp) e 90 (dpp). Os metabólitos sanguíneos foram avaliados a partir do momento que antecedeu ao parto e os metabólitos no soro lácteo nos momentos subsequentes. Após exame clínico e bacteriológico foi realizada a triagem das ovelhas acompanhadas neste estudo, sendo 12 híidas e 18 com mastite subclínica. Durante a lactação, mantendo os mesmos critérios de triagem, foram selecionadas 11 glândulas mamárias sadias e 20 infectadas, das quais foi colhido o leite para obtenção do soro lácteo. Foram mensurados no soro sanguíneo os metabólitos do perfil energético (ácidos graxos não esterificados (AGNEs),  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB), frutossamina, colesterol e triglicérides), ao perfil proteico (proteína total, albumina, uréia e creatinina) e ao perfil mineral (ferro, cobre, zinco, magnésio, cálcio total, cálcio ionizado, sódio e potássio). No soro lácteo foram mensurados os íons cálcio, sódio e potássio, bem como dos AGNEs e BHB. A bioquímica sanguínea revelou haver influência ( $P<0,05$ ) do período do periparto e da lactação sobre as concentrações sanguíneas dos AGNEs, BHB, colesterol, albumina, uréia, cálcio ionizado e no soro lácteo sobre o íon potássio. As ovelhas portadoras de mastite subclínica apresentaram valores sanguíneos superiores ( $P<0,05$ ) de colesterol, albumina e cobre e no soro lácteo teores superiores do íon sódio e dos AGNEs e inferiores do íon potássio. O bom escore corporal das ovelhas observado durante o estudo aliado aos achados bioquímicos permitiu concluir ter ocorrido maior requerimento energético no primeiro mês da lactação, porém não o suficiente para desencadear qualquer transtorno metabólico e o aparecimento de um quadro de cetonemia, sendo estas discretas alterações mais expressivas nas ovelhas com mastite subclínica.

**TERMOS DE INDEXAÇÃO:** Perfil metabólico, ovinos, fêmeas gestantes, lactação, soro sanguíneo, infecção da glândula mamária, soro lácteo.

## INTRODUÇÃO

A necessidade de melhoria na produção, tanto para carne como leite, com intuito de atender a demanda retraída, tem gerado ganho genético nos rebanhos, mas a intensificação do sistema de manejo alimentar, com práticas que desafiam o limiar do metabolismo animal, tem provocado a crescente ocorrência de distúrbios sanitários e metabólicos, que acarretam sérias perdas ao produtor (Afonso 2005, Smith & Sherman 2009).

O período entre o final da gestação e o início da lactação, também conhecido como período de transição, tem sido considerado o estágio de maior interesse do ciclo produtivo. Neste período ocorrem diversas alterações anatômicas, fisiológicas, hormonais e metabólicas, em que a fêmea se prepara para o parto e o início da lactação, podendo resultar no aparecimento de distúrbios sanitários no pós-parto, que comprometem a produtividade (Brito et al. 2006, Piccione et al. 2009, Frigotto 2010, Cardoso et al. 2011).

Os mecanismos de defesa inata e adquirida da glândula mamária estão mais baixos de três semanas pré-parto a três semanas pós-parto, podendo explicar, pelo menos em parte, o aumento da incidência de mastite no periparto. As alterações físicas e metabólicas observadas neste período podem contribuir para diminuição da resistência do hospedeiro e do consequente aumento da incidência da enfermidade durante a lactação (Mallard et al. 1998, Moyes et al. 2009).

Em ovelhas, os distúrbios do metabolismo e a mastite acarretam perdas econômicas significativas ao produtor, pois podem comprometer a produção de leite, reduzir o ganho de

peso do borrego e até mesmo promover a morte precoce; tais prejuízos podem ser minimizados a partir do conhecimento das possíveis variações que ocorrem no metabolismo da fêmea no periparto e durante a lactação (Ribeiro et al. 2004, Cardoso et al. 2011).

Diante do exposto e da escassa literatura, no que diz respeito ao acompanhamento de ovelhas sob condições de campo, e não apenas avaliações pontuais, este estudo teve como propósito contribuir para o conhecimento das alterações relacionadas ao metabolismo energético, proteico e mineral na fase final da gestação, bem como durante a lactação de ovelhas híginas e acometidas com mastite subclínica, constituindo importante ferramenta clínico-laboratorial na sinalização de distúrbios metabólicos orgânicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram acompanhadas durante o final da gestação e toda a lactação um rebanho de ovelhas primíparas e múltíparas da raça Santa Inês criadas em sistema semi-intensivo, submetidas ao mesmo manejo higiênico-sanitário e nutricional. A dieta dos animais era constituída de pastagem, suplementadas com ração concentrada para ovelhas, sal mineral e água *ad libitum*.

Os momentos de avaliação compreenderam aos 10 dias que precedeu ao parto (dap), 15 dias pós-parto (dpp), 30 dpp, 60 dpp e 90 dpp (período de desmame na região) para as variáveis determinadas no sangue e nos respectivos momentos pós-parto para as variáveis determinadas no soro lácteo.

O acompanhamento clínico (Diffay et al., 2005), paralelamente ao resultado simultâneo negativo ou positivo, do *California Mastitis Test* (CMT) (Schalm et al., 1971), do exame bacteriológico (*National Mastitis Council*, 1990; Quinn et al., 1994) e do exame clínico da glândula mamária, permitiu a triagem das ovelhas acompanhadas neste estudo ao longo dos momentos de avaliação, totalizando 12 ovelhas híginas e 18 portadoras de mastite subclínica, das quais foram colhidos o material para avaliação dos metabólitos sanguíneos. Durante a fase da lactação, mantendo os mesmos critérios de triagem, foram selecionadas 11 glândulas mamárias sadias e 20 infectadas, das quais foi colhido o leite para obtenção do soro lácteo.

Para avaliação do perfil metabólico (perfil energético, proteico e mineral) foram colhidos 10mL de sangue mediante punção da veia jugular em tubos estéreis a vácuo<sup>6</sup> sem anticoagulante para obtenção do soro. As amostras foram centrifugadas a 1600G por cinco minutos<sup>7</sup>. Os soros, livre de hemólise, foram separados por aspiração e estocados em tubos tipo eppendorf, sendo mantidos em freezer à -80°C<sup>8</sup>.

Para avaliação do perfil metabólico no soro lácteo, as amostras de leite foram colhidas após antissepsia do óstio do teto. O soro lácteo foi obtido por coagulação do leite após adição de solução de renina (coalho Estrela®) e as amostras centrifugadas à 21.000G por 10 minutos em centrífuga refrigerada<sup>9</sup>; posteriormente a fração intermediária, resultante da solução trifásica, correspondente ao soro lácteo, foi fracionada em tubos tipo eppendorf (Lemos, 2011) e mantidas em ultrafreezer<sup>8</sup> a -80°C para posterior determinação dos eletrólitos, do BHB e dos AGNEs.

No soro sanguíneo foram mensurados os metabólitos proteína total pelo método do biureto (Labtest Diagnóstica S.A); albumina pelo método do verde de bromocresol (Labtest Diagnóstica S.A); uréia pelo método enzimático (Uréia CE Labtest Diagnóstica S.A); creatinina (Labtest Diagnóstica S.A); β-hidroxibutirato (BHB/RANBUT Randox Laboratories Ltd) pelo método cinético enzimático, ácidos graxos não esterificados, pelo método enzimático (NEFA

<sup>6</sup> Vacutainer, Bencton Dickinson, Franklin Lakes, NJ, USA

<sup>7</sup> Centrifugador Excelsa 2 – Fanem Ltda.

<sup>8</sup> NUAIRE *Ultralow Freezer*.

<sup>9</sup> Mikro 200R Hettich-Zentrifugen

Randox Laboratories Ltd), colesterol (Colesterol liquiform Labtest Diagnóstica S.A), triglicérides (Triglicérides liquiform Labtest Diagnóstica S.A), frutossamina (Labtest Diagnóstica S.A), cálcio total (Cálcio liquiform Labtest Diagnóstica S.A) e magnésio (Magnésio Labtest Diagnóstica S.A). As leituras foram efetuadas a 37°C em analisador bioquímico semi-automático<sup>10</sup>. O ferro, o cobre e o zinco foram determinados seguindo as recomendações de Solamain et al. (2001), homogeneizando 4mL da água acidificada em 1mL do soro teste, com posterior centrifugação a 3500rpm por 10 minutos. A determinação dos teores destes microelementos foi realizada por espectrometria de emissão ótica<sup>11</sup>.

Os níveis dos íons cálcio, sódio e potássio no soro sanguíneo e no soro lácteo foram determinados em analisador de eletrólitos<sup>12</sup>. No soro lácteo foi também mensurado o β-hidroxiacetato (BHB/RANBUT Randox Laboratories Ltd) e os ácidos graxos não esterificados (AGNEs), pelo método enzimático (NEFA Randox Laboratories Ltd).

*Análise Estatística:* Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F), nos casos de significância no teste F, as médias foram comparadas pela diferença mínima significativa (d.m.s.) do teste de *Student-Newman-Keuls*. Foi realizada análise de regressão das variáveis em função dos momentos de observação. Os dados foram analisados por meio do programa computacional *Statistical Analysis System* (SAS, 2009). Para todas as análises estatísticas realizadas foi adotado o nível de significância (p) de 5%. As análises foram realizadas de acordo com o modelo estatístico:  $Y_{ij} = \mu + T_i + D_j + TD_{ij} \epsilon_{ij}$ , em que:  $Y_{ij}$  = observação em relação aos grupos e aos momentos sobre a repetição ij;  $\mu$  = constante relacionada com todas as observações;  $T_i$  = efeito de grupo na i repetição;  $D_j$  = efeito de momento sobre a j repetição;  $TD_{ij}$  = interação de grupos x momentos e  $\epsilon_{ij}$  = erro em relação a todas as observações (Sampaio 2007).

O trabalho obteve parecer favorável da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal Rural de Pernambuco com a licença n. 017/2010 (6029/2010 D08) CEPE/UFRPE de acordo com as normas do COBEA e *National Institute of Health Guide for Care and Use of Laboratory Animals*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ovelhas híidas e com mastite subclínica apresentaram-se clinicamente saudáveis e com boa condição corpórea durante o período de acompanhamento, com escore corporal variando de 2,5 a 3,5 em todos os momentos de observação, sendo os menores valores da escala observados próximo ao parto e no início da lactação. Resultados semelhantes foram descritos por Caldeira et. al. (2007), que num experimento verificou escore corporal 3 em ovelhas gestantes, que apresentaram perfil bioquímico equilibrado do status metabólico.

### **Soro Sanguíneo**

As fontes de variação, o valor de F da análise de variância e o nível de P das variáveis referentes ao perfil energético, proteico e mineral podem ser visualizados no Quadro 1.

---

<sup>10</sup> Labquest, Labtest Diagnóstica S.A, Lagos Santa, MG.

<sup>11</sup> ICP-OES/Optima 7000, Perkin Elmer

<sup>12</sup> mod.9180, Cobas, Roche Diagnostics

Quadro 1. Nível de significância ( $P > F$ ) dos fatores de variação (grupos, momentos e interações) da análise de variância das variáveis referentes ao perfil energético, proteico e mineral do soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação

Metabólitos	Fatores de Variação ( $P > F$ )		
	Grupos	Momentos	G x M
	Soro Sanguíneo		
AGNEs (mmol/L)	0,7451	0,0008	0,4912
β-hidroxibutirato (mmol/L)	0,9238	0,0021	0,5520
Frutosamina (μmol/L)	0,8039	0,5767	0,7657
Colesterol (mg/dL)	0,0070	0,0467	0,1017
Triglicérides (mg/dL)	0,4032	0,0965	0,2513
Proteína Total (g/dL)	0,9555	0,3642	0,9650
Albumina (g/dL)	0,0500	0,0015	0,4374
Uréia (mg/dL)	0,0757	0,0498	0,3818
Creatinina (mg/dL)	0,2016	0,2950	0,8659
Cálcio Total (mmol/L)	0,8305	0,3679	0,4016
Cálcio ionizado (mmol/L)	0,8879	0,0009	0,2977
Magnésio (mg/dL)	0,2759	0,1180	0,5737
Sódio (mmol/L)	0,5035	0,4404	0,9930
Potássio (mmol/L)	0,3818	0,9264	0,8298
Ferro (mg/L)	0,2079	0,4727	0,8189
Zinco (mg/L)	0,2411	0,8871	0,9717
Cobre (mg/L)	0,0500	0,8625	0,7102

**Perfil Energético:** Na avaliação dos ácidos graxos não esterificados (AGNEs), não foi verificada diferença entre os grupos, no entanto houve variação significativa entre os momentos (Quadro 1). Foi observado aumento gradativo nos valores médios de AGNEs nas primeiras semanas da lactação, com a maior média obtida aos 30dpp (0,81 mmol/L), coincidindo com o período do pico da lactação e posterior decréscimo, com a menor média obtida aos 90 dias (0,35 mmol/L) (Quadro 2, Fig. 1). Apesar das diferenças estatísticas observadas entre os momentos de avaliação, os valores de AGNEs obtidos encontram-se dentro da normalidade para a espécie, valendo salientar que a média observada aos 30 dias encontra-se no limite superior de normalidade (Contreras et al. 2000), sugerindo haver lipomobilização de baixa magnitude. Estes achados chamam atenção particularmente no grupo das ovelhas com mastite subclínica, no qual verificou-se efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) ao longo dos momentos de observação, evidenciando maior lipomobilização neste grupo, que apresentou valores médios de 0,82mmol/L nos 30dias da lactação.

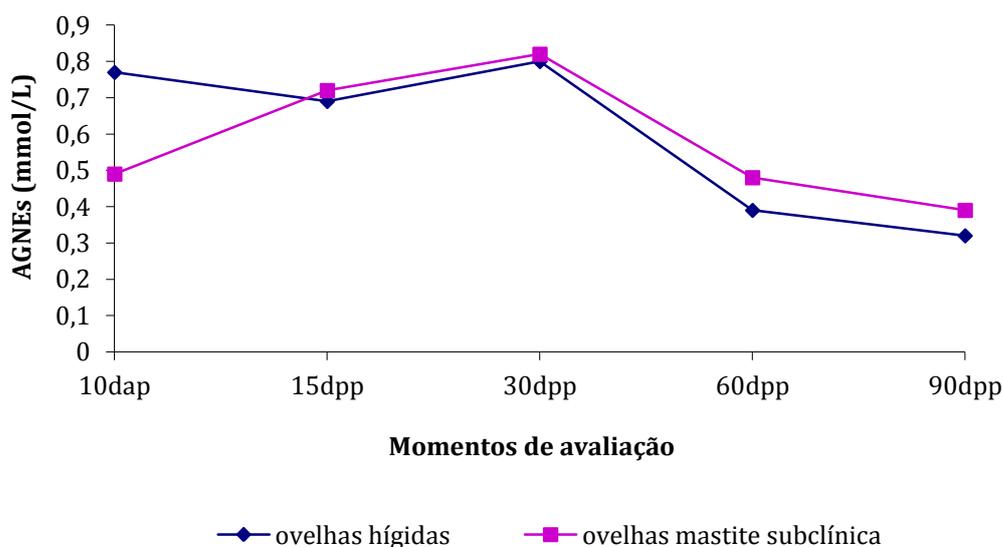
Quadro 2. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) dos ácidos graxos não esterificados (AGNEs) (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
ÁCIDOS GRAXOS NÃO ESTERIFICADOS (AGNEs) (mmol/L)						
HÍGIDAS	0,77±0,49	0,69±0,41	0,80±0,61	0,39±0,36	0,32±0,24	0,59 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	0,49±0,44	0,72±0,50	0,82±0,55	0,48±0,30	0,39±0,22	0,58 <sup>a</sup>
MG	0,63 <sup>abc</sup>	0,71 <sup>ab</sup>	0,81 <sup>a</sup>	0,44 <sup>bc</sup>	0,35 <sup>c</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Este comportamento do AGNEs foi relatado por Salfer et al. (1995) e González & Silva (2006), que atribuíram concentrações mais elevadas desta variável, próximo ao parto e após o mesmo, ao menor consumo de alimento e a maior produção de leite. Desta forma, ficou evidente maior requerimento energético no início e no pico da lactação, porém não o suficiente para desencadear qualquer transtorno metabólico (Contreras et al., 2000). Santos et al. (2012), trabalhando com ovelhas desta mesma raça suplementadas com propilenoglicol relataram valores inferiores deste metabólito no anteparto e até os 30 dias de lactação.

Resultados semelhantes foram também verificados por Rios et al. (2006) trabalhando com cabras leiteiras, que observaram valores baixos de AGNEs no final da gestação e que se elevaram no primeiro terço da lactação, atribuindo ao déficit energético da ração aliado ao maior requerimento da cabra no período de elevada produção leiteira.



**Fig. 1.** Valores médios dos ácidos graxos não esterificados (AGNEs) (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

Não foi observada diferença significativa na concentração sanguínea de  $\beta$ -hidroxibutirato entre os grupos, contudo verificou-se efeito de momento (Quadro 1) com diminuição significativa dos valores médios desta variável, comparando-se o período que antecedeu ao parto, no qual foi obtida a maior média (0,50 mmol/L) e, a fase da lactação (Quadro 3, Fig. 2). A análise de regressão ao longo dos momentos de observação apresentou efeito do tipo linear negativo ( $p < 0,05$ ) para ambos os grupos, caracterizando o decréscimo deste metabólito durante a lactação. Valores mais elevados de BHB ao final da gestação, acompanhado posteriormente por decréscimo na fase de lactação foi também observado por Oliveira et al. (2008) e Cardoso et al. (2010) em ovelhas Santa Inês, sugerindo a provável mobilização de nutrientes para atender as necessidades de energia das ovelhas que normalmente ocorrem no período que antecede o parto.

Quadro 3. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do  $\beta$ -hidroxibutirato (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
$\beta$ -HIDROXIBUTIRATO (mmol/L)						
HÍGDAS	0,52 $\pm$ 0,15	0,40 $\pm$ 0,18	0,35 $\pm$ 0,12	0,42 $\pm$ 0,11	0,36 $\pm$ 0,08	0,41 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	0,48 $\pm$ 0,14	0,40 $\pm$ 0,11	0,40 $\pm$ 0,10	0,37 $\pm$ 0,08	0,39 $\pm$ 0,18	0,41 <sup>a</sup>
MG	0,50 <sup>a</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,39 <sup>b</sup>	0,38 <sup>b</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Diferentemente dos resultados deste estudo, Ribeiro et al. (2004) e Brito et al. (2006) verificaram valores superiores deste metabólito na lactação, quando comparado ao final da gestação, justificando este achado ao baixo teor de ingestão calórica e consequente consumo de reservas corporais no início da lactação, associados à diminuição da condição corporal também verificada nestes estudos.

Os valores encontrados em todos os momentos de observação, inclusive no que precede ao parto encontram-se dentro da normalidade para a espécie ovina, ou seja, inferior a 0,6 mmol/L, indicando não ter ocorrido um quadro de cetonemia (Contreras et al. 2000).

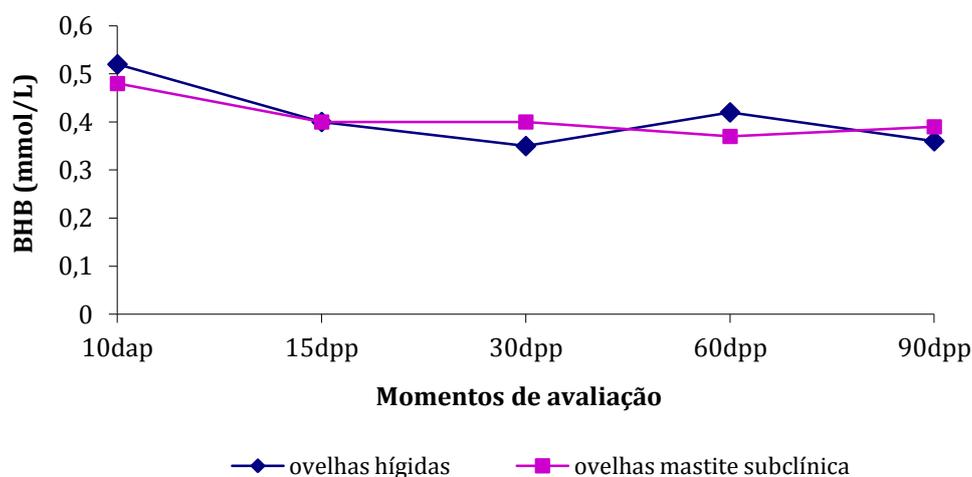


Fig. 2. Valores médios do  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB) (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

Com relação às concentrações de frutossamina não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos ( $P > 0,05$ ) e entre os momentos ( $P > 0,05$ ). No entanto, foi observada uma discreta diminuição nas concentrações médias de frutossamina ao longo da lactação (Quadro 4, Fig. 3). Valores médios inferiores aos obtidos neste estudo foram reportados por Soares et al. (2009) em ovelhas Dorper no anteparto e no pós-parto e por Filipovi'c et al. (2011), que verificaram valores médios de 157,0  $\mu$ mol/L no final da gestação e de 158,0  $\mu$ mol/L no período de lactação.

Quadro 4. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) da frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ ) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
FRUTOSAMINA ( $\mu\text{mol/L}$ )						
HÍGIDAS	177,57 $\pm$ 16,32	177,83 $\pm$ 20,76	177,95 $\pm$ 20,66	169,35 $\pm$ 19,97	163,54 $\pm$ 20,93	173,25 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	171,14 $\pm$ 20,12	177,01 $\pm$ 14,21	172,62 $\pm$ 22,36	172,29 $\pm$ 24,96	170,70 $\pm$ 28,77	172,75 <sup>a</sup>
MG	174,36 <sup>a</sup>	177,42 <sup>a</sup>	175,29 <sup>a</sup>	170,82 <sup>a</sup>	167,12 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Pelo fato de ser a frutossamina uma cetoamina estável, formada por uma reação não enzimática da glicose com grupos amins das proteínas, principalmente a albumina e sua concentração sanguínea controlada pelo balanço entre a síntese e eliminação destes compostos proteicos e com a glicose, a discreta diminuição observada nas concentrações da frutossamina durante a lactação, provavelmente resultou da redução da albumina que seguiu a mesma dinâmica neste estudo. Concentrações mais baixas de frutossamina no final da gestação e no pico da lactação, relacionando aos momentos de maior demanda de energia foram relatadas por Brito et al. (2006), ao estudarem o perfil metabólico em ovelhas leiteiras no sul do Brasil, onde os níveis de frutossamina mostraram comportamento semelhante aos de glicose nos períodos estudados, evidenciando deficiência de energia nos períodos de maior requerimento e maior risco para a ocorrência de distúrbios metabólicos.

A não ocorrência de variações nos valores médios da frutossamina ao longo dos momentos de observação, associados aos valores de albumina obtidos neste estudo reforçam a inexistência de balanço energético negativo nos animais estudados. Em função da ausência de valores fisiológicos deste metabólito na literatura, em ovelhas Santa Inês em final de gestação e durante a lactação, os valores obtidos tornam-se referência para futuros estudos.

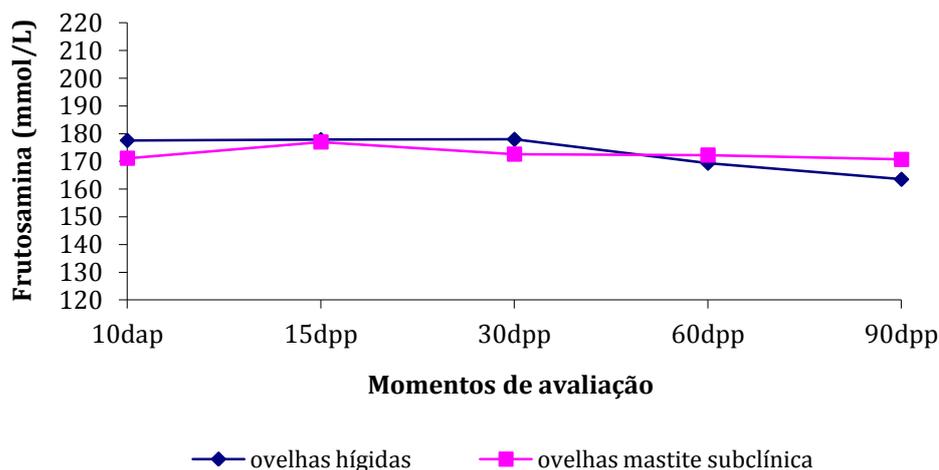


Fig. 3. Valores médios da frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ ) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

Na avaliação dos triglicérides não houve diferenças estatísticas entre os grupos de ovelhas estudadas e entre os momentos ( $P > 0,05$ ), estando os valores médios obtidos situados no intervalo de referência para a espécie ovina (Kaneko et al. 2008). Apesar de não haver

diferença estatística entre os momentos, nota-se pequena elevação dos valores médios do período final de gestação ao final da lactação, variando de 17,58mg/dL a 21,51mg/dL (Quadro 5, Fig. 4). Resultados semelhantes foram verificados por Karapehliyan et al. (2007), que relataram elevação dos valores desta variável ao longo da lactação de ovelhas Tuj, embora mantivessem dentro da normalidade para ovinos. Por outro lado, Althaus et al. (1995), verificaram em ovelhas Corriedalle diminuição na concentração de triglicérides a partir dos 30 dias de lactação. Brito et al. (2006) não encontraram variações nos triglicérides em ovelhas leiteiras no Sul do Brasil, durante a gestação e a lactação.

Quadro 5. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) dos triglicérides (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
TRIGLICÉRIDES (mg/dL)						
HÍGIDAS	16,10±4,89	18,97±6,02	22,46±9,65	20,00±4,14	23,27±5,99	20,16 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	19,07±5,54	17,44±6,42	18,13±5,45	21,28±12,74	19,75±8,14	19,14 <sup>a</sup>
MG	17,58 <sup>a</sup>	18,20 <sup>a</sup>	20,29 <sup>a</sup>	20,64 <sup>a</sup>	21,51 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Os menores níveis de triglicérides observados no final da gestação e no início da lactação podem ser justificados como resultante do aumento da produção de leite, da menor reserva de ácidos graxos livres disponíveis, da lipólise para obtenção de energia e do maior aporte de triglicérides circulantes para a glândula mamária, para síntese de gordura do leite (Mundim et al. 2007).

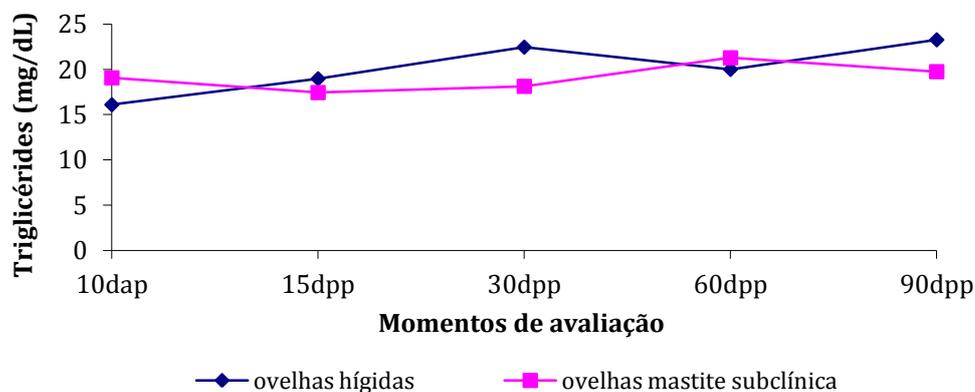


Fig. 4. Valores médios dos triglicérides (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

Na análise do colesterol sérico verificou-se efeito de grupo ( $P < 0,008$ ) no qual as ovelhas portadoras de mastite subclínica apresentaram valores médios desta variável superiores às sadias durante a fase de lactação, muito embora se encontrassem situados no limite de normalidade para a espécie ovina (Kaneko et al. 2008).

Foi observado efeito de momento ( $P < 0,05$ ) obtendo-se menores valores desta variável na fase inicial da lactação (49,18mg/dL) e as maiores concentrações no período final

(57,69mg/dL) (Quadro 6, Fig. 5). Na análise de regressão para a concentração de colesterol, o grupo das ovelhas com mastite apresentou efeito do tipo linear positivo ( $P < 0,01$ ).

Quadro 6. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do colesterol (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
COLESTEROL (mg/dL)						
HÍGIDAS	54,83±12,25	46,26±9,97	53,19±9,31	52,25±7,68	48,37±9,17	50,98 <sup>b</sup>
MAST.SUBC.	52,18±14,07	52,10±9,14	58,12±15,58	59,24±12,96	67,01±23,46	57,73 <sup>a</sup>
MG	53,50 <sup>ab</sup>	49,18 <sup>b</sup>	55,65 <sup>ab</sup>	55,75 <sup>ab</sup>	57,69 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp - dias pós parto; MG - Média Geral

O aumento gradual dos valores de colesterol durante a lactação de ovelhas da raça Lacaune foi também relatado por Brito et al. (2006), que verificaram concentrações deste metabólito superiores às observadas neste estudo, que segundo os autores não haveria justificativa para esta resposta. Comportamento semelhante desta variável, porém com concentrações mais elevadas, também foram relatados em ovelhas na Itália, durante a gestação e a lactação (Piccione et al. 2009). O aumento gradativo do colesterol durante a lactação estaria relacionado ao aumento da síntese de lipoproteínas no plasma (González & Silva 2006, Pogliani et al. 2010). Outros autores verificaram aumento nos níveis de colesterol em vacas lactantes, à medida que transcorreram as semanas pós-parto, correlacionando com a perda de peso e baixo escore corporal das vacas (Godoy et al. 2004) e com a necessidade de precursores para a síntese de hormônios esteroidais, os quais aumentam com o restabelecimento da atividade reprodutiva (Campos et al. 2007).

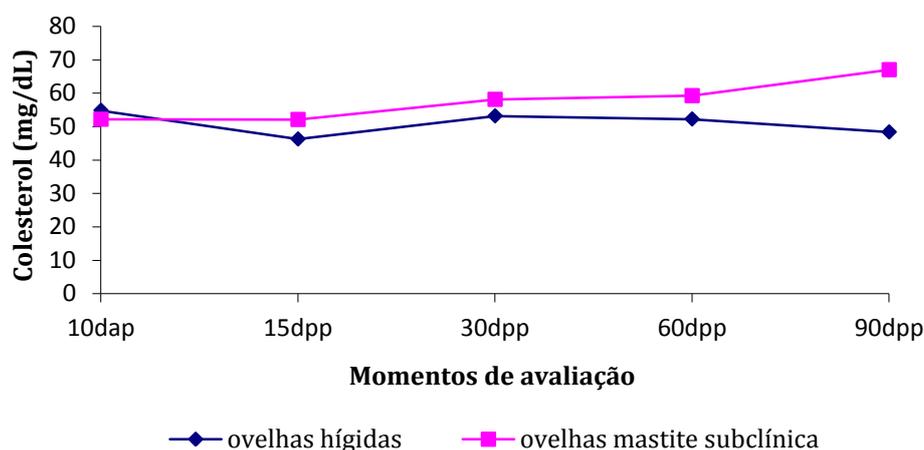


Fig. 5. Valores médios do colesterol (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

**Perfil proteico:** Na avaliação da concentração sérica da proteína total não foram observadas diferenças significativas entre os grupos ( $P > 0,05$ ) e entre os momentos de observação ( $P > 0,05$ ) (Quadro 7, Fig. 6), estando os valores médios situados dentro da faixa de normalidade para espécie, conforme relatado por Kaneko et al. (2008) e Sucupira (2010). A

discreta diminuição nos valores da proteína total nos primeiros trinta dias de lactação, mesmo que não significativo, coincide com a fase de maior produção de leite e paralelo a diminuição da concentração de albumina.

Quadro 7. Valores médios e desvio padrão ( $\bar{x} \pm s$ ) da proteína total (g/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
PROTEÍNA TOTAL (g/dL)						
HÍGIDAS	7,44±0,73	7,12±0,95	7,27±0,94	7,54±0,68	7,51±0,65	7,38 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	7,32±0,80	7,30±0,62	7,22±0,86	7,53±0,50	7,57±0,93	7,39 <sup>a</sup>
MG	7,38 <sup>a</sup>	7,21 <sup>a</sup>	7,25 <sup>a</sup>	7,54 <sup>a</sup>	7,54 <sup>a</sup>	

Dap – dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Comportamento semelhante aos observados neste estudo foram relatados por Krajničáková et al. (2003), em cabras leiteiras, por Piccione et al. (2009) em ovelhas leiteiras na Itália e por Soares et al. (2009) em ovelhas Dorper no Estado de Pernambuco. Por outro lado, Pinheiro & Andrioli (2002) relataram situação mais crítica no período de estiagem no semi-árido nordestino, em que ovelhas sem raça definida (SRD) apresentaram no periparto valores desta variável abaixo da normalidade, sendo recomendado a suplementação proteica para as ovelhas gestantes e lactantes nesta época do ano.

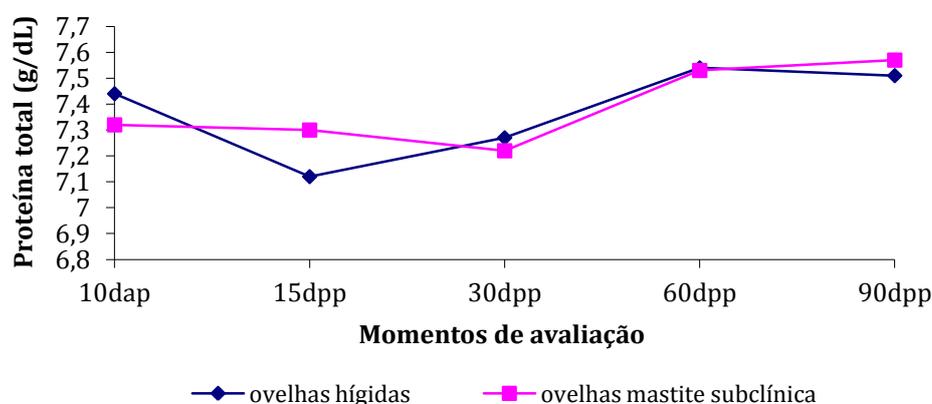


Fig. 6. Valores médios de proteína total (g/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

Com relação as concentrações de albumina verificou-se diferença significativa entre os grupos, onde a maior média geral foi registrada no grupo de ovelhas com mastite subclínica, bem como diferença significativa entre os momentos (Quadro 1) observando-se maior valor médio no anteparto (3,19 g/dL), quando comparado à lactação (Quadro 8, Fig. 7). As equações de regressão para albumina apresentaram efeito do tipo linear negativo para ambos os grupos avaliados ( $P < 0,05$ ). A diminuição nos níveis de albumina durante a lactação está relacionada à maior demanda proteica para a síntese do leite (González et al. 2000).

Quadro 8. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) da albumina (g/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
	ALBUMINA (g/dL)					
HÍGIDAS	3,23±0,23	2,89±0,26	2,78±0,33	2,67±0,26	2,54±0,27	2,82 <sup>b</sup>
MAST.SUBC.	3,14±0,34	3,10±0,31	2,94±0,45	2,82±0,37	2,91±0,36	2,98 <sup>a</sup>
MG	3,19 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a,b</sup>	2,87 <sup>b</sup>	2,75 <sup>b</sup>	2,73 <sup>b</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Valores decrescentes de albumina sérica em ovelhas no final da gestação e na lactação também foram relatados por Karapehliyan et al. (2007), Oliveira et al. (2008) e Cardoso et al. (2010).

Os valores de albumina encontram-se situados dentro da normalidade considerada por Kaneko et al. (2008) e Sucupira (2010). Sendo a concentração de albumina um bom indicador de longos períodos de restrição proteica (Caldeira 2005), os resultados obtidos ratificam a não ocorrência de déficit proteico nos animais em estudo.

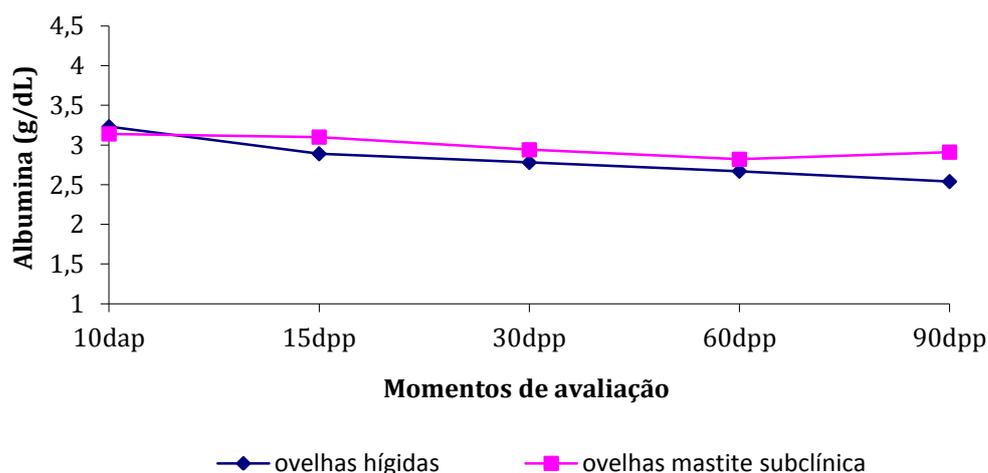


Fig. 7. Valores médios de albumina (g/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

No que diz respeito à uréia, não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre os grupos de ovelhas estudadas, contudo verificou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre os momentos de avaliação, onde o maior valor médio foi observado no momento ante parto (44,44mg/dL) (Quadro 9, Fig. 8). Resultados semelhantes foram reportados por Althaus et al. (1995), que observaram em ovelhas Corriedale lactantes valores decrescentes de uréia do início até o pico da lactação, com posterior recuperação no final da lactação.

Quadro 9. Valores médios e desvio padrão ( $\bar{x} \pm s$ ) da uréia (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
	URÉIA (mg/dL)					
HÍGDAS	39,17±10,99	40,97±11,67	35,63±12,38	35,40±13,52	44,17±16,44	39,07 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	49,72±8,80	46,38±20,54	41,50±14,54	36,27±9,95	40,43±12,15	42,86 <sup>a</sup>
MG	44,44 <sup>a</sup>	43,67 <sup>a</sup>	38,57 <sup>ab</sup>	35,84 <sup>b</sup>	42,30 <sup>ab</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Apesar do decréscimo na concentração de albumina e de uréia na fase lactação, os resultados permitem afirmar não ter ocorrido nas ovelhas estudadas déficit proteico, pois os valores destas variáveis mantiveram-se dentro dos limites de normalidade para a espécie ovina (Contreras et al. 2000, Kaneko et al. 2008). A uréia responde mais rapidamente que a albumina a mudanças no aporte proteico da dieta para caracterização de deficiência proteica e sua concentração no soro sanguíneo reflete diretamente a quantidade de proteína ingerida (González et al. 2000, Contreras et al. 2000). A ocorrência de redução desses metabólitos proteicos com o avanço da gestação ou da lactação está associada ao balanço proteico negativo (Wittwer 2000; Ribeiro 2002).

Relatos de aporte alimentar deficiente na lactação de ovelhas, resultantes de baixa concentração de uréia sérica foram relatadas por El-Sherif & Assad (2001) e Cardoso et al. (2011).

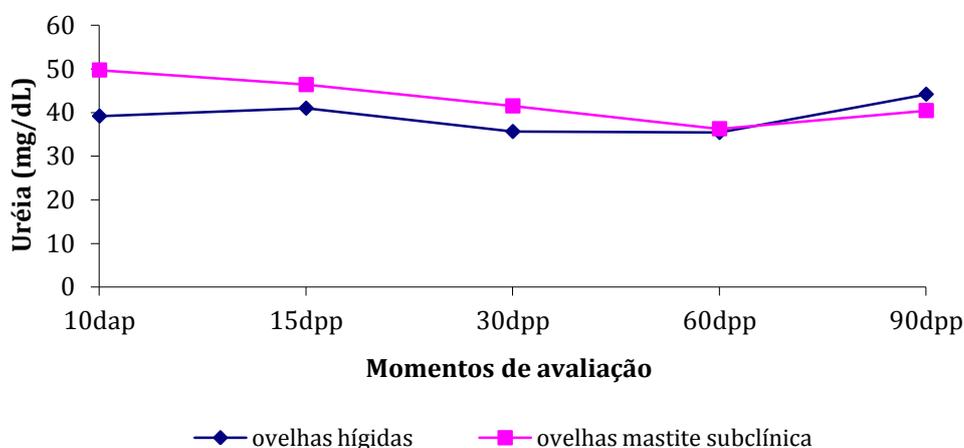


Fig. 8. Valores médios de uréia (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

Não foram observados efeito de grupo nem de momento ( $P > 0,05$ ) para a variável creatinina (Quadro 10, Fig. 9). Os valores médios de creatinina nas ovelhas Santa Inês foram semelhantes aos relatados por Santos et al. (2012) trabalhando com ovelhas da mesma raça no periparto e inferiores aos descritos por Kaneko et al. (2008).

Quadro 10. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) da creatinina (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
CREATININA (mg/dL)						
HÍGDAS	0,80±0,18	0,72±0,09	0,69±0,09	0,73±0,13	0,72±0,12	0,73 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	0,79±0,18	0,79±0,12	0,74±0,12	0,76±0,15	0,74±0,12	0,76 <sup>a</sup>
MG	0,80 <sup>a</sup>	0,76 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	0,73 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Estes resultados ratificam o não comprometimento desta variável pela dieta, conforme relatado por Caldeira et al. (1999). Diferentemente deste estudo em ovelhas, Bertoni (1996) e Chiofalo et al. (2009) observaram em vacas e cabras leiteiras, respectivamente, elevação nos valores da creatinina nos momentos próximo ao parto, atribuindo este achado à mobilização de proteína muscular com o propósito de produzir energia no início da lactação.

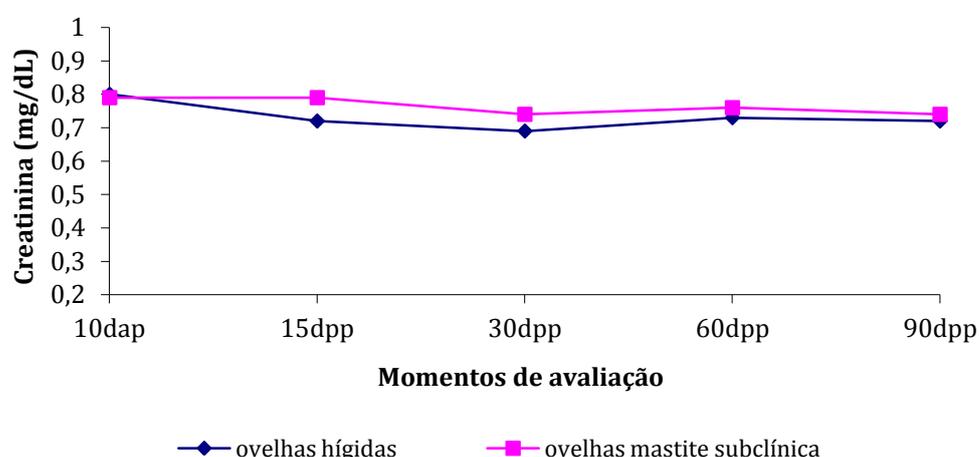


Fig. 9. Valores médios de creatinina (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

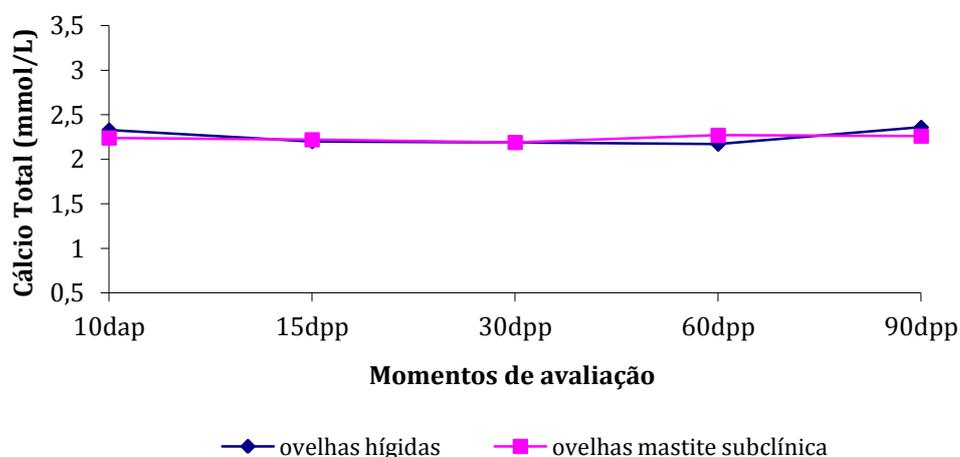
**Perfil Mineral:** Não foi verificada diferença estatística significativa nos valores de cálcio total nem entre os grupos de ovelhas, nem durante os momentos de acompanhamento ( $P > 0,05$ ) (Quadro 11, Fig. 10). Os valores de cálcio mantiveram-se dentro do limite de referência relatado por Contreras et al. (2000) em ovelhas no Chile, e inferiores aos reportados por Kaneko et al. (2008).

Quadro 11. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do cálcio total (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
CÁLCIO TOTAL (mmol/L)						
HÍGDAS	2,33±0,21	2,20±0,16	2,19±0,20	2,17±0,14	2,36±0,18	2,25 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	2,24±0,23	2,22±0,17	2,19±0,22	2,27±0,27	2,26±0,26	2,24 <sup>a</sup>
MG	2,29 <sup>a</sup>	2,21 <sup>a</sup>	2,19 <sup>a</sup>	2,22 <sup>a</sup>	2,31 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Apesar de não haver diferença estatística, nota-se que os valores apresentaram discreto declínio nos primeiros 60 dias da lactação, fase em que ocorre maior demanda de cálcio para a síntese do leite (Althaus et al., 1995).



**Fig. 10.** Valores médios de cálcio total (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

Na avaliação da concentração sérica de cálcio ionizado não foi verificada diferença entre os grupos, no entanto houve diferença entre os momentos (Quadro 1), particularmente no início da lactação (15dpp), momento em que se observa o decréscimo nos valores desta variável, apresentando os menores valores da lactação (0,80mmol/L), quando comparado a fase de secagem aos 90 dias (0,98mmol/L) (Quadro 12, Fig. 11). Este decréscimo nesta fase da lactação é ratificado pelo efeito quadrático desta variável ao longo dos momentos de observação, verificado em ambos os grupos estudados ( $P < 0,05$ ).

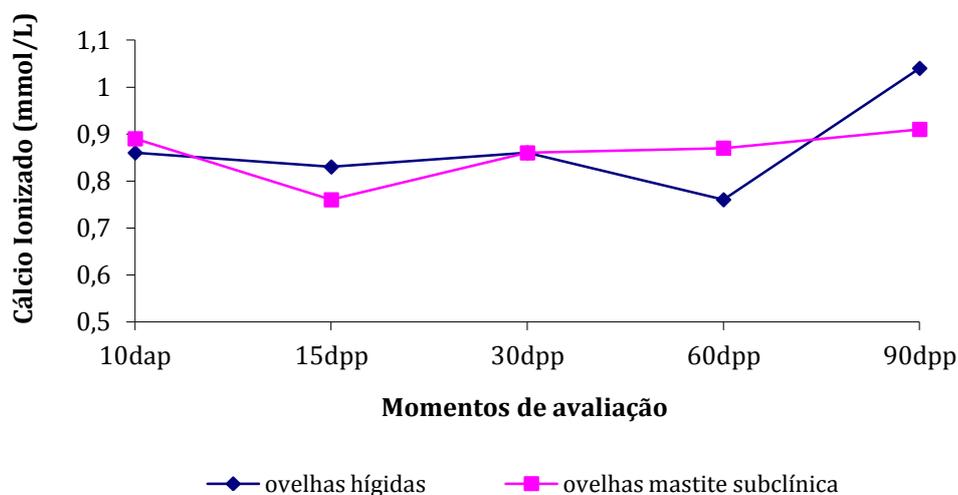
Quadro 12. Valores médios e desvio padrão ( $\bar{x} \pm s$ ) do cálcio ionizado (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
CÁLCIO IONIZADO (mmol/L)						
HÍGIDAS	0,86±0,12	0,83±0,12	0,86±0,13	0,76±0,19	1,04±0,14	0,87 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	0,89±0,13	0,76±0,11	0,86±0,13	0,87±0,21	0,91±0,16	0,86 <sup>a</sup>
MG	0,88 <sup>ab</sup>	0,80 <sup>b</sup>	0,86 <sup>b</sup>	0,82 <sup>b</sup>	0,98 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Os valores médios do cálcio ionizado seguiram a mesma dinâmica observada para as concentrações do cálcio total, onde foi observada diminuição nos níveis destes no início da lactação e discreta elevação com o avanço da lactação, sendo na forma ionizada verificado o efeito estatístico ( $P < 0,05$ ). Este decréscimo do cálcio na corrente sanguínea nesta fase da lactação está diretamente relacionado à síntese de colostro e leite, sendo este o principal mineral na composição de ambos (Althaus et al. 1995, ).

Valores médios superiores, de cálcio ionizado, aos observados neste estudo foram relatados por Mundim et al. (2007) em cabras leiteiras.



**Fig. 11.** Valores médios de cálcio ionizado (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

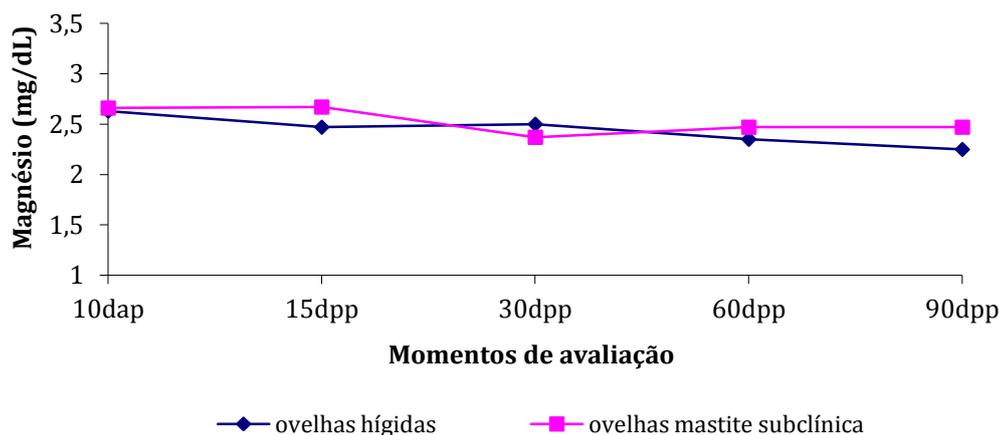
Na avaliação dos níveis de magnésio sérico, verificou-se não haver diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos e entre os momentos de observação ( $P > 0,05$ ) (Quadro 13, Fig. 12). Os valores obtidos estão situados dentro dos valores de normalidade descritos por González et al. (2000) e Kaneko et al. (2008).

Valores médios semelhantes aos obtidos neste estudo foram relatados por Dias et al. (2010) em ovelhas Churra-de Terra-Quente e por Cardoso et al. (2011) em ovelhas Santa Inês no estado do Pará durante os diferentes estágios da lactação.

Quadro 13. Valores médios e desvio padrão ( $\bar{x} \pm s$ ) do magnésio (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
	MAGNÉSIO (mg/dL)					
HÍGDAS	2,63±0,48	2,47±0,54	2,50±0,54	2,35±0,51	2,25±0,33	2,44 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	2,66±0,44	2,67±0,50	2,37±0,39	2,47±0,48	2,47±0,26	2,53 <sup>a</sup>
MG	2,64 <sup>a</sup>	2,57 <sup>a</sup>	2,43 <sup>a</sup>	2,41 <sup>a</sup>	2,36 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral



**Fig. 12.** Valores médios de magnésio (mg/dL) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

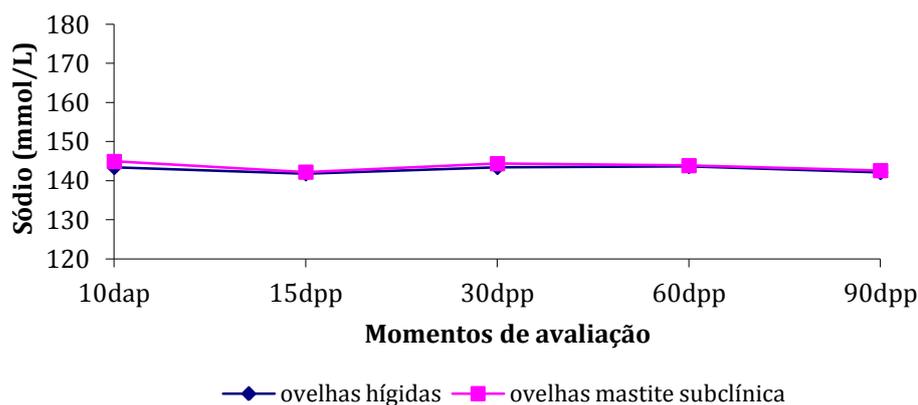
As concentrações de sódio e potássio (Quadro 14, Fig. 13, Fig. 14) não apresentaram diferença estatística entre os grupos ( $P > 0,05$ ) e entre os diferentes momentos ( $p > 0,05$ ) de acompanhamento das ovelhas.

Os valores encontrados para sódio e potássio situaram-se no intervalo de normalidade para a espécie (Kaneko et al. 2008). Resultados semelhantes foram relatados por Althaus et al. (1995) em ovelhas Corriedale e por Dias et al. (2010), em ovelhas Churra-de-Terra-Quente em Portugal. Por outro lado, Yildiz et al. (2005) relatou a diminuição nos teores de sódio e potássio próximo ao parto e nos primeiros dias da lactação, atribuindo este achado como resultado da mobilização desses íons para formação do colostro, variação esta não visualizada neste estudo.

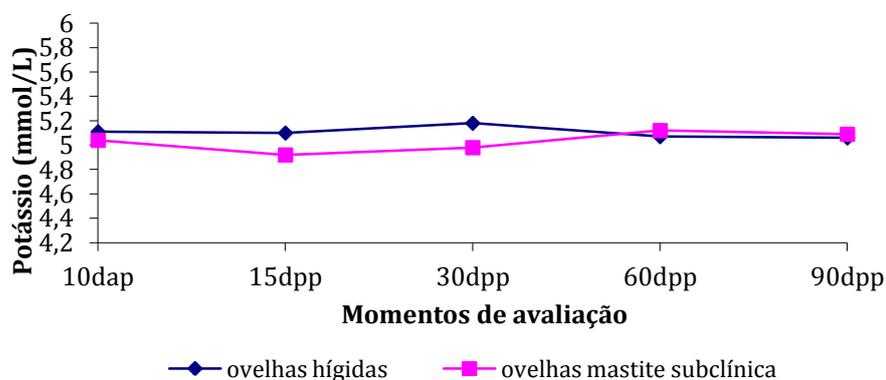
Quadro 14. Valores médios e desvio padrão ( $\bar{x} \pm s$ ) dos íons sódio (mmol/L) e potássio (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
SÓDIO (mmol/L)						
HÍGIDAS	143,42±3,00	141,80±2,97	143,42±5,48	143,67±3,28	142,11±3,79	142,88 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	144,94±4,15	142,22±10,82	144,39±5,12	143,89±2,61	142,61±6,45	143,61 <sup>a</sup>
MG	144,18 <sup>a</sup>	142,01 <sup>a</sup>	143,90 <sup>a</sup>	143,78 <sup>a</sup>	142,36 <sup>a</sup>	
POTÁSSIO (mmol/L)						
HÍGIDAS	5,11±0,43	5,10±0,49	5,18±0,42	5,07±0,53	5,06±0,67	5,10 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	5,04±0,45	4,92±0,60	4,98±0,40	5,12±0,50	5,09±0,41	5,03 <sup>a</sup>
MG	5,08 <sup>a</sup>	5,01 <sup>a</sup>	5,08 <sup>a</sup>	5,10 <sup>a</sup>	5,08 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp - dias pós parto; MG - Média Geral



**Fig. 13.** Valores médios de sódio (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)



**Fig. 14.** Valores médios de potássio (mmol/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

Com relação às concentrações séricas do ferro e do zinco (Quadro 15, Fig. 15, Fig. 16) não foi encontrado diferença estatística significativa entre os grupos ( $P > 0,05$ ) e entre os momentos de observação ( $P > 0,05$ ). Todavia foram constatados valores médios inferiores do ferro sérico nas ovelhas com mastite subclínica; esta discreta redução pode estar relacionada ao quadro subclínico da enfermidade, em virtude desta alteração ser mais expressiva nos casos clínicos de mastite, conforme relatado por Costa et al. (2010) trabalhando com ovelhas Santa Inês infectadas experimentalmente com *Staphylococcus aureus*, onde relataram o declínio do ferro após 24h da infecção.

Achados semelhantes aos deste estudo foram relatados por Burriel & Heys (1997) em ovelhas com infecção intramamária causada por *Staphylococcus coagulase negativo* e em vacas com mastite subclínica (Yildiz & Kaygusuzoğlu 2005). A redução dos teores de ferro sanguíneo em resposta a processos inflamatórios está relacionada ao mecanismo de defesa inespecífico do hospedeiro contra as infecções bacterianas, indisponibilizando estes elementos aos microrganismos (Sandholm 1995).

Com relação aos teores de zinco, estes mantiveram-se constantes durante todos os momentos de observação, diferentemente do relatado por Elnageeb & Adelatif (2010), que verificaram elevação significativa desta variável próximo ao parto e decréscimo gradual com o avanço da lactação das ovelhas.

Resultados semelhantes foram descritos por Yildiz & Kaygusuzoğlu (2005), que não observaram diferença significativa nos teores de zinco entre vacas sadias e com mastite subclínica.

Quadro 15. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do ferro (mg/L) e zinco (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
FERRO (mg/L)						
HÍGIDAS	2,87±0,59	3,18±0,61	3,25±1,24	3,10±0,73	2,70±1,12	3,02 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	2,69±0,74	3,06±0,75	2,81±0,97	2,86±0,74	2,82±0,72	2,85 <sup>a</sup>
MG	2,78 <sup>a</sup>	3,12 <sup>a</sup>	3,03 <sup>a</sup>	2,98 <sup>a</sup>	2,76 <sup>a</sup>	
ZINCO (mg/L)						
HÍGIDAS	0,56±0,07	0,54±0,12	0,56±0,20	0,55±0,13	0,56±0,25	0,55 <sup>a</sup>
MAST.SUBC.	0,56±0,14	0,58±0,19	0,62±0,17	0,58±0,15	0,61±0,17	0,59 <sup>a</sup>
MG	0,56 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,57 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp - dias pós parto; MG - Média Geral

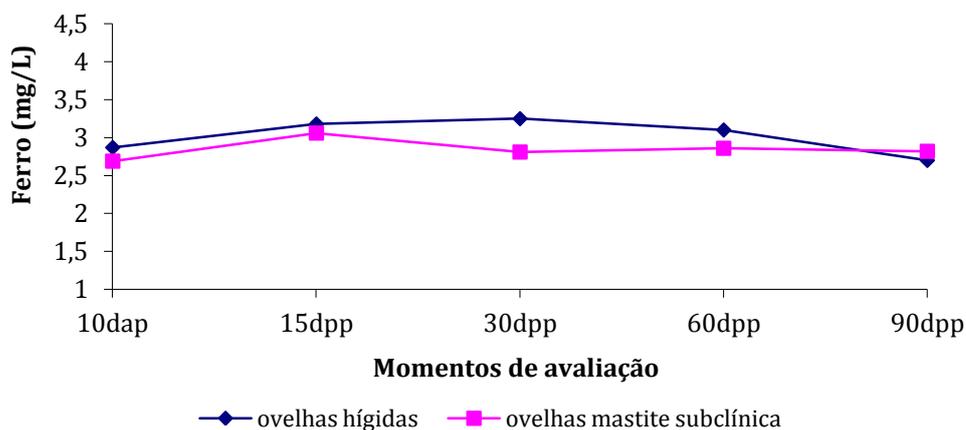


Fig. 15. Valores médios de ferro (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

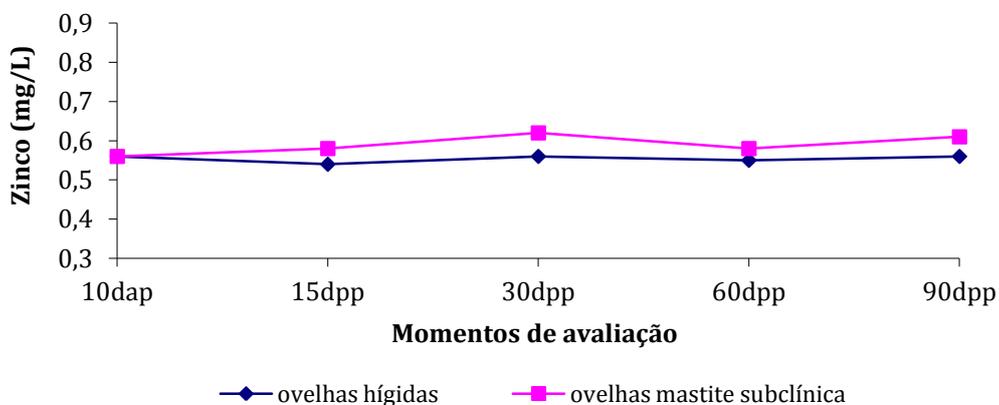


Fig. 16. Valores médios de zinco (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

As concentrações séricas de cobre apresentaram diferença significativa entre os grupos ( $P < 0,05$ ), onde a maior média geral foi registrada no grupo de ovelhas com mastite subclínica (1,17mg/L) (Quadro 16, Fig. 17). Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os momentos, não havendo influência deste período estudado sobre os teores de cobre sérico, diferente do relatado por Elnageeb & Adelatif (2010), em ovelhas no parto e durante a lactação.

Os maiores valores médios observados nas ovelhas com mastite subclínica em todos os momentos de avaliação, pode ser explicado pela relação deste mineral com a ceruloplasmina, uma proteína de fase aguda presente no soro sanguíneo, que transporta cerca de 90% do cobre presente no plasma e está elevada nos processos inflamatórios da glândula mamária (Costa et al. 2010).

Resultados semelhantes, nos quais os níveis de cobre se elevaram com a infecção, foram reportados por Lamand & Levieux (1981), em ovelhas com mastite subclínica e Yildiz & Kaygusuzoğlu (2005), que observaram valores superiores deste elemento em vacas com mastite subclínica, quando comparadas às vacas sadias.

Quadro 16. Valores médios e desvio padrão ( $\bar{x} \pm s$ ) do cobre (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica no final da gestação e durante a lactação

OVELHAS	MOMENTOS DE AVALIAÇÃO					MÉDIA GERAL
	10dap	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
	COBRE (mg/L)					
HÍGIDAS	1,08±0,35	0,97±0,42	0,98±0,39	1,04±0,36	1,16±0,37	1,05 <sup>b</sup>
MAST.SUBC.	1,12±0,30	1,12±0,30	1,25±0,40	1,18±0,38	1,17±0,44	1,17 <sup>a</sup>
MG	1,10 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	1,12 <sup>a</sup>	1,11 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>	

Dap - dias antes do parto; Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

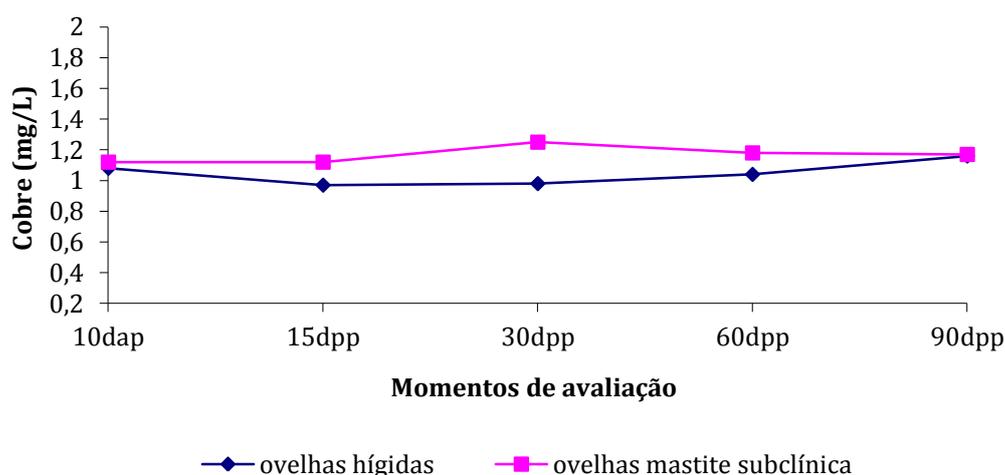


Fig. 17. Valores médios de cobre (mg/L) no soro sanguíneo de ovelhas Santa Inês hígdas e com mastite subclínica acompanhadas no final da gestação e durante a lactação (momentos de avaliação)

## Soro Lácteo

As fontes de variação, o valor de F da análise de variância e o nível de P das variáveis referentes aos metabólitos avaliados no soro lácteo de glândulas sadias e com mastite subclínica podem ser visualizados no Quadro 17.

Quadro 17. Nível de significância (Pr>F) dos fatores de variação (grupos, momentos e interações) da análise de variância das variáveis referentes aos metabólitos no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês acompanhadas durante a lactação

Metabólitos	Fatores de Variação (Pr > F)		
	Grupos	Momentos	G x M
	Soro Lácteo		
Sódio (mmol/L)	0,0198	0,3729	0,4509
Potássio (mmol/L)	0,0003	0,0173	0,9082
Cálcio ionizado (mmol/L)	0,4309	0,4014	0,2735
β-hidroxibutirato (mmol/L)	0,4370	0,1723	0,9667
AGNEs (mmol/L)	<,0001	0,2760	0,3459

Diferença significativa na concentração de sódio no soro lácteo foi observada entre glândulas sadias e com mastite subclínica (Quadro 17), verificando valores médios mais elevados nas glândulas infectadas (208,26 mmol/L) (Quadro 18, Fig. 18).

Ao longo dos momentos de observação a concentração de sódio no soro lácteo não apresentou variações significativas entre os momentos (P>0,05), no entanto, vale ressaltar que entre as médias obtidas para cada momento ao longo da lactação, os valores foram sempre superiores para as glândulas com mastite subclínica.

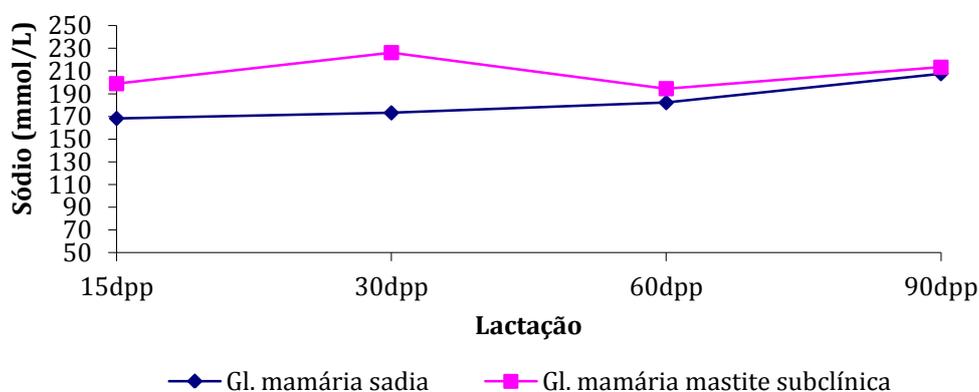
Houve diferença significativa nas concentrações médias de potássio no soro lácteo entre os dois grupos (Quadro 17). A maior média obtida foi observada nas glândulas sadias (34,58 mmol/L) (Quadro 18, Fig. 19). Também foram observadas diferenças significativas nas concentrações médias de potássio entre os momentos (Quadro 17), em que os valores médios decresceram ao longo da lactação, observando maior média aos 15dpp (34,92mmol/L) e a menor média aos 90dpp (29,28mmol/L). Apesar da ocorrência de variação entre os momentos observou-se dinâmica de regressão do tipo linear negativo em ambos os grupos (p<0,05) ao longo da lactação.

Quadro 18. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) de sódio (mmol/L) e potássio (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação

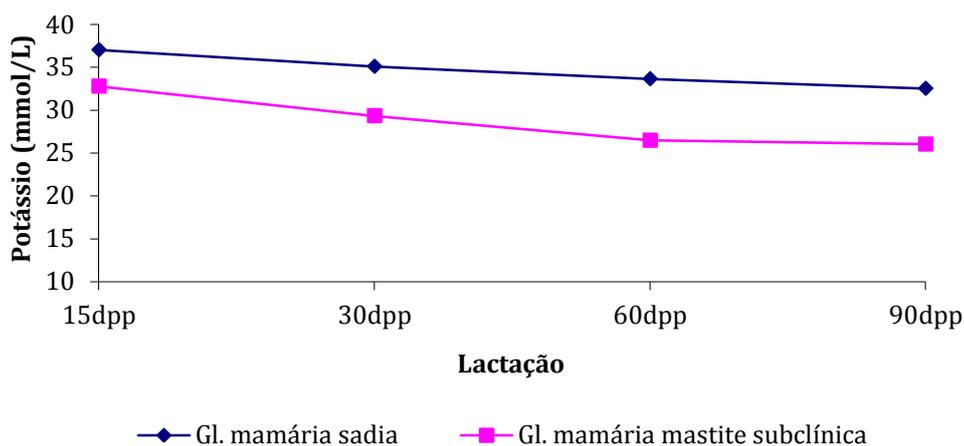
GLÂNDULA MAMÁRIA	PERÍODO DE LACTAÇÃO				MG
	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
SÓDIO (mmol/L)					
SADIAS	168,27±23,27	173,18±13,82	182,18±51,53	207,67±63,76	182,83 <sup>b</sup>
MAST. SUBC.	198,92±51,27	226,25±86,15	194,50±32,94	213,38±38,10	208,26 <sup>a</sup>
MG	183,60 <sup>a</sup>	199,72 <sup>a</sup>	188,34 <sup>a</sup>	210,53 <sup>a</sup>	
POTÁSSIO (mmol/L)					
SADIAS	37,04±5,36	35,10±0,62	33,65±0,57	32,53±0,83	34,58 <sup>a</sup>
MAST. SUBC.	32,79±6,23	29,34±1,40	26,48±1,55	26,03±2,52	28,66 <sup>b</sup>
MG	34,92 <sup>a</sup>	32,22 <sup>ab</sup>	30,07 <sup>ab</sup>	29,28 <sup>b</sup>	

Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

El Zubeir et al. (2005) encontraram níveis mais elevados de sódio no leite de vacas com mastite e redução nos teores de potássio, em relação aos valores obtidos no leite das vacas saudas. Do mesmo modo, Shitandi et al. (2005) e Batavani et al. (2007) observaram elevação nos níveis de sódio e diminuição nos teores de potássio no leite de vacas com mastite subclínica. Tais alterações foram mais evidentes quanto maiores a contagem de células somáticas, ou seja, a intensidade da reação inflamatória. A infecção da glândula mamária resulta em danos ao epitélio ductal e secretor, causando aumento da permeabilidade dos capilares sanguíneos. Desta forma o sódio (que é mais concentrado no fluido extracelular) passa para o lúmen dos alvéolos a fim de manter a osmolaridade, consequentemente os níveis de potássio diminuem. As alterações observadas nos níveis de sódio e potássio no soro lácteo estão relacionadas com a redução de atividade das células secretoras e aumento da permeabilidade do epitélio mamário. Estes achados confirmam que alterações observadas nos níveis destes íons no soro lácteo constituem bom indicador de infecção da glândula mamária na ovelha, sendo este um parâmetro já utilizado para vacas (El Zubeir et al. 2005).



**Fig. 18.** Valores médios de sódio (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias saudas e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação



**Fig. 19.** Valores médios de potássio (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias saudas e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação

Com relação às concentrações de cálcio ionizado no soro lácteo, não foram observadas diferença significativa entre as glândulas saudas e infectadas ( $P>0,05$ ) e entre os momentos de observação ( $P>0,05$ ) (Quadro 19). Apesar de não ter sido constatada diferença significativa entre os grupos, vale salientar que os valores médios, observados em toda a lactação, foram

inferiores nas glândulas mamárias com mastite subclínica (Fig. 20), podendo ser reflexo do efeito da infecção sobre a concentração do cálcio (Korhonen & Kaartinen 1995). Este tipo de alteração foi relatada por Yildiz & Kaygusuzoğlu (2005), Shitandi et al. (2005) e Batavani et al. (2007) em vacas com mastite, quando comparado ao leite de vacas sadias.

Avaliando a composição do leite de cabras com mastite subclínica, Leitner et al. (2004), observaram resultados semelhantes aos observados para as ovelhas com mastite subclínica neste estudo, em que as concentrações de cálcio não diferiram entre os grupos, porém a sua concentração foi inferior no leite das cabras infectadas.

Apesar de não significativo, os valores inferiores de cálcio ionizado no soro lácteo das ovelhas com mastite, pode estar relacionado aos danos deletérios provocados por patógenos no epitélio secretor que é essencialmente impermeável ao transporte do cálcio a partir do leite para o sangue (El Zubeir et al. 2005).

Quadro 19. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do cálcio ionizado (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação

GLÂNDULA MAMÁRIA	PERÍODO DE LACTAÇÃO				MG
	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
CALCIO IONIZADO (mmol/L)					
SADIAS	4,59±0,58	4,12±0,62	4,29±0,57	5,13±0,83	4,53 <sup>a</sup>
MAST. SUBC.	4,52±0,79	4,04±1,40	4,19±1,55	3,99±2,52	4,19 <sup>a</sup>
MG	4,56 <sup>a</sup>	4,08 <sup>a</sup>	4,24 <sup>a</sup>	4,56 <sup>a</sup>	

Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

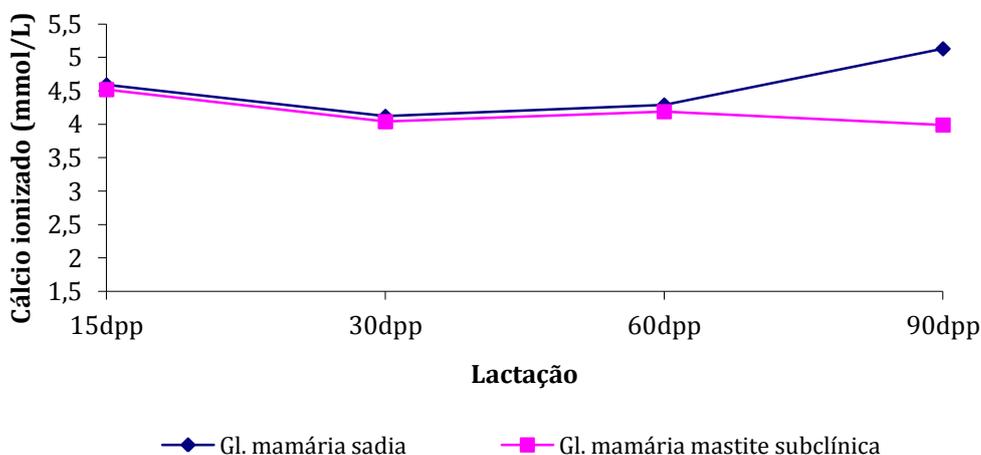
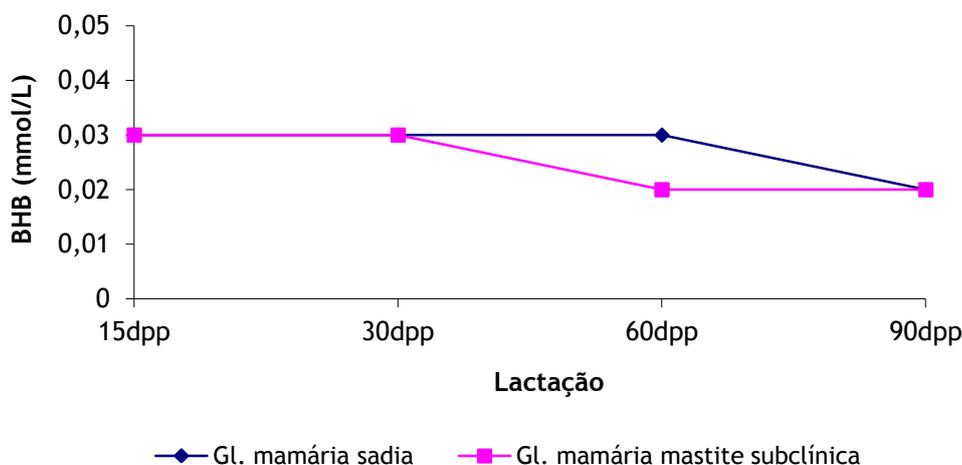


Fig. 20. Valores médios de cálcio ionizado (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação

Os valores médios obtidos para BHB no soro lácteo não apresentaram diferença significativa entre as glândulas e entre os momentos ( $P > 0,05$ ). As concentrações de  $\beta$ -hidroxibutirato no soro lácteo foram bem inferiores àquelas observadas no soro sanguíneo (Quadro 20, Fig. 21). Na glândula mamária este metabólito é empregado na síntese de ácidos graxos (Corrêa et al. 2010).

González & Campos (2003) relataram valores bem superiores de  $\beta$ -hidroxibutirato no leite de vacas, quando comparado aos encontrados neste estudo. Dois fatores poderiam estar relacionados a esta diferença, a espécie animal e o fato de ter sido utilizado o soro lácteo.



**Fig. 21.** Valores médios do  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB) (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação

As concentrações médias de ácidos graxos não esterificados (AGNEs) no soro lácteo apresentaram diferenças significativas entre as glândulas sadias e infectadas (Quadro 17), observando valores médios superiores nas glândulas com mastite subclínica (0,12mmol/L) (Quadro 20, Fig. 22). Este grupo apresentou em todos os momentos concentrações médias mais elevadas, principalmente no início da lactação. Esta alteração estaria relacionada à elevação da atividade lipolítica presente no leite mastítico por aumento da ação enzimática (lipase) (Korhonen & Kaartinen, 1995).

Não foi observado efeito de momento ( $P>0,05$ ) sobre os valores desta variável, no entanto observa-se maiores concentrações no primeiro mês da lactação em ambos os grupos e em maior intensidade no soro lácteo das glândulas infectadas. Na análise de regressão para as concentrações de AGNEs, verificou-se tendência de regressão do tipo linear negativo ( $P<0,07$ ), para as glândulas com mastite subclínica.

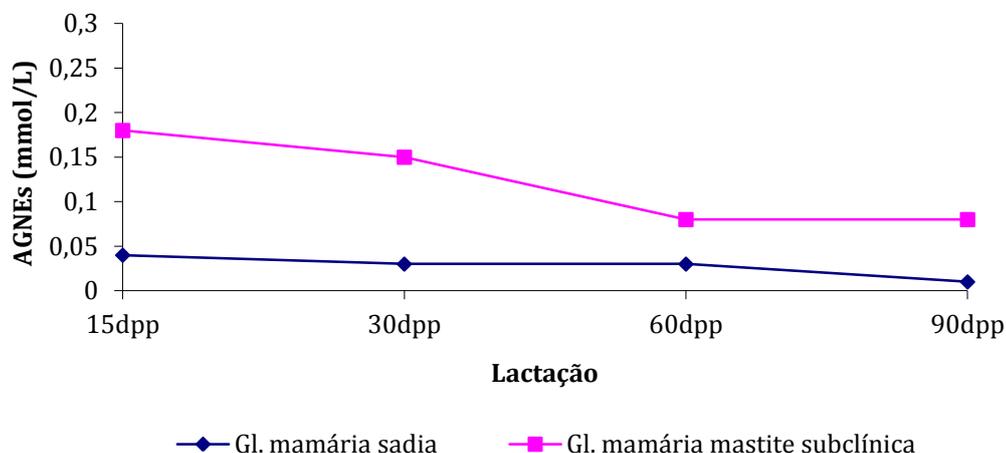
Quadro 20. Valores médios e desvio padrão ( $x \pm s$ ) do  $\beta$ -hidroxibutirato (mmol/L) e dos Ácidos Graxos Não Esterificados (AGNEs) (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação

GLÂNDULA MAMÁRIA	PERÍODO DE LACTAÇÃO				MG
	15dpp	30dpp	60dpp	90dpp	
$\beta$ -HIDROXIBUTIRATO (mmol/L)					
SADIAS	0,03 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,02	0,02 $\pm$ 0,02	0,03 <sup>a</sup>
MAST. SUBC.	0,03 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,02	0,02 $\pm$ 0,01	0,02 $\pm$ 0,01	0,02 <sup>a</sup>
MG	0,03 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	
ÁCIDOS GRAXOS NÃO ESTERIFICADOS (AGNEs) (mmol/L)					
SADIAS	0,04 $\pm$ 0,03	0,03 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,03	0,01 $\pm$ 0,01	0,03 <sup>b</sup>
MAST. SUBC.	0,18 $\pm$ 0,18	0,15 $\pm$ 0,15	0,08 $\pm$ 0,08	0,08 $\pm$ 0,08	0,12 <sup>a</sup>
MG	0,11 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	

Dpp- dias pós parto; MG - Média Geral

Semelhantemente ao observado com o  $\beta$ -hidroxibutirato neste estudo, os valores médios encontrados para as concentrações de AGNEs no soro lácteo são bem inferiores àqueles observados no sangue (0,07 mmol/L e 0,59 mmol/L, respectivamente).

Vale ressaltar a inexistência na literatura de valores médios de  $\beta$ -hidroxibutirato e AGNEs no soro lácteo de ovelhas durante a lactação, em condição fisiológica e com mastite subclínica, podendo estes resultados serem úteis em futuros trabalhos.



**Fig. 22.** Valores médios dos ácidos graxos não esterificados (AGNEs) (mmol/L) no soro lácteo de glândulas mamárias sadias e com mastite subclínica de ovelhas Santa Inês durante a lactação

## CONCLUSÃO

O bom escore corporal das ovelhas verificado durante o estudo, aliado aos achados bioquímicos permitiu concluir ter ocorrido maior requerimento energético, proteico e mineral no primeiro mês da lactação, porém não o suficiente para desencadear qualquer transtorno metabólico, apesar da lipomobilização de baixa magnitude, sendo estas discretas alterações mais expressivas nas ovelhas com mastite subclínica.

**Agradecimentos** À Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa de Demanda Social.

## REFERÊNCIAS

- Afonso J.A.B. 2005. Doenças carenciais e metabólicas e sua influência na exploração de caprinos e ovinos. Anais do Seminário Norte-Rio Grandense de Caprinocultura e Ovinocultura, Mossoró, CE.
- Althaus R.L., Roldán V. Scaglione L., Elizalde E., Jorge S. & Malinskas G. 1995. Perfíles metabólicos en ovejas lactantes Corriedale: variación durante la lactancia. Revista Argentina de Producción Animal, 15:1055-1058.
- Batavani R.A., Asri S. & Naebzadeh H. 2007. The effect of subclinical mastitis on milk composition in dairy cows. Iranian Journal of Veterinary Research. University of Shiraz. 8(3):205-211.
- Bertoni G. 1996. Feeding and bovine milk quality: Endocrine and metabolic factors. Zootec. Nutr. Anim. 22:205-214

- Brito A.M., González F.D., Ribeiro L.A. Campos R., Barbosa P.R. & Bergman G. 2006. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e lactação. *Ciência Rural*. 36(3):1-7.
- Burriel A.R. & Heys V. 1997. Serum and milk iron levels during sheep intramammary infection caused by coagulase-negative staphylococci. *Biological Trace Element Research*. 59(1/3):153-158.
- Caldeira R.M. 2005. Monitoração da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. 100(555/556):125-139.
- Caldeira R.M., Belo A.T., Santos C.C., Vazques M.I. & Portugal A.V. 2007. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Ruminant Research*, 68:233-241.
- Caldeira R.M. Almeida M.A. & Santos C.C. 1999. Daily variation in blood enzymes and metabolites in ewes under three levels of feed intake. *Canadian Journal of Animal Science*. 79:157-164.
- Campos R., González F., Coldebella A. & Lacerda L. 2007. Indicadores do metabolismo energético no pós-parto de vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. *Ciência Animal Brasileira*. 8(2):241-249.
- Cardoso E.C., Oliveira D.R., Dourado A.P., Araújo C.V., Ortolani E.L. & Brandão F.Z. 2010. Peso e condição corporal, contagem de OPG e perfil metabólico sanguíneo de ovelhas da raça Santa Inês no periparto, criadas na região da Baixada Litorânea do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira Ciência Veterinária*. 17(2):77-82.
- Cardoso E.C., Oliveira D.R., Balaro M.F.A., Rodrigues L.F.S. & Brandão F.Z. 2011. Índices produtivos e perfil metabólico de ovelhas Santa Inês no pós-parto no nordeste do Pará. *Revista Brasileira Ciência Veterinária*. 18(2/3):114-120.
- Chiofalo V., D'aquino S., Scinardo Tenghi E., Sanzarello L., Chiofalo B., Piccitto F., Cavallaro M. & Liotta L. 2009. Effect of peripartal propylene glycol supplementation on some biochemical parameters in dairy goats. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11(1):215-217.
- Contreras, P.A., Wittwer, F. & Böhmwald, H. 2000. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: González, F.H.D.; Barcelos, J.O., Ospina, H. & Ribeiro, L.A.O. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 75-88.
- Corrêa M.N., González F.H.D. & Silva S.C. 2010. Transtornos Metabólicos nos Animais Domésticos. Editora e Gráfica Universitária, Pelotas, RS. 520p.
- Costa N.A., Simão L.C.V., Santos R.A., Afonso J.A.B., Fagliari J.J., Cardoso E.C., Soares P.C. & Mendonça C.L. 2010. Proteinograma e teores de cobre, ferro e zinco no soro sanguíneo de ovelhas da raça Santa Inês com mastite experimental por *Staphylococcus aureus*. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 30(5):435-442.
- Dias I.R., Viegas C.A., Silva A.M., Pereira H.F., Sousa C.P., Carvalho P.P., Cabrita A.S., Fontes P.J., Silva S.R. & Azevedo J.M.T. 2010. Haematological and biochemical parameters in Churrada-Terra-Quente ewes from the northeast of Portugal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 62(2):265-272.
- Diffay B.C, Mckenzie D., Wolf C. & Pugh D.G. 2005. Abordagem e exame de ovinos e caprinos, p.1-19. In: Pugh D.G. (Ed.) *Clínica de ovinos e caprinos*. Roca, São Paulo.
- Elnageeb M.E. & Adelatif A.M. 2010. The minerals profile in desert ewes (*Ovis aries*): Effects of pregnancy, lactation and dietary supplementation. *American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Sciences*. 7(1):18-30.
- EL-Sherif M.M.A. & Assad F. 2001. Changes in some blood constituents of Bark ewes during pregnancy and lactation under semi arid conditions. *Small Ruminant Research*. 40:269-277.

- El Zubeir I.E.M., Elowni O.A.O. & Mohamed G.E. 2005. Effect of mastitis on macro-minerals of bovine milk and blood serum in Sudan. *Journal of the South African Veterinary Association*. 76(1):22-25.
- Filipovi'c N., Stojevi'c Z., Masek T., Mikulec Z. & Prvanovi'c N. 2011. Relationship between fructosamine with serum protein, albumin and glucose concentrations in dairy ewes. *Small Ruminant Research*. 96:46-48.
- Frigotto T.A.O. 2010. Monitoramento clínico e produtivo de vacas leiteiras no período de transição. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 61p.
- Godoy M.M., Alves J.B. & Monteiro A.L.G. 2004. Parâmetros reprodutivo e metabólico de vacas da raça Guzerá suplementadas no pré e pós-parto. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 33(1):103-111.
- González F.H.D. & Campos R. 2003. O leite como indicador metabólico-nutricional em vacas. *A Hora Veterinária*. 22:36-38.
- González F.H.D., Barcellos J.O., Patiño H.O. & Ribeiro L.A.O. 2000. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 108p.
- González F.H.D. & Silva S.C. 2006. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2ª ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 358p.
- Kaneko J.J., Harvey J.W. & Bruss M.L. 2008. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th ed. Academy Press, San Diego. 916p.
- Karapehlivan M., Atakisi E., Atakisi O., Yucayurt R. & Pancarci S.M. 2007. Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. *Small Ruminant Research*. 73:267-271.
- Korhonen. H. & Kaartinen L. 1995. Changes in the composition of milk induced by mastitis. In: Sandholm M., Buzalski T.H., Kaartinen L. & Pyorala S. (Eds), *The Bovine Udder and Mastitis*. Helsinki: Gummerus Kirjapaino, 76-82.
- Krajničáková M., Kováč V., Kostecký M., Valocký I., Maraček I., Sutiaková I. & Lenhardt L. 2003. Selected clinic-biochemical parameters in the puerperal period of goats. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*. 47:177-182.
- Lamand M. & Levieux D. 1981. Effects of infection on plasma levels of copper and zinc in ewes. *Annales de Recherches Vétérinaires*. 12(2):133-136.
- Leitner G., Merin U. & Silanikove N. 2004. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. *Journal Dairy Science*. 87:1719-1726.
- Lemos V.F. 2011. Proteinograma do soro sanguíneo e lácteo de ovelhas da raça santa inês em diferentes fases da lactação. Dissertação de Mestrado em Sanidade e Reprodução de Ruminantes, Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, PE. 99p.
- Little T.M. & Hills F.J. 1978. *Agricultural experimentation: design and analysis*. John Wiley, New York. 350p.
- Mallard B.A., Dekkers J.C., Ireland M.J., Leslie K.E., Sharif S., Lacey Vankampen C., Wagter L. & Wilkie B.N. 1998. Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. *Journal of Dairy Science*. 81(2):585-595.
- Moyes K.M., Larsen T., Friggens N.C., Drackley J.K. & Ingvarsten K.L. 2009. Identification of potential markers in blood for the development of subclinical and clinical mastitis in dairy cattle at parturition and during early lactation. *Journal of Dairy Science*. 92(11):5419-5428.
- Mundim A.V., Costa A.S., Mundim S.A.P., Guimarães E.C. & Espindola F.S. 2007. Influência da ordem e estágio da lactação no perfil bioquímico sanguíneo de cabras da raça Saanen. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 59:306-312.

- National Mastitis Council. 1990. Microbiological procedures for the diagnosis of bovine udder infection. 3<sup>th</sup> ed. NMC, Arlington. 34p.
- Oliveira D.R., Cardoso E.C., Dourado A.P., Brandão F.Z., Ortolani E.L., Minervino A.H.H., Araújo C.V. & Oliveira J.S.K. 2008. Perfil metabólico de ovelhas da raça Santa Inês durante o período periparto na baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro: proteína, energia e minerais. Anais do 35<sup>o</sup> CONBRAVET, Gramado, RS.
- Piccione G., Caola G., Giannetto C., Grasso F., Runzo S.C., Zumbo A. & Pennisi P. 2009. Selected biochemical serum parameters in ewes during pregnancy, post-parturition, lactation and dry period. *Animal Science Papers and Reports*. 27(4):321-330.
- Pinheiro R.R. & Andrioli A. 2002. Constituintes bioquímico-séricos em ovinos sem raça definida (SRD) no semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. 24(2):65-66.
- Pogliani F.C., Azedo M.R., Souza R.M., Raimondo R.F.S. & Birgel Júnior, E.H. 2010. Influência da gestação e do puerpério no lipidograma de bovinos da raça holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 62(2):273-280.
- Quinn P.J., Carter M.E., Markeu B. & Carter G.R. 1994. *Clinical Veterinary Microbiology*. Mosby, Philadelphia. 648p.
- Ribeiro L.A.O. 2002. Perdas reprodutivas em ovinos no Rio Grande do Sul determinadas pelas condições nutricionais e de manejo no encarneamento e na gestação. Tese de Doutorado em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS. 106p.
- Ribeiro L.A.O., Mattos R.C., González F.H.D., Wald V.B., Silva M.A. & LA Rosa V.L. 2004. Perfil metabólico de ovelhas Border Leicester x Texel durante a gestação e a lactação. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. 99(551):155-159.
- Rios C., Marín M.P., Catafau M. & Wittwer F. 2006. Concentraciones sanguíneas de  $\beta$ -hidroxibutirato, NEFA, colesterol e urea em cabras lecheras de três rebanhos com sistemas intensivos de producción y su relación com el balance nutricional. *Archivos de Medicina Veterinária*, 38(1):19-23.
- Salfer J.A., Linn J.G. & Otterby D.E. 1995. Early lactation responses of holstein cows fed a rumen-inert fat prepartum, postpartum, or both. *Journal of Dairy Science*. 78(2):368-377.
- Sampaio I. B. M. 2007. Estatística aplicada à experimentação animal. 3 ed. FEP MVZ Editora. Belo Horizonte. 265p.
- Santos R.A., Campos A.G.S.S., Afonso J.A.B., Soares P.C. & Mendonça C.L. 2012. Efeito da administração de propileno glicol e cobalto associado à vitamina B12 sobre o perfil metabólico e a atividade enzimática de ovelhas da raça Santa Inês no periparto. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 32(Supl.):000-000.
- Sandholm M. 1995. Inflammation in mastitis. In: Sandholm M., Buzalski T.H., Kaartinen L. & Pyorala S. (Eds), *The Bovine Udder and Mastitis*. Helsinki: Gummerus Kirjapaino, 59-75.
- Schalm O.W., Carroll E.J. & Jain N.C. 1971. *Bovine Mastitis*. Lea & Febiger, Philadelphia. 360p.
- Shitandi A., Ogollah H. & Nanua J.N. 2005. Effect of subclinical mastitis on milk composition in the kenyan smallholder dairy herds. *African Crop Science Conference Proceedings*, 7:545-550.
- Smith M.C., Sherman D.M. 2009. *Goat medicine*. 2 ed. Iowa: Lea & Febiger, Philadelphia. 871 p.
- Soares F.A.P., Neto A.V.B., Guimarães J.A., Dantas A.C., Carvalho C.C.D. & Marques A.V.C. 2009. Metabolismo de indicadores preditivos da toxemia da prenhez em ovelhas dorper no terço final da gestação, parto e pós-parto. *Ciência Animal Brasileira*. 1(Supl.) - Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria. p. 197-203.
- Solamain S.G., Maloney M.A., Quershi M.A., Davis G. & Dandrea G. 2001. Effects of high copper supplements on performance health, plasma copper and enzymes in goats. *Small Ruminant Research*. 41(2):127-139.
- Statistical Analyses System Institute. 2009. *SAS user's Guide: Statistics version*. Cary, New York.

- Sucupira M.C.A. 2010. Perfil metabólico no período periparto. 5º Congresso Internacional Feinco, São Paulo. (Comunicação oral).
- Wittwer F. 2000. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite, p.56-62. In: González F.H.D., Barcellos J.O., Patiño H.O. & Ribeiro L.A.O. (Eds.), Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Yildiz A., Balikci E. & Gurdogan F. 2005. Serum mineral levels at pregnancy and postpartum in single and twin pregnant sheep. *Biological Trace Element Research*. 107:247 – 254.
- Yildiz H. & Kaygusuzoğlu E. 2005. Investigation of Ca, Zn, Mg, Fe and Cu concentrations in blood and Milk of cows with negative and positive CMT results. *Bulletin of the Veterinary Institute Pulawi*. 49:209-213.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do perfil metabólico das ovelhas Santa Inês híginas e com mastite subclínica acompanhadas no periparto e ao longo da lactação nos permite considerar que:

- A maior demanda energética, proteica e mineral ocorre nos primeiros 30 dias da lactação, caracterizada no perfil energético pela elevação nos valores dos AGNEs, BHB e colesterol, no perfil proteico pelo decréscimo da albumina e no mineral pelo decréscimo do cálcio ionizado. No soro lácteo este efeito foi evidenciado pelo decréscimo do potássio durante a lactação.
- As alterações metabólicas sistêmicas relacionada às concentrações dos AGNEs, do colesterol, da albumina, do ferro e do cobre, apesar de discretas, são mais expressivas nas ovelhas com mastite subclínica.
- A mastite subclínica desencadeia no soro lácteo o decréscimo do potássio e a elevação do sódio e dos AGNEs.
- O bom escore corporal das ovelhas verificado durante o estudo, aliado aos achados bioquímicos permite concluir ter ocorrido maior requerimento energético, proteico e mineral no primeiro mês da lactação, porém não o suficiente para desencadear qualquer transtorno metabólico, apesar da lipomobilização de baixa magnitude, sendo estas discretas alterações mais expressivas nas ovelhas com mastite subclínica.

Os trabalhos para submissão devem ser enviados por via eletrônica, através do e-mail <jurgen.dobereiner@terra.com.br>, com os arquivos de texto na versão mais recente do Word. Havendo necessidade (por causa de figuras “pesadas”), podem ser enviados em CD pelo correio, com uma via impressa, ao Dr. Jürgen Döbereiner, Revista PESQUISA VETERINÁRIA BRASILEIRA, Caixa Postal 74.591, Seropédica, RJ 23890-000. Devem constituir-se de resultados de pesquisa ainda não publicados e não considerados para publicação em outra revista.

Para abreviar sua tramitação e aceitação, os trabalhos sempre devem ser submetidos conforme as normas de apresentação da revista ([www.pvb.com.br](http://www.pvb.com.br)) e o modelo em Word (PDF no site). Os originais submetidos fora das normas de apresentação, serão devolvidos aos autores para a devida adequação.

Apesar de não serem aceitas comunicações (Short communications) sob forma de “Notas Científicas”, não há limite mínimo do número de páginas do trabalho enviado, que deve, porém, conter pormenores suficientes sobre os experimentos ou a metodologia empregada no estudo. Trabalhos sobre Anestesiologia e Cirurgia serão recebidos para submissão somente os da área de Animais Selvagens.

Embora sejam de responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos, o Conselho Editorial, com a assistência da Assessoria Científica, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações aconselháveis ou necessárias. Os trabalhos submetidos são aceitos através da aprovação pelos pares (peer review).

NOTE: Em complementação aos recursos para edição da revista (impressa e online) e distribuição via correio é cobrada taxa de publicação (page charge) no valor de R\$ 250,00 por página editorada e impressa, na ocasião do envio da prova final, ao autor para correspondência.

1. Os trabalhos devem ser organizados, sempre que possível, em Título, ABSTRACT, RESUMO, INTRODUÇÃO, MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS, DISCUSSÃO, CONCLUSÕES (ou combinação destes dois últimos), Agradecimentos e REFERÊNCIAS:

a) o Título do artigo deve ser conciso e indicar o conteúdo do trabalho; pormenores de identificação científica devem ser colocados em MATERIAL E MÉTODOS.

b) O(s) Autor(es) deve(m) sistematicamente encurtar os nomes, tanto para facilitar sua identificação científica, como para as citações bibliográficas. Em muitos casos isto significa manter o primeiro nome e o último sobrenome e abreviar os demais sobrenomes: Paulo Fernando de Vargas Peixoto escreve Paulo V. Peixoto ou Peixoto P.V.; Franklin Riet-Correa Amaral escreve Franklin Riet-Correa ou Riet-Correa F.; Silvana Maria Medeiros de Sousa Silva poderia usar Silvana M.M.S. Silva, inverso Silva S.M.M.S., ou Silvana M.M. Sousa-Silva, inverso, Sousa-Silva S.M.M., ou mais curto, Silvana M. Medeiros-Silva, e inverso, Medeiros-Silva S.M.; para facilitar, inclusive, a moderna indexação, recomenda-se que os trabalhos tenham o máximo de 8 autores;

c) o ABSTRACT deverá ser apresentado com os elementos constituintes do RESUMO em português, podendo ser mais explicativos para estrangeiros. Ambos devem ser seguidos de “INDEX TERMS” ou “TERMOS DE INDEXAÇÃO”, respectivamente;

d) o RESUMO deve apresentar, de forma direta e no passado, o que foi feito e estudado, indicando a metodologia e dando os mais importantes resultados e conclusões. Nos trabalhos em inglês, o título em português deve constar em negrito e entre colchetes, logo após a palavra RESUMO;

e) a INTRODUÇÃO deve ser breve, com citação bibliográfica específica sem que a mesma assuma importância principal, e finalizar com a indicação do objetivo do trabalho;

f) em MATERIAL E MÉTODOS devem ser reunidos os dados que permitam a repetição do trabalho por outros pesquisadores. Na experimentação com animais, deve constar a aprovação do projeto pela Comissão de Ética local;

g) em RESULTADOS deve ser feita a apresentação concisa dos dados obtidos. Quadros devem ser preparados sem dados supérfluos, apresentando, sempre que indicado, médias de várias repetições. É conveniente, às vezes, expressar dados complexos por gráficos (Figuras), ao invés de apresentá-los em Quadros extensos;

h) na DISCUSSÃO devem ser discutidos os resultados diante da literatura. Não convém mencionar trabalhos em desenvolvimento ou planos futuros, de modo a evitar uma obrigação do autor e da revista de publicá-los;

- i) as CONCLUSÕES devem basear-se somente nos resultados apresentados no trabalho;
- j) Agradecimentos devem ser sucintos e não devem aparecer no texto ou em notas de rodapé;
- k) a Lista de REFERÊNCIAS, que só incluirá a bibliografia citada no trabalho e a que tenha servido como fonte para consulta indireta, deverá ser ordenada alfabeticamente pelo sobrenome do primeiro autor, registrando-se os nomes de todos os autores, em caixa alta e baixa (colocando as referências em ordem cronológica quando houver mais de dois autores), o título de cada publicação e, abreviado ou por extenso (se tiver dúvida), o nome da revista ou obra, usando as instruções do “Style Manual for Biological Journals” (American Institute for Biological Sciences), o “Bibliographic Guide for Editors and Authors” (American Chemical Society, Washington, DC) e exemplos de fascículos já publicados ([www.pvb.com.br](http://www.pvb.com.br)).

## 2. Na elaboração do texto deverão ser atendidas as seguintes normas:

- a) os trabalhos devem ser submetidos seguindo o exemplo de apresentação de fascículos recentes da revista e do modelo constante do site sob “Instruções aos Autores” ([www.pvb.com.br](http://www.pvb.com.br)). A digitalização deve ser na fonte Cambria, corpo 10, entrelinha simples; a página deve ser no formato A4, com 2cm de margens (superior, inferior, esquerda e direita), o texto deve ser corrido e não deve ser formatado em duas colunas, com as legendas das figuras e os Quadros no final (logo após as REFERÊNCIAS). As Figuras (inclusive gráficos) devem ter seus arquivos fornecidos separados do texto. Quando incluídos no texto do trabalho, devem ser introduzidos através da ferramenta “Inserir” do Word; pois imagens copiadas e coladas perdem as informações do programa onde foram geradas, resultando, sempre, em má qualidade;
- b) a redação dos trabalhos deve ser concisa, com a linguagem, tanto quanto possível, no passado e impessoal; no texto, os sinais de chamada para notas de rodapé serão números arábicos colocados em sobrescrito após a palavra ou frase que motivou a nota. Essa numeração será contínua por todo o trabalho; as notas serão lançadas ao pé da página em que estiver o respectivo sinal de chamada. Todos os Quadros e todas as Figuras serão mencionados no texto. Estas remissões serão feitas pelos respectivos números e, sempre que possível, na ordem crescente destes. ABSTRACT e RESUMO serão escritos corridamente em um só parágrafo e não deverão conter citações bibliográficas.
- c) no rodapé da primeira página deverá constar endereço profissional completo de todos os autores e o e-mail do autor para correspondência, bem como e-mails dos demais autores (para eventualidades e confirmação de endereço para envio do fascículo impresso);
- d) siglas e abreviações dos nomes de instituições, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, serão colocadas entre parênteses e precedidas do nome por extenso;
- e) citações bibliográficas serão feitas pelo sistema “autor e ano”; trabalhos de até três autores serão citados pelos nomes dos três, e com mais de três, pelo nome do primeiro, seguido de “et al.”, mais o ano; se dois trabalhos não se distinguirem por esses elementos, a diferenciação será feita através do acréscimo de letras minúsculas ao ano, em ambos. Trabalhos não consultados na íntegra pelo(s) autor(es), devem ser diferenciados, colocando-se no final da respectiva referência, “(Resumo)” ou “(Apud Fulano e o ano.)”; a referência do trabalho que serviu de fonte, será incluída na lista uma só vez. A menção de comunicação pessoal e de dados não publicados é feita no texto somente com citação de Nome e Ano, colocando-se na lista das Referências dados adicionais, como a Instituição de origem do(s) autor(es). Nas citações de trabalhos colocados entre parênteses, não se usará vírgula entre o nome do autor e o ano, nem ponto-e-vírgula após cada ano; a separação entre trabalhos, nesse caso, se fará apenas por vírgulas, exemplo: (Christian & Tryphonas 1971, Priester & Haves 1974, Lemos et al. 2004, Krametter-Froetcher et. al. 2007);
- f) a Lista das REFERÊNCIAS deverá ser apresentada isenta do uso de caixa alta, com os nomes científicos em itálico (grifo), e sempre em conformidade com o padrão adotado nos últimos fascículos da revista, inclusive quanto à ordenação de seus vários elementos.

3. As Figuras (gráficos, desenhos, mapas ou fotografias) originais devem ser preferencialmente enviadas por via eletrônica. Quando as fotos forem obtidas através de câmeras digitais (com extensão “.jpg”), os arquivos deverão ser enviados como obtidos (sem tratamento ou alterações). Quando obtidas em papel ou outro suporte, deverão ser anexadas ao trabalho, mesmo se escaneadas pelo autor. Nesse caso, cada Figura será identificada na margem ou no verso, a traço leve de lápis, pelo respectivo número e o nome do autor; havendo possibilidade de dúvida, deve ser indicada a parte inferior da figura pela palavra “pé”. Os gráficos devem ser produzidos em 2D, com colunas em branco, cinza e preto, sem fundo e sem linhas. A chave das convenções adotadas será incluída preferentemente, na área da Figura; evitar-se-á o uso de título ao alto da figura. Fotografias deverão ser apresentadas preferentemente em preto e branco, em papel brilhante, ou em diapositivos (“slides”). Para evitar danos por grampos, desenhos e fotografias deverão ser colocados em envelope. Na versão online, fotos e gráficos poderão ser publicados em cores; na versão impressa, somente quando a cor for elemento primordial a impressão das figuras poderá ser em cores.

4. As legendas explicativas das Figuras conterão informações suficientes para que estas sejam compreensíveis, (até certo ponto autoexplicativas, com independência do texto) e serão apresentadas no final do trabalho.

5. Os Quadros deverão ser explicativos por si mesmos e colocados no final do texto. Cada um terá seu título completo e será caracterizado por dois traços longos, um acima e outro abaixo do cabeçalho das colunas; entre esses dois traços poderá haver outros mais curtos, para grupamento de colunas. Não há traços verticais. Os sinais de chamada serão alfabéticos, recomeçando, se possível, com “a” em cada Quadro; as notas serão lançadas logo abaixo do Quadro respectivo, do qual serão separadas por um traço curto à esquerda.